

**GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ
GOBIERNOS MUNICIPALES DE LA GUARDIA,
SANTA CRUZ DE LA SIERRA, WARNES, MONTERO,
COLPA BÉLGICA, GENERAL SAAVEDRA, MINERO Y
FERNÁNDEZ ALONSO**

**INFORME DE AUDITORÍA SOBRE LOS
RESULTADOS DE GESTIÓN
ASOCIADOS A LA VARIACIÓN DEL
ESTADO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO PIRAI**

INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP08/F10

ÍNDICE GENERAL
INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP08/F10

	N.º Pag.
RESUMEN EJECUTIVO	-
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA AUDITORÍA	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
2.3 Alcance específico de la auditoría.....	2
2.3.1 Objeto de auditoría.....	2
2.3.2 Tipo de auditoría y enfoque utilizado.....	3
2.3.3 Ordenamiento jurídico administrativo.....	3
2.3.4 Ámbito institucional de la auditoría.....	4
2.3.5 Periodos de la gestión ambiental examinados en la auditoría.....	5
2.3.6 Profundidad del trabajo de auditoría.....	6
2.3.7 Criterios, Metodologías y Técnicas de evaluación.....	6
3. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP08/F10	10
3.1 Hallazgo correspondiente a la variación de la calidad ambiental del río Piráí	10
3.1.1 Calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el año 1999.....	10
3.1.1.1 <i>Datos del informe de auditoría ES/EN26/L8 del año 1999 empleados para determinar la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes</i>	10
3.1.1.2 <i>Determinación de la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en 1999</i>	15
3.1.2 Calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el año 2010.....	26
3.1.2.1 <i>Información recabada para determinar la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes</i>	26
3.1.2.2 <i>Determinación de la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el 2010</i>	32
3.1.3 Variación de la calidad ambiental.....	50
3.1.4 Efecto o consecuencias de mantener la condición evidenciada asociada a la variación de la calidad ambiental del río Piráí.....	54
3.2 Hallazgo correspondiente a la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí	57
3.2.1 Condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí asociada a la actividad doméstica.....	58
3.2.1.1 <i>Actividad doméstica en el año 2001</i>	58
3.2.1.2 <i>Actividad doméstica en el año 2010</i>	60
3.2.2 Condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí asociada a la actividad agrícola... ..	62
3.2.3 Variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí.....	67
3.2.3.1 <i>Variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí asociada a la actividad doméstica</i>	67
3.2.3.2 <i>Variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí asociada a la actividad agrícola</i>	70
3.2.4 Efecto o consecuencias de mantener la evidencia asociada a la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí.....	72
3.3 Variación del estado ambiental	74
3.4 Causas y recomendaciones asociadas a las deficiencias evidenciadas en los hallazgos	75

CONTENIDO		N.º Pag.
3.4.1	Ausencia de acciones de control respecto de la actividad agrícola.....	75
3.4.2	Ausencia de clasificación de los cuerpos de agua.....	77
3.4.3	Insuficientes recursos humanos para las acciones de control e inestabilidad laboral en el personal a cargo del control y seguimiento.....	80
3.4.4	Deficiencias en el control sobre las actividades en operación que descargan efluentes a cuerpos de agua.....	84
4.	CONCLUSIÓN GENERAL DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP08/F10.....	91
5.	OTROS ASPECTOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS		N.º Pag.
CONTENIDO		
Tabla n.º 1.	Clasificación de actividades de mayor a menor riesgo de impacto ambiental - 1999	14
Tabla n.º 2	Escala de referencia de la calidad del agua basada en la concentración de materia orgánica	16
Tabla n.º 3.	Resultados de los parámetros medidos-tramo 2-1999.....	18
Tabla n.º 4.	Resultados de los parámetros medidos-tramo 3-1999.....	20
Tabla n.º 5.	Resultados de los parámetros medidos-tramo 4-1999.....	22
Tabla n.º 6.	Resultados de los parámetros medidos-tramo 5 -1999.....	23
Tabla n.º 7.	Resultados de los parámetros medidos-río Rincón del Naicó-1999.....	24
Tabla n.º 8.	Clasificación de las actividades de mayor a menor riesgo de impacto ambiental-2010	28
Tabla n.º 9.	Escala de clasificación del ICA-NSF.....	34
Tabla n.º 10.	Condición detectada respecto al criterio definido para objetivo específico n.º 1..	55
Tabla n.º 11.	Cobertura sanitaria en los municipios de la cuenca del Pirá-2001.....	58
Tabla n.º 12.	Cobertura sanitaria en los municipios de la cuenca del Pirá-2010.....	60
Tabla n.º 13.	Superficies de cultivo en la zona de actividad agrícola de la cuenca del Pirá ...	63
Tabla n.º 14.	Clasificación Toxicológica agroquímicos.....	65
Tabla n.º 15.	Agroquímicos empleados en la producción de caña de azúcar.....	65
Tabla n.º 16.	Agroquímicos empleados en la producción de soya.....	65
Tabla n.º 17.	Agroquímicos empleados en la producción de maíz.....	66
Tabla n.º 18.	Agroquímicos empleados en la producción de arroz.....	66
Tabla n.º 19.	Resumen de la cobertura sanitaria en los municipios de la cuenca del Pirá.....	67
Tabla n.º 20.	Crecimiento de las superficies de cultivo en la zona de actividad agrícola de la cuenca del Pirá	70
Tabla n.º 21.	Condición detectada respecto al criterio definido para objetivo específico n.º 2	72
Tabla n.º 22.	Información sobre los recursos humanos de las unidades ambientales.....	80

CONTENIDO		N.º Pag.
Tabla n.º 23.	Acciones de control realizadas por las instancias ambientales que están regidas por el RPCA, RGGGA y RMCH.....	85
Tabla n.º 24.	Acciones de control realizadas por las instancias ambientales que están regidas por el RASIM	88

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO

ANEXO N.º 1.

Tabla A.	Parámetros medidos en los cuerpos de agua de la cuenca del río Piraí en el año 1999
Tabla B.	Parámetros medidos en las descargas de las actividades industriales evaluadas en el año 1999
Tabla C.	Actividades industriales en operación en la zona de estudio de la auditoría K2/AP08/F10
Tabla D.	Condiciones de operación de las industrias seleccionadas para la auditoría K2/AP08/F10
Tabla E.	Datos de las descargas de las actividades industriales seleccionadas auditoría K2/AP08/F10
Tabla F.	Descripción de los puntos de muestreo en la auditoría K2/AP08/F10
Tablas G.	Resultados de laboratorio muestreo septiembre 2010

ANEXO N.º 2 Perfiles de los parámetros medidos en los años 1999 y 2010

ANEXO N.º 3. Hoja de Cálculo - Índice de Calidad del Agua

ANEXO N.º 4. Dossier Fotográfico

ANEXO N.º 5.

Imágenes Satelitales Imágenes satelitales del área de estudio Auditoría Ambiental K2/AP08/F10

Mapa n.º 1	Mapa del límite de la cuenca y de los municipios que intervienen en el área de estudio de la auditoría ambiental K2/AP08/F10
Mapa n.º 2	Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de la auditoría ambiental 1999
Mapa n.º 3	Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de la auditoría ambiental 2010
Mapa n.º 4	Mapa de los tramos definidos para evaluar la calidad de agua en el río Piraí y sus afluentes-1999
Mapa n.º 5	Mapa de los tramos definidos para evaluar la calidad de agua en el río Piraí y sus afluentes-2010
Mapa n.º 6	Mapa de la calidad de agua del río Piraí y sus afluentes a partir de la concentración de materia orgánica año 1999

CONTENIDO

- Mapa n.º 7** Mapa de la calidad de agua del río Pirá y sus afluentes en base a la clasificación del ICA-NSF año 2010
- Mapa n.º 8** Mapa de comunidades evaluadas en la auditoría ambiental K2/AP08/F10
- Mapa n.º 9** Mapa de actividad agrícola auditoría ambiental K2/AP08/F10
- Mapa n.º 10** Mapa comparativo del crecimiento de la superficie agrícola entre los años 1999 y 2010 Municipio de Warnes
- Mapa n.º 11** Mapa comparativo del crecimiento de la superficie agrícola entre los años 1999 y 2010 Municipio de Montero
- Mapa n.º 12** Mapa comparativo del crecimiento de la superficie agrícola entre los años 1999 y 2010 Municipio de General Saavedra
- Mapa n.º 13** Mapa comparativo del crecimiento de la superficie agrícola entre los años 1999 y 2010 Municipio de Minero
- Mapa n.º 14** Mapa comparativo del crecimiento de la superficie agrícola entre los años 1999 y 2010 Municipio de Fernández Alonso

RESUMEN EJECUTIVO

La presente auditoría ha emitido opinión sobre los resultados de la gestión asociados a la variación del estado ambiental del río Piráí evaluado en dos momentos, uno en 1999 cuando se realizó la auditoría ambiental ES/EN26/L8 y el segundo en el 2010 a través del presente examen.

Se ha verificado si los cambios producidos entre 1999 y el 2010 responden al enfoque planteado, es decir, si están orientados a la preservación, conservación, mejora o restauración de los recursos hídricos de la cuenca del río Piráí.

En consecuencia, se plantearon dos objetivos específicos relacionados con los componentes del estado ambiental, se evaluó por una parte la variación de la calidad ambiental de los cuerpos de agua y por otra, la variación de la condición del medio ambiente, de la cuenca del río Piráí.

Los resultados de la variación de la calidad ambiental indican que en la mayor parte del curso principal del río Piráí, sus aguas han mantenido un rango de calidad media, sin embargo a diferencia de 1999 el río contiene mayor carga orgánica debido al incremento de volúmenes de descarga que recibe de lagunas de tratamiento y a la ausencia de sistemas de tratamiento de ciertas industrias que generan descargas a algunos de los afluentes directos del Piráí.

De igual forma, se ha observado una disminución de la calidad ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca en general, algunos están afectados por la actividad industrial, pero la mayor parte de los ríos y arroyos de la cuenca baja están recibiendo un impacto ambiental por efecto del crecimiento e intensificación de la actividad agrícola.

Por otra parte, los resultados de la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí indican que, las actividades domésticas de las comunidades asentadas en las cercanías de los cuerpos de agua generan un impacto ambiental por efecto del uso de pozos ciegos en las zonas propensas a inundaciones y por la directa disposición de las aguas residuales domésticas hacia los ríos y arroyos, situación que no ha cambiado en los últimos diez años y cuyo efecto sobre la calidad de los ríos se ha incrementado debido al crecimiento poblacional.

Asimismo, existe un impacto ambiental más significativo que proviene de la actividad agrícola como fuente difusa de contaminación, debido al crecimiento de las superficies de cultivo que conlleva el aumento en el consumo de insumos agrícolas cuyo uso no está controlado. Los cuerpos de agua están siendo afectados por sustancias incorporadas al suelo además de los propios nutrientes, a través de canales de drenaje y/o por efecto de la erosión eólica e hídrica, aumentando la concentración de compuestos y elementos en los ríos y arroyos a valores que superan los límites permitidos.

Por tanto los resultados de la variación del estado ambiental entre los años 1999 y 2010 indican que los recursos hídricos de la cuenca del río Piráí no han sido preservados, conservados y mucho menos mejorados y/o restaurados, debido a la presión antrópica ejercida sobre los cuerpos de agua de la actividad agrícola, industrial y doméstica.

La suma de los volúmenes de descarga tanto de las fuentes puntuales (industriales y domésticas) como difusas (agrícola), sean estas intermitentes o permanentes, contribuyen a elevar de forma sensible el nivel de carga orgánica no estabilizada y a disminuir la capacidad de recuperación de los cuerpos de agua, siendo por tanto, estas descargas en conjunto, química y biológicamente capaces de consumir el oxígeno disuelto en las aguas, creando la posibilidad de que alguna descarga no controlada pueda causar contingencias ambientales importantes en la cuenca del río Piráí.

Se ha determinado que esta situación deviene de los resultados de la gestión ambiental que no han sido favorables para el estado ambiental de la cuenca del río Piráí, que está siendo afectado por la presión antrópica que se ejerce en la zona, poniendo en evidencia las deficiencias de las instancias ambientales responsables.

En consecuencia la Contraloría ha emitido recomendaciones orientadas a eliminar las causas identificadas, directamente asociadas a la condición del hallazgo de la auditoría y que están relacionadas con: la ausencia de acciones de control respecto de la actividad agrícola, deficiencias asociadas a las acciones de control sobre la actividad industrial, ausencia de clasificación de los cuerpos de agua, e insuficientes recursos humanos para las acciones de control, acompañado de la inestabilidad laboral en el personal a cargo del control y seguimiento en las respectivas instancias ambientales de la Gobernación de Santa Cruz y de los Gobiernos Municipales de La Guardia, Santa Cruz de la Sierra, Warnes, Montero, Colpa Bélgica, Minero, General Saavedra y Fernández Alonso.

De acuerdo con lo establecido en las Normas de Auditoría Ambiental, se debe señalar que por la naturaleza de las recomendaciones emitidas que atañen a toda la cuenca del río Piráí y con el fin de integrar la mejora de la gestión ambiental asociada a los recursos hídricos, se ha incluido a los municipios de El Torno, San Pedro y Santa Rosa del Sara, sugiriendo a estas instancias acciones relacionadas con los temas descritos en las recomendaciones.

Asimismo, se ha sugerido a la Gobernación de Santa Cruz y a los gobiernos municipales contemplados en las recomendaciones y sugerencias, que consideren la conveniencia de incluir la evaluación de la extracción de áridos en los estudios concernientes a la clasificación de los cuerpos de agua.

Finalmente hacemos referencia que a partir de información que dio indicios de deficiencias en la gestión ambiental, la Contraloría General del Estado está ejecutando una auditoría especial para emitir opinión sobre el cumplimiento de los instrumentos normativos relativos al control de la contaminación hídrica en la subcuenca baja del río Piráí.

**GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ
GOBIERNOS MUNICIPALES DE LA GUARDIA, SANTA CRUZ DE LA SIERRA,
WARNES, MONTERO, COLPA BÉLGICA, GENERAL SAAVEDRA, MINERO Y
FERNÁNDEZ ALONSO**

**INFORME DE AUDITORÍA SOBRE LOS RESULTADOS DE GESTIÓN
ASOCIADOS A LA VARIACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL DE LA CUENCA
DEL RÍO PIRAI**

INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP08/F10

1. ANTECEDENTES

La Contraloría General del Estado a través de la Gerencia de Evaluaciones Ambientales, ha emprendido una línea de acción en la evaluación y estudio de los principales recursos hídricos del país. Es en este entendido que para la gestión 2010 se consideró en el Programa Anual de Operaciones la ejecución de una auditoría sobre la cuenca del río Piraí.

Se inició el trabajo sobre este cuerpo de agua en vista de que se contaba con antecedentes de estudios realizados por la Contraloría a través de la auditoría ES/EN26/L8 sobre la contaminación del río Piraí, llevada a cabo en el año 1999.

Cabe mencionar que del informe de auditoría emitido en el año 1999 emanaron recomendaciones sobre las cuales se programaron dos seguimientos en las gestiones 2001 y 2002¹ donde se verificó que sólo una de trece recomendaciones, llegó a ser implantada, las restantes recomendaciones fueron parcialmente implantadas o no se implantaron.

Los datos de la auditoría del año 1999 y la información que se obtuvo de la Gobernación de Santa Cruz y de los Gobiernos Municipales que se encuentran dentro la cuenca de estudio, sobre las acciones realizadas por estas instancias, permitieron desarrollar una auditoría de resultados de la gestión ambiental pues se contaba con suficiente información para emitir opinión acerca de la variación del estado ambiental de la cuenca del río Piraí. El propósito de la Contraloría es contribuir a la mejora de la protección y conservación de ese cuerpo de agua.

A continuación procedemos a exponer los objetivos, el alcance, los criterios y las metodologías del examen realizado, así como los resultados que se han obtenido.

¹ A través de los informes de seguimiento KS/EN26/L98/E1 (NL00/1) emitido el 16 de mayo de 2001 y KL/EN26/L98/E1 (PF02/2) emitido el 19 de junio de 2002 respectivamente.

2. OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA AUDITORÍA

2.1 Objetivo General

Evaluar la variación del estado ambiental del río Piráí.

2.2 Objetivos Específicos

Objetivo específico n.º 1

Evaluar la variación de la calidad ambiental de la cuenca del río Piráí y verificar si los cambios detectados corresponden a lo establecido por la normativa.

Objetivo específico n.º 2

Evaluar la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí y verificar si los cambios detectados corresponden a lo establecido por la normativa.

2.3 Alcance específico de la auditoría

2.3.1 Objeto de auditoría

El objeto de la auditoría comprende la cuenca del río Piráí en el tramo que inicia a la altura de Rancho Chico en el municipio de La Guardia y se prolonga hasta la confluencia con el río Chané en el municipio de San Pedro y algunos de los principales afluentes (ver mapa n.º 1 e imágenes satelitales en el anexo 5).

Asimismo son parte del objeto las actividades industriales identificadas por el impacto ambiental que están generando a los cuerpos de agua producto de sus descargas, estas son: la Cervecería Boliviana Nacional, las lagunas norte de oxidación de SAGUAPAC, la planta faenadora Pío Rico, el Frigorífico Guabirá, granja porcina La Madre, las lagunas de SAGUAPAC del Parque Industrial, COSMOL² y COSEPW³.

De igual forma lo son las once comunidades seleccionadas para la evaluación, estas son: Villa Copacabana, Pico de Monte, Puente Caimanes, Minero, Rancho Nuevo, Pueblo Nuevo, Poza Caimanes, Chané Magallanes, Chané Independencia, Juan Latino y Chané Justiniano.

Finalmente el objeto comprende también la zona agrícola de actividad intensa que abarca gran parte de la cuenca baja del río Piráí, desde el límite noreste del municipio de Warnes

² Cooperativa de Servicios Públicos de Montero Ltda.

³ Cooperativa de Servicios Públicos de Warnes.

aguas abajo, hasta la confluencia del río Pirai con el río Chané, incluyendo gran parte de las zonas aledañas al curso principal del río Pirai y de sus principales afluentes.

Cabe aclarar que la extracción de áridos no ha formado parte del alcance de esta auditoría debido a que al igual que en el examen de 1999, se ha considerado que los impactos ambientales generados por estas actividades son de naturaleza distinta y no contribuyen en forma significativa a la contaminación química de las aguas del río Pirai, sin desmerecer por ello su evaluación, control y seguimiento como parte del manejo integral de la cuenca en el marco de las disposiciones establecidas en el Decreto Supremo n.º 0091 del 22 de abril de 2009, que aprueba el reglamento a la Ley n.º 3425 de aprovechamiento y explotación de áridos y agregados y el Reglamento Ambiental de Aprovechamiento de Áridos y Agregados, que junto a la Ley n.º 1333 y sus reglamentos, se constituyen en instrumentos y herramientas de regulación y control.

2.3.2 Tipo de auditoría y enfoque utilizado

La auditoría realizada fue del tipo de «resultados de la gestión ambiental» y se ha trabajado bajo el enfoque de verificar si la variación del estado ambiental de la cuenca del río Pirai está orientada hacia la mejora, preservación, conservación y/o protección de los recursos hídricos.

2.3.3 Ordenamiento jurídico administrativo

El ordenamiento jurídico administrativo y normativo considerado está conformado por:

- La Constitución Política del Estado, nuevo texto aprobado mediante referéndum constituyente en enero de 2009, en los aspectos referidos a la protección y conservación del medio ambiente, los recursos naturales y los recursos hídricos.
- La Ley n.º 1333 del Medio Ambiente del 27 de abril de 1992, en los aspectos referidos a la preservación, conservación, mejora y restauración del medio ambiente y los recursos naturales.
- El Reglamento General de Gestión Ambiental aprobado mediante Decreto Supremo n.º 24176 del 08 de diciembre de 1995, en los aspectos relacionados con las funciones y atribuciones de los Gobiernos Autónomos Departamental y Municipal, sobre los recursos hídricos.
- El Reglamento de Prevención y Control Ambiental aprobado mediante Decreto Supremo n.º 24176 del 08 de diciembre de 1995, en los aspectos relacionados con las funciones y atribuciones de los Gobiernos Autónomos Departamental y Municipal, sobre los recursos hídricos y en lo que hace al control de la calidad ambiental.

- El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica aprobado mediante Decreto Supremo n.º 24176 del 08 de diciembre de 1995, en los aspectos referidos a la clasificación de los cuerpos de agua, los límites máximos permisibles para cuerpos de agua y descargas, así como las funciones y atribuciones de los Gobiernos Autónomos Departamental y Municipal, sobre los recursos hídricos.
- El Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero aprobado mediante Decreto Supremo n.º 26736 de 30 de julio de 2002, en los aspectos referidos a las funciones y atribuciones de los Gobiernos Autónomos Departamental y Municipal sobre los recursos hídricos y en lo que hace al control de la calidad ambiental.
- La Ley Marco de Autonomías y Descentralización Andrés Ibáñez n.º 031 de 19 de julio de 2010, en los aspectos referidos a los recursos naturales, la biodiversidad, medio ambiente y los recursos hídricos.

2.3.4 Ámbito institucional de la auditoría

El ámbito institucional de la auditoría comprendió a las siguientes entidades:

Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz

El Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz forma parte del ámbito institucional porque es la instancia responsable de la gestión ambiental a nivel departamental. Debe velar por el cumplimiento y aplicación de la Ley del Medio Ambiente y demás disposiciones en vigencia; debe ejercer las funciones de control sobre las actividades relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales; debe coordinar acciones para el desarrollo de la gestión ambiental con los Gobiernos Municipales para velar porque no se rebasen los límites máximos permisibles en descargas susceptibles de afectar el medio ambiente o los recursos naturales (artículo 8 del Reglamento General de Gestión Ambiental).

Por otra parte, esta entidad debe ejecutar las acciones de prevención de contaminación de los cuerpos de agua, saneamiento y control de la calidad de los recursos hídricos en coordinación con los Gobiernos Municipales; debe establecer objetivos en materia de calidad del recurso hídrico; identificar las principales fuentes de contaminación, tales como las descargas de aguas residuales y los escurrimientos de áreas agrícolas y debe proponer al Ministerio de Medio Ambiente y Agua la clasificación de los cuerpos de agua en función de su aptitud de uso (artículo 10 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica).

A nivel de actividades industriales debe verificar el cumplimiento de los procedimientos técnicos y administrativos de los Gobiernos Municipales; apoyar y promover el fortalecimiento de la capacidad técnica de las instancias ambientales de los municipios (artículo 10 del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero).

Finalmente debe ejecutar la política general de conservación y protección de cuencas, entre otros, de acuerdo a lo dispuesto en el inciso a, del punto 1 del párrafo IV del artículo 87 de la Ley Marco de Autonomías y Descentralización Andrés Ibáñez n.º 031 de 19 de julio de 2010.

Gobiernos Municipales Autónomos de la Guardia, Santa Cruz de la Sierra, Warnes, Montero, Colpa Bélgica, General Saavedra, Minero y Fernández Alonso.

Los Gobiernos Municipales deben ejercer las funciones de control y vigilancia a nivel local sobre las actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente y los recursos naturales, asimismo, deben participar en los procesos de seguimiento y control ambiental (artículo 9 del Reglamento General de Gestión Ambiental y artículo 11 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental).

Por otro lado, deben identificar las fuentes de contaminación como las descargas residuales, escurrimientos de áreas agrícolas, informando al respecto a la Gobernación. Deben proponer a la Gobernación la clasificación de los cuerpos de agua en función a su aptitud de uso y deben controlar las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a los cuerpos receptores (artículo 11 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica).

Finalmente a nivel de las actividades industriales, los Gobiernos Municipales deben ejercer las funciones de seguimiento e inspección de las actividades industriales dentro de la jurisdicción municipal (artículo 11 del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero).

2.3.5 *Periodos de la gestión ambiental examinados en la auditoría*

Se ha emitido opinión sobre la variación del estado ambiental de la cuenca del río Pirá evaluando el periodo que comprende desde la gestión 1999, cuando se realizó la auditoría ES/EN26/L8, hasta la gestión 2010 cuando se realizó la presente evaluación.

La evaluación del estado ambiental del año 1999 no requiere del establecimiento de fechas específicas para su evaluación, su determinación se hizo a partir del informe de auditoría ES/EN26/L8.

La evaluación del estado ambiental del año 2010 se realizó en la época de estiaje, al término de la misma, para contar con información más representativa del impacto ambiental que reciben los cuerpos de agua por el bajo caudal y nivel de agua que los hace más vulnerables a la recepción de descargas contaminantes por efecto de las actividades industriales, domésticas y agrícolas que se desarrollan en la cuenca del Pirá.

2.3.6 Profundidad del trabajo de auditoría

El área geográfica de la auditoría comprende parte de la cuenca del río Piraí que inicia a la altura de Rancho Chico en el municipio de La Guardia y se prolonga hasta la confluencia con el río Chané en el municipio de San Pedro.

La calidad ambiental se evaluó sobre los siguientes cuerpos de agua que forman parte de la cuenca: río Piraí, río Chané, río Rincón del Naicó, arroyo Colorado, río Warnes, río La Madre, arroyo Los Sauces, Quebrada Hondo, río Pailón, arroyo Guapomó, río Guayabochi y río Bibosi.

La calidad ambiental se determinó a partir de la medición de parámetros fisicoquímicos, que se han extraído del informe de auditoría ES/EN26/L8 del año 1999 y los parámetros que el artículo 6 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica determina como «parámetros básicos».

Los parámetros fisicoquímicos evaluados son: temperatura, pH, Conductividad, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Colifecales, además se ha incluido la determinación de: Nitratos, Fosfato total, Cromo Hexavalente, Sulfuros y Aceites y Grasas, para algunos puntos.

En cuanto a la condición, se evaluaron aspectos relacionados con las actividades domésticas y agrícolas de la cuenca de acuerdo a lo siguiente:

Respecto de la actividad doméstica, se evaluaron a las once comunidades identificadas en aspectos relacionados con la existencia de servicios básicos, en lo referido al manejo y disposición de sus aguas residuales y al crecimiento poblacional.

Respecto de la actividad agrícola, se evaluó la zona de actividad alta en aspectos relacionados con el crecimiento de las áreas de cultivo y el uso de insumos agrícolas.

2.3.7 Criterios, Metodologías y Técnicas de evaluación

A continuación se exponen los criterios definidos, las metodologías y técnicas aplicadas en la auditoría para la evaluación de cada objetivo específico.

Objetivos específicos	Criterio	Metodologías	Técnicas aplicables
<i>Evaluar la variación de la calidad ambiental de la cuenca del río Piraí y</i>	La variación de la calidad ambiental del río Piraí y de sus afluentes debe mostrar que ha existido una	Para determinar la calidad ambiental en el año 1999: <i>Cuerpos de agua</i> • Para la evaluación de la calidad ambiental de los cuerpos de agua de 1999 se trabajó con los resultados del	Para la selección de las industrias a incluir como puntos de muestreo: • Se identificaron las actividades industriales en operación en la zona.

Objetivos específicos	Criterio	Metodologías	Técnicas aplicables
<p>verificar si los cambios detectados, corresponden a lo establecido por la normativa.</p>	<p>preservación y conservación de estos recursos hídricos o una tendencia hacia su mejora y/o restauración. (Constitución Política del Estado, artículos 19, 37 de la Ley n.º 1333, artículo 98 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental)</p>	<p>informe de auditoría ES/EN26/L8 sobre los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos medidos en los cuerpos de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> La determinación de la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes se hizo a partir de la DQO como indicador químico de la concentración de materia orgánica y se tomó en cuenta la presencia y cantidad de coliformes fecales como indicador bacteriológico. Se tomó como referencia los límites máximos permitidos para un cuerpo de agua clase C del anexo A del RMCH respecto de la DQO, en base al cual se estableció una escala de clasificación de calidad del agua de muy mala a excelente. En base a los resultados obtenidos de la medición de parámetros fisicoquímico de los cuerpos de agua de la cuenca, de los caudales medidos y de las distancias recorridas se estableció la capacidad de recuperación del río Pirá y de sus afluentes. <p><i>Descargas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Se realizó un análisis fisicoquímico de las descargas puntuales provenientes de las actividades industriales con información basada en el historial de análisis proporcionado por diferentes instancias, los datos fueron extractados del informe de auditoría ES/EN26/L8 de 1999. Para evaluar la calidad ambiental de las descargas se empleó el Anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Para evaluar el impacto de las descargas industriales se empleó un indicador basado en el concepto de salinidad, expresada en mg/l NaCl, que fue calculado a partir de la conductividad específica de las aguas residuales y se empleó como criterio de estabilidad química de la carga orgánica la relación: Demanda Química de Oxígeno respecto de la Salinidad, DQO/S <p>Para determinar la calidad ambiental en el año 2010</p> <p><i>Cuerpos de agua</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Se realizó un análisis fisicoquímico de los cuerpos de agua determinando 	<ul style="list-style-type: none"> Se identificaron las actividades industriales que generan descargas a los cuerpos de agua. Se identificaron los caudales de descarga y los análisis de laboratorio de sus descargas. En base a la ubicación de las industrias seleccionadas se determinaron puntos de muestreo en los cuerpos de agua de la cuenca. <p>Para la selección de las comunidades a incluir como puntos de muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se identificaron las zonas de asentamientos de pequeñas a medianas comunidades basados en datos proporcionados por el SEARPI al año 2008. La información contiene datos de la ubicación de las comunidades asentadas en la zona de estudio y su población. En base a las coordenadas geográficas de las comunidades identificadas y de la cantidad de habitantes por comunidad se elaboró un mapa temático de ubicación de poblaciones y/o comunidades en formato vectorial en la zona de estudio. Se identificaron las comunidades más pobladas. Se seleccionaron las comunidades que tienen un número igual o mayor a 500 habitantes, quedando fuera del alcance los municipios mayores como Santa Cruz de la Sierra, Warnes y Montero. Se seleccionaron las comunidades con alta o baja población que se encuentran próximas entre sí y que están próximas a un cuerpo de agua que forme parte de la cuenca. Aquellas comunidades con alta población que aunque estén aisladas se encuentren próximas a un cuerpo de agua que forme parte de la cuenca. En base a la ubicación de las comunidades seleccionadas se determinaron puntos de muestreo en los cuerpos de agua próximos.

Objetivos específicos	Criterio	Metodologías	Técnicas aplicables
		<p>puntos de muestreo en base a un análisis previo de las actividades industriales, de las comunidades y las zonas de actividad agrícola que pueden generar descargas puntuales y no puntuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para determinar la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes se empleó el Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) que es una expresión de un número de parámetros que permite valorar el recurso hídrico para un determinado uso • El ICA-NSF utiliza nueve parámetros físicos químicos y bacteriológicos: DBO₅, OD, coliformes fecales, nitratos, pH, cambio de temperatura, SDT, fosfatos totales y turbiedad⁴. El tipo de estimación se basa en el promedio ponderado a través de una relación matemática. • El valor obtenido del ICA-NSF se interpretó de acuerdo a la escala de clasificación que establece el rango de calidad entre muy mala y excelente. <p><i>Descargas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizó un análisis fisicoquímico de las descargas puntuales provenientes de las actividades industriales con información basada en el informe de auditoría ES/EN26/L8 y actualizada con la información proporcionada por las instancias ambientales de los municipios de la zona y de la Gobernación de Santa Cruz. • Para evaluar la calidad ambiental de las descargas se empleó el Anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. • Para evaluar el impacto de las descargas industriales se empleó un indicador basado en el concepto de salinidad, expresada en mg/l NaCl, calculada a partir de la conductividad específica de las aguas residuales y se empleó como criterio de estabilidad química de la carga orgánica la relación: DQO/S. 	<p>Para la selección de las áreas de cultivo a incluir como puntos de muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se identificaron las zonas de cultivo en base a imágenes satelitales, empleando imágenes LANDSAT 5-TM del año 2010 del Instituto Nacional de Pesquisas del Brasil (INPE-Brasil), se trabajó sobre las escenas 230/072 y 231/072 del 06 de abril y del 01 de mayo de 2010. • En base a las imágenes satelitales se interpretó las escenas empleando un software, digitalizando las zonas de actividad agrícola. • Se identificó la zona de cultivo más intensa.

⁴ Cabe aclarar que para el presente examen, no se tomó en cuenta el parámetro de turbiedad debido a las características propias del río, según el documento «Plan de Riego de Santa Cruz 2008-2013», el perfil del río Pirá tiene una fuerte pendiente en los primeros 80 km, favoreciendo la socavación del cauce y el arrastre de sedimentos, posteriormente la pendiente se reduce permitiendo el arrastre y la deposición de sedimentos de acuerdo con las variaciones del caudal. Debido a que el río arrastra sedimento de manera natural ya presenta un cierto grado de turbiedad, por tanto un análisis de este parámetro no sería representativo de algún efecto de contaminación ya que no está relacionado a ningún factor externo.

Objetivos específicos	Criterio	Metodologías	Técnicas aplicables
		<p>Para evaluar la variación de la calidad ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En base a los resultados obtenidos de los análisis previos se evaluó la variación de la calidad ambiental de la cuenca del río Piráí. • Se determinó si los cambios producidos responden al criterio. 	
<p><i>Evaluar la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí y verificar si los cambios detectados, corresponden a lo establecido por la normativa.</i></p>	<p>La variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí debe mostrar la protección y conservación de estos recursos hídricos o una tendencia hacia su mejora y/o restauración.</p> <p>(Constitución Política del Estado, artículos 19, 37 de la Ley n.º 1333, artículo 98 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental)</p>	<p>Para establecer la condición del medio ambiente de la cuenca del Piráí en 1999:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recabó información relacionada a las comunidades asentadas en la cuenca en el año 2001 en aspectos relacionados con la existencia de servicios básicos y el manejo y disposición de sus aguas residuales. • Se recabó información sobre el crecimiento de las superficies de cultivo en la zona de actividad agrícola alta. <p>Para establecer la condición del medio ambiente de la cuenca del Piráí en 2010:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recabó información relacionada a las comunidades asentadas en la cuenca en el año 2010 en aspectos relacionados con la existencia de servicios básicos y el manejo y disposición de sus aguas residuales. • Se recabó información sobre el crecimiento de las superficies de cultivo en la zona de actividad agrícola alta. • Se recabó información sobre algunas condiciones de cultivo y sobre el uso de agroquímicos. <p>Para evaluar la variación de la condición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En base a un análisis de la información recabada se evaluó la variación de la condición de las actividades domésticas y agrícolas de la cuenca del río Piráí. • Se determinó si los cambios producidos responden al criterio. 	<p>Para evaluar la condición de las actividades domésticas entre 1999 y el 2010.</p> <ul style="list-style-type: none"> • De las comunidades seleccionadas como puntos de muestreo se recabaron datos del censo 2001⁵ del INE y de encuestas realizada el 2010 por los municipios a las comunidades, información relacionada con: <ul style="list-style-type: none"> - La existencia de servicios básicos. - La disposición de sus aguas residuales. • Se evaluó la relación de la existencia de servicios básicos con el impacto sobre los cuerpos de agua receptores y con el crecimiento de la población. <p>Para evaluar la condición de las actividades agrícolas entre 1999 y el 2010.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para delimitar las áreas con y sin actividad agrícola se utilizó una combinación de bandas en falso color TM541 que identifica según la coloración la superficies de cultivo y las áreas no cultivadas, para ello se empleó la imagen satelital LANDSAT 7TM 231/072 del Instituto Nacional de Pesquisas del Brasil (INPE). La imagen del año 1999 data del 29 de julio y la imagen del año 2010 data del 06 de abril. • Se recabó información de la zona de actividad agrícola alta, datos acerca de: <ul style="list-style-type: none"> - El tipo de agroquímicos

⁵ Se toma como referencia el año 2001 debido a la inexistencia de datos para el año 1999 por lo que se recurrió a la información oficial más próxima, la misma que proviene del CENSO del año 2001 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Por tanto, nuestro parámetro de referencia en todo lo que compete a la evaluación de la actividad doméstica será el año 2001. Cabe aclarar que esta posición no tendrá ninguna repercusión importante en los resultados de la presente auditoría porque lo que se busca es evaluar la variación del medio ambiente en un periodo representativo que esté dentro el margen establecido, por lo que el periodo 2001-2010 es suficiente para este cometido.

Objetivos específicos	Criterio	Metodologías	Técnicas aplicables
			utilizados. - Calendarios de ciclos de producción. - Sistemas de riego y drenaje utilizados. • Se evaluó el crecimiento de las zonas de actividad agrícola intensa y se asoció con el uso de agroquímicos para evaluar el impacto sobre los cuerpos de agua receptores.

Fuente: Elaboración propia.

3. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP08/F10

3.1 Hallazgo correspondiente a la variación de la calidad ambiental del río Piráí

A continuación se expondrá la condición del hallazgo asociada al objetivo específico n.º 1, referido a la evaluación de la variación de la calidad ambiental del río Piráí y a la verificación de si los cambios detectados corresponden a lo establecido por la normativa.

Recordemos que la calidad ambiental se refiere a la situación de los componentes del medio ambiente en un momento determinado, mensurables en función de parámetros físicos, químicos, biológicos, etc.⁶

Para el caso de la presente auditoría, variación de la calidad ambiental se refiere a los cambios producidos en la situación de los componentes del río Piráí y sus afluentes determinados en el año 1999 a través de la auditoría ambiental ES/EN26/L8 y en el año 2010 a través de la presente auditoría, a partir de la medición de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Para establecer la variación de la calidad ambiental, es conveniente conocer las condiciones de cada momento, de ahí que se expondrán primero los aspectos asociados a la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el año 1999 y luego los del año 2010.

3.1.1 Calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el año 1999

3.1.1.1 Datos del informe de auditoría ES/EN26/L8 del año 1999 empleados para determinar la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes

El informe de auditoría ES/EN26/L8 fue emitido el 30 de julio de 1999 y responde a una auditoría ambiental sobre la contaminación del río Piráí, llevada a cabo con el propósito de

⁶ Definición establecida en las Normas de Auditoría Ambiental aprobadas mediante Resolución CGR/026/2005 del 24 de febrero de 2005.

evaluar el desempeño ambiental de los servidores públicos y personas jurídicas privadas que participaron en la gestión ambiental asociada a la cuenca del río Pirá en esa época.

La auditoría fue promovida ante la denuncia de la mortandad de peces que se suscitó durante varios años consecutivos a partir de la década de los 80. Estas mortandades fueron atribuidas a la contaminación generada por las industrias y a las descargas de vinaza⁷ junto con cachaza⁸ que fueron realizadas por los ingenios azucareros que operaban en la zona.

El examen de auditoría evaluó los factores y actividades que afectaron la calidad de las aguas de la cuenca del río Pirá en el tramo comprendido desde el municipio de La Guardia (a la altura de Rancho Chico) hasta la confluencia con el río Chané en el municipio de San Pedro.

La evidencia recabada y parte de los resultados del informe de auditoría se han constituido en insumos para realizar el presente examen en lo que se refiere a la determinación de la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes en el año 1999. Se ha trabajado con los resultados de la evaluación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de muestras tomadas en los cuerpos de agua y en las descargas de algunas actividades industriales y con información basada en el historial de análisis de descargas proporcionadas por diferentes instancias.

En la auditoría de 1999 se midieron los siguientes parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos: pH, temperatura, conductividad, coliformes fecales y totales y la Demanda Química de Oxígeno. Estos parámetros fueron evaluados tanto en las descargas industriales como en los cuerpos de agua (ver ubicación de los puntos de muestreo en el mapa n.º 2 del anexo 5 y los datos de muestreo en tablas A y B del anexo 1).

A continuación se hará un resumen de la situación de las descargas industriales que recibía el río Pirá y sus afluentes en el año 1999.

En la auditoría de 1999 se evaluó el impacto de 15 industrias, de las cuales 8 contaban con la Licencia Ambiental aprobada, 9 tenían un sistema de tratamiento de efluentes implementado (ingenio azucarero de UNAGRO, Cervecería Boliviana Nacional (CBN), FINO, plantas Norte y del Parque Industrial de SAGUAPAC, Schwartz Vrena, Ingenio La Bélgica, Ingenio Guabirá y Destilería Santa Cecilia) y las seis (6) industrias restantes carecían de un sistema de tratamiento de efluentes (COSMOL, Venado, Clarabella, PIL, Telares Santa Cruz y SOBOLMA).

⁷ Residuo líquido, rico en materia orgánica que queda después de destilar el alcohol obtenido por fermentación. Por cada litro de alcohol destilado se producen 12 a 15 litros de vinaza.

⁸ Residuo sólido de textura fina, rico en materia orgánica que se obtiene del proceso de purificación química y posterior filtración por succión del jugo de la caña de azúcar.

También se cuantificó el riesgo de impacto que podrían causar las actividades industriales a los cuerpos de agua en base a las mediciones de algunos parámetros. La cuantificación se basó en una estimación de la cantidad máxima de materia orgánica y de sales que cada actividad era potencialmente capaz de descargar.

Las magnitudes que fueron obtenidas en base a promedios de DQO y conductividad, fueron utilizadas en primera aproximación como un indicador del riesgo de impacto ambiental que cada actividad podría causar, independientemente de que el total o una parte de sus residuos estén siendo utilizados para riego u otros propósitos.

Antes de evaluar el impacto de las descargas industriales sobre el río Piráí, a continuación se hará mención a algunos aspectos que dejaron de lado a algunas de las actividades industriales mencionadas anteriormente.

Por un lado se encuentran las descargas de las lagunas de SAGUAPAC del Parque Industrial que afectaban directamente al arroyo Los Sauces a través del canal Cotoca el mismo que recibía esta y otras descargas, algunas de manera clandestina.

Las aguas del arroyo Los Sauces presentaron una disminución en su caudal hasta que prácticamente desapareció antes de que pueda confluir con el río Pailón, un afluente secundario del Piráí. Esta situación fue determinante para descartar el efecto de las descargas del Parque Industrial y de todas las que recibía de manera clandestina, directa y/o indirectamente el canal Cotoca.

Respecto del arroyo Colorado en la auditoría de 1999 se observó por los resultados de laboratorio que la calidad de sus aguas mejoró considerablemente a la altura del río Chané, luego de la confluencia del arroyo Colorado con el río Warnes, siendo estas aguas completamente distintas a las aguas negras luego de las descargas industriales.

Esta mejora orientó en la auditoría de 1999 a descartar el efecto de las actividades industriales asentadas en la zona del arroyo Colorado ante la ausencia de impacto de sus descargas sobre el Piráí, quedando fuera de la evaluación: Venado, FINO, Clarabella, PIL, Telares Santa Cruz y SOBOLMA.

Por tanto, la evaluación del impacto ambiental al río Piráí por efecto de las actividades industriales se circunscribió a 8 industrias: Ingenio Guabirá, Schwartz – Vrena, Ingenio La Bélgica, COSMOL, Plantas Norte SAGUAPAC, Destilería Santa Cecilia, CBN y UNAGRO.

La evaluación del impacto de las descargas industriales se determinó en base a criterios y consideraciones que también fueron aplicados en la presente evaluación. A continuación se explican brevemente aquellos fundamentos técnicos y los resultados que se obtuvieron de la evaluación de las descargas industriales en 1999.

Se estableció el uso de un indicador basado en el concepto de salinidad, expresada en mg/l NaCl, que fue calculada a partir de la conductividad específica de las aguas residuales descargadas mediante la siguiente relación:

$$\text{Salinidad } \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{ NaCl} = \frac{C \mu\text{S} \times P \frac{\text{mg}}{\text{mEq}} \text{ de NaCl}}{F \frac{\mu\text{S}}{\text{mEq/l}}}$$

Donde:

C= Conductividad específica de las aguas residuales (μS)

P= Peso en mg de 1 mEq de NaCl (58,5 mg/mEq)

F= Conductividad Equivalente de 1 mEq/litro de NaCl (125,5 $\mu\text{S}/\text{mEq/l}$)

Con esta relación, cualquier sal orgánica e inorgánica, independientemente de su naturaleza, queda expresada como cloruro de sodio (NaCl) cuya concentración es un indicador relativo del grado de estabilización de la carga orgánica.

En general, el proceso de oxidación de la carga orgánica, con o sin microorganismos, conduce a la disminución del valor de la DQO. Respecto de la conductividad, ésta disminuye, por una parte debido a la disminución de la carga orgánica y por otra, aumenta debido a la formación de ácidos carboxílicos en forma de sales. La carga orgánica tiene una contribución significativa en la magnitud de la conductividad y por ende en el valor de la salinidad.

Como resultado neto de estos cambios, las aguas residuales no disminuyen su conductividad conforme sufren procesos de oxidación química y/o biológica y, por ende, mantiene un valor de salinidad relativamente constante. Esta condición permitió que en la auditoría se emplee como criterio de estabilidad química de la carga orgánica la siguiente relación: Demanda Química de Oxígeno respecto de la Salinidad, **DQO/S**⁹.

Para ejemplificar como se aplica este criterio, el informe mostró los resultados de esta relación respecto de SAGUAPAC a la entrada y a la salida de las planta de tratamiento, a la entrada la relación DQO/S era >1 lo que implica que la carga orgánica no estaba estabilizada (resultados de las aguas crudas antes de entrar a tratamiento), y cuando la relación DQO/S era <1 la carga orgánica estaba estabilizada (resultados obtenidos de las aguas a la salida del tratamiento).

⁹ Respecto del comportamiento de estos parámetros se aclaró que es posible que los procesos subsecuentes a la descomposición química de los ácidos carboxílicos provocarían la disminución de la conductividad, sin embargo este aspecto no afectaría a la relación DQO/S, debido a que la descomposición de dichos ácidos además de disminuir la salinidad, también disminuye el valor de la DQO, por lo que los cambios en la relación DQO/S serían relativamente pequeños.

La presencia de carga orgánica estabilizada permite la coexistencia de oxígeno disuelto, mientras la carga orgánica no estabilizada consume el oxígeno reduciendo la capacidad de las aguas para sostener la vida acuática.

Sobre la base de este criterio de estabilización de la carga orgánica se clasificó en 1999 a las industrias seleccionadas según el riesgo de impacto ambiental tomando como referencia el indicador DQO/S y la carga orgánica. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos.

Clasificación de actividades de mayor a menor riesgo de impacto ambiental - 1999

Tabla n.º 1

Posición	Actividad	Cuerpo receptor	Carga Orgánica (t/año)	Relación DQO/S
1	Ingenio Guabirá	río Rincón del Naicó	2.850	1,8
2	Schwartz – Vrena	río Piráí	1.135	20,05
3	Ingenio La Bélgica	río Chaco	810	2,15
4	COSMOL	río La Madre	279	1,41
5	Plantas Norte SAGUAPAC	río Piráí	1.725	0,31
6	Destilería Santa Cecilia*	río Chané	64	0,34
7	CBN	río Piráí	31	0,46
8	UNAGRO*	río Chané	255	0,06

Fuente: Informe de auditoría ES/EN26/L8, pag. 30.

* Aunque a la fecha de la auditoría ya no descargaban sus efluentes al río Chané, se las incluyó en la lista de acuerdo al riesgo de impacto ambiental que tenían sus descargas a pesar de contar con un sistema de tratamiento.

Las lagunas del ingenio Guabirá no tenían la capacidad de estabilizar la carga orgánica de sus aguas residuales que incluían un gran porcentaje de vinaza (75-80%) así como no lo eran las lagunas de Schwartz – Vrena, lo que se puede ver en el valor obtenido de la relación DQO/S.

Cabe aclarar que el orden de las industrias no responde únicamente al valor de la DQO/S, también se tomó en cuenta la carga orgánica que descargan las industrias, de ahí que por ejemplo: COSMOL descargaba menos carga orgánica que las lagunas de SAGUAPAC, sin embargo ésta evacuaba aguas residuales con carga orgánica estabilizada (DQO/S=0,31), a diferencia de COSMOL (DQO/S=1,41), lo que se entiende, ya que SAGUAPAC poseía un sistema de tratamiento a diferencia de COSMOL que vertía sus aguas residuales sin tratamiento alguno.

Asimismo, comparando las relaciones DQO/S de los ingenios azucareros Guabirá y UNAGRO se observa que las aguas a la salida de las lagunas de Guabirá (DQO/S=1,8) tenían una carga orgánica mucho menos estabilizada que UNAGRO (DQO/S=0,06), esto se debía a que el ingenio Guabirá trataba sus aguas residuales junto con un 75% de la vinaza generada, mientras que UNAGRO trataba sus aguas residuales sin vinaza en una planta de tratamiento bastante efectiva.

Por otro lado, en el caso de la CBN que se encontraba en penúltimo lugar, su carga orgánica era baja y además estaba estabilizada, sin embargo el efecto sinérgico de ésta y otras descargas, contribuían a disminuir la capacidad de recuperación del río Piráí.

Esta clasificación de riesgo mostró que una descarga no controlada de aguas residuales por cualquiera de las primeras actividades clasificadas como de mayor riesgo, pudo ocasionar que la capacidad del río para recuperarse sea ampliamente rebasada.

Estos resultados junto a las mediciones de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados en diferentes puntos del río Piráí y sus afluentes han sido empleados para el siguiente análisis. Ver tablas A y B en el anexo 1.

3.1.1.2 Determinación de la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en 1999

Para determinar la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en la cuenca de estudio, se ha realizado el análisis por tramos que han sido seleccionados por su ubicación y en el caso del Piráí se buscó que los tramos en los que fue dividido sean aproximadamente homogéneos respecto de la distancia recorrida por el agua. Ver mapa n.º 4 en el anexo 5.

- Tramo 1. Arroyo Los Sauces.
- Tramo 2. Arroyo Colorado y río Warnes hasta el río Chané a la altura de su confluencia con la quebrada El Toro.
- Tramo 3. Río Piráí, desde la Guardia a la altura de Rancho Chico hasta el puente la Bélgica después de la confluencia con el río Chaco.
- Tramo 4. Río Piráí, desde el puente la Bélgica después de la confluencia con el río Chaco hasta antes de la confluencia con el río La Madre.
- Tramo 5. Río Piráí, antes de la confluencia con el río La Madre hasta la confluencia con el río Chané.

Anteriormente se mencionó que el arroyo Los Sauces no causó ningún efecto en la cuenca del río Piráí debido a la desaparición de su caudal, sin embargo se lo incluye en el análisis a fin de saber el estado de la calidad de sus aguas en el año 1999.

La determinación de la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes se hizo a partir de la DQO como indicador químico de la concentración de materia orgánica y se tomó en cuenta la presencia y cantidad de coliformes fecales como indicador bacteriológico¹⁰. Se tomó como referencia los límites máximos permitidos para un cuerpo de agua clase C, aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento fisicoquímico completo y desinfección bacteriológica¹¹.

¹⁰ No se tomó en cuenta a la conductividad, debido a que la norma no establece límites máximos para este parámetro, tampoco se tomó en cuenta el pH y la temperatura porque no existieron variaciones importantes en las mediciones hechas.

¹¹ Definición establecida en el artículo 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

La DQO está relacionada con la cantidad de oxígeno requerida para degradar tanto la materia orgánica como inorgánica por lo que puede ser empleado como un indicador de la capacidad de recuperación del río, la disminución de este parámetro implica la mejora de la calidad del agua, sin embargo, hay que tomar en cuenta que esto involucra el consumo del oxígeno presente, es por eso que también se ha tomando en cuenta la relación de los cambios de la DQO respecto del caudal, pues el incremento de este último favorece a la reposición del oxígeno consumido.

Asimismo la cantidad de coliformes fecales es un indicador de contaminación debido a que en el medio acuático estos son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal, por tanto su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

La calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes se ha plasmado en una escala de clasificación a partir de la concentración de materia orgánica DQO tomando en cuenta los rangos que establece la norma para un cuerpo de agua clase C. La escala definida es la siguiente:

**Escala de referencia de la calidad del agua basada
en la concentración de materia orgánica**

Tabla n.º 2

<i>Rango de concentración de la materia orgánica DQO (mg/l)</i>	<i>Calidad aproximada del agua</i>	<i>Color de referencia</i>
<i><5</i>	<i>Excelente</i>	<i>Azul</i>
<i>>5 <10</i>	<i>Buena</i>	<i>Verde</i>
<i>>10 < 40</i>	<i>Media</i>	<i>Amarillo</i>
<i>>40 <60</i>	<i>Mala</i>	<i>Naranja</i>
<i>>60</i>	<i>Muy mala</i>	<i>Rojo</i>

Fuente: Elaboración propia

A partir de la metodología expuesta, se desarrollará a continuación el análisis correspondiente para determinar la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes en el año 1999 en los tramos seleccionados.

Tramo 1. Arroyo Los Sauces

El tramo comprende desde el inicio del arroyo luego del Canal Cotoca hasta la quebrada Hondo (ver mapa n.º 4 en el anexo 5).

Todas las aguas residuales que recibía directa e indirectamente el canal Cotoca entre ellos las descargas de las lagunas del Parque Industrial, contribuían en ausencia de lluvias al arroyo con un caudal promedio de 0,2 m³/s.

La concentración de DQO en el canal Cotoca era de 44 mg/l y la cantidad de colifecales era de 3×10^5 antes de la descarga de las lagunas del Parque Industrial, considerando que esta actividad contribuyó con el incremento en estos dos parámetros, se infiere que la concentración de éstos se incrementó luego de la descarga de las lagunas.

Después de un recorrido de 44 km desde el canal Cotoca hasta el punto 12 en el arroyo Los Sauces, la contaminación disminuyó, en este punto la DQO era de 32 mg/l que incluso era menor al límite máximo establecido para cuerpos de agua clase C (<40 mg/l) y los colifecales también disminuyeron a pesar de que aún eran elevados respecto de la norma. Estos valores muestran que el arroyo tuvo la capacidad de mejorar su calidad respecto de la carga orgánica, tomando en cuenta el impacto que recibía del canal Cotoca (ver mapa n.º 6 en el anexo 5).

De acuerdo a la concentración de materia orgánica, las aguas del arroyo Los Sauces tenían una calidad media en el punto 12 manteniéndose aguas abajo hasta que desaparece. El tramo anterior a este punto no fue evaluado en la auditoría, por lo que es difícil precisar a qué altura el arroyo mejoró su calidad, por tanto, dadas las condiciones en las que estaba el canal Cotoca, se asume que el tramo anterior al punto 12 tenía aguas de mala calidad.

Por otro lado, se observó una disminución en el caudal del arroyo aguas abajo a pesar de la contribución de las aguas provenientes de la quebrada Chuchío. La reducción del caudal continuaba hasta que prácticamente desapareció en la quebrada Hondo antes de confluir con el río Pailón. Esta situación llevó a concluir que las aguas del arroyo Los Sauces no llegaban a aportar al Pailón y mucho menos al Piraí, excepto tal vez en época de lluvias intensas.

La disminución del caudal del arroyo Los Sauces se debió a la actividad agrícola de la zona que empleaba el agua a través de una red extensa de canales de riego utilizados por haciendas, estancias, comunidades, colonias y sindicatos agrarios que desarrollaban sus actividades a lo largo de unos 40 km de recorrido del arroyo.

Por tanto, al margen de los impactos ambientales que pudieron estar causando las aguas contaminadas del canal Cotoca al arroyo Los Sauces, éste tuvo la capacidad de recuperarse y dadas las condiciones señaladas, no tuvo ningún efecto sobre el río Pailón y mucho menos sobre el Piraí.

Tramo 2. Arroyo Colorado y río Warnes hasta el río Chané a la altura de su confluencia con la quebrada El Toro

Este tramo comprende el arroyo Colorado, el río Warnes y parte del río Chané (que se forma de la confluencia de los anteriores) hasta la altura de la quebrada El Toro (ver mapa n.º 4 en el anexo 5).

Las descargas que recibía el arroyo Colorado por la actividad industrial ubicada en la zona contribuían en ausencia de lluvias con un caudal total promedio de 0,05 m³/s. El río Warnes que confluía al arroyo Colorado para dar origen al río Chané aportaba con un caudal de 0,03 m³/s.

Las aguas del arroyo Colorado presentaban una elevada concentración de carga orgánica como se puede ver en la tabla n.º 3 (puntos de muestreo 7, 8 y 9) debido principalmente a las descargas de las industrias Venado, FINO, Clarabella, PIL, Telares Santa Cruz y SOBOLMA. Cinco de estas seis industrias no realizaban tratamiento a sus efluentes (excepto FINO), lo que significó un impacto ambiental a las aguas del arroyo.

Esta condición se reflejó en la escala de calidad del agua, las concentraciones de materia orgánica en el arroyo Colorado causaron que en la escala definida estas calificaran como aguas de muy mala calidad (ver mapa n.º 6 en el anexo 5).

Resultados de los parámetros medidos – tramo 2 - 1999

Tabla n.º 3

Punto de muestreo	Descripción según el informe de auditoría ES/EN26/L8	DQO (mg/l)	Límite máximo DQO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	pH	T (°C)	Conductividad (µS/cm)	Colifecales (UFC/100 ml)
7	Río Colorado cruzando el puente al Norte de Fino	770	<40	0,034	7,28	29	1.717	6.000.000
8	Río Colorado (aguas Venado) antes del puente al N de Fino	3.120		0,017	6,38	27	3.475	100.000
9	Río Colorado puente a 500 m s/c Warnes Comunidad Jipa	261		0,040	6,68	28,5	1.007	200.000
15	Río Chané, puente 400 m antes de la Hacienda El Potrero de Román	2		0,060	8,3	25,8	730	500
16	Río Chané cruce camino a 100 de la Estancia La Conquista	16		0,145	8,38	26,5	895	700
17	Río Chané puente 600 m antes del ingreso a Destilería Santa Cecilia	12		0,158	8,21	26,5	868	2.700

Fuente: Anexo 7, Informe de auditoría ES/EN26/L8

A través de una muestra tomada en el río Warnes (punto 11) se tuvo una idea de las condiciones de este río, los resultados obtenidos indican que carecía de contaminación por carga orgánica (2 mg/l) lo que significa que no generó ningún impacto aguas abajo a la calidad del río Chané.

Cabe notar que la cantidad de colifecales presentes en el río Warnes superaba los límites establecidos para aguas clase C disminuyendo su calidad, por tanto en la clasificación de referencia estas aguas entraron en el rango de calidad buena (ver mapa n.º 6 en el anexo 5).

Después de un recorrido de aproximadamente 20 km se tomó la muestra 15 sobre el río Chané, en este lugar se observó que la calidad de las aguas era completamente diferente a las aguas negras observadas en el arroyo Colorado donde se tomó la muestra 9. El pH subió de 6,68 a 8,3, la conductividad disminuyó de 1.007 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 730 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la carga orgánica casi desapareció y los niveles de colifecales disminuyeron apreciablemente muy por debajo del límite establecido para cuerpos de agua clase C.

En los puntos 16 y 17 que se tomaron aguas abajo sobre el río Chané, si bien se observó un ligero incremento en la carga orgánica y en otros parámetros, el caudal se incrementó en más del doble. El incremento en el caudal del río Chané se debió a las aguas procedentes de canales de riego, este aspecto favoreció a la degradación de la materia orgánica y por tanto a mejorar la calidad del río.

Las aguas del río Chané a la altura de la Destilería de Santa Cecilia¹² (cuando se realizó la auditoría esta industria ya no generaba descargas a este río al igual que el ingenio azucarero de UNAGRO¹³), tenían un caudal y una calidad muy distintas a las aguas contaminadas del arroyo Colorado como puede apreciarse en el mapa n.º 6 del anexo 5.

Por lo tanto, al margen de los impactos ambientales que pudieron causar las aguas contaminadas del arroyo Colorado a lo largo de su recorrido, se concluyó que éstas no tuvieron un impacto negativo de corto plazo en el curso norte del río Chané y en consecuencia del río Pirai.

Tramo 3. Río Pirai, desde La Guardia a la altura de Rancho Chico hasta el puente la Bélgica después de la confluencia con el río Chaco

El tramo señalado inicia en el municipio de La Guardia a la altura de Rancho Chico (este punto delimita el inicio del área de estudio de la auditoría) y se extiende hasta el Puente La Bélgica luego de la confluencia del río Pirai con el río Chaco (ver mapa n.º 4 en el anexo 5).

En este tramo se tomaron 4 muestras de agua, en Rancho Chico en el municipio de La Guardia (punto 3), aguas arriba de la descarga de la CBN (punto 2), antes de la descarga de SAGUAPAC (punto 5) y en el Puente La Bélgica (punto 10) (ver mapa n.º 2). A continuación presentamos los resultados de los parámetros medidos en los cuatro puntos señalados.

¹² Ubicada próxima al río Chané antes de confluir con la quebrada El Toro, aguas abajo del punto 17.

¹³ Ubicado entre el río Pirai y el Bibosi.

Resultados de los parámetros medidos - tramo 3 - 1999

Tabla n.º 4

Punto de muestreo	Descripción según el informe de auditoría ES/EN26/L8	DQO (mg/l)	Límite máximo DQO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	pH	T (°C)	Conductividad (µS/cm)	Colifecales (UFC/100 ml)
3	Río Pirai, Rancho chico aguas arriba de La Guardia al S de la CBN.	40	<40	7,526	7,96	31,5	278	2.700
2	Río Pirai, 350 m aguas arriba del punto de descarga de la CBN.	36		2,847	8,06	31,5	295	7.300
5	Río Pirai, 300 m antes del punto de descarga de SAGUAPAC.	28		7,300	8,25	29	327	<1
10	Río Pirai, Puente La Bélgica.	28		5,266	7,5	31,5	404	1.800

Fuente: Anexo 7, Informe de auditoría ES/EN26/L8

De acuerdo a los resultados del punto 3, la concentración de la materia orgánica estaba alta respecto del límite establecido por norma para cuerpos de agua clase C, esta situación se asocia a las actividades domésticas asentadas aguas arriba provenientes de vertidos de aguas residuales o residuos sólidos que provienen en primera instancia del municipio de El Torno.

En un tramo de aproximadamente 10 km hasta antes de la descarga de la CBN (punto 2), la calidad del agua mejoró, disminuyendo la concentración de materia orgánica en un 10%, pero se incrementó la cantidad de colifecales por encima de lo establecido para cuerpos de agua clase C (hasta 5.000 NMP/100 ml) lo que puede atribuirse a posibles asentamientos humanos. La disminución de la carga orgánica se atribuye al caudal del río que permitió la degradación y la recuperación de oxígeno disuelto a pesar de que el caudal luego se redujo en más del 50% al llegar al punto 2.

En el siguiente tramo de aproximadamente 21 km entre los puntos 2 y 5 hasta antes de la descarga de SAGUAPAC, la concentración de materia orgánica disminuyó en un 22%, tomando en cuenta que en su trayecto el río recibía las descargas de la Cervecería Boliviana Nacional (CBN). Esto se debe a que la fábrica tenía una planta de tratamiento de aguas residuales que generaba descargas estabilizadas (DQO/S<1).

Debe notarse que a pesar de la estabilidad de las descargas de la CBN, estas tenían una cantidad de colifecales que superaba lo establecido por la norma para descargas y esto supuso un incremento del parámetro en el río que ya tenía una cantidad de colifecales apreciable (punto 2), sin embargo el caudal y la radiación solar¹⁴ coadyuvaban a la disminución de los colifecales a un nivel en el que casi desaparece mejorando la calidad del río Pirai al llegar al punto 5.

¹⁴ Los rayos solares actúan por combinación de la radiación UV-A y la radiación infrarroja, destruyendo en los cuerpos de agua bacterias y virus.

La Cervecería Boliviana Nacional (CBN) fue clasificada en la auditoría de 1999 en el séptimo lugar de generar riesgos, a pesar de que sus descargas estaban estabilizadas ($DQO/S < 1$), el volumen descargado contenía una significativa cantidad de carga orgánica que hizo incluir a la CBN en la lista de industrias capaces de crear contingencias ambientales sobre el río Piráí.

Finalmente se observa que en una distancia de aproximadamente 22 km entre los puntos 5 y 10 hasta la altura del puente La Bélgica, la concentración de materia orgánica se mantuvo constante, debe notarse que a pesar del recorrido de una distancia mayor a las anteriores y con una caudal también mayor al punto anterior, el río no tuvo la capacidad de bajar la concentración de materia orgánica.

La invariabilidad de la concentración de la materia orgánica se debió a las descargas directas al río Piráí de las lagunas de tratamiento de SAGUAPAC y a las descargas del ingenio azucarero de la Bélgica a través de las aguas del río Chaco que era el cuerpo receptor y afluente del Piráí.

Las lagunas de tratamiento de SAGUAPAC fueron clasificadas en quinto lugar de generar riesgos, principalmente debido a la elevada carga orgánica generada a pesar de estar estabilizadas ($DQO/S < 1$), además no cumplían con el parámetro de colifecales que se encontraba por encima de la norma en un factor de 2,7 veces según determinación puntual de la Contraloría.

Las descargas del ingenio La Bélgica presentaban concentraciones por encima de los límites establecidos respecto de Sólidos Suspendedos Totales y colifecales a pesar del tratamiento previo que realizaban, lo que significa que era insuficiente para estabilizar la carga orgánica, además las descargas del ingenio contenían aguas servidas que no recibían ningún tratamiento.

El ingenio azucarero de La Bélgica en la evaluación del riesgo de impacto ambiental estuvo en tercer lugar de las industrias con mayor riesgo de generar contingencias sobre el Piráí porque sus descargas industriales no estaban estabilizadas.

El efecto sinérgico de todas estas descargas provocó que no disminuyera la concentración de materia orgánica en las aguas del río Piráí al llegar al punto 10 y que se incrementara la cantidad de colifecales respecto del punto anterior, aunque no llegó a superar los límites establecidos para un cuerpo de agua clase C.

Concluyendo el análisis del tramo, podemos señalar que la calidad del río Piráí, desde Rancho Chico en el municipio de La Guardia hasta el puente de La Bélgica, se vio afectada por las actividades industriales que operaban en la zona, el ingenio La Bélgica, las lagunas de SAGUAPAC y la CBN, alterando las concentraciones de materia orgánica e incrementando los niveles de colifecales, por lo que el conjunto de estas descargas

representaron un impacto al río Piráí dado que la suma de sus volúmenes, hayan sido estos intermitentes o permanentes, contribuyeron a disminuir la capacidad de recuperación del río como se pudo verificar entre los puntos 5 y 10.

A pesar de la disminución en la capacidad de recuperación del río Piráí, las condiciones del caudal y la distancia recorrida por las aguas atenuaron el impacto de las descargas industriales respecto de la concentración de materia orgánica, permitiendo que en la escala de clasificación el río califique con aguas de calidad media (ver mapa n.º 6 en el anexo 5).

Tramo 4. Río Piráí, desde el puente La Bélgica después de la confluencia con el río Chaco hasta antes de la confluencia con el río La Madre

El tramo comprende una zona en la que el río Piráí no recibía descargas industriales ni las aguas de ningún afluente, lo que permitió evaluar con más precisión la capacidad de recuperación del río. A continuación presentamos los resultados de los parámetros medidos en los dos puntos muestreados en el tramo.

Resultados de los parámetros medidos - tramo 4 - 1999

Tabla n.º 5

Punto de muestreo	Descripción según el informe de auditoría ES/EN26/L8	DQO (mg/l)	Límite máximo DQO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	pH	T (°C)	Conductividad (µS/cm)	Colifecales (UFC/100 ml)
10*	Río Piráí, Puente La Bélgica.	28	<40	5,266	7,5	31,5	404	1.800
18	Río Piráí, Puente Eisenhower.	4		7,320	8,84	31,5	381	300

Fuente: Anexo 7, Informe de auditoría ES/EN26/L8

*Se registran los datos de este punto como referencia para el tramo.

En el tramo comprendido entre los puntos 10 y 18 la calidad del río mejoró visiblemente dado que la concentración de materia orgánica disminuyó en más del 90% así como los colifecales a niveles muy por debajo de los establecidos para cuerpos de agua clase C.

La mejora se debió principalmente a la ausencia de aportantes (afluentes y/o descargas) que pudieron afectar la calidad del río, asimismo influyó de manera positiva el caudal que aumentó en un 40% en este tramo y la distancia recorrida por el agua que fue de aproximadamente 31 km. Todos estos factores coadyuvaron a la degradación de la materia orgánica y a la disminución de la cantidad de colifecales mejorando consiguientemente la calidad del agua pasando de una condición media a excelente, de acuerdo a la escala de clasificación de calidad de agua propuesta (ver mapa n.º 6 en el anexo 5).

Tramo 5. Río Piráí, antes de la confluencia con el río La Madre hasta la confluencia con el río Chané

Este tramo comprende desde el puente Eisenhower aguas abajo, hasta la confluencia del río Piráí con el río Chané. La evaluación de este tramo incluye el efecto de los ríos La Madre y

Rincón del Naicó, afluentes directos del río Piraí. A continuación presentamos los resultados de los parámetros medidos en los dos puntos de muestreo (ver mapa n.º 4 en el anexo 5).

Resultados de los parámetros medidos - tramo 5 - 1999

Tabla n.º 6

Punto de muestreo	Descripción según el informe de auditoría ES/EN26/L8	DQO (mg/l)	Límite máximo DQO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	pH	T (°C)	Conductividad (µS/cm)	Colifecales (UFC/100 ml)
18*	Río Piraí, Puente Eisenhower.	4	<40	7,320	8,84	31,5	381	300
24	Río Piraí, aguas arriba de la desembocadura del río Rincón del Naicó.	48		29,406	7,9	31	403	<1

Fuente: Anexo 7, Informe de auditoría ES/EN26/L8

*Se registran los datos de este punto como referencia para el tramo.

Entre el punto 18, es decir a la altura del puente Eisenhower hasta el punto 24 ubicado aguas arriba antes de la desembocadura del río Rincón del Naicó, en una distancia de aproximadamente 11 km, se observa un incremento en la concentración de materia orgánica en el río Piraí, en una proporción de 12 veces el valor medido en el punto anterior (18) superando el límite máximo establecido para un cuerpo de agua clase C. Dadas las condiciones en las que se encontraba el río en el punto 18, se atribuye el incremento en la concentración de materia orgánica a la calidad de las aguas provenientes del río La Madre.

La calidad de las aguas del *río La Madre* se vio afectada por las descargas de COSMOL que colectaba y bombeaba las aguas crudas de Montero directamente al canal Muyurina que confluía con el río La Madre, cuyo curso de agua desembocaba en el río Piraí. Si bien sus descargas eran intermitentes y sus volúmenes no eran de magnitud suficiente para causar contingencias en el río Piraí, estaban contribuyendo a elevar de forma sensible el nivel de carga orgánica no estabilizada, ya que COSMOL bombeaba las aguas residuales crudas de Montero sin tratamiento previo y fue por ello que clasificó en cuarto lugar de generar riesgos de impacto ambiental al río Piraí.

Dadas las condiciones del río La Madre se ha clasificado la calidad de sus aguas como mala, afectando de la misma manera al río Piraí (ver mapa n.º 6 en anexo 5).

El *río Rincón del Naicó* es otro afluente del Piraí, este cuerpo de agua recibía las descargas del ingenio azucarero Guabirá que en 1998 generó un promedio de 975 m³/día de vinaza de la cual el 75% junto con las aguas de condensación y otras aguas residuales de la fábrica, incluyendo las de vivienda del personal fueron conducidas por el canal de Villa Fátima hacia las lagunas de estabilización de Guabirá que luego fueron descargadas por un canal abierto hacia el río Rincón del Naicó. A continuación presentamos los resultados de los parámetros medidos en el río Rincón del Naicó en el año 1999.

Resultados de los parámetros medidos - río Rincón del Naicó - 1999

Tabla n.º 7

Punto de muestreo	Descripción según el informe de auditoría ES/EN26/L8	DQO (mg/l)	Límite máximo DQO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	pH	T (°C)	Conductividad (µS/cm)	Colifecales (UFC/100 ml)
22	Río Rincón del Naicó, 1.8 km antes de confluir con el río Pirai.	28	<40	0,000*	7,97	29	863	920.000
23	Río Rincón del Naicó, pocos metros antes de confluir con el río Pirai.	24		0,009	8,06	30,5	935	3.000

Fuente: Anexo 7, Informe de auditoría ES/EN26/L8

* Caudal no detectable debido al gran volumen de agua acumulada en forma de lagunas.

A pesar de que la concentración de la DQO en la descarga del ingenio era elevada (436 mg/l), se observa que las concentraciones de materia orgánica en el río Rincón del Naicó llegaron a estar por debajo del límite establecido para un cuerpo de agua clase C, sin embargo no sucedió lo mismo con los colifecales que se encontraban por encima de la norma en el punto 22.

Las aguas del río provenían del canal de pluvial que pasaba por el pueblo de Villa Fátima recolectando las aguas residuales de la población, lo que explica el elevado valor en la cantidad de colifecales.

De acuerdo a la descripción del punto 22, la muestra fue tomada una hora y media después de la descarga en un lugar donde no existía un caudal detectable debido al gran volumen de agua acumulada en forma de lagunas. Estas condiciones explican por qué no se refleja en el punto muestreado (22) la elevada concentración de materia orgánica de la descarga, esto se debió a que la concentración de DQO que provenía del ingenio se diluyó en el gran volumen de agua acumulada, por el contrario, las condiciones de agua estancada favoreció a la proliferación de bacterias colifecales incrementando su valor.

A las condiciones anteriores, el recorrido de las aguas del río hasta el punto 23 favoreció en la disminución de ambos parámetros a niveles por debajo de la norma para cuerpos de agua clase C, por lo que los resultados de las muestras en la auditoría de 1999 indicaron que el río Rincón del Naicó no fue un afluente que en ese momento haya afectado a la calidad de las aguas del río Pirai.

Cabe notar que las descargas del ingenio Guabirá evaluadas en el año 1998 presentaron valores por encima de la norma respecto de la DQO y colifecales, además de tener un pH ligeramente básico respecto del límite máximo establecido. La condición de sus descargas y el volumen de carga orgánica generada, puso a esta industria en el primer lugar de generar riesgo de impacto ambiental, pues sus lagunas de tratamiento no tenían la capacidad de estabilizar la carga orgánica de sus aguas residuales siendo sus descargas por tanto, química y biológicamente capaces de consumir el oxígeno disuelto en las aguas del río Pirai, por lo

que la generación de descargas no controladas poseían la capacidad de causar contingencias ambientales de manera directa al río Rincón del Naicó y asimismo al Piráí.

En la auditoría de 1999 el último punto evaluado estuvo a la altura del río Rincón del Naicó (24) por tanto ante la ausencia de datos, la calidad del río Piráí desde este punto hasta la confluencia con el río Chané ha sido evaluada cualitativamente. Para dicha evaluación se ha aplicado un balance de masa para estimar la concentración de materia orgánica luego de la confluencia de estos ríos. El cálculo se basó en la siguiente relación:

$$q_1 * c_1 + q_2 * c_2 = q_3 * c_3$$

Donde:

q_1 = caudal del río Piráí (29.406 l/s).

c_1 = concentración de materia orgánica en el río Piráí (48 mg/l).

q_2 = caudal del río Rincón del Naicó (9 l/s).

c_2 = concentración de materia orgánica en el río Rincón del Naicó (24 mg/l).

q_3 = caudal del río Piráí luego de la confluencia con el río Rincón del Naicó ($q_1+q_2 = 29.415$ (l/s).

c_3 = concentración de materia orgánica en el río Piráí luego de la confluencia con el río Rincón del Naicó (mg/l).

$$c_3 = 47,99 \text{ mg/l}$$

Los resultados del cálculo muestran que el efecto del río Rincón del Naicó sobre el Piráí era despreciable, ya que confluía con un caudal muy bajo respecto del Piráí (9 l/s respecto de 29.406 l/s) y con una concentración de materia orgánica también mucho menor, por tanto, luego de la confluencia, la concentración de materia orgánica en el Piráí no se modificó. Lo que significa que luego de la confluencia con el río Rincón del Naicó el río Piráí mantuvo el rango de calidad de sus aguas (mala), por lo menos en algún tramo¹⁵ del recorrido aguas abajo.

Considerando que el tramo que comprende desde el punto 24 hasta la confluencia del río Piráí con el Chané, las aguas del río recorrieron una distancia de 37,9 km sin recibir aportes de afluentes o descargas industriales y, asumiendo que el caudal no cambió significativamente en este trayecto, es posible inferir que la concentración de materia orgánica bajó (recordemos que la DQO medida en el punto 24 superaba la norma para cuerpos de clase C, 48 mg/l > 40 mg/l) a un nivel en el que el cuerpo de agua pasó a clase C respecto de la concentración de materia orgánica, permitiendo calificar al río Piráí en este tramo final como aguas de calidad media (ver mapa n.º 6 en anexo 5).

Por lo expuesto concluimos que la calidad ambiental de las aguas del río Piráí en el año 1999 cuando se realizó la auditoría ES/EN26/L8, estuvo afectada en algunos tramos por la actividad industrial que descargaba sus efluentes directamente a este río y por las condiciones en las que llegaban las aguas de algunos de sus afluentes como el río Chaco y La Madre, los mismos que también eran afectados por la actividad industrial.

¹⁵ El mismo que no es posible definir dada la inexistencia de datos.

Tomando en cuenta la escala de clasificación de calidad del agua en base a la concentración de materia orgánica concluimos que el río Piráí tuvo en promedio un rango de calidad media en la mayor parte del curso a pesar de recibir descargas industriales, lo que muestra la buena capacidad de recuperación que tenía el río permitiendo que incluso alcance el rango de muy buena calidad a la altura del Puente Eisenhower. Sin embargo la afluencia del río La Madre y luego el río Rincón del Naicó bajaron la calidad de las aguas del río Piráí debido a que estos estaban afectados por la actividad industrial, no obstante el río Piráí mostró nuevamente una tendencia a mejorar hasta obtener nuevamente un rango de calidad media, hasta confluir con el río Chané (ver mapa n.º 6 en anexo 5).

Las industrias identificadas como las más críticas por el efecto que causaron sus descargas a los cuerpos receptores fueron: COSMOL que descargaba al río La Madre, el Ingenio azucarero La Bélgica que descargaba sus efluentes al río Chaco, el Ingenio azucarero Guabirá que descargaba sus efluentes al río Rincón del Naicó y SAGUAPAC junto a la CBN que descargaban directamente sus efluentes al río Piráí.

En la auditoría no se identificó ningún tipo de presión antrópica por efecto de la actividad agrícola o de asentamientos humanos que haya afectado a la calidad de los cuerpos de agua evaluados, por lo que se presume que sus efectos sobre la calidad ambiental del río Piráí y/o sus afluentes no fueron significativos comparados con los causados por la actividad industrial en el año 1999.

3.1.2 Calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el año 2010

3.1.2.1 Información recabada para determinar la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes

La determinación de la calidad ambiental de la cuenca del río Piráí para el año 2010, se hizo en los ríos y arroyos comprendidos en la zona geográfica de estudio, desde el municipio de La Guardia a la altura de Rancho Chico, hasta la confluencia del río Piráí con el río Chané en el municipio de San Pedro, nótese que se trabajó en la misma área geográfica de la auditoría de 1999.

Los cuerpos de agua que forman parte de la cuenca son: río Piráí, río Chané, río Rincón del Naicó, arroyo Colorado, río Warnes, río La Madre, arroyo Los Sauces, Quebrada Hondo, río Pailón, arroyo Guapomó, río Guayabochi y río Bibosi.

La evaluación ha tomado en cuenta a las actividades industriales que generan descargas a cuerpos de agua, tal como se consideró en la auditoría del año 1999 y de manera indirecta se evaluó el efecto de las presiones antrópicas por la actividad doméstica y la actividad agrícola.

Para determinar las actividades industriales que afectan a la calidad de las aguas del río Pirá y/o sus afluentes se partió de los datos contenidos en el informe de auditoría ES/EN26/L8 del año 1999, del cual se extrajo una lista de las industrias que generaban descargas líquidas.

Durante la planificación del presente examen se identificaron 25 actividades industriales en la zona de estudio. Para definir la lista de industrias a evaluar se solicitó información a los respectivos municipios¹⁶ así como a la Gobernación de Santa Cruz, relacionada con la existencia de descargas, el cuerpo receptor, la implementación de un sistema de tratamiento de efluentes y el estado de adecuación ambiental. En el anexo 1 se adjunta la tabla C con la información citada.

De las 25 actividades identificadas se eliminaron 15, porque la documentación recabada así como las visitas in situ a las AOP justificaron la ausencia de descargas ya que eran utilizadas para el riego de sus pastizales o eran almacenadas en lagunas donde se evaporaban debido al reducido caudal generado, esta situación sugirió la ausencia de contaminación al río Pirá y por tanto justificó la exclusión de esas industrias.

Las actividades industriales descartadas fueron: Curtiembre Santa Cruz, Frigorífico Santa Fé, Fundación Colonia Pirá, UNAGRO, SOBOLMA, LAURICA, FINO, PIL Andina, Schwartz Vrena, Destilería Santa Cecilia, Compañía Industrial de Tabacos S.A., Clara Bella Alimentos S.A., COMMETAL, Chanchería Paichanetu, Chanchería Agradece y el Ingenio Azucarero GUABIRÁ.

Las 10 industrias restantes fueron consideradas como puntos de muestreo para evaluar el grado de contaminación generado por sus descargas al río Pirá o alguno de sus afluentes. Durante la planificación se obtuvo información de la granja porcina La Madre, actividad que genera efluentes sin tratar al río La Madre¹⁷ y no cuenta con Licencia Ambiental, por estos antecedentes se decidió incluirla en la lista.

Las 11 actividades industriales seleccionadas fueron: Cervecería Boliviana Nacional, SAGUAPAC Lagunas norte, SAGUAPAC Parque Industrial, FACRULESA (Venado), Telares Santa Cruz, COSEPW, Frigorífico Guabirá, COSMOL, Planta Faenadora Pío Rico, Ingenio Azucarero La Bélgica y Granja Porcina La Madre.

A partir de los análisis de las descargas de estas actividades industriales se hizo una evaluación del riesgo de impacto ambiental, análogo al realizado en la auditoría del año 1999, cuyo análisis se expone a continuación.

¹⁶ La Guardia, Santa Cruz de la Sierra, Warnes, Montero, Colpa Bélgica y Minero.

¹⁷ Durante el último viaje de reconocimiento de las actividades industriales realizado por una comisión de la Contraloría en fechas 27 y 28 de julio de 2010 a la zona de estudio, el responsable del departamento de Medio Ambiente del municipio de Montero informó sobre la existencia de la Granja Porcina La Madre, señaló que esta actividad generaba efluentes al río La Madre sin tratar y no contaba con Licencia Ambiental.

Previamente cabe notar que de las once (11) actividades seleccionadas, no se hizo el análisis de tres (3) debido a que durante el trabajo de campo para la toma de muestras no se encontraron descargas, estas industrias son: FACRULESA (Venado), Telares Santa Cruz e Ingenio Azucarero La Bélgica. Por tanto el análisis se ha circunscrito a las restantes ocho (8). En el anexo 1, tabla D se encuentra información de las industrias seleccionadas acerca de sus actividades productivas, sistemas de tratamiento de efluentes y estado de adecuación.

Como se indicó anteriormente, se han aplicado los criterios y consideraciones definidas en la auditoría de 1999, empleando un indicador basado en el concepto de salinidad, expresada en mg/l de NaCl calculado a partir de la conductividad específica de las aguas residuales descargadas.

El riesgo de impacto fue evaluado a partir de la salinidad como criterio de estabilidad química de la carga orgánica empleando la relación **DQO/S** y tomando en cuenta que si el valor del indicador es menor a 1 ($DQO/S < 1$), la carga orgánica se encuentra estabilizada y si el indicador es mayor a 1 ($DQO/S > 1$) la carga orgánica no está estabilizada.

Recordemos que la presencia de carga orgánica estabilizada permite la coexistencia del oxígeno disuelto, mientras que la carga orgánica no estabilizada consume el oxígeno reduciendo la capacidad de las aguas para sostener la vida acuática.

Basándonos en el criterio de estabilización de la carga orgánica a continuación presentamos la siguiente tabla con el listado de industrias evaluadas y los resultados del indicador de salinidad y la carga orgánica que generan a través de sus efluentes. Estos resultados fueron calculados a partir de información recabada de cada industria, en algunos casos se ha trabajado con el promedio de datos históricos. En el anexo 1 se adjunta la tabla E con esta información.

Clasificación de las actividades de mayor a menor riesgo de impacto ambiental - 2010
Tabla n.º 8

Posición	ACTIVIDAD	VALORES PROMEDIO DE LAS DESCARGAS INDUSTRIALES						
		Cuerpo receptor	Volumen (m ³ /año)	DQO (mg/l)	Conductividad (µS/cm)	Salinidad (mg/l)	DQO/S	carga orgánica (t/año)
1	Frigorífico Guabirá	Río Rincón del Naicó	14.352,0	1.717,8	1.801,0	696,4	2,05	24,7
2	Pio Rico	Río La Madre	23.040,0	948,2	993,7	463,2	2,05	21,8
3	Granja Porcina La Madre	Río La Madre	1.850,7	4.605,4	4.790,0	2.232,8	2,06	8,5
4	SAGUAPAC Parque Industrial	Arroyo Los Sauces	16.516.224,0	203,9	1.505,0	701,5	0,29	3.366,8
5	SAGUAPAC Lagunas Norte	Río Pirafé	13.996.800,0	160,2	1.168,7	544,8	0,29	2.241,9
6	CBN	Río Pirafé	3.630.168,0	246,5	1.335,0	622,3	0,40	894,9

Posición	ACTIVIDAD	VALORES PROMEDIO DE LAS DESCARGAS INDUSTRIALES						
		Cuerpo receptor	Volumen (m ³ /año)	DQO (mg/l)	Conductividad (μS/cm)	Salinidad (mg/l)	DQO/S	carga orgánica (t/año)
7	COSEPW	Arroyo Colorado	933.120,0	198,9	950,2	442,9	0,45	185,6
8	COSMOL	Río Rincón del Naicó	2.488.320,0	150,9	1.291,0	601,8	0,25	375,5

Fuente: Elaboración propia y reportes de laboratorio.

En la tabla se ha establecido un orden aproximado respecto del nivel de riesgo de impacto ambiental por las descargas de las actividades industriales, sin embargo, los resultados muestran que las condiciones de riesgo son aproximadamente las mismas por lo menos en los cinco primeros lugares.

Las tres primeras actividades, Frigorífico Guabirá, la Planta Faenadora Pío Rico y la Granja Porcina La Madre, generan descargas que no están estabilizadas ($DQO > 1$, debido a la inexistencia de un sistema de tratamiento) pero la carga orgánica anual es reducida en los tres casos; por su parte, las descargas de las lagunas de tratamiento de SAGUAPAC tanto del Parque Industrial como las lagunas Norte se encuentran estabilizadas ($DQO < 1$), sin embargo la carga orgánica generada anualmente es muy alta comparada con las primeras tres, lo que hace que estas cinco actividades tengan el mismo nivel de riesgo de generar impacto a los cuerpos de agua receptores, principalmente en caso de generarse descargas no controladas y /o volúmenes mayores a los medidos, contribuyendo a elevar de forma sensible el nivel de carga orgánica, deprimiendo la vida acuática en los cuerpos receptores (río Rincón del Naicó y río La Madre) y reduciendo la capacidad de recuperación del río Piraí.

La calidad de las descargas de las industrias señaladas se ve afectada además porque presentan otros parámetros por encima de la norma como: aceites y grasas, colifecales que sobrepasan el límite establecido para descargas y en el caso específico de la granja porcina sus descargas presentan todos los parámetros fuera de norma incluyendo: DBO_5 , DQO, Sólidos Suspendidos Totales (SST) además de un bajo porcentaje de oxígeno disuelto.

Cabe notar que las descargas de las tres primeras actividades son intermitentes y con bajos volúmenes, por lo que actualmente la probabilidad de causar contingencias ambientales al río Piraí es mínima, salvo que modifiquen sus actividades en términos de incremento de producción.

Por su parte, las descargas de la Cervecería Boliviana Nacional S.A., COSEPW y COSMOL, se encuentran en los últimos lugares de generar riesgo de impacto ambiental a los cuerpos de agua receptores, debido a que los volúmenes descargados son menores respecto de las lagunas de tratamiento de SAGUAPAC y están estabilizadas ($DQO/S < 1$) permitiendo la coexistencia de oxígeno disuelto.

Sin embargo, están dentro la lista de generar riesgo debido a que sus descargas presentan otros parámetros con concentraciones que superan los límites establecidos por norma respecto de: SST, DBO₅, DQO, y colifecales, lo que afecta a la calidad de las aguas del cuerpo receptor.

En las condiciones actuales, las descargas de COSEPW y COSMOL no tienen probabilidad de generar impacto a los cuerpos de agua debido a la estabilidad y a la baja cantidad de carga orgánica, siendo mayor el riesgo para la CBN respecto de estas dos, dado que tienen planificado ampliar la capacidad de producción de la planta, lo que aumentaría el riesgo de generar impacto ambiental sobre el río Piráí.

Las descargas de todas estas actividades industriales fueron consideradas como puntos de muestreo.

Luego de exponer la condición de las descargas de las actividades industriales asentadas en la zona de estudio, corresponde hacer referencia a los aspectos asociados al muestreo en los cuerpos de agua, para luego entrar en la determinación de la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes para el año 2010.

Los puntos de muestreo en los cuerpos de agua se determinaron a partir de la ubicación de las descargas industriales y se tomó en cuenta además la existencia de asentamientos humanos (comunidades seleccionadas) y la actividad agrícola (la zona de actividad intensa).

Asimismo se definieron los puntos de muestreo tomando en cuenta tramos en los que los cuerpos de agua no recibían descargas de ningún tipo, con el objetivo de evaluar su capacidad de recuperación, ante la ausencia de factores externos que pudieran afectar su calidad (ver tabla F de descripción de los puntos de muestreo en el anexo 1 y ver su ubicación en el mapa n.º 3 del anexo 5).

La toma de muestras¹⁸ fue realizada entre el 06 y el 15 de septiembre de 2010, periodo que corresponde a la época de estiaje. Las muestras tomadas en esta época resultan ser las más representativas para evaluar el nivel de contaminación del río Piráí y sus afluentes, debido al bajo caudal y nivel de agua que tienen, lo que los hace más vulnerables a los efectos de descargas contaminantes.

¹⁸ Se entiende por muestra de agua a un volumen de agua extraído de una estación de muestreo de aguas superficiales, sobre la que se realizó algún tipo de determinación química, físico-química y/o bacteriológica. En la presente auditoría se realizó la toma de muestra simple o puntual, es decir, fue recolectada en un lugar y tiempo específico y refleja las circunstancias particulares bajo las cuales se hizo la recolección para su análisis individual.

La toma de muestras así como los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos fueron realizados por el “Laboratorio de Medio Ambiente”¹⁹ dependiente de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno de Santa Cruz.

El objetivo de la toma de muestra era obtener una porción de material cuyo volumen sea lo suficientemente pequeño para ser transportado y manipulado en laboratorio sin que por ello deje de ser representativo del lugar de donde procede.

De acuerdo al informe del laboratorio, las muestras tomadas siguieron una cadena de vigilancia o cadena de custodia desde su toma hasta la emisión del informe para asegurar su integridad. El laboratorio a través de registros de campo anotó los datos del muestreo, lugar (coordenadas georeferenciadas), tipo de muestra, volumen y método de conservación.

Las muestras tomadas, en el río Piraí y sus afluentes fueron conservadas en recipientes de plastoformo²⁰ y refrigeradas con hielo, empleando conservantes químicos según el tipo de análisis a realizar, luego fueron depositados en las instalaciones del laboratorio al final de cada jornada para su respectivo análisis.

La comisión de la Contraloría que acompañó y supervisó el proceso de muestreo, registró en campo las coordenadas de los puntos de cada toma de muestra las que se han plasmado en el mapa n.º 3 del anexo 5 (ver fotografías del muestreo en el anexo 4).

Se tomaron 72 muestras para su respectivo análisis, sin embargo en 7 puntos no fue posible el muestreo, en algunos casos por la inexistencia de descargas industriales²¹ y en otros, porque los puntos estaban ubicados en cursos de agua que se encontraron secos.

De los 72 puntos muestreados, 53 corresponden a cuerpos de agua, 8 a descargas industriales y 9 a muestras tomadas en canales, asimismo se tomaron 2 muestras en cuerpos de agua retenidos, se los consideró como puntos de muestreo por su proximidad al ingenio de La Bélgica a fin de evaluar su posible relación.

Respecto de la medición del caudal²² se hizo en 60 puntos; no fue posible la medición de caudal en 19 puntos porque en algunos casos no se encontraron descargas industriales, hubo lugares donde el agua se encontraba estancada, en otros casos no se pudo medir el caudal por la profundidad del río (el equipo no logró tocar fondo, necesario para registrar la altura) y en algunos puntos el equipo no logró trabajar por el bajo caudal del agua.

¹⁹ Luego de adjudicarse la consultoría por producto «Determinación de la calidad ambiental del río Piraí», solicitada por la Contraloría General del Estado mediante convocatoria N.º GNA/ANPE-C- 19/2010 de fecha 02 de agosto de 2010.

²⁰ Plastoformo: Poliestireno expandido, es un excelente aislante térmico, resistente a la humedad y capacidad de absorción de los impactos, su cualidad más destacada es su higiene al no constituir sustrato nutritivo para microorganismos.

²¹ Estas corresponden a: FACRULESA (Venado), Telares Santa Cruz e Ingenio Azucarero La Bélgica.

²² Para la medición del caudal se empleó molinete y micromolinetes y se empleó el método de vadeo a través del cual se determinan secciones verticales y se realizan lecturas del número de revoluciones y del tiempo tomado en cada medición vertical.

Para las muestras tomadas, la Contraloría solicitó el análisis de los siguientes parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, para todos los puntos: Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Temperatura, pH, DBO₅, DQO y colifecales; adicionalmente para cuerpos de agua: Sólidos Disueltos Totales (SDT); para descargas: Sólidos Suspendidos Totales (SST); en algunos puntos según su ubicación respecto de alguna actividad industrial en particular o asentamiento humano se solicitó: cromo hexavalente (Cr⁺⁶), sulfuros y aceites y grasas y finalmente respecto del área de mayor actividad agrícola se solicitó nitratos y fosfatos.

Para el análisis de estos parámetros el laboratorio informó haber empleado los métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales APHA, AWWA, WPCF en su 17^{ma} edición. En campo se midieron los siguientes parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, Temperatura, pH; los parámetros restantes fueron evaluados en laboratorio empleando los métodos y equipos descritos en el informe emitido por el Laboratorio de Medio Ambiente.

Los resultados fueron emitidos a través de informes de análisis para cada muestra y se encuentran tabulados en la tabla G en el anexo 1 y las gráficas de los perfiles de variación en el anexo 2.

Los resultados del trabajo de muestreo, medición de caudal y análisis físico químico y bacteriológico realizado por el Laboratorio de Medio Ambiente, fueron objeto de análisis cuyo resultado permitió determinar la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el año 2010. Los aspectos asociados a esta evaluación se exponen a continuación.

3.1.2.2 Determinación de la calidad ambiental del río Piráí y sus afluentes en el 2010

Para determinar la calidad ambiental de la cuenca del río Piráí y sus afluentes se ha realizado el análisis por tramos, los mismos han sido seleccionados bajo los criterios establecidos para el análisis del año 1999 y a continuación se los cita (ver ubicación de tramos en el mapa n.º 5 del anexo 5).

- Tramo 1. Arroyo Los Sauces hasta antes de la confluencia con el río Pailón.
- Tramo 2. Arroyo Colorado y río Chané hasta la confluencia con el río Pailón.
- Tramo 3. Río Piráí, desde La Guardia a la altura de Rancho Chico, hasta el puente La Bélgica, después de la confluencia con el río Chaco.
- Tramo 4. Río Piráí, después de la confluencia con el río Chaco en el puente La Bélgica, hasta antes de la confluencia con el río La Madre.
- Tramo 5. Río Piráí, antes de la confluencia con el río La Madre, hasta antes de la confluencia con el río Chané.
- Tramo 6. Río Chané, Desde la confluencia de la quebrada Azafrán con el río Pailón, hasta después de la confluencia del río Chané con el río Piráí.

Para determinar la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes se ha empleado el Índice de Calidad del Agua (ICA) que es una expresión de un número de parámetros que permite valorar el recurso hídrico para un determinado uso.

El ICA fue desarrollado por Brown et al. (1970) y mejorado por Deininger para la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos en 1975 (NAS, 1975). Este índice se aplica por diversas metodologías y se ha desarrollado de diversas formas a lo largo del tiempo en muchos países del mundo como: Estados Unidos, España, Brasil y Colombia, entre otros.

En la actualidad el método más aplicado y que es utilizado para supervisar la calidad de los ríos a través del tiempo en Estados Unidos y muchos otros países es el **ICA-NSF** que surgió en los años setenta de trabajos de «The National Sanitation Foundation» (de ahí el nombre NSF) aplicando la técnica de investigación Delphi²³. De acuerdo al estudio realizado por House (1989) el método ICA-NSF es el método más utilizado porque provee los mejores resultados para la indexación de la calidad general del agua.

El ICA-NSF utiliza nueve parámetros físico-químicos y bacteriológicos para determinar el índice de calidad, estos son: DBO₅, OD, coliformes fecales, nitratos, pH, cambio de temperatura, SDT, fosfatos totales y turbiedad²⁴. El tipo de estimación se basa en el promedio ponderado a través de la siguiente relación matemática:

$$ICA = \sum_{i=1}^n q_i w_i$$

Donde:

ICA = Índice de calidad del agua
 q_i = Subíndice del parámetro i
 w_i = Peso relativo o peso de importancia para el subíndice i

El cálculo del índice de calidad requiere de la determinación de un subíndice (q_i) para cada uno de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos señalados, esto con el propósito de unificar la información y transformar las variables de escala dimensional a una

²³ El método Delphi es una metodología de investigación multidisciplinaria para la realización de pronósticos y predicciones. Fue desarrollado por la Corporación Rand al inicio de la Guerra Fría para investigar el impacto de la tecnología en la guerra. Su objetivo es la consecución de un consenso basado en la discusión entre expertos. Es un proceso repetitivo. Su funcionamiento se basó en la elaboración de cuestionarios contestados por expertos de forma simultánea. El responsable del estudio elaboró sus conclusiones a partir de la explotación estadística de los datos obtenidos. La metodología Delphi, que de acuerdo a Dinius (1987) es la más usada en el diseño de índices de calidad, propone la escogencia y conformación de un panel de expertos tales como: agencias de vigilancia, académicos y otros que tengan relación con la calidad del agua; quienes seleccionan las variables de acuerdo a sus criterio individual y finalmente escogen los de mayor recurrencia.

²⁴ Cabe aclarar que para el presente examen, no se tomó en cuenta el parámetro de turbiedad debido a las características propias del río, según el documento «Plan de Riego de Santa Cruz 2008-2013», el perfil del río Pirá tiene una fuerte pendiente en los primeros 80 km, favoreciendo la socavación del cauce y el arrastre de sedimentos, posteriormente la pendiente se reduce permitiendo el arrastre y la deposición de sedimentos de acuerdo con las variaciones del caudal. Debido a que el río arrastra sedimento de manera natural ya presenta un cierto grado de turbiedad, por tanto un análisis de este parámetro no sería representativo de algún efecto de contaminación ya que no está relacionado a ningún factor externo.

adimensional permitiendo de esta forma su agregación. Para su determinación se emplean curvas de función (Ott, 1978; Brown et al., 1970, construidos para los nueve parámetros) a través de las cuales se obtiene el subíndice qi en un rango de 0 a 100 a partir de los valores medidos en campo.

En cuanto a los pesos asignados, el método Delphi asignó estos pesos relativos o peso de importancia del parámetro (w_i) correspondiente a los factores de contaminación en aguas, los pesos asignados para cada variable son: OD = 0,17, coliformes fecales = 0,15, pH 0,12, DBO₅ = 0,10, nitratos = 0,10, fosfatos = 0,10, desviación de temperatura = 0,10, SDT = 0,08. El valor obtenido del ICA-NSF se interpreta de acuerdo a la siguiente tabla:

Escala de clasificación del ICA-NSF

Tabla n.º 9

Calidad aproximada del agua	Rango	Escala de color
Excelente	91-100	<i>Azul</i>
Buena	71-90	<i>Verde</i>
Media	51-70	<i>Amarillo</i>
Mala	26-50	<i>Naranja</i>
Muy mala	0-25	<i>Rojo</i>

Fuente: Revista Ingeniería e Investigación pág. 180

Los resultados obtenidos de la aplicación del ICA-NSF han sido la base del análisis que se expone más adelante (Ver Hoja de Cálculo en el anexo 3).

La calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes se ha determinado a partir del índice ICA-NSF y se ha tomado en cuenta la concentración de materia orgánica en base a la DQO y la cantidad de colifecales, empleando como referencia los límites máximos permitidos para un cuerpo de agua clase C.

Asimismo, para determinar la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes se ha considerado la capacidad de recuperación del río tomando en cuenta el efecto de los caudales y las distancias recorridas por los cuerpos de agua.

Los caudales permiten estimar para diferentes tramos la capacidad que tiene el río para degradar cargas contaminantes, correlacionando los caudales con las variaciones de concentración de las variables físico-químicas y bacteriológicas, debido a que el caudal tiene una incidencia significativa en la capacidad de las corrientes superficiales en lo que corresponde a la asimilación de contaminantes y a su consecuente depuración.

A partir de la metodología expuesta, a continuación presentamos el análisis desarrollado para determinar la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes en el año 2010 en los tramos seleccionados.

Tramo 1. Arroyo Los Sauces hasta antes de la confluencia con el río Pailón

El arroyo Los Sauces²⁵ deriva del canal Cotoca, que nace en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y recibe descargas de las lagunas del Parque Industrial de SAGUAPAC entre otras, que proceden de lugares clandestinos.

En este tramo que tiene una longitud de casi 58 km se tomaron 7 muestras en los puntos 46, 47, 48, 49, 50, 51 y 52, ver tabla F para su descripción, mapa n.º 5 para su ubicación y los resultados de análisis en la tabla G en los anexos 1 y 5.

El arroyo Los Sauces recibe las descargas del canal Cotoca, donde se tomaron cuatro (4) muestras (puntos 41, 42, 43 y 45) que presentan elevada concentración en la carga orgánica junto a los colifecales, fosfatos, aceites y grasas y conductividad, lo que muestra un canal contaminado significativamente por efecto de descargas clandestinas y de las lagunas del Parque Industrial (ver tabla F para su descripción, mapa n.º 3 para su ubicación y los resultados de los análisis en la tabla G, anexos 1 y 5.).

El aporte de las lagunas del Parque Industrial de SAGUAPAC a pesar de que baja la carga orgánica en las aguas del canal, aumenta las concentraciones de los colifecales, conductividad y SDT, lo que muestra que el sistema de tratamiento lagunar no está funcionando adecuadamente.

Las aguas del canal Cotoca recorren 3,2 km hasta el inicio del arroyo Los Sauces donde se aprecia una leve disminución de los colifecales y el caudal se incrementa dando pie a una mejora debido a la oxigenación del cuerpo de agua.

Después de 7 km (punto 47), se nota el incremento nuevamente de colifecales y nitratos sobrepasando el límite permitido para cuerpos de agua clase C. Este incremento se asocia a la existencia de actividad pecuaria y agrícola que están afectando la calidad de las aguas del arroyo Los Sauces.

Luego de poco más de 15 km (punto 48), se observa un incremento en la concentración de nitratos en un 10% y fosfatos en un 11%. En este punto existe una elevada concentración de aceites y grasas (5,7 mg/l), que posiblemente deviene del escurrimiento de los efluentes de la chanchería Agradece²⁶ almacenados en lagunas de sus predios. El caudal en este sector favorece la degradación de la materia orgánica y contribuye a la reposición del oxígeno consumido.

²⁵ En su recorrido el arroyo cambia de nombre aguas abajo de su confluencia con el arroyo Chuchío a arroyo Guapomó que luego de cierto recorrido confluye con el río Guayaboche y aguas abajo se junta con el río Pailón.

²⁶ La chanchería Agradece, cuenta con lagunas de tratamiento de los residuos producidos por la granja, el agua tratada de sus lagunas es usada para el riego de sus pastizales y cañaverales vecinos.

En los siguientes 18 km recorridos hasta antes de confluir con el arroyo Chuchío (punto 49) baja la carga orgánica, sin embargo no es suficiente para llegar a los límites establecidos para cuerpos de agua clase C, la cantidad de colifecales se mantiene invariable.

Se observa un nuevo incremento en la concentración de nitratos de 77,8 a 103,8 mg/l y de los fosfatos, superando aún más los niveles permitidos por norma; esta elevada cantidad de nutrientes que disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el arroyo, se atribuye a que pasa por una zona de actividad agrícola intensa.

Después de 200 metros aguas abajo en el punto 50 luego de confluir el arroyo Los Sauces con el arroyo Chuchío mejora la calidad del agua, bajando la concentración en casi todos los parámetros excepto la DQO que sube nuevamente en un 40%. Ante la ausencia de otros factores que pudieran afectar la calidad del arroyo Los Sauces, el incremento en la DQO se atribuye al aporte de las aguas del arroyo Chuchío²⁷.

El incremento del caudal por efecto de las aguas del arroyo Chuchío, contribuye a mejorar la calidad de las aguas lo que se observa en la muestra tomada en el punto 51, 11 km aguas abajo, sin embargo tanto nitratos como fosfatos no sufren un cambio significativo debido a que la recepción de fertilizantes en esta zona es continua (zona agrícola alta), limitando la recuperación del río.

Antes de la confluencia del arroyo Guayaboche con el río Pailón (punto 52), se observa otro incremento en la concentración de nitratos de 84,7 a 100,9 mg/l, nuevamente asociado a la actividad agrícola de la zona, asimismo los colifecales, la carga orgánica se mantiene elevada, la incapacidad del río para degradar la carga orgánica se debe a la disminución del caudal en más del 70%, debido a las canalizaciones hechas por parte de los agricultores arroceros de la zona.

El comportamiento de los parámetros fisicoquímicos medidos se interpreta a través del índice ICA-NSF, cuyos resultados indican que la calidad de las aguas del arroyo Los Sauces inician con un rango de calidad mala, debido a las descargas del canal Cotoca, luego baja a muy mala por la falta de oxígeno y por la elevada carga orgánica que arrastra el arroyo por efecto de la actividad ganadera y agrícola de la zona; aguas abajo mejora levemente cambiando el rango de calidad de muy mala a mala sin lograr mejorar hasta el final del tramo lo que muestra la reducida capacidad de recuperación del arroyo (ver perfiles de variación en el anexo 2 y ubicación mapa n.º 7 en anexo 5).

Tramo 2. Arroyo Colorado y río Chané hasta la confluencia con el río Pailón

Este tramo tiene una extensión de 49 km aproximadamente, inicia con el arroyo Colorado en el Municipio de Warnes, luego de que éste confluente con el río Warnes forman el río

²⁷ No se ha evaluado al arroyo Chuchío por lo que se desconoce las posibles causas que afectarían a la calidad de sus aguas.

Chané que aguas abajo recibe aportes del río Pailón, para posteriormente ser el principal tributario del río Pirai.

En este tramo se tomaron 12 muestras en los puntos: del 56 al 58, 60, 61 y del 63 al 69, ver tabla F para su descripción, mapa n.º 5 para su ubicación y los resultados de los análisis en la tabla G del anexo 1.

La primera muestra (56) fue tomada aproximadamente a un km de FACRULESA (Industrias Venado), los resultados muestran que la carga orgánica y los colifecales se encuentran muy por encima del límite establecido para cuerpos de agua clase C, esta condición se asocia a los rebalses del riego de los predios de la citada industria que emplea sus efluentes para tal fin y a la existencia de una porqueriza ubicada a las orillas del arroyo cerca del punto de muestreo.

Debido a la elevada carga orgánica y a la falta de caudal el oxígeno disuelto en este punto es bajo (10,2%), lo que disminuye el proceso de degradación de la materia orgánica, en este lugar la capacidad de recuperación de las aguas del arroyo se ve seriamente afectada.

Después de 1,4 km (punto 57), en los predios de PIL (el arroyo pasa por su propiedad), la condición de las aguas mejora considerablemente, logrando ingresar casi todos los parámetros dentro del límite permitido por la norma debido presumiblemente al incremento de oxígeno que llega a alcanzar el 45%, sin embargo las concentraciones de DQO y aceites y grasas aún superan los límites establecidos.

A la altura de Telares Santa Cruz, en el punto 58, después de 0,5 km de recorrido, suben abruptamente los colifecales y el caudal baja un 70% lo que favorece a su proliferación y a una gran disminución del oxígeno disuelto. Recordemos que en el momento del muestreo Telares Santa Cruz no estaba descargando efluentes al arroyo, por lo que las condiciones señaladas se atribuyen a la presencia de ganado en la zona.

Los resultados de la siguiente muestra (punto 60) a 2,4 km del anterior, muestran un incremento en la carga orgánica, colifecales, fosfatos y aceites y grasas, que se asocian a la actividad doméstica que se encuentra cerca del lugar del muestreo, en consecuencia disminuye la cantidad de oxígeno en el arroyo, sin embargo se observa un incremento en el caudal lo que da la posibilidad de mejorar la calidad del arroyo Colorado aguas abajo.

Luego de 1,7 km se ratifica lo señalado, en el punto 61 mejora la calidad de las aguas bajando la concentración de la carga orgánica y de los demás parámetros, sin embargo aún no llegan a cumplir con los límites establecidos para un cuerpo de agua clase C.

En la muestra tomada luego de la unión del arroyo Colorado con la descarga de COSEPW (punto 64) se nota un aumento en la concentración de la DQO, fosfatos y nitratos debido a su presencia en las descargas de las lagunas, sin embargo debe notarse que estas cumplen

con los límites establecidos en el anexo A-2 (respecto de la DQO, no existen límites establecidos para los restantes parámetros).

Las descargas de COSEPW además de generar efluentes con carga orgánica estabilizada ($DQO/S=0,45$), sólo presenta la cantidad de colifecales por encima de la norma (ver tabla G, punto 62), sin embargo este cumplimiento no contempla el efecto de mezcla de la descarga y del río, situación que debería darse de existir una clasificación oficial de los cuerpos de agua, pues esta situación afecta a la calidad del arroyo ya que se ha evidenciado un incremento de la DQO y aceites y grasas en el arroyo Colorado luego del punto de descarga de COSEPW.

En el punto 63, después de 8,3 km aproximadamente, luego de la unión del arroyo Colorado con el río Warnes para formar el río Chané, se observa una importante disminución de la carga orgánica, alcanzando niveles muy por debajo de los límites establecidos para un cuerpo de agua clase C, sin embargo no sucede lo mismo con los fosfatos y nitratos, cuya disminución no es significativa, condición debida posiblemente a la actividad agrícola existente en la zona. En este punto se aprecia una disminución del caudal debido a la canalización del río para riego.

Luego de aproximadamente 20 km de recorrido (punto 66), se observa un incremento en la conductividad y en los SDT debido a la presencia de sales en el cuerpo de agua presumiblemente por la actividad agrícola de la zona, sin embargo, a pesar de ello todos los parámetros están en norma y el río se adecúa a un cuerpo de agua clase C; asimismo el caudal sube y consecuentemente el oxígeno disuelto en un 50% respecto del punto 65, favoreciendo a la recuperación del río Chané (ver gráficas de los perfiles en el anexo 2).

En los últimos puntos de muestreo del tramo (68 y 69), la calidad de las aguas del río se mantiene constante, es decir que los parámetros medidos cumplen con los establecidos para un cuerpo de agua clase C y en el último punto el caudal aumenta mejorando aún más el nivel de oxígeno en el río y por tanto su capacidad de recuperación.

En el tramo analizado el índice de calidad ICA muestra que el arroyo Colorado alcanza un rango de calidad mala hasta la altura de la confluencia con las descargas de COSEPW (punto 64), la causa de la contaminación se asocia a la actividad doméstica de la zona, a las descargas de las lagunas y principalmente a los posibles rebalses del riego de los efluentes de FACRULESA (ver mapa n.º 7 en el anexo 5).

A partir del punto 63, en el camino a la comunidad de Carmen de Azuzaquí, la calidad del agua muestra una tendencia a mejorar aguas abajo, el rango de calidad cambia de mala a media y esta condición se mantiene hasta el final del tramo. La mejora de la calidad de las aguas del arroyo Colorado y del río Chané se atribuye al incremento del caudal lo que por ende favorece a reponer el oxígeno disuelto y a mejorar la capacidad de recuperación del cuerpo de agua.

Tramo 3. Río Piraí, desde La Guardia a la altura de Rancho Chico, hasta el puente La Bélgica, después de la confluencia con el río Chaco

El recorrido del río Piraí en éste tramo alcanza aproximadamente unos 52 km; se han tomado 10 muestras desde Rancho Chico hasta el puente La Bélgica en los puntos: 1, 2, 4 a 7, 9, 10, 19 y 40, ver tablas F y G en el anexo 1, para su descripción y para ver los resultados de los análisis respectivamente y ver mapa n.º 5 en anexo 5 para su ubicación.

En el primer punto de muestreo el río Piraí ya presenta carga orgánica en una concentración mayor a lo establecido para cuerpos de agua clase C, debido a la presencia de asentamientos humanos, lagunas de oxidación y un vertedero a orillas del río aguas arriba (ubicado en el municipio de El Torno), sin embargo el caudal del río en este punto es alto lo que coadyuva en la degradación de la carga orgánica.

En este tramo el río Piraí recibe las descargas de la Cervecería Boliviana Nacional y de las lagunas Norte de SAGUAPAC, asimismo recibe aguas del canal Isuto que recorre parte de la ciudad de Santa Cruz.

Al recibir la carga orgánica de la CBN (punto 4) de 2,45 t/día, la carga orgánica y los colifecales se incrementan en un 40% y 54% respectivamente, superando los límites establecidos por norma, sin embargo luego de recorrer poco menos de 7 km (punto 5), la carga orgánica baja casi en la misma proporción que subió, es decir que en esta distancia el río tuvo la capacidad de degradar la carga orgánica aportada por la cervecería gracias al caudal del río que también se incrementa y que se refleja en el buen porcentaje de oxígeno disuelto (88,9%) presente en el agua.

Luego de 5 km (punto 6), nuevamente aumentan la DQO y especialmente los colifecales, lo que se puede atribuir a la presencia de asentamientos humanos (comunidad Ambrosio Villarroel) ubicada cerca al río.

En el siguiente punto de muestreo (punto 40) después de 8 km, bajan los colifecales pero la carga orgánica continúa en ascenso, debido al aporte de agua del canal Isuto²⁸, los resultados de las muestras tomadas en el canal advierten la presencia de niveles de contaminación que afectan directamente al río Piraí que es el cuerpo receptor (ver tabla G, punto 40 del anexo 1). Se debe mencionar también que en este punto, el caudal del río Piraí disminuye lo que reduce su capacidad de recuperación.

Después de 400 m aguas abajo (punto 7), la capacidad de recuperación del río se ve disminuida que se advierte a través de la carga orgánica, colifecales y nitratos que permanecen elevados, superando los límites para un cuerpo de agua clase C, esto se asocia al bajo caudal en éste punto (0,05 m³/s).

²⁸ Este canal pasa por la ciudad y a pesar de que su función es colectar las aguas pluviales de la ciudad, recibe también descargas domésticas, posiblemente otras clandestinas además de basura que fácilmente ingresan al canal debido a que es abierto.

En el punto 9, después de 250 m, la condición empeora considerablemente debido a que el río recibe la descarga de las lagunas Norte SAGUAPAC que descarga 6,14 t/día de carga orgánica, además de que sus efluentes contienen otros parámetros por encima de los límites establecidos para descargas como: colifecales, nitratos y conductividad.

Debido al impacto de las descargas de SAGUAPAC, el río Piraí presenta elevadas concentraciones de carga orgánica, colifecales, aceites y grasas, fosfatos y nitratos, todos por encima de los límites para un cuerpo de agua clase C, provocando directamente la disminución de oxígeno. Sin embargo, el caudal en el punto 9 aumenta, lo que contrarresta el efecto negativo de las descargas de las lagunas, contribuyendo a mejorar la capacidad de recuperación del río.

Lo señalado a la conclusión del párrafo anterior se aprecia 8,1 km aguas abajo (punto 10) donde se observa un descenso en más del 100% de la carga orgánica y colifecales además de los parámetros restantes medidos, sin embargo la DQO no logra alcanzar el límite establecido para aguas clase C.

En este tramo se analiza también el efecto de las aguas del **Río Chaco** que es un afluente del río Piraí. El río Chaco tiene una longitud de 6,3 km y se tomaron muestras en 3 puntos: 14, 17 y 18, ver tablas F y G en el anexo 1 para su descripción y los resultados de los análisis y ver mapa n.º 3 en el anexo 5 para su ubicación.

En el primer punto de muestreo (14), después de 2,26 km de su inicio, el río tiene casi todos sus parámetros por debajo de los límites permisibles para aguas clase C, con excepción de la DQO, presumiblemente debido a la cercanía de éste punto con las zonas de riego del ingenio azucarero de La Bélgica que utiliza sus efluentes para dicho fin.

Después de 1,65 km de recorrido en el punto 17 los colifecales incrementan su valor en un 70% aproximadamente, debido a que el río pasa por el municipio de Colpa Bélgica de donde puede estar recibiendo descargas de aguas residuales. Después de 2,3 km, en el punto 18 antes de confluir con el Piraí, el río logra recuperarse hasta adquirir nuevamente las características de un cuerpo de agua clase C.

De acuerdo al análisis del Índice de Calidad Ambiental (ICA-NSF) las aguas del río Chaco alcanzan un rango de calidad media, aproximándose al rango de calidad buena de acuerdo a los resultados obtenidos en el último punto de muestreo. Las condiciones antes expuestas así como los resultados del índice de calidad muestran que la ausencia de descargas por parte del ingenio La Bélgica contribuyen a mejorar la calidad de las aguas del río (ver Hoja de Cálculo en anexo 3, ver mapa n.º 7 en anexo 5).

El último punto de muestreo en este tramo es el 19 en el río Piraí, donde los colifecales y la DQO presentan valores fuera de norma para cuerpos de agua clase C, en el caso de

colifecales (ver el comportamiento de los parámetros en las gráficas de los perfiles del anexo 2 que se atribuyen al ingenio azucarero La Bélgica).

Durante el muestreo no se identificó ninguna descarga de efluentes de esta industria, se observó que sus residuos líquidos eran utilizados para riego de sus predios, sin embargo se halló en un sector colindante al río Piráí restos del posible rebalse del riego, donde se tomó una muestra (punto 12), encontrando una elevada concentración de DQO (372,1 mg/l), esta situación permite inferir que posiblemente los rebalses del riego de los efluentes del ingenio estén afectando a la calidad de las aguas del río Piráí.

Según el índice de calidad ICA-NSF, éste tramo se encuentra en rango de calidad media desde su inicio hasta el punto 7, mostrando una buena capacidad de recuperación luego de recibir las descargas de la CBN, sin embargo, luego de las descargas de SAGUAPAC las aguas del río Piráí bajan su calidad de un rango medio a malo, condición que se mantiene hasta el final del tramo.

No debemos olvidar que el río ya arrastra carga orgánica aguas arriba del inicio de la auditoría por efecto de las actividades domésticas del municipio de El Torno que junto a las descargas de la CBN consumen parte del oxígeno disuelto afectando su capacidad de recuperación, sin embargo el elevado caudal en este sector contribuye a su restablecimiento, esta situación no se repite luego de las descargas de SAGUAPAC y el efecto del posible rebalse del riego en los predios del ingenio La Bélgica, contribuye a aumentar la carga orgánica y a pesar de que el río tiene un caudal alto, la distancia de este tramo no es suficiente para que mejore la calidad de las aguas del Piráí (ver mapa n.º 7 en el anexo 5).

Se debe notar que de existir una falla en las lagunas Norte de estabilización de SAGUAPAC o algún problema climatológico que provoque un desborde de las aguas contenidas en dichas lagunas, puede ocasionar una contingencia ambiental, rebasando la capacidad que tiene el río para recuperarse.

Tramo 4. Río Piráí, después de la confluencia con el río Chaco en el puente La Bélgica, hasta antes de la confluencia con el río La Madre

El recorrido de las aguas del río Piráí en éste tramo alcanza aproximadamente los 30 km, donde se tomaron muestras en tres (3) puntos: 20, 78 y 25 ver tablas F y G para su descripción y los resultados de los análisis y ver mapa n.º 5 en el anexo 5 para su ubicación.

El análisis del comportamiento de las aguas en este tramo permitirá evaluar la capacidad de recuperación del río Piráí ante la ausencia de descargas industriales y del aporte de otros afluentes.

En el punto 20, luego de 11,34 km de recorrido, la calidad de las aguas del río Piraí mejora, baja la concentración de colifecales en un 95% y la DQO cerca a un 52% pero este último no lo suficiente, siendo el único parámetro por encima de la norma. El caudal en este punto es alto lo que contribuye a mantener elevado el nivel de oxígeno disuelto (93,4%), aumentando la capacidad de recuperación del río.

El siguiente punto muestreado fue a la altura del puente Eisenhower (punto 78), los análisis de laboratorio dieron resultados incoherentes con las condiciones propias del lugar, llamando la atención el incremento de DQO, colifecales y aceites y grasas, ya que no existe ninguna actividad en el entorno del río a la que pueda atribuirse este hecho tomando en cuenta además que en este punto el caudal medido era alto (5,56 m³/s) al igual que la cantidad de oxígeno disuelto (86,6 %).

Ante la imposibilidad de repetir la muestra manteniendo las mismas condiciones a las tomadas en septiembre de 2010, debido a la disminución del nivel de agua a 0²⁹ en el lugar hasta la emisión de los papeles de trabajo correspondientes, se ha revisado información relacionada con otro muestreo en este punto.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) elaboró el informe complementario: «Interpretación de los resultados de laboratorio de las muestras de agua y de peces colectados en los departamentos de Santa Cruz y Beni, en atención a la mortandad de peces»³⁰, que presenta resultados del muestreo realizado en el río Piraí y otros lugares. Se observó que tomaron una muestra a la altura del puente Eisenhower (Amistad) entre el 27 y 30 de julio de 2010, los valores aproximados extraídos de los gráficos del citado informe, muestran los siguientes resultados: DBO con 12,8 mg/l, DQO con 40 mg/l, colifecales ausentes y 140% de oxígeno disuelto en el río.

Los resultados del informe del Ministerio indican que las aguas del río Piraí a la altura del puente Eisenhower no presentan niveles de contaminación, situación razonable dadas las características del lugar como se explicó anteriormente. Por tanto, se ha validado esta condición y para fines de los cálculos de la presente auditoría se han empleado los valores del informe del Ministerio de julio de 2010³¹ (ver hoja de cálculo en anexo 3).

En el punto 25 después de 4,5 km aumenta la DQO superando los límites permisibles y sube la cantidad de colifecales de ausentes a 9,3e⁺³, asimismo el caudal disminuye en más del 50%, sin embargo aún es lo suficientemente alto como para mantener una elevada cantidad de oxígeno disuelto (98,3%), aspecto que favorece en la capacidad de

²⁹ De acuerdo a información proporcionada por el SEARPI del puesto de control instalado en el puente Eisenhower.

³⁰ Asociada al descenso de temperaturas sufrido en julio del presente año. Informe: MMAyA-VMA/DGMACC-2485/2010 de fecha 14 de octubre de 2010.

³¹ Para el cálculo del ICA se ha empleado los valores del informe del MMAyA de la DBO y colifecales, sin embargo, debido a que el valor del O.D. está en función de la temperatura y el caudal y por tanto es variable, se ha decidido emplear el valor medido en campo en septiembre de 2010 que es coherente con el caudal, así como los parámetros restantes que no fueron evaluados por el Ministerio.

recuperación del río Pirá a pesar del incremento en la carga orgánica y los colifecales (ver las gráficas de los perfiles del anexo 2).

Analizando éste tramo luego de aplicar el índice de calidad ICA-NSF, tenemos que las aguas del río Pirá en este sector presenta un rango de calidad media próximo a calidad buena de acuerdo a los resultados del ICA (ver hoja de cálculo en anexo 3), lo que deja ver que ante la ausencia de descargas industriales, el río Pirá tiene buena capacidad de recuperación y puede alcanzar rangos de calidad óptimos (ver mapa n.º 7).

Tramo 5. Río Pirá, antes de la confluencia con el río La Madre, hasta antes de la confluencia con el río Chané

En este tramo el río Pirá no recibe ninguna descarga industrial directa, pero si recoge las aguas de río La Madre y del río Rincón del Naicó que recogen descargas industriales.

En este tramo se han tomado 6 muestras a lo largo de casi 53 km en los puntos 26 y del 33 al 37, ver tablas F y G en anexo 1, para su descripción y los resultados de los análisis y el mapa n.º 5 en el anexo 5 para su ubicación.

En el tramo anterior (punto 25), el río Pirá tenía la DQO y colifecales por encima de los límites permitidos para un cuerpo de agua C, pero tenía un caudal que favorecía a la presencia de oxígeno disuelto, estas condiciones se tomarán en cuenta para evaluar el efecto del río La Madre sobre el Pirá cuando se analice el siguiente punto (26) que será luego de la confluencia.

Antes corresponde analizar las condiciones del **río La Madre**. Este río tiene una longitud aproximada de 8 km. Se tomaron muestras en 4 puntos a lo largo del río La Madre: 21, 23, 24 y 76, ver tablas F y G en el anexo 1, para su descripción y los resultados de los análisis y ver mapa n.º 3 en el anexo 5, para su ubicación. Es importante notar que este río recibe las descargas de la planta Faenadora Pío Rico y aguas abajo de la granja porcina La Madre.

Después de un km del inicio del río, se tomó la primera muestra (punto 21), los resultados dan a conocer una baja concentración de oxígeno disuelto y una elevada conductividad y la concentración de fosfatos fuera del límite para cuerpos de agua clase C, que puede asociarse al bajo caudal en este punto y a la actividad agrícola presente en la zona, aspectos que de inicio afectan a la calidad de las aguas del río.

En el punto 23 luego de las descargas de la planta faenadora Pío Rico, el río presenta una elevada concentración de aceites y grasas asimismo la cantidad de colifecales 30 veces mayor al valor límite para cuerpos de agua clase C, hay que tomar en cuenta que la industria descarga efluentes no estabilizados ($DQO/S > 1$) debido a la ausencia de un sistema de tratamiento.

El caudal en este punto es reducido, incluso algo menor al anterior lo que se refleja en el bajo porcentaje de oxígeno disuelto (43,1%), en estas condiciones la carga orgánica liberada por la faenadora afecta considerablemente la calidad de las aguas del río La Madre disminuyendo su capacidad de recuperación.

El siguiente punto (76) fue tomado aguas abajo, luego de las descargas de la granja porcina La Madre, que sumada a la anterior, causaron que el río presente casi todos los parámetros medidos fuera de norma para un cuerpo de agua clase C (DBO₅, DQO, colifecales, fosfatos y aceites y grasas, ver tabla G en anexo 1).

Como se mencionó anteriormente, los efluentes de la granja no reciben ningún tratamiento previo a su descarga, lo que deriva en un carga orgánica no estabilizada (DQO/S>1) y estas condiciones se ven desfavorecidas porque el caudal en este punto se mantiene bajo (0,084 m³/s) lo que afecta a la capacidad de recuperación del río, limitando la posibilidad de degradar la carga orgánica contenida.

En el último punto muestreado (24) en las aguas del río La Madre, luego de aproximadamente 3 km de recorrido, las condiciones mejoran respecto de la carga orgánica y fosfatos bajando sus concentraciones a niveles por debajo de los límites establecidos para cuerpos de agua clase C, estando sólo los colifecales por encima. No se midió el caudal en este punto debido a que las aguas eran profundas.

El índice de calidad ICA-NSF indica que las aguas del río La Madre alcanzan un rango de calidad mala, debido al efecto de las descargas industriales de la faenadora Pío Rico y la granja porcina La Madre, a pesar de ello muestra cierta capacidad de degradar la carga orgánica mejorando su calidad, sin embargo no lo suficiente como para cambiar el rango debido al bajo porcentaje de oxígeno disuelto (ver mapa n.º 7 en el anexo 5).

Las condiciones en el Piráí antes de la confluencia ya presentaba una elevada DQO disminuyendo levemente en el punto 26 luego de la afluencia del río La Madre, lo que muestra que este último no afecta a la calidad de las aguas del Piráí, sin embargo la DQO supera los límites establecidos para aguas clase C, el efecto del río La Madre se ve aminorado gracias al caudal y al oxígeno disuelto (98%) del río Piráí.

Después de 4 km de recorrido (punto 33), antes de confluir con el río Rincón del Naicó, el río Piráí logra mejorar su calidad degradando la carga orgánica hasta adecuarse a un cuerpo de agua clase C.

Por su parte el río *Rincón del Naicó*, tiene una extensión desde la unión con el canal de Villa Fátima³² hasta el punto de confluencia con el Piráí de 2,6 km. Recibe las descargas líquidas sin tratamiento del frigorífico Guabirá y de las lagunas de COSMOL.

³² Conocido también como canal Guabirá.

Se tomaron muestras en 4 puntos, 3 en el canal de Villa Fátima (27, 29 y 31) y una en el río Rincón del Naicó (32), ver tablas F y G en el anexo 1, para su descripción y los resultados de los análisis y ver mapa n.º 3 del anexo 5 para su ubicación.

Las aguas del canal de Villa Fátima, están afectadas por los efluentes del frigorífico Guabirá que genera descargas no tratadas y en consecuencia no estabilizadas ($DQO/S > 1$), afectando a la calidad de las aguas del río Rincón del Naicó.

Se tomaron muestras en el canal antes y después de la descarga (puntos 27 y 29), notándose un incremento notable en más del 100% en la carga orgánica así como en los colifecales, fosfatos y aceites y grasas, luego de las descargas del frigorífico.

Aguas abajo, luego de casi 2 km de recorrido del canal pluvial, éste recibe la descarga de COSMOL que si bien tiene una carga orgánica estabilizada ($DQO/S < 1$), los colifecales están 21 veces por encima del límite establecido para descargas afectando aún más a la calidad de las aguas que transporta el canal de Villa Fátima.

Luego de la descarga de COSMOL, se tomó en el canal la muestra 31 antes de llegar al río Rincón del Naicó, en este punto se observa una disminución de la carga orgánica pero no de los colifecales probablemente debido a la presencia de actividad antrópica en la zona.

El siguiente punto de muestreo se realizó en el río Rincón del Naicó (punto 32), antes de confluir con el río Piraí, los resultados de laboratorio revelan que la carga orgánica disminuye respecto del último punto tomado en el canal, sin embargo no lo suficiente pues las concentraciones de DBO_5 , DQO aún se encuentran por encima de norma para cuerpos de agua clase C, evidenciando que las descargas del frigorífico Guabirá y de COSMOL afectan a la calidad de las aguas del río Rincón del Naicó.

Las condiciones en el punto 32 en el río Rincón del Naicó se ven desfavorecidas para mejorar su calidad toda vez que el caudal y el oxígeno disuelto se encuentran disminuidos, este último habría sido consumido por la elevada carga orgánica proveniente de las descargas industriales limitando la capacidad de recuperación del río Rincón del Naicó.

El análisis anterior condice con los resultados del índice de calidad ICA-NSF, que clasifica al río Rincón del Naicó en el rango de calidad mala, atribuible a las descargas de COSMOL y principalmente a las del frigorífico Guabirá.

El río Piraí se ve afectado por las aguas del río Rincón del Naicó, en el punto 34 luego de la confluencia entre estos, se observa un incremento en la concentración de materia orgánica y la cantidad de colifecales superando los límites para cuerpos de agua clase C, sin embargo el impacto es atenuado gracias al caudal del río Piraí que en la medición fue 15 veces mayor que el caudal del Rincón del Naicó lo que prevé la recuperación del Piraí aguas abajo.

Luego de 24,5 km (punto 35) los resultados de las mediciones muestran la capacidad de recuperación del río Piráí, al encontrarse casi todos los parámetros dentro de norma, excepto la DQO que sin embargo baja su concentración respecto del punto anterior. A pesar de que el caudal en este punto es bajo ($0,019 \text{ m}^3/\text{s}$), la capacidad de recuperación en el río es buena debido a la cantidad de oxígeno disuelto presente (126 %).

El siguiente punto (36) se tomó 28 km aguas abajo, antes de la confluencia con el río Chané. Los resultados del análisis llaman la atención toda vez que se observa un incremento en la carga orgánica y en la cantidad de colifecales, superando los límites establecidos para un cuerpo de agua clase C. Debido a la distancia recorrida, a la ausencia de actividades industriales y de afluentes que pudieran afectar la calidad de las aguas del río Piráí, no se encuentra causa aparente a la que pueda asociarse el incremento de dichos parámetros (ver gráficas de los perfiles del anexo 2).

El índice de calidad ICA-NSF muestran que el río Piráí en este tramo alcanza un rango de calidad media. Los ríos afluentes (río La Madre y río Rincón del Naicó) aumentaron la carga orgánica del río Piráí especialmente en el segundo caso, pero no afectaron significativamente al rango de calidad gracias al elevado caudal (mayor al de los portantes) y en consecuencia a los altos niveles de oxígeno disuelto que se mantienen relativamente constantes en el trayecto (ver mapa n.º 7 en el anexo 5).

Tramo 6. Río Chané, desde la confluencia de la quebrada Azafrán con el río Pailón, hasta después de la confluencia del río Chané con el río Piráí

La extensión de este tramo es de aproximadamente de 115 km, a lo largo del cual se han tomado muestras en 6 puntos (53, 54, 70 al 72 y 38), ver tablas F y G en el anexo 1, para su descripción y los resultados de los análisis y ver mapa n.º 5 en el anexo 5, para su ubicación. En este tramo no existe ninguna descarga industrial.

La primera muestra se tomó en el río Pailón (punto 53) luego de la unión con la quebrada Azafrán, en este lugar la condición del río mejora respecto del punto 52 (tramo 1, ver mapa n.º 3), bajando la concentración de fosfatos y de manera significativa de los nitratos en más de un 60%, sin embargo estos parámetros junto a la carga orgánica aún superan los límites establecidos para un cuerpo de agua clase C, no obstante se observa una mejora en la cantidad de oxígeno disuelto alcanzando un valor de 94,3%, factor que favorece en la recuperación del río.

Lo señalado se verifica en el punto 54 después de 5 km, donde se observa que el río logra recuperarse depurando la carga orgánica en un 14%, y reduciendo los colifecales en un 54% respecto del punto anterior. Pero debido a que esta es una zona intensamente agrícola, se observa un incremento en la concentración de fosfatos y nitratos superando los límites establecidos por norma para aguas clase C.

Aguas abajo se tomó otra muestra (punto 70) a 29 km de distancia del anterior luego de la confluencia del río Pailón con el río Chané. Tomando en cuenta los resultados del punto 69 en el río Chané (antes de la confluencia), se observa que éste se encuentra en mejores condiciones que el río Pailón. Como el río Chané recibe aguas de menor calidad, baja su calidad aumentando la carga orgánica, colifecales y nitratos, condición que se ve desfavorecida por el caudal que disminuye debido a la canalización de estos ríos para uso agrícola. Estos factores reducen la capacidad de recuperación del río Chané en este sector.

Los resultados del punto 70 muestran también el impacto de la presión antrópica sobre el río Chané por las actividades domésticas que deviene de las comunidades Puente Caimanes, Poza Caimanes y en menor proporción Villa Copacabana³³, identificada en el incremento de colifecales y de la carga orgánica.

Aguas abajo, el río Chané recibe los aportes del *río Bibosi*. Se tomó una sola muestra en el río Bibosi a la altura del municipio de Minero (punto 74), en este lugar se observó que la cantidad de colifecales y aceites y grasas se encuentran fuera de los límites permisibles para cuerpos de agua clase C, análogamente al caso anterior, se debe a las actividades domésticas de las comunidades de Minero y Pico de Monte³⁴ que desarrollan en cercanías al río afectando notoriamente la calidad de las aguas del río Bibosi.

Sin embargo, el caudal y la cantidad de oxígeno disuelto (97%) coadyuvan a mejorar la calidad de las aguas del río, lo que se refleja en el índice ICA-NSF, cuyo resultado indica que el río tiene un rango de calidad media en este punto (ver mapa n.º 7 en el anexo 5).

La muestra tomada en el río Chané en el punto 71, luego de la confluencia con el río Bibosi, evidencia el impacto de la actividad agrícola en la zona, la concentración de nitratos continúa en ascenso incrementándose en un 27% respecto del punto anterior (70) al igual que los fosfatos en un 17%, afectando la calidad del río Chané y su capacidad de recuperación.

En el siguiente punto (72), se observa un incremento en la cantidad de colifecales, fosfatos y aceites y grasas, que se asocia a las actividades domésticas provenientes de las comunidades de Chané Magallanes y Chané Independencia que se encuentran próximas al río Chané, especialmente la primera. No se observa variaciones apreciables en la concentración de nitratos, sin embargo existe un descenso en la concentración de materia orgánica (DQO) aspecto asociado a la degradación de la misma por efecto de la buena cantidad de oxígeno disuelto (110%). Nótese que varios de los parámetros mencionados aún superan los límites establecidos para cuerpos de agua clase C (DQO, fosfatos, nitratos y aceites y grasas).

³³ Debido a que se encuentra más distantes del río.

³⁴ No se señala a la comunidad Rancho Nuevo, se tuvo conocimiento que la comunidad ya no existe.

El último punto analizado en el río Chané antes de confluir con el Piráí fue el punto 38, los resultados muestran un incremento en la DQO en más del 20%, este hecho deriva del aporte indirecto de las aguas del arroyo Mil Baras³⁵, cuyas aguas transportan jarubichi³⁶ que proveniente presumiblemente de UNAGRO³⁷. Se realizó un muestreo en éste arroyo (punto 77) en la zona de faja Rocabado en el municipio de Fernández Alonso, cuyo análisis reportó 1.042 mg/l de DQO, este resultado lleva a inferir que las aguas de este arroyo afectan a la calidad del río Chané aguas abajo incrementando el nivel de carga orgánica.

En el tramo analizado la concentración de nitratos fue en ascenso entre los puntos 70, 71 y 72, y que ya se manifiesta aguas arriba de estos, la presencia de nitratos en el agua está asociado a la intensa actividad agrícola de la zona. Sin embargo llamó la atención que la muestra tomada en el punto 38 presentó un descenso brusco en la concentración de los nitratos en más del 90% (de 84,64 a 2,1 mg/l). Esto llamó mucho la atención, toda vez que los nitratos son compuestos muy estables y su degradación es lenta.

Esta condición llevó a un análisis del área en cuestión para identificar la causa del descenso y se encontró que existe la posibilidad de una desnitrificación natural (transformación de nitratos en nitrógeno gaseoso), debido a las características del lugar. La muestra del punto 38 fue tomada en una zona inundable del río Chané, la misma que estaría funcionando como zona tampón.

En una zona tampón, el agua pierde materiales que pasan por los fondos de los valles y llanuras de inundación de los ríos, donde estos ecosistemas funcionan como filtros, pues modifican la composición del agua que reciben de las laderas, por eso a estos fondos de valle se los denomina zona tampón.

Las zonas tampón juegan un papel crucial en el control de la calidad de las aguas de los ríos, porque en las llanuras de inundación quedan retenidos una parte importante de los materiales que llevan, la vegetación usa los nutrientes para crecer y las partículas minerales y necromasa se incorporan al suelo. Por su parte las inundaciones periódicas producen anoxia (falta casi total de oxígeno) en el suelo durante parte del año, favoreciéndose la desnitrificación. Una parte importante de los nitratos procedentes de las vertientes pasan a la atmósfera por esta vía.³⁸

La eficacia de las zonas tampón depende en buena medida del tiempo que permanezcan los aportes en ella. Cuanto más tiempo, mayor será la desnitrificación, la retención de

³⁵ Nombre del arroyo proporcionado por el Director de Medio Ambiente del municipio de Fernández Alonso, este arroyo desemboca en la zona inundable del río Chané por lo que sus aguas llegarían en algún momento a unirse a dicho río.

³⁶ Modismo cruceño que significa líquido maloliente que proviene de los desechos de las melazas.

³⁷ Realizando un seguimiento al arroyo Mil Baras a través del software ArcGIS, se pudo observar que están conectadas a canales que derivan de las lagunas de UNAGRO. Se tomó una muestra en este arroyo (punto 77, zona faja Rocabado) donde la carga orgánica era elevada, la concentración de DQO era de 1.042,6 mg/l, lo que puede llevar a concluir que UNAGRO estaría descargando sus efluentes a este cuerpo de agua. Cabe recordar que cuando la comisión de la Contraloría visitó esta actividad no se identificó ninguna descarga por lo que se descartó la evaluación al ingenio azucarero.

³⁸ “Ecología Para La Agricultura” de Rocío Fernández Aléz y María José Leiva Morales. Pag. 184-185

sedimentos y la absorción de nutrientes por las plantas. El tiempo de permanencia de los aportes depende de la vegetación, anchura, pendiente (mientras menor sea la pendiente mayor el tiempo de permanencia).

El lugar donde se ubica el punto 38, es una zona inundable del río Chane, que se forma antes de confluir con el río Piraí, este lugar se caracteriza por tener una topografía plana al ser parte de las llanuras orientales, las áreas aledañas al río Chané como son los curichis, que son consideradas servidumbres ecológicas, han contribuido a evitar la deforestación total del lugar por el difícil acceso a la zona. Estas características que coinciden con las de una zona tampón habrían favorecido a la desnitrificación de las aguas del río Chané, provocando un descenso brusco en la concentración de nitratos entre los puntos 72 y 38, purificando las aguas del río de manera natural.

El análisis anterior junto a los resultados del Índice de Calidad del Agua ICA-NSF, muestran que el río Chané se encuentra en un rango de calidad malo, situación que pone en descubierto la poca capacidad de asimilar los nutrientes agregados al río de la actividad agrícola, la misma que estaría afectando de manera importante la calidad de las aguas principalmente del río Chané (ver mapa n.º 7 en el anexo 5).

En conclusión, el río Chané no tiene la capacidad de asimilar la cantidad de nutrientes que recibe por efecto de la actividad agrícola, pues su degradación es mucho más lenta que la carga orgánica, hecho que está afectando la calidad del río. Sin embargo la existencia de un área inundable (zona tampón), mejora de manera natural la calidad de las aguas a través de la desnitrificación, subiendo la calidad de las aguas del río Chané de un rango malo a medio al final de su curso.

Llegando al final del área de estudio de la auditoría, luego de la confluencia del río Piraí con el río Chané (punto 37) se observó que la existencia de una zona tampón en el río Chané neutralizó cualquier impacto importante sobre el Piraí generado por la actividad agrícola, aunque no deja de notarse el efecto de la agricultura porque luego de la confluencia la muestra tomada mostró elevaciones en la concentración de la conductividad, SDT, fosfatos y nitratos, sin embargo los valores no llegaron a superar los límites establecidos para cuerpos de agua clase C (ver las gráficas de los perfiles del anexo 2).

De acuerdo a los resultados del índice ICA-NSF que confirma el análisis anterior, el río Piraí luego de la confluencia con el río Chané (punto 37) no cambia su calidad manteniéndose en el rango medio, debido a la mejora natural de la calidad de este último antes de llegar al punto de confluencia (ver mapa n.º 7 en el anexo 5).

Cabe notar que aguas abajo de la confluencia, la zona todavía es intensamente agrícola, por lo que la posibilidad de incrementarse la concentración de nitratos y fosfatos en el río Piraí es alta, afectando la calidad y la capacidad de recuperación del río.

3.1.3 Variación de la calidad ambiental

En base a los análisis previos, cuyos resultados permitieron determinar la calidad ambiental del río Pirá y sus afluentes en el año 1999 y en el 2010, se evaluará a continuación la variación de la calidad ambiental producida entre estos dos momentos a partir de los factores que pudieron afectar la calidad ambiental, la actividad industrial, la actividad doméstica y la actividad agrícola.

Por una parte se ha evidenciado el crecimiento de la actividad industrial en la zona, en el año 1999 se identificaron 15 actividades industriales, para el año 2010 este número creció a 26 industrias en operación en el área de la cuenca.

De las 15 industrias identificadas en el año 1999, más del 50% contaban con la Licencia Ambiental aprobada y el 60% tenían un sistema de tratamiento de efluentes implementado.

En el año 2010, de las 26 industrias identificadas, también el 50% cuenta con Licencia Ambiental aprobada vigente, sin embargo ya el 80% tiene algún sistema de tratamiento de efluentes implementado (se observó que sólo 5 industrias carecen de sistemas de tratamiento o estos contemplan sólo un tratamiento físico primario). Estos resultados muestran que gran parte de las industrias han considerado tratar los efluentes antes de disponerlos, a diferencia del año 1999.

De las 15 industrias evaluadas en 1999, 8 ya no formaron parte de la presente evaluación, debido a que ya no generan descargas a un cuerpo de agua³⁹, estas actividades son: Schwartz Vrena Ltda., Ingenio azucarero Guabirá, FINO, Clarabella, PIL, SOBOLMA, UNAGRO y Destilería Santa Cecilia, estas dos últimas junto a Schwartz Vrena Ltda., de acuerdo al informe de auditoría, ya en 1999 no generaban descargas a un cuerpo de agua.

En el año 1999 se evaluaron a las 15 industrias que generaban efluentes a cuerpos de agua; en el 2010, de las 26 actividades industriales identificadas sólo se evaluaron 8.

De las ocho actividades clasificadas en el año 1999 por el riesgo de generar impacto en el río Pirá, para el año 2010 cinco salieron de la lista.

Esto muestra que a pesar de que la actividad industrial ha crecido, en la medida en que ésta lo hizo también creció el número de industrias que adecuaron el manejo de sus efluentes a través de sistemas de tratamiento o del reuso para riego de pastizales, anulando las descargas a un cuerpo de agua. Esto muestra que la incidencia de impacto ambiental al río Pirá o sus afluentes por efecto de la actividad industrial ha disminuido del año 1999 al 2010, aspecto que se podrá corroborar al evaluar la variación de la calidad ambiental en los siguientes tramos.

³⁹ Debido a que tratan sus efluentes en plantas de tratamiento o sistemas lagunares para luego ser empleados en el riego de sus predios.

Tramo 1.

Las aguas del arroyo Los Sauces se vieron afectadas en 1999 por la calidad de las aguas provenientes del Canal Cotoca, que recibía además de las descargas de las lagunas del Parque Industrial y otras clandestinas, que en conjunto afectaron visiblemente al cuerpo receptor y en consecuencia al arroyo. Estas condiciones no han cambiado, se ha evidenciado que en la actualidad el canal Cotoca continúa presentando niveles altos de contaminación afectando a las aguas del arroyo Los Sauces.

A diferencia del año 1999, actualmente el arroyo Los Sauces es un aportante de la cuenca del Piraí, su caudal no desaparece a pesar de que muestra fluctuaciones importantes en el caudal a lo largo de su curso.

De acuerdo a la evaluación de la calidad ambiental, realizada en base a la concentración de materia orgánica, en 1999 el arroyo Los Sauces tuvo la capacidad de recuperarse, mejorando la calidad del agua pasando de un rango malo a medio, gracias a la disminución de la concentración de materia orgánica.

En el 2010 la calidad de las aguas del arroyo se ve más afectada no sólo por los aportes del canal Cotoca, también existe una contribución importante de contaminantes por efecto de la intensa actividad agrícola existente en la zona y si bien el arroyo tiene la capacidad de degradar la carga orgánica, no sucede lo mismo con los nitratos y fosfatos que devienen de las prácticas agrícolas, pues la estabilidad de estos compuestos y la constante contribución de los mismos favorecen a que la calidad de las aguas del río sea mala en todo su curso hasta antes de confluir con el río Pailón.

Tramo 2.

En el año 1999, las aguas del arroyo Colorado se vieron seriamente afectadas por la actividad industrial, a la fecha las aguas en este sector han mejorado subiendo el rango de calidad de muy mala en 1999 a mala para el 2010, pues muchas de las industrias han implementado sistemas de tratamiento y/o no descargan sus efluentes al arroyo.

En el año 1999 la disminución de la carga orgánica permitió que las aguas del arroyo Colorado, luego de confluir con el río Warnes cambien de rango de calidad muy mala a aguas de calidad media, las mismas que continuaron mejorando gracias al caudal llegando al rango de calidad excelente en parte del río Chané. Aguas abajo la calidad disminuyó a un rango medio, sin embargo esta condición fue suficiente para definir que el río Chané no era un afluente que podría causar algún impacto al Piraí.

En el 2010 también se observa una mejora en la misma zona, las aguas del arroyo Colorado pasan de un rango de calidad mala a aguas de calidad media en lo que se denomina río

Chané, manteniendo esta condición hasta antes de la confluencia con el río Pailón. La mejora de la calidad también se atribuye al incremento del caudal.

En conclusión, este tramo, tanto en 1999 como en el 2010, muestra una buena capacidad de recuperación a pesar de la carga contaminante que acarrea el arroyo Colorado por efecto de las descargas industriales, condición que como se dijo anteriormente se atribuye al elevado caudal y en consecuencia a la elevada cantidad de oxígeno disuelto que contribuyen a degradar la carga orgánica y a elevar la calidad de las aguas.

Tramo 3.

De acuerdo a los resultados de la evaluación de 1999, al inicio de este tramo el río Piraí ya presentaba una concentración de carga orgánica, presumiblemente debido a la actividad doméstica que se encuentra aguas arriba (municipio de El Torno), situación que se mantiene en la actualidad.

En 1999 así como en el 2010 este tramo está afectado por las descargas industriales de la CBN, SAGUAPAC y el ingenio azucarero La Bélgica.

En 1999 y en el 2010 el caudal y la cantidad oxígeno disuelto que lleva el río, permitió y aún permite asimilar las descargas industriales, con la diferencia de que en la actualidad el río contiene más carga orgánica que en 1999.

En el 2010 el río Piraí, luego de las descargas de SAGUAPAC se ve más afectado que en 1999, debido por una parte al incremento de las descargas de esta actividad que contienen mayor carga orgánica que en 1999 y por otro lado debido al ingenio azucarero de La Bélgica, que si bien ya no genera descargas puntuales, la inundación de sus terrenos con sus efluentes podrían estar llegando directamente al Piraí por rebalse, contribuyendo a elevar la carga orgánica en este sector.

En el 2010, la suma de los volúmenes de las descargas de la CBN, los rebalses del riego del ingenio azucarero La Bélgica y principalmente las descargas de SAGUAPAC están contribuyendo a incrementar la carga orgánica del río Piraí de manera significativa respecto de 1999, disminuyendo notablemente la capacidad de recuperación del río, especialmente en el último sector donde la calidad de las aguas de este río que en 1999 estaban en el rango de calidad media, para el 2010 ha bajado al rango de calidad mala.

El río Chaco en 1999 era el cuerpo receptor de las descargas del ingenio azucarero La Bélgica y obtuvo un rango de calidad mala, afectando de la misma forma al río Piraí. En el 2010 las aguas del río Chaco ya no reciben descargas del ingenio azucarero La Bélgica por lo que sus aguas mejoraron su calidad clasificando en un rango de calidad media y minimizando su impacto sobre el Piraí.

Tramo 4.

El tramo comprende una zona en la que el río Piráí no recibe ningún tipo de descargas, tampoco las aguas de ningún afluente, lo que permitió evaluar con más precisión su capacidad de recuperación. Esta condición presente en 1999 se mantiene en el 2010.

En 1999 esta mejora se debió principalmente a la ausencia de aportantes (afluentes y/o descargas) que podían afectar la calidad del río, asimismo influyó de manera positiva el caudal que aumentó en este tramo y la distancia recorrida por el agua, mejorando la calidad del agua pasando de una condición media a buena al final del tramo.

Análogamente a 1999 en el 2010 el río muestra una mejora importante en la calidad de sus aguas, también debido a la ausencia de descargas y al aporte de otros afluentes, subiendo el rango de calidad de mala a media, próximo a calidad buena al final del tramo. Debe notarse sin embargo que a diferencia de 1999, este sector presenta una concentración de materia orgánica mayor debido al incremento de los aportes provenientes de la actividad industrial del tramo anterior.

Tramo 5.

En 1999 la calidad de las aguas del río La Madre se vio afectada por las descargas de COSMOL que hizo que las aguas del río La Madre alcancen el rango de calidad mala, afectando de la misma manera al río Piráí bajando su calidad de buena a mala.

En el 2010 el río La Madre ya no recibe las descargas de COSMOL, pero es el cuerpo receptor de la planta Faenadora Pío Rico y de la granja porcina La Madre, que carecen de un sistema de tratamiento de efluentes, razón por la cual las aguas del río La Madre están siendo afectadas y también se encuentran en el rango de calidad mala.

En 1999 el río Piráí se vio afectado por el aporte del río La Madre que bajó su calidad de buena a mala, en el 2010 debido a la mejora que tiene el río La Madre hacia el final de su curso, ya no afecta a la calidad del río Piráí.

El río Rincón del Naicó en 1999 recibía las descargas del Ingenio azucarero Guabirá, sin embargo por las condiciones del río y de las del muestreo de ese año, explicadas anteriormente, las aguas del río alcanzaron un rango de calidad media y tomando en cuenta que su caudal era despreciable respecto del Piráí, no fue un afluente que en ese momento haya afectado a la calidad de las aguas del ese río.

En el 2010 el río Rincón del Naicó es el cuerpo receptor de las descargas sin tratamiento del frigorífico Guabirá y de las lagunas de COSMOL que contribuyen a incrementar la carga orgánica del río y a disminuir su capacidad de recuperación, clasificando sus aguas en

el rango de calidad mala. En la actualidad el ingenio azucarero Guabirá ya no genera efluentes al río Rincón del Naicó.

En 1999 el río Piráí no se vio afectado por la calidad de las aguas del río Rincón del Naicó, en el 2010 el río Piráí sí se encuentra afectado por las aguas del citado río pues se ha apreciado un incremento en la carga orgánica después del punto de confluencia, superando los límites permitidos para cuerpos de agua clase C.

Se presume que en 1999 el río Piráí al final de su curso antes de confluir con el Chané mejoró en la calidad de sus aguas, subiendo de un rango malo a medio. En el 2010 el río Piráí mostró una buena capacidad de asimilación la carga orgánica pero debido a que esta se encuentra en mayor concentración que en 1999, la capacidad de recuperación se ve menguada por lo que el rango de calidad media de las aguas del río Piráí se mantiene invariable hasta antes de la confluencia con el río Chané.

Tramo 6.

Debido a la buena calidad de las aguas del río Chané que fueron evaluadas en 1999, se presume que el tramo final este río hasta la confluencia con el Piráí mantuvo ese rango de calidad, por lo que no representó un afluente que podía causar algún impacto al Piráí.

En el 2010, la situación del río Chané es diferente, los resultados del análisis muestran que sus aguas alcanzan un rango de calidad mala especialmente en el último tramo antes de confluir con el río Piráí, lo que está asociado a la poca capacidad que tiene el río de asimilar los nutrientes agregados por efecto de la intensa actividad agrícola existente en la zona, la misma que estaría afectando de manera importante a la calidad de las aguas del río Chané.

Sin embargo, las condiciones del río Chané al igual que las del río Piráí antes de la confluencia, muestran que este último no se ve afectado por los aportes del Chané, gracias a que las aguas aportadas por el río Chané mejoran de manera natural antes de unirse al Piráí, permitiendo que este último se mantenga en el rango de calidad media.

3.1.4 Efecto o consecuencias de mantener la condición evidenciada asociada a la variación de la calidad ambiental del río Piráí.

Los efectos constituyen la consecuencia real o potencial (riesgo) que surgen de mantener la condición detectada y son el resultado de comparar la condición con el criterio del hallazgo. Por eso, en el siguiente cuadro se presenta un resumen de la condición detectada respecto del criterio definido para el objetivo específico n.º 1.

Condición detectada respecto al criterio definido para objetivo específico n.º 1
Tabla n.º 10

Criterio	Condición detectada
<p>La variación de la calidad ambiental del río Pirá y de sus afluentes debe mostrar que ha existido una preservación y conservación de estos recursos hídricos o una tendencia hacia su mejora y/o restauración.</p>	<p>Respecto del curso principal del río Pirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La variación de la calidad ambiental del río Pirá en el curso principal del río no ha presentado una notable variación desde 1999, la mayor parte del curso de agua en las escalas de clasificación establecidas para el análisis, muestran que el río ha mantenido un rango de calidad media; sin embargo en el sector que comprende desde las descargas de SAGUAPAC hasta la altura del puente la Bélgica la calidad de sus aguas está más afectada, pasando de un rango de calidad media en 1999 a mala en el 2010. • A pesar de que el rango de calidad no se ha modificado notablemente, el río Pirá contiene más carga orgánica que en 1999 debido al incremento de los volúmenes de descargas industriales (SAGUAPAC, la CBN y los posibles rebalses del riego del Ingenio La Bélgica). • La capacidad de recuperación del río Pirá, ha disminuido respecto de 1999 debido al incremento de la carga orgánica. <p>Respecto de los afluentes del río Pirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La calidad del río Chaco ha mejorado de 1999 a 2010 gracias a que el Ingenio La Bélgica ya no descarga sus efluentes a este río, el rango de calidad ha subido de mala a media. • El río La Madre no ha mejorado su calidad, las aguas de este río tanto en 1999 como en la actualidad mantienen un rango de calidad mala, debido a la actividad industrial. A diferencia de 1999 el río La Madre ya no afecta al Pirá. • El río Rincón del Naicó ha disminuido su calidad, bajando su rango de media en 1999 a mala para el año 2010 debido a la actividad industrial. A diferencia de 1999 el río Rincón del Naicó sí afecta al Pirá incrementando la carga orgánica. • En cuanto a los afluentes secundarios tenemos que el arroyo los Sauces aún se encuentra afectado por las descargas que recibe del canal Cotoca y mantiene el rango de calidad mala en todo el tramo debido a la cantidad de nutrientes que contiene por efecto de la actividad agrícola. • El arroyo Colorado muestra una mejora en la calidad de sus aguas, subiendo el rango de calidad de muy mala en 1999 a mala para el año 2010, esta variación está asociada a las adecuaciones en el manejo de los efluentes de la actividad industrial. • El río Chané y sus afluentes primarios como el río Pailón y el arroyo Los Sauces están seriamente afectados por la intensa actividad agrícola existente en la zona, lo que conduce a que las aguas de estos ríos clasifiquen en el rango de calidad mala. Algunos de estos ríos no fueron evaluados en 1999, presumiblemente porque no existían indicios de un impacto importante por este tipo de actividad.

Fuente: Elaboración propia.

La variación de la calidad ambiental ha mostrado mejoras en algunos cuerpos de agua, sin embargo en la mayor parte de la cuenca ha existido una disminución de la calidad.

Mejora de la calidad ambiental

Han existido cuerpos de agua donde la calidad del agua mejoró, como el río Chaco que cambió el rango de mala a media gracias a que el ingenio La Bélgica ya no descarga efluentes a este cuerpo de agua. Asimismo, el arroyo Colorado mejoró la calidad de sus aguas de muy mala a mala gracias a la adecuación de muchas actividades industriales con la implementación de sistemas de tratamiento o suprimiendo la generación de descargas a este cuerpo de agua.

También ha existido una mejora en un sector del río Piráí luego de la confluencia con el río La Madre, subiendo el rango de calidad mala a media. La afectación provenía de las descargas de COSMOL que no tenían tratamiento previo, actualmente COSMOL realiza el tratamiento de sus efluentes y descarga a otro cuerpo de agua. El impacto que actualmente recibe el río La Madre ya no afecta al río Piráí.

Disminución de la calidad ambiental

Ha disminuido la calidad de las aguas en el río Piráí a la altura del puente Eisenhower que en 1999 tenían un rango de calidad buena, para el 2010 ha bajado a un rango de calidad media por incremento de la carga orgánica proveniente de las actividades industriales ubicadas aguas arriba (SAGUAPAC, la CBN y los posibles rebalses del riego del Ingenio La Bélgica).

Otra disminución de la calidad se ha observado en el tramo que comprende luego de las descargas de SAGUAPAC hasta la altura del puente La Bélgica donde la calidad alcanzó rango medio en 1999 y para el 2010 bajó a malo, debido al incremento de los volúmenes de carga orgánica proveniente de las actividades industriales de la zona.

Otro cuerpo receptor afectado es el río Rincón del Naicó que en 1999 alcanzó un rango de calidad media y para el 2010 se encuentran en el rango de calidad mala, debido a las descargas del frigorífico Guabirá y en menor proporción a las de COSMOL.

Asimismo, el arroyo Los Sauces en 1999 mostró una tendencia a recuperarse subiendo a un rango de calidad media al final de su curso, para el 2010 este cuerpo de agua se encuentra en el rango de calidad mala en casi todo el curso de agua, con un sector de calidad muy mala.

Finalmente el sector noreste de la cuenca que comprende parte del río Pailón y del Chané se encuentra seriamente afectado por la actividad agrícola que ejerce un impacto importante en la calidad de las aguas de estos ríos clasificándolos en el rango de calidad mala hasta antes de confluir con el Piráí, sólo la existencia de una zona tampón permite mejorar la calidad de las aguas del río Chané evitando así impactar al río Piráí por efecto de la actividad agrícola.

Efecto

La variación de la calidad ambiental del río Pirá y de sus afluentes no responde al criterio establecido, no ha existido una preservación y conservación de los recursos hídricos y mucho menos una tendencia hacia su mejora y/o restauración, excepto casos aislados cuya mejora está asociada a las adecuaciones que se han producido en la actividad industrial.

Se ha observado que el crecimiento y la intensificación de la actividad agrícola están afectando de manera notable la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca del Pirá.

Por tanto, de existir descargas industriales no controladas que contengan elevada carga orgánica, de incrementarse los volúmenes de descargas no tratadas y de continuar el crecimiento de la actividad agrícola con la consecuente suma del uso de agroquímicos, existe el riesgo de que la capacidad de recuperación del río Pirá y sus afluentes se vea ampliamente rebasada, generando impactos ambientales importantes, comprometiendo la subsistencia de la vida acuática y la salud pública.

3.2 Hallazgo correspondiente a la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirá

A continuación se expondrá la condición del hallazgo asociada al objetivo específico n.º 2, referido a la evaluación de la variación de la condición del medio ambiente del río Pirá y a la verificación de que si los cambios detectados corresponden a lo establecido por la normativa.

Recordemos que la condición como parte del estado ambiental se refiere a los aspectos políticos, económicos, sociales, culturales, etc. del medio ambiente en un momento determinado.⁴⁰

Para el caso de la presente auditoría, la variación de la condición se refiere a los cambios ocurridos en los aspectos ya definidos de las actividades domésticas y agrícolas existentes en la cuenca del río Pirá en dos momentos, en 1999 y en el año 2010.

Para establecer la variación de la condición se expondrán análisis independientes de cada época y de cada actividad, en primera instancia se expondrán los aspectos asociados a la actividad doméstica del año 2001 y del año 2010 y luego y en la misma secuencia se expondrán los aspectos relacionados con la actividad agrícola entre los años 1999 y 2010.

⁴⁰ Definición establecida en las Normas de Auditoría Ambiental aprobadas mediante Resolución CGR/026/2005 del 24 de febrero de 2005.

3.2.1 Condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirá asociada a la actividad doméstica

3.2.1.1 Actividad doméstica en el año 2001

La evaluación de la actividad doméstica en la cuenca del río Pirá en el año 2001 se hizo sobre las once (11) comunidades seleccionadas, siguiendo la agrupación establecida respecto de las cuales se recabó información sobre la cantidad de habitantes y el manejo y disposición de sus aguas residuales a partir de la existencia de servicios básicos (ver ubicación de las comunidades en el mapa n.º 8 del anexo 5).

La información acerca de la disponibilidad de servicios básicos ha permitido conocer las condiciones en las que se encontraban las comunidades seleccionadas en el año 2001 en cuanto a la forma de disponer sus aguas residuales y su relación con los cuerpos de agua de la cuenca del Pirá. El siguiente cuadro resume esta información.

Cobertura sanitaria en los municipios de la cuenca del Pirá-2001

Tabla n.º 11

Cuerpo de agua cercano a las comunidades	Comunidades	Número de familias	% de familias con un medio de disposición de excretas	% de familias con pozos ciegos, cámara séptica o alcantarillado	% de familias que desecha a la calle, quebrada o río
		2001	2001	2001	2001
Río Chané	<i>Grupo 1 - Municipio de Fernández Alonso</i>				
	Chané Magallanes	138	98	95 (pozo ciego), 3 (cámara séptica) y 2 (alcantarillado)	2
	Chané Independencia	437	93	92 (pozo ciego), 7 (cámara séptica) y 1 (alcantarillado).	7
Río Chané	<i>Grupo 2 - Municipio de General Saavedra</i>				
	Puente Caimanes	151	97	64 (cámara séptica), 36 (pozo ciego)	3
	Poza Caimanes	91	98	98 (pozo ciego), 2 (cámara séptica).	2
	Villa Copacabana	56	100	91 (pozo ciego), 9 (cámara séptica).	0
Río Bibosi	<i>Grupo 3 - Municipios de General Saavedra y Minero</i>				
	Pico de Monte ⁴¹	203	89	86 (pozo ciego), 12 (cámara séptica) y 2 (alcantarillado).	11
	Minero	2385	94	70 (pozo ciego), 28 (cámara séptica) y 2 (alcantarillado).	6
	Rancho Nuevo	17	100	100 (pozo ciego).	0
Río Pirá	Pueblo Nuevo-municipio de Minero	115	97	99 (pozo ciego), 1 (cámara séptica).	3

⁴¹ Esta comunidad pertenece al municipio de General Saavedra.

Cuerpo de agua cercano a las comunidades	Comunidades	Número de familias	% de familias con un medio de disposición de excretas	% de familias con pozos ciegos, cámara séptica o alcantarillado	% de familias que desecha a la calle, quebrada o río
		2001	2001	2001	2001
Río Piraí	Juan Latino-municipio de Warnes	145	96	83 (pozo ciego), 14 (cámara séptica) y 3 (alcantarillado).	4
Río Warnes	Chané Justiniano-municipio de Warnes	132	92	78 (pozo ciego), 22 (cámara séptica).	8

Fuente: elaboración propia en base a datos del CENSO 2001 del INE e información proporcionada por los municipios.

Grupo 1.

Estas comunidades fueron agrupadas por su proximidad entre ellas y por su proximidad al río Chané.

Dado que más del 90% de la población de las comunidades contaba con pozos ciegos para la disposición de sus excretas, la probabilidad de contaminar las aguas del río Chané por efecto de las actividades domésticas sobre este cuerpo de agua, eran escasas.

Grupo 2.

Estas comunidades fueron agrupadas por su proximidad entre ellas y por su proximidad al río Chané.

Análogamente a la situación del primer grupo, este segundo también presenta un alto porcentaje de instalación de pozos ciegos para la disposición de excretas superando el 90% del total de las familias que habitaban las comunidades, esto implica que la probabilidad de afectar a la calidad de las aguas del río Chané en esta zona por efecto de ese factor era también escasa.

Grupo 3.

Estas comunidades fueron agrupadas por su proximidad entre ellas y por su proximidad al río Bibosi.

En este tercer grupo también se evidencia que en el año 2001 más del 80% de la población de estas tres comunidades contaba con un medio de disposición de excretas, más del 70% empleaba pozos ciegos y los que disponían de mejores condiciones empleaban cámaras sépticas o alcantarillado. Por tanto, dadas estas condiciones la probabilidad de afectar a las aguas del río Bibosi por efecto de esa actividad en la zona, era escasa.

Comunidades independientes:

La comunidad Pueblo Nuevo y la comunidad Juan Latino se encuentran próximas al río Pirá y la comunidad Chané Justiniano se encuentra próxima al río Warnes.

Como en los casos anteriores, más del 80% de la población de estas tres comunidades contaba con un medio de disposición de excretas siendo el pozo ciego el más empleado y menos del 10% del total de la población disponía sus aguas residuales a la calle, quebrada o río. Por tanto, la probabilidad de afectar a las aguas del río Pirá o del río Warnes por efecto de la actividad doméstica considerada, era escasa.

3.2.1.2 Actividad doméstica en el año 2010

La evaluación para el año 2010 se hizo análogamente a la realizada para el año 1999 sobre las once (11) comunidades seleccionadas (ver ubicación de las comunidades en el mapa n.º 8 del anexo 5).

Para conocer la situación de los servicios básicos en el año 2010 se solicitó información a los municipios a los que estas pertenecen. La información proporcionada está basada en datos obtenidos a través de encuestas que fueron realizadas en las comunidades por personeros del cada municipio. A continuación se presenta un resumen de esta información.

Cobertura sanitaria en los municipios de la cuenca del Pirá-2010**Tabla n.º 12**

Cuerpo de agua cercano a las comunidades	Comunidades	Número de familias	% de familias con un medio de disposición de excretas	% de familias con pozos ciego, cámara séptica o alcantarillado	% de familias que desecha a la calle, quebrada o río
		2010	2010	2010	2010
Río Chané	<i>Grupo 1 - Municipio de Fernández Alonso</i>				
	Chané Magallanes	189	100	100 (pozo ciego)	0
	Chané Independencia	800	100	100 (pozo ciego)	0
Río Chané	<i>Grupo 2 - Municipio de General Saavedra</i>				
	Puente Caimanes	250	81	100 (pozo ciego)	19
	Poza Caimanes	125	92	100 (pozo ciego)	8
	Villa Copacabana	99	79	100 (pozo ciego)	21
Río Bibosi	<i>Grupo 3 - Municipios de General Saavedra y Minero</i>				
	Pico de Monte ⁴²	350	59	100 (pozo ciego)	41
	Minero	3960	100	85 (cámara séptica), 15 (pozo ciego).	0
	Rancho Nuevo	0	0	0	0

⁴² Esta comunidad pertenece al municipio de General Saavedra.

Cuerpo de agua cercano a las comunidades	Comunidades	Número de familias	% de familias con un medio de disposición de excretas	% de familias con pozos ciegos, cámara séptica o alcantarillado	% de familias que desecha a la calle, quebrada o río
		2010	2010	2010	2010
Río Pirafé	Pueblo Nuevo-municipio de Minero	195	100	80 (cámara séptica), 20 (pozo ciego).	0
Río Pirafé	Juan Latino-municipio de Warnes	210	40	50 (cámara séptica), 50 (pozo ciego).	60
Río Warnes	Chané Justiniano-municipio de Warnes	103	97	79 (pozo ciego), 21 (cámara séptica).	3

Fuente: elaboración propia en base a datos del CENSO 2001 del INE e información proporcionada por los municipios.

Grupo 1.

El reporte señala que todas las familias de estas comunidades cuentan con pozos ciegos, por tanto la probabilidad de afectar a las aguas del río Chané por efecto de la actividad doméstica es escasa, sin embargo debe notarse que en la información proporcionada por el municipio de Fernández Alonso aclaran que las aguas de lavado, duchas y otros son dispuestos a canales que desembocan en el río Chané, por tanto si bien la probabilidad de contaminar el río con materia fecal es reducida, la situación no es la misma respecto de los residuos líquidos de lavado que básicamente contienen aceites y grasas, fosfatos y restos de materia orgánica.

Grupo 2.

En este grupo más del 70% de la población descarga sus desechos a pozos ciegos, el 30% descarga sus aguas residuales hacia la calle, quebrada o río, por lo que existe un porcentaje significativo de la población que estaría generando un impacto a los cuerpos de agua por desechos las aguas servidas a la calle, quebrada o río que se suma a la disposición de las aguas de lavado e higiene personal, por tanto, el río Chané en este sector puede verse afectado por efecto de las actividades domésticas.

Grupo 3.

En este grupo se observan situaciones distintas en las dos comunidades, por un lado la población de Minero que en su totalidad cuenta con un sistema de disposición de desechos líquidos ya sea a través de cámaras séptica o por pozos ciegos y por otro lado está la comunidad de Pico de Monte donde más del 40% de la población carece de un sistema de disposición de sus desechos siendo estos descargados a la calle, quebrada o río. La situación de esta última comunidad compromete la calidad de las aguas del río Bibosi.

Comunidades independientes:

En estas comunidades que se han seleccionado de manera independiente se observa que más del 90% de la población de dos de ellas, Pueblo Nuevo y Chané Justiniano, cuentan con un medio de disposición de excretas siendo la cámara séptica en un caso y el pozo ciego en el otro, el método más empleado. La implementación de sistemas de disposición de efluentes domiciliarios en estas comunidades minimiza las probabilidades de afectar la calidad de las aguas de los ríos Pirá y Warnes respectivamente.

A diferencia de las comunidades mencionadas, la información proporcionada por el municipio de Warnes muestra que el 60% de la población de la comunidad Juan Latino actualmente desecha sus aguas residuales a la calle, quebrada o al río, siendo por tanto el río Pirá el cuerpo de agua con probabilidades de verse afectado por la actividad doméstica de esta comunidad.

3.2.2 Condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirá asociada a la actividad agrícola

La condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirá asociada a la actividad agrícola será evaluada a partir de información relacionada con las superficies de cultivo existentes en el año 1999 y en el año 2010 y con el uso de agroquímicos.

En cuanto a las condiciones de operación de la actividad agrícola se vio tipos de cultivo, sistemas de drenaje y uso de agroquímicos, que serán expuestos sólo en lo que respecta al año 2010 toda vez que no se ha hallado información del año 1999 en toda la documentación que la Contraloría pudo recabar de instancias como la Gobernación de Santa Cruz, los Gobiernos Municipales y otras como el Instituto Nacional de Estadística, el Ministerio de Autonomías, el SENASAG, FAO, APIA⁴³ y el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.

La identificación de las superficies de cultivo tanto del año 1999 como del año 2010 se ha realizado a partir de imágenes satelitales. Para delimitar las áreas con y sin actividad agrícola se utilizó una combinación de bandas en falso color TM541 que identifica según la coloración la superficies de cultivo y las áreas no cultivadas, para ello se empleó la imagen satelital LANDSAT 7TM 231/072 del Instituto Nacional de Pesquisas del Brasil (INPE). La imagen del año 1999 data del 29 de julio y la imagen del año 2010 data del 06 de abril⁴⁴.

El análisis y evaluación de la condición se hizo sobre la zona de actividad agrícola alta en la cuenca del río Pirá (ver ubicación del área en el mapa n.º 9 del anexo 5). Esta zona comprende cinco municipios que son: Warnes, Montero, Minero, General Saavedra y

⁴³ Asociación de Proveedores de Insumos Agrícolas.

⁴⁴ Cabe notar que la delimitación de las áreas de cultivo a través de las imágenes satelitales fue realizada a través de un trabajo de gabinete, no se hizo la verificación en campo por lo que los datos obtenidos son aproximados.

Fernández Alonso, cabe aclarar que sólo se evaluó la superficie de cada municipio contenida dentro el límite de la cuenca y es de esta superficie de la que se emitió opinión.

A continuación presentamos un cuadro resumen de las superficies cultivadas por municipio en el año 1999 y en el año 2010, asimismo se incluyen los datos de las superficies totales de los municipios y las superficies que se encuentran dentro la zona de estudio.

Superficies de cultivo en la zona de actividad agrícola de la cuenca del Piráí

Tabla n.º 13

Municipio	1999	2010	Superficie del municipio evaluada (has)	Superficie total del municipio ⁴⁵ (has)	% superficie del municipio evaluado
	Superficie cultivada (has)	Superficie Cultivada (has)			
F. Alonso	14.105,12	17.292,73	23.629,30	76.732,68	31
General Saavedra	43.421,35	47.300,24	49.446,89	53.442,55	93
Minero	25.783,90	37.299,15	39.875,06	42.394,86	94
Warnes	113.394,61	118.345,57	128.912,34	132.830,31	97
Montero	22.764,49	27.855,53	31.502,03	31.502,03	100

Fuente: elaboración propia en base al mapa de municipios e imágenes satelitales.

Las imágenes a partir de las cuales se determinó y calculó la información que se muestra en el cuadro anterior se encuentran en el anexo 5, en los mapas n.ºs 10, 11, 12, 13 y 14 que muestran las superficies de cultivo en los años 1999 y 2010 en cada uno de los municipios.

A continuación se expondrán brevemente los aspectos asociados a las condiciones de operación en las zonas de cultivo en el año 2010 por municipio.

En el municipio de Warnes la actividad económica más importante es la agricultura cuya producción se basa principalmente en la caña de azúcar, seguida de la soya, arroz, yuca y maíz.

Los cuerpos de agua de la cuenca del Piráí que pasan por este municipio y que se ven afectados por la actividad agrícola son el río Piráí, el arroyo Los Sauces, el arroyo Chuchío, la quebrada Azafrán (que confluye con el río Pailón), el arroyo Guapomó, el río Pailón, la quebrada El Toro y el río Chané.

En el municipio de General Saavedra la actividad agrícola está considerada como el motor de la economía municipal debido a que la mayor cantidad de ingresos de la población es generada por esta actividad.

⁴⁵ Calculado a partir del mapa de municipios cuyos límites son referenciales.

El principal cultivo y de mayor importancia económica es la caña de azúcar, ocupa el 92% del total del área de cultivo, le sigue con una gran diferencia la producción de soya con el 7% y por último por debajo del 1% están los cultivos de algunos productos perennes orientados principalmente al autoconsumo de la familia del productor.

Los cuerpos de agua que pasan por este municipio y que pertenecen a la cuenca del Pirá son los ríos del Palo y parte del río Bibosi.

En el municipio de Minero el uso del suelo está destinado principalmente a la actividad agrícola que cubre más del 50% de la superficie del municipio. Predominan los cultivos de caña de azúcar y en muy poca proporción soya, yuca y maíz. Se ha observado que gran parte de las áreas de uso agrícola carecen de protección (cortinas rompe-vientos), lo que influye negativamente en las cosechas por el tema de la polinización y fundamentalmente por la erosión eólica e hídrica superficial a que son sometidos los suelos.

Por el municipio de Minero pasan los siguientes cuerpos de agua: río Pirá (conocido en el municipio como río el Naranjo), río Chané, río Bibosi y otros como el río del Palo y las quebradas San Lorenzo y 5 tubos.

En el municipio de Fernández Alonso la principal actividad es la agrícola que es considerada como el motor de la economía. Los productos cultivados desde el punto de vista de su importancia son: soya, caña de azúcar, maíz, sorgo, trigo, yuca, papa, sandía, verduras y hortalizas.

Los cuerpos de agua que pasan por el municipio de Fernández Alonso son los ríos Pirá y Chané, además del río Grande y el río Viejo, estos últimos no forman parte del presente estudio.

En el municipio de Montero la actividad económica se centra en la agricultura en un 80%, el 20% restante está destinado al comercio y transporte. Dentro las actividades productivas agrícolas se encuentran principalmente los cultivos de caña de azúcar y granos y en menor proporción hortalizas, plátano, café, verduras y tubérculos.

Por el municipio de Montero pasan varios cuerpos de agua, los que forman parte del presente estudio son el río Pirá, río La Madre, río Rincón del Naicó y la quebrada El Toro.

En toda la zona de actividad agrícola alta de la cuenca del Pirá no está implementado ningún tipo de sistema de riego por lo que los cultivos son a secano, es decir que dependen exclusivamente de las lluvias. En cuanto al drenaje utilizado en todos los casos es a base de canales⁴⁶.

⁴⁶ Información proporcionada por la FAO y está referida a las costumbres comunes del área.

En toda la zona de alta actividad agrícola es habitual el uso de agroquímicos como fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas, semillas mejoradas y otros insumos agrícolas para optimizar el rendimiento productivo y para el control de enfermedades y plagas que incluso conlleva la aplicación de productos prohibidos por su toxicidad⁴⁷.

A continuación presentamos un extracto de los agroquímicos más utilizados según el rubro de producción e incluimos la clasificación de toxicidad establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta información está basada en datos proporcionados por la Gobernación de Santa Cruz y por los municipios a través de los respectivos Planes de Desarrollo Municipal.

Clasificación Toxicológica agroquímicos
Tabla n.º 14

Clasificación de la O.M.S.	Riesgo
Clase Ia	Productos sumamente peligrosos
Clase Ib	Productos muy peligrosos
Clase II	Productos moderadamente peligrosos
Clase III	Productos poco peligrosos
Clase IV	Productos que normalmente no ofrecen peligro

Fuente: Elaboración propia en base a la Clasificación Toxicológica según OMS.

Agroquímicos empleados en la producción de caña de azúcar
Tabla n.º 15

Agroquímico	Ingrediente activo	Acción	Categoría de toxicidad
Paraquat	Paraquat	Herbicida	II
AU 80	-	-	No tiene registro
2-4D	-	-	No tiene registro
Arsonex	M.S.M.A.	Herbicida	II
Ametrina	Ametrina	Herbicida	III
Target	M.S.M.A.	Herbicida	II
Ametrex 50	Ametrina	Herbicida	III
Ametrex 80	Ametrina	Herbicida	III
Gramoxone	Paraquat	Herbicida	II
Urea	Nitrógeno	Fertilizante	IV
Triple 15	-	-	No tiene registro
Vircarzan	-	-	No tiene registro
Randal	-	-	No tiene registro
Herbamex	2,4-D	Herbicida	II

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Gobierno Autónomo Departamental, municipios de Santa Cruz y SENASAG.

Agroquímicos empleados en la producción de soya
Tabla n.º 16

Agroquímico	Ingrediente activo	Acción	Categoría de toxicidad
Glifosato	Glifosato	herbicida	IV, III y II
2,4-D	2,4-D	Herbicida	II
Starane	Fluroxypyr	herbicida	II

⁴⁷ De acuerdo a lo señalado por algunos municipios en sus PDM.

Agroquímico	Ingrediente activo	Acción	Categoría de toxicidad
Imazethapyr	Imazethapyr	Herbicida	IV
Clethodim	Clethodim	herbicida	IV
Tratamiento de Semilla Maxim	-	Fungicida	No tiene registro
Selective	Flutriafol	Fungicida	IV
Folicur 200 EC	Tebuconazole	Fungicida	IV
Opera	Pyraclostrobin + epoxiconazole	Fungicida	II
Priori xtra	Azoxystrobin + cyproconazole	Fungicida	II
Cruisser	Thiamethoxam	Insecticida	IV
Cipermetrina	Cipermetrina	Insecticida	II
Clorpirifos	Clorpirifos	Insecticida	II
Engeo 247 SC	Thiamethoxam + Lambdacyhalothrin	Insecticida	II
Lufenuron	Lufenuron	Insecticida	II y Ib
Methomyl	methomyl	Insecticida	II y Ib
Arrazador	Abamectina	Insecticida	II

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Gobierno Autónomo Departamental, municipios de Santa Cruz y SENASAG.

Agroquímicos empleados en la producción de maíz

Tabla n.º 17

Agroquímico	Ingrediente activo	Acción	Categoría de toxicidad
Glifosato	Glifosato	herbicida	IV, III y II
Atrazina	Atrazina	herbicida	IV,III,II
Clorpirifos	Clorpirifos	Insecticida	II, Ib
Mach	-	-	No tiene registro
Tracer	Spinosad	Insecticida	IV

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Gobierno Autónomo Departamental, municipios de Santa Cruz y SENASAG.

Agroquímicos empleados en la producción de arroz

Tabla n.º 18

Agroquímico	Ingrediente activo	Acción	Categoría de toxicidad
Glifosato	Glifosato	herbicida	IV, III y II
2,4-D	2,4-D	Herbicida	II
Proparroz 80 GD	Propanil	Herbicida	IV
Tordon 101	Picloram +2,4D	Herbicida	II
Nuvacrom	-	Insecticida	No tiene registro
Cipermetrina	Cipermetrina	Insecticida	II
Monocrotofos	Monocrotofos	Insecticida	Ib
Monocron 60	Monocrotofos	Insecticida	Ib
Folicur 200 EC	Tebuconazole	Fungicida	IV

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Gobierno Autónomo Departamental, municipios de Santa Cruz y SENASAG.

Se consultó a la Gobernación y a los municipios acerca de acciones realizadas para evitar la contaminación de los cuerpos de agua, entre otros por el escurrimiento de áreas agrícolas debido al uso de agroquímicos. Las respuestas emitidas por estas instancias han puesto en manifiesto que no han realizado gestiones que permitan controlar y regular las condiciones de drenaje de las áreas de cultivo a fin de evitar la contaminación a los cuerpos de agua por el uso de insumos agrícolas.

3.2.3 Variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí

3.2.3.1 Variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí asociada a la actividad doméstica

La información recabada del año 2001 y del 2010 respecto del manejo y disposición de las aguas residuales domésticas de las comunidades que están más próximas a los cuerpos de agua de la cuenca del río Piráí, permitirá evaluar la variación de la condición de este medio ambiente asociado a esta actividad. El siguiente cuadro fusiona la información señalada anteriormente.

Resumen de la cobertura sanitaria en los municipios de la cuenca del Piráí

Tabla n.º 19

Cuerpo de agua cercano a las comunidades	Comunidades	Número de familias		% de familias con un medio de disposición de excretas		% de familias con pozos ciegos, cámara séptica o alcantarillado		% de familias que desecha a la calle, quebrada o río	
		2001	2010	2001	2010	2001	2010	2001	2010
Río Chané	<i>Grupo 1 - Municipio de Fernández Alonso</i>								
	Chané Magallanes	138	189	98	100	95 (pozo ciego), 3 (cámara séptica) 2 (alcantarillado)	100 (pozo ciego)	2	0
	Chané Independencia	437	800	93	100	92 (pozo ciego), 7 (cámara séptica) 1 (alcantarillado)	100 (pozo ciego)	7	0
Río Chané	<i>Grupo 2 - Municipio de General Saavedra</i>								
	Puente Caimanes	151	250	97	81	64 (cámara séptica), 36 (pozo ciego)	100 (pozo ciego)	3	19
	Poza Caimanes	91	125	98	92	98 (pozo ciego), 2 (cámara séptica)	100 (pozo ciego)	2	8
	Villa Copacabana	56	99	100	79	91 (pozo ciego), 9 (cámara séptica)	100 (pozo ciego)	0	21
Río Bibosi	<i>Grupo 3 - Municipios de General Saavedra y Minero</i>								
	Pico de Monte ⁴⁸	203	350	89	59	86 (pozo ciego), 12 (cámara séptica) 2 (alcantarillado)	100 (pozo ciego)	11	41
	Minero	2385	3960	94	100	70 (pozo ciego) 28 (cámara séptica) 2 (alcantarillado)	85 (cámara séptica), 15 (pozo ciego)	6	0
	Rancho Nuevo	17	0	100	0	100 (pozo ciego)	0	0	0
Río Piráí	Pueblo Nuevo municipio de Minero	115	195	97	100	99 (pozo ciego), 1 (cámara séptica)	80 (cámara séptica), 20 (pozo ciego).	3	0
Río Piráí	Juan Latino-municipio de Warnes	145	210	96	40	83 (pozo ciego), 14 (cámara séptica) 3 (alcantarillado)	50 (cámara séptica), 50 (pozo ciego).	4	60
Río Warnes	Chané Justiniano-municipio de Warnes	132	103	92	97	78 (pozo ciego), 22 (cámara séptica)	79 (pozo ciego), 21 (cámara séptica).	8	3

Fuente: elaboración propia en base a datos del CENSO 2001 del INE e información proporcionada por los municipios.

⁴⁸ Esta comunidad pertenece al municipio de General Saavedra.

Es necesario hacer referencia a algunas características propias del funcionamiento de los pozos ciegos dada la amplia cobertura que tiene. En este medio de disposición de excretas la materia orgánica de las aguas fecales se degrada por actividad biológica, generando polipéptidos, aminoácidos y posteriormente aminas, como resultado de la biodigestión de las proteínas que pasan a nitritos y amonio que al ser inestables se oxidan rápidamente para formar nitratos, siendo esta la forma más estable y móvil de la materia.

Las bacterias fecales al igual que los nitratos por su movilidad y estabilidad pueden llegar a los acuíferos⁴⁹ poco profundos, debido a que estos acuíferos se mueven recorriendo grandes distancias y como el agua se mueve vertical y horizontalmente, es decir existe circulación entre acuíferos superiores e inferiores, estas napas son susceptibles a ser contaminadas por nitratos y bacterias fecales.

Por tanto, la posibilidad de contaminar los acuíferos y las aguas subterráneas con nitratos y bacterias fecales es mucho mayor que el riesgo de contaminar los cuerpos de agua superficiales por los desechos fecales depositados en pozos ciegos. Esta posibilidad disminuye aún más, considerando que la zona tiene una pendiente mínima.

Cabe aclarar que la evaluación del medio de disposición de excretas no es parte del alcance de esta auditoría por lo que no se opinará sobre qué medio de disposición es mejor o más adecuado para la zona, sin embargo se repara en el uso de pozos ciegos pues su empleo representa un problema en las zonas que son propensas a inundaciones.

En el año 2001 un promedio del 96% de la población contaba con un medio de disposición de excretas y de esta más del 70% empleaba pozos ciegos seguido del uso de cámaras sépticas y en menor proporción empleaban alcantarillado. Para el año 2010 el promedio del porcentaje de cobertura ha disminuido siendo sólo el 85% de la población que cuenta con un medio de disposición de excretas predominando también el uso de pozos ciegos excepto en las comunidades del municipio de Minero donde la cámara séptica es el sistema empleado por más del 80% de la población.

Entre el año 2001 y el 2010 se observa que en 5 de las 10 comunidades hubo un incremento en la cobertura del uso de un medio de disposición de excretas, siendo importante el alcance en las comunidades que pertenecen a los municipios de Fernández Alonso y Minero cuya cobertura alcanzó al 100% de la población.

No debe olvidarse que esta cobertura no contempla la disposición de aguas de lavado e higiene personal que son dispuestas sin tratamiento a los canales que desembocan en los cuerpos de agua, esta situación ha sido evidente en algunos cuerpos de agua ya que se han

⁴⁹ Acuíferos: Se llama a una capa porosa de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua. La capa de roca contiene muchos poros que cuando se conectan, forman una red que permite el movimiento del agua subterránea a través de la roca.

encontrando concentraciones elevadas de fosfatos, materia orgánica y aceites y grasas⁵⁰ en el río Chané donde se emplazan las comunidades de Chané Magallanes y Chané Independencia.

En las comunidades del 2° grupo y en la comunidad Pico de Monte del 3° que pertenecen al municipio de General Saavedra, ha crecido el porcentaje de familias que desechan sus residuos a la calle, quebrada o río, llamando bastante la atención el caso de la comunidad Pico de Monte donde el 41% de la población emplea este modo de desecho de sus aguas residuales al igual que Juan Latino donde el 60% de la población también descarga sus efluentes de esta manera.

La condición señalada se refleja en la calidad ambiental de los cuerpos de agua cercanos, las muestras tomadas en el río Chané y en el río Bibosi en la zona de emplazamiento de esas comunidades presentan concentraciones elevadas de colifecales y carga orgánica, cuya presencia ha sido asociada precisamente a las aguas residuales que estas comunidades están generando.

La variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del Pirai asociada a las actividades domésticas muestra que en el año 2001 el 96% de la población contaba con un medio de disposición de excretas, más del 70% empleaba pozos ciegos. Para el año 2010, la cobertura ha disminuido al 85% de la población que cuenta con un medio de disposición de excretas predominando también el uso de pozos ciegos excepto en las comunidades del municipio de Minero donde predomina la cámara séptica.

En el 50% de las comunidades toda la población cuenta con un medio de disposición de excretas, lo que conlleva reducir las probabilidades de afectar los ríos cercanos principalmente con materia fecal.

En el otro 50% de las comunidades, aumentó el número de familias que no cuentan con un medio para la disposición de excretas, aumentando la posibilidad de contaminar algún cuerpo de agua con materia fecal.

Se ha evidenciado la contaminación de los cuerpos de agua debido a la disposición de las aguas residuales de lavado, duchas y otros de tipo doméstico que básicamente contienen fosfatos, aceites y grasas y restos de materia orgánica pues no existe un medio adecuado de disposición y mucho menos de tratamiento en casi todas las comunidades evaluadas.

Se presume que estas condiciones se mantienen desde el año 2001 y aún está presente en el 2010, por tanto la afectación a los cuerpos de agua se ha incrementado por el crecimiento poblacional que se ha evidenciado en los últimos 10 años en un 37% aproximadamente.

⁵⁰ Composición básica de aguas de lavado de uso doméstico.

3.2.3.2 Variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirá asociada a la actividad agrícola

La variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del Pirá asociada a la actividad agrícola muestra principalmente el crecimiento de las superficies de cultivo en los municipios evaluados, el mismo que a continuación se muestra en un resumen de datos de superficie aproximada que permite establecer el porcentaje de crecimiento en la zona de actividad agrícola más intensa de la cuenca del Pirá.

Crecimiento de las superficies de cultivo en la zona de actividad agrícola de la cuenca del Pirá
Tabla n.º 20

Municipio	Superficie cultivada (has)	Superficie Cultivada (has)	% crecimiento de la superficie cultivada
	1999	2010	
Fernández Alonso	14.105,12	17.292,73	18
General Saavedra	43.421,35	47.300,24	8
Minero	25.783,90	37.299,15	31
Warnes	113.394,61	118.345,57	4
Montero	22.764,49	27.855,53	18

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, el municipio de Minero es el que muestra un importante crecimiento en la actividad agrícola habiéndose incrementado la superficie de cultivo en más del 30% desde 1999, seguido del municipio de Fernández Alonso y Montero y en menor proporción General Saavedra y Warnes, nótese que estos dos últimos ya en el año 1999 tenían más del 80% de su superficie destinada a la actividad agrícola, por lo que el crecimiento no ha sido significativo en estos últimos 10 años, además debe notarse que en el caso del municipio de Warnes el área urbana ha tenido un importante crecimiento ocupando algunas superficies que antes eran destinadas al cultivo (ver en el anexo 5 el mapa n.º 10).

La descripción de algunas características de la actividad agrícola de cada municipio que se muestra común entre ellas, indica que estas son propias de la zona toda vez que se repiten las condiciones de operación y los cultivos, siendo en su mayoría principalmente productores de caña de azúcar, seguido de la soya, arroz, maíz y otros productos menores cuya importancia varía según el lugar.

Se puede decir que la forma de cultivo en todos los municipios es la misma desde 1999, el tipo de riego es básicamente a secano y el drenaje utilizado en todos los casos es a base de canales, los cuales transportan aguas abajo los escurrimientos de las áreas agrícolas a los ríos más cercanos.

Al respecto cabe aclarar que el muestreo empleado para determinar la calidad ambiental de los ríos y arroyos de la cuenca del Piráí se hizo en época de estiaje, por tanto la presencia de nitratos en los cuerpos de agua, no está directamente relacionada con el escurrimiento de las áreas de cultivo lo que pone en manifiesto que éste no es el único medio por el cual los componentes que se añaden a los suelos por efecto de la actividad agrícola llegan a los cuerpos de agua, existiendo otros factores que contribuyen a ello.

La erosión eólica, de lluvia o el riego mal aplicado, ocasiona que muchos de los nutrientes en los suelos queden en las tierras bajas que generalmente no son cultivables porque se inundan. Las grandes áreas de cultivo ofrecen mayor superficie para que el agua y el viento fluyan causando erosión. Los suelos sin cobertura vegetal quedan totalmente expuestos a la erosión, ya sea por agua o viento que llevan consigo nutrientes de los suelos agrícolas⁵¹.

En época de estiaje, cuando los caudales son bajos, se presentan las mayores concentraciones de nitrato, que disminuye sensiblemente por la recepción de retornos en época de riego con agua de buena calidad aumentando el caudal y con ello también la masa de nitrato exportada. Paradójicamente, la ineficiencia del riego con aguas de buena calidad provoca una dilución del drenaje que habitualmente lleva a engaño pues aunque disminuye la concentración, aumenta la masa de nitrato exportada, que finalmente será la que contamine a los cuerpos de agua⁵².

Por otra parte, no se evaluó ningún agroquímico en particular en los cuerpos de agua, sin embargo se puede asociar la existencia de estos compuestos o de sus metabolitos en los ríos y arroyos, a partir de la presencia de nitratos que evidencia el efecto de la actividad agrícola y, de la información proporcionada por la Gobernación y los municipios que revelan el uso de agroquímicos en las prácticas agrícolas de la zona.

De la lista de productos usualmente empleados en la agricultura, preocupa la presencia de insecticidas organoclorados y organofosforados y la formación de algunos metabolitos o productos resultantes de la descomposición de los fitosanitarios que son tanto o más tóxicos que la sustancia original y, aquellos que son empleados en los cultivos de caña de azúcar y tienen como principio activo ametrina⁵³, paraquat⁵⁴ y los empleados en los cultivos de soya, maíz y arroz que contienen glifosato⁵⁵, cipermetrina⁵⁶ y monocrotofos⁵⁷.

⁵¹ Manual Capacitación Agro-Pecuaria. Producción de alimentos y agro-energía. Conceptos Fundamentales. Jorge Alejandro De La Vega Lozano.

⁵² Pérdidas de nitrato en el drenaje de zonas regables y su impacto ambiental. Dirección General de Desarrollo Rural. Centro de Transferencia Agroalimentaria. Núm. 183. España

⁵³ Herbicida selectivo de pre y post emergencia. Este compuesto persiste en los suelos de 70 a 250 días dependiendo de las condiciones climáticas. En este medio muestra una movilidad que varía de baja alta, tanto en sentido vertical como horizontal, por lo cual puede

La variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirai asociada a la actividad agrícola, entre 1999 y 2010, muestra un crecimiento importante en las superficies de cultivo y el consiguiente aumento del consumo de agroquímicos, situación que implica la afectación de los ríos por efecto de los escurrimientos y/o de la erosión eólica e hídrica, por los que se incorpora sustancias que contaminan y deterioran la calidad de los recursos hídricos y afectan la vida acuática de la cuenca.

3.2.4 Efecto o consecuencias de mantener la evidencia asociada a la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirai

Tal como ya se indicó, los efectos constituyen la consecuencia real o potencial (riesgo) que surgen de mantener la condición detectada y son el resultado de comparar la condición con el criterio del hallazgo. En el siguiente cuadro se presenta un resumen de la condición detectada respecto del criterio definido para el objetivo específico n.º 2.

Condición detectada respecto al criterio definido para objetivo específico n.º 2
Tabla n.º 21

Criterio	Condición detectada
La variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Pirai debe mostrar la protección y conservación de	Respecto de la actividad doméstica. <ul style="list-style-type: none"> ● Se ha observado una disminución de la cobertura de la población evaluada en el uso de un medio adecuado para la disposición de excretas, en el año 2001 un promedio del 96% de la población de las comunidades evaluadas contaba con un medio de disposición de excretas, para el año 2010 el promedio ha disminuido al 85% de la población. ● El medio de disposición más empleado tanto en el año 2001 como en el 2010 es el pozo ciego excepto en las comunidades del municipio de Minero que para el

lixiviarse y contaminar las aguas superficiales y subterráneas. En los cuerpos de agua se espera que la ametrina se adsorba en cierto grado a los sólidos suspendidos y sedimentos. Presenta un elevado potencial de bioacumulación en organismos acuáticos.

⁵⁴ El paraquat es un herbicida post emergente de contacto, no selectivo y no sistémico. Ejerce su acción interfiriendo con el proceso de fotosíntesis y es de acción rápida, por su peligrosidad está prohibido en varios países. Cuando se aplica en los campos, el paraquat que cae en el suelo es rápida y fuertemente adsorbido por las partículas de tierra, especialmente las de arcilla. Estos residuos ligados a la tierra no pueden ser absorbidos por las plantas, las lombrices de tierra ni los microorganismos. Debido a esta característica, el paraquat tiene una media vida, larga en el suelo: desde 16 meses hasta 13 años. En el agua, los residuos de paraquat son adsorbidos por los lodos o absorbidos por las plantas acuáticas, estudios han demostrado que la vida media del paraquat puede variar de 13.1 horas hasta 23 semanas. El paraquat, al ser soluble en agua y adsorberse a la materia orgánica, puede ejercer su acción tóxica directa o indirectamente por ingestión de micro algas contaminadas. Este herbicida es desde moderada hasta altamente tóxico para muchas especies acuáticas. Las plantas acuáticas pueden ser una fuente de bioacumulación, por otro lado tiene efectos altamente embriotóxicos en anfibios.

⁵⁵ El glifosato es un herbicida sistémico no selectivo de amplio espectro, es un organofosforado altamente soluble en agua. El Glifosato puede entrar en aguas superficiales cuando se aplica cerca de los cuerpos de agua, por efecto de la deriva o a través de la escorrentía. Dependiendo de los sólidos suspendidos y de la actividad microbiana, este herbicida puede transportarse varios kilómetros río abajo. La persistencia del glifosato en el agua es más corta que en el suelo, pero puede conservarse por más tiempo en los sedimentos. Este herbicida altera la cadena trófica en ecosistemas acuáticos, desde el primer eslabón. También se ha comprobado que la presencia de glifosato por debajo de los niveles detectables induce la eutrofización en canales, charcas y otros cuerpos pequeños de aguas superficiales, lo que afecta el hábitat de poblaciones de peces. También este plaguicida puede adherirse a partículas del suelo y ser tóxico y biodisponible para organismos que se alimentan por filtración como crustáceos, moluscos y otros que ingieren cantidades significativas de suelo durante su alimentación normal, incluyendo peces, aves que se alimenta en las playas de los ríos, anfibios y algunos mamíferos.

⁵⁶ La cipermetrina es un insecticida Piretroide de amplio espectro. Altamente tóxico para abejas. Extremadamente tóxico para peces.

⁵⁷ Plaguicida prohibido en todas sus formulaciones y usos por ser dañino para la salud humana y el medio ambiente. El monocrotofos es altamente tóxico para aves, abejas, invertebrados acuáticos, y mamíferos, incluyendo las especies selváticas. Es moderadamente tóxico para peces y no tóxico para microorganismos. Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional - Apéndice IV - Partes CIRCULAR CFP XXII - Diciembre de 2005.

Criterio	Condición detectada
<p>estos recursos hídricos o una tendencia hacia su mejora y/o restauración.</p>	<p>2010 ha mejorado los sistemas de disposición de aguas residuales, siendo la cámara séptica el sistema empleado por más del 80% de la población.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dado el predominio del uso de pozo ciego para la disposición de excretas, la probabilidad de contaminar los cuerpos de agua superficiales de la cuenca del Piráí por materia fecal es baja y aún más considerando que la zona tiene una pendiente mínima, sin embargo esta probabilidad aumenta en zonas que son propensas a inundación. • Las aguas residuales de lavado, duchas y otros de tipo doméstico son dispuestas en canales que desembocan en los cuerpos de agua, si a esta condición sumamos el crecimiento de la población, entonces se ha incrementado el riesgo de afectar la calidad de los cuerpos de agua cercanos por efecto del inadecuado manejo y disposición de este tipo de aguas residuales. <p>Respecto de la actividad agrícola.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entre 1999 y 2010 se ha evidenciado un crecimiento importante en las superficies de cultivo en la zona de estudio, situación que conlleva directamente el aumento del consumo de agroquímicos cuyo uso respecto de ciertos productos considerados como peligrosos, implica el incremento de probabilidades de afectar los ríos, por efecto de los escurrimientos y/o por efecto de la erosión eólica e hídrica, incorporando sustancias que contaminan y afectan la calidad de las aguas.

Fuente: elaboración propia.

La variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piráí muestra que tanto la actividad doméstica como la agrícola que se desarrollan en la zona no han presentado cambios orientados a satisfacer el criterio establecido en el periodo considerado.

Se ha observado en algunas comunidades la disminución del porcentaje de la población que cuenta con un medio de disposición de excretas, se ha identificado el riesgo de contaminar cuerpos de agua por el uso de pozos ciegos en áreas inundables y se ha visto que la ausencia de un sistema para recolectar y disponer adecuadamente aguas residuales de uso doméstico que provienen de lavado, higiene personal y otros, implica un impacto directo a los cuerpos de agua por el contenido de fosfatos, aceites y grasas y restos de materia orgánica superando las concentraciones máximas permitidas.

En relación al efecto que generan las actividades domésticas en los cuerpos de agua, el crecimiento de la actividad agrícola implica un impacto mayor debido al aumento del uso de insumos agrícolas que por efecto de los escurrimientos, la erosión eólica e hídrica de los suelos en áreas que carecen de protección, transportan a los cuerpos de agua sustancias que pueden resultar tóxicas o que pueden aumentar las concentraciones de ciertos elementos y compuestos superando los límites máximos permisibles.

3.3 Variación del Estado Ambiental

La variación del estado ambiental del río Piráí es en suma la variación de cada componente, es decir de la calidad ambiental de los cuerpos de agua y de la condición del medio ambiente asociado.

El análisis de la calidad ambiental de la cuenca del río Piráí muestra una tendencia a disminuir debido a la presión antrópica que ejercen sobre los cuerpos de agua la actividad industrial, la actividad doméstica y principalmente la actividad agrícola que se ha constituido en el factor más significativo en la variación de la calidad ambiental y es la fuente difusa de contaminación de mayor impacto debido al uso de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas y agroquímicos en general.

Por tanto, los resultados de la evaluación muestran que de 1999 al 2010 los recursos hídricos de la cuenca del río Piráí no han mejorado en cuanto a su calidad ambiental y tampoco ha existido una tendencia hacia su restauración, excepto casos aislados cuya mejora está asociada a las adecuaciones que se han producido en la actividad industrial.

Por otra parte, entre 1999 y 2010 el análisis muestra que la variación de la condición del medio ambiente de la cuenca del Piráí, no está orientada a la mejora, restauración, protección o conservación de los recursos hídricos; la cobertura de medios para la disposición de excretas en las comunidades cercanas a los cuerpos de agua se ha visto mermada en un 50% y el medio más empleado sigue siendo el pozo ciego que tiene una implicancia ambiental sobre las aguas superficiales en zonas propensas a inundaciones. Asimismo, las aguas residuales de uso doméstico (lavado, higiene personal) son dispuestas directamente en canales que desembocan en los ríos y arroyos de la zona generando un impacto que se ha incrementado en la última década debido al crecimiento de la población.

Respecto de la actividad agrícola el evidente crecimiento de las superficies de cultivo desde 1999 al 2010 tiene una implicancia ambiental importante en la cuenca del Piráí, toda vez que conlleva la emisión de contaminantes por la erosión del suelo, la pérdida de nutrientes del mismo o la presencia de sustancias nocivas por el mayor consumo de insumos agrícolas no controlados, acrecentando la probabilidad de contaminar los cuerpos de agua a través de los canales de drenaje y/o por efecto de la erosión eólica e hídrica con sustancias que pueden ser tóxicas y/o que pueden elevar los niveles de concentración de ciertos compuestos superando los límites permitidos por norma.

Los efectos de la variación del estado ambiental están ligados directamente a los resultados de la gestión ambiental en el periodo comprendido entre 1999 y 2010, a cargo de la Gobernación de Santa Cruz y de los Gobiernos Municipales de: Santa Cruz de la Sierra, La Guardia, Colpa Bélgica, Warnes, Montero, Minero, General Saavedra y Fernández Alonso.

Los resultados de la gestión ambiental no han sido favorables para el estado ambiental de la cuenca del río Pirá que se ha visto afectada por la presión antrópica que se ejerce en la zona, poniendo en evidencia las deficiencias de las instancias responsables y mostrando la necesidad de mejorar la gestión para lograr reducir los impactos ambientales que van en desmedro de los cuerpos de agua, de la vida acuática y de la salud y calidad de vida de la población circundante.

3.4 Causas y recomendaciones asociadas a las deficiencias evidenciadas en los hallazgos

Se han identificado causas comunes que dieron lugar a la condición del hallazgo de los dos objetivos específicos, estas junto a las recomendaciones orientadas a eliminarlas se exponen a continuación.

3.4.1 Ausencia de acciones de control respecto de la actividad agrícola

La Contraloría consultó tanto a los Municipios evaluados como a la Gobernación de Santa Cruz sobre las acciones de control asociadas a la actividad agrícola en el marco de las disposiciones normativas ambientales.

De acuerdo a lo establecido por la normativa ambiental vigente⁵⁸, los Gobiernos Municipales deben identificar fuentes de contaminación, entre otras, de escurrimientos de áreas agrícolas e informar sobre ello a la Gobernación. Al respecto estas instancias han comunicado que no han realizado acciones en ese sentido, así lo dieron a conocer los Gobiernos Municipales⁵⁹ de: General Saavedra, Fernández Alonso, Minero, Warnes y Montero, municipios que se encuentran en la zona de actividad agrícola intensa de la cuenca de estudio.

Por su parte la normativa ambiental vigente señala que la Gobernación debe contar con información que le permita controlar los escurrimientos de las áreas agrícolas y la contaminación de los cuerpos receptores por efecto de ello⁶⁰. Al respecto la Gobernación ha dado a conocer que ha ejecutado algunas acciones relacionadas con el de control del expendio de agroquímicos en el municipio de San Pedro y con la verificación de los sistemas de riego y drenajes de algunas actividades industriales que emplean sus efluentes para riego, asimismo informaron que el tema de escurrimiento sobre los cuerpos receptores ha sido considerado en el proceso de emisión de la Licencia Ambiental principalmente de los ingenios azucareros.

⁵⁸ artículo 11, inciso b del RMCH.

⁵⁹ De General Saavedra, mediante nota del 07 de diciembre de 2010, G.M.F.ALON. OF. N.º 276/2010 del 03 de diciembre de 2010, DESPACHO ALCALDE GMCB OF. N.º 256/2010, Secretaría General Of. Ext. N.º 2081 del 07 de diciembre de 2010, de Minero mediante nota de 07 de diciembre de 2010, D.M.A.A.P.OF. N.º 003 del 04 de enero de 2011, de Montero mediante nota del 07 de diciembre de 2010.

⁶⁰ Artículo 40 del RMCH.

Al margen de lo señalado, la Gobernación no ha informado sobre acciones de control relacionadas con la identificación de cantidades, tipos de fertilizantes y herbicidas y periodicidad con que se los emplea en las zonas de cultivo del departamento de Santa Cruz, no ha hecho referencia a si conocen los calendarios y ciclos de producción de los diferentes cultivos que tiene el departamento, tampoco ha dado a conocer los sistemas de riego que emplean en las diferentes superficies cultivables, ni sobre los efectos que podrían tener los escurrimientos de las áreas agrícolas en los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí.

Los resultados de la evaluación de la calidad ambiental de la cuenca del río Piraí mostraron que gran parte de los ríos y arroyos que conforman esta cuenca, como el río Chané, arroyo Los Sauces y río Pailón, están siendo afectados principalmente por la intensa actividad agrícola de la zona.

La información proporcionada por las instancias consultadas pone en manifiesto que la afectación de la calidad ambiental de los ríos y arroyos de la cuenca del Piraí por efecto de la actividad agrícola se debe a la ausencia de acciones por parte de estas instancias para realizar el respectivo control sobre las zonas de cultivo, situación que deriva de la falta de información acerca de las condiciones en las que trabajan los agricultores en la zona.

La ausencia de acciones de control y vigilancia tanto por parte de la Gobernación de Santa Cruz así como de los Gobiernos Municipales, imposibilita identificar las zonas de actividad agrícola que comprometen la calidad ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí e impide establecer medidas para regular estas actividades y así reducir y/o mitigar la contaminación que generan a los cuerpos de agua, es así que una de las causas que no ha permitido mejorar la calidad ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí, es la ausencia de acciones de control sobre la actividad agrícola. Por tanto se recomienda lo siguiente:

Al Gobernador del Departamento de Santa Cruz:

R.1 *La Gobernación de Santa Cruz en coordinación con los Gobiernos Municipales, debe ejecutar acciones que le permita identificar, prevenir y controlar la contaminación por efecto de la actividad agrícola hacia los cuerpos de agua que se encuentran dentro la cuenca del Piraí, en el marco de lo establecido en el artículo 40 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.*

A los Alcaldes Municipales de Warnes, Minero, General Saavedra, Fernández Alonso y Montero:

R.2 *Los Gobiernos Municipales en coordinación con la Gobernación de Santa Cruz, deben ejecutar acciones en el marco de lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, para identificar las áreas agrícolas que*

pueden contaminar los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí que se encuentran dentro su jurisdicción.

3.4.2 Ausencia de clasificación de los cuerpos de agua

Actualmente los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí no cuentan con una clasificación oficial de acuerdo a lo establecido por el artículo 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

Sin embargo la Gobernación de Santa Cruz proporcionó información que indica que en marzo de 2004 el ex Ministerio de Desarrollo Sostenible dio a conocer a esa instancia mediante nota la clasificación de las aguas de la cuenca del río Piraí.

La clasificación fue comunicada mediante oficio MDS-VRNMA-Nº. 805/04 recibido el 24 de marzo de 2004 y señala que concluida la revisión y análisis de los documentos presentados por el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz (entonces Prefectura del Departamento), las aguas de la cuenca del río Piraí debían ser clase C y que esta clasificación debía mantenerse por un lapso de 5 años según lo establecido en el artículo 38 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

En junio de 2009, el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz señaló que luego de haberse cumplido los 5 años de vigencia de la clasificación, a la fecha no existía en el departamento ningún cuerpo de agua clasificado y los Gobiernos Municipales tampoco presentaron propuestas para clasificar los cuerpos de agua que se encuentran en su jurisdicción de acuerdo a lo establecido en el inciso c) del artículo 11 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

A fin de actualizar lo reportado, la Contraloría reiteró la consulta sobre las acciones realizadas para clasificar los cuerpos de agua tanto al Ministerio de Medio Ambiente y Agua como a la Gobernación de Santa Cruz y a los distintos Gobiernos Municipales que forman parte de la presente auditoría.

La respuesta emitida por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua⁶¹ permite inferir que esta instancia no realizó ninguna gestión al respecto entendiéndose que no ha recibido ninguna propuesta de clasificación de las instancias correspondientes.

En relación a lo señalado por el Ministerio, la Gobernación de Santa Cruz⁶² ha indicado que desde lo reportado en junio de 2009 no han recibido por parte de los Gobiernos Municipales ninguna propuesta de clasificación de los ríos que se encuentran en su jurisdicción. Asimismo, esta instancia tampoco está realizando ninguna propuesta de clasificación debido a que carece de los recursos para realizar los estudios que se precisan.

⁶¹ Mediante nota MMAyA – VMA-DGMACC 6639/10 del 20 de diciembre de 2010.

⁶² Mediante nota OF.SDSyMA N.º 342/2010 del 07 de diciembre de 2010.

De la misma manera los Gobiernos Municipales han comunicado que no han realizado acciones para clasificar los cuerpos de agua, así lo dieron a conocer los Gobiernos Municipales⁶³ de: General Saavedra, Fernández Alonso, Colpa Bélgica, La Guardia, Minero, Warnes y Montero. Por su parte el Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra informó⁶⁴ que cuentan con tres estudios sobre cuerpos de agua cuyos resultados están siendo analizados para proponer una clasificación.

A manera de ejemplo se expondrá el caso de COSEPW para ver cuál es la repercusión de no contar con cuerpos de agua clasificados y de regirse sólo con el anexo A-2 del RMCH.

Como parte del trabajo de campo de esta auditoría se tomó muestras de la descarga de COSEPW y del cuerpo de agua receptor, asimismo se midieron los respectivos caudales y varios parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, para este ejemplo se toma como referencia la carga orgánica de la DQO. Los datos se tienen en las siguientes tablas.

Descarga COSEPW	Valor medido	Límite máximo Anexo A-2 para descarga
DQO (mg/l)	187,2	250
Caudal (l/s)	30	--

Cuerpo receptor: arroyo Colorado	Valor medido	Límite máximo, Anexo A cuadro A-1 para cuerpos de agua clase C
DQO (mg/l)	105,9	< 40
Caudal (l/s)	37	--

Para determinar la concentración de la DQO en el río después de la descarga empleamos la relación establecida en el RMCH del parámetro de mezcla.

$$P_{mezcla} = \frac{P_{xi} Q_i + P_{xr} Q_{xr}}{Q_i + Q_r}$$

Donde:

- P_{mezcla} = parámetro de mezcla
- P_{xi} = parámetro de la descarga
- Q_i = caudal de la descarga
- P_{xr} = parámetro del río
- Q_r = caudal del río

Reemplazando los valores de las tablas en la fórmula, el parámetro de mezcla en el cuerpo receptor es:

$$P_{mezcla} = 142,3 \text{ (mg/l)}$$

De acuerdo a lo establecido en el reglamento para cualquier parámetro de calidad, en este caso para la DQO, el valor de la mezcla debe ser menor al establecido para la clase del río.

⁶³ De General Saavedra, mediante nota del 07 de diciembre de 2010, G.M.F.ALON. OF. N.º 276/2010 del 03 de diciembre de 2010, DESPACHO ALCALDE GMCB OF. N.º 256/2010, Secretaría General Of. Ext. N.º 2081 del 07 de diciembre de 2010, de Minero mediante nota de 07 de diciembre de 2010, D.M.A.A.P.OF. N.º 003 del 04 de enero de 2011, de Montero mediante nota del 07 de diciembre de 2010.

⁶⁴ Mediante nota DMA. OF. N.º 2361/2010 del 06 de diciembre de 2010.

El valor de la mezcla calculado es mucho mayor a la del río en el supuesto caso que éste fuera clase C (clase de calidad media), comparando los valores: 142, 3 mg/l es mayor a 40 mg/l, por lo que la descarga de COSEPW no estaría cumpliendo con la normativa para un cuerpo de agua clase C y mucho menos si éste fuera clase A o B.

Sin embargo, si observamos la concentración de la DQO en la descarga y comparamos con el anexo A-2 podemos ver que COSEPW sí está cumpliendo con la normativa pues 187,2 mg/l es menor que 250 mg/l. Esto muestra la incongruencia en la aplicación del anexo A-2 del RMCH y los límites establecidos en el cuadro A-1 del anexo A para cuerpos de agua clasificados.

De existir una clasificación de cuerpos de agua y en el presunto caso que el arroyo Colorado fuera clase C, COSEPW debería adecuar su sistema para cumplir con los límites permisibles ya que sus descargas no estarían cumpliendo con la normativa ambiental.

Es importante notar que si COSEPW adecuaría sus descargas para cumplir con los límites de un cuerpo de agua clase C del cuadro A-1, estas contendrían concentraciones menores a las actuales y esta situación contribuiría de manera directa a mejorar la calidad ambiental del cuerpo receptor.

Por tanto la ausencia de clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca de estudio es otra causa por la cual la variación de la calidad ambiental del río Piraí y sus afluentes no ha mostrado una mejora.

La clasificación de un cuerpo de agua que es receptor de descargas es fundamental para establecer normas definitivas que deben regular el desempeño de las actividades que generan efluentes en lo que se refiere a la vigilancia del funcionamiento adecuado de sus controles ambientales, ya que ante la ausencia de dicha clasificación las actividades deben acogerse a los límites establecidos en el anexo A-2 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica los mismos que son incongruentes y menos rigurosos con los límites establecidos el cuadro A-1 del anexo A para cuerpos de agua clasificados, como se ha visto en el ejemplo del caso de COSEPW.

Asimismo, el anexo A-2 sólo contempla 25 parámetros en relación a los 80 que considera el cuadro A-1 del anexo A del RMCH, lo que crea un vacío normativo cuando una actividad genera efluentes en los cuales se identifica la presencia de parámetros que no están mencionados en el anexo A-2, imposibilitando tanto a la actividad como a la instancia ambiental tener una referencia que permita establecer un límite máximo permisible en base al cual deba realizarse el control y en base al cual se diseñe el sistema de tratamiento.

En base a la causa identificada se recomienda lo siguiente:

A los Alcaldes Municipales de Santa Cruz de la Sierra, La Guardia, Warnes, Montero, Minero, Colpa Bélgica, General Saavedra y Fernández Alonso:

R.3 Los Gobiernos Municipales deben proponer a la Gobernación de Santa Cruz, la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí que se encuentran en su jurisdicción, en función de su aptitud de uso y a través de un trabajo conjunto con esa instancia.

Al Gobernador del Departamento de Santa Cruz:

R.4 La Gobernación de Santa Cruz debe proponer al Ministerio de Medio Ambiente y Agua la clasificación de los cuerpos de agua asociados a la cuenca del Piraí, elaborada considerando las propuestas presentadas por los Gobiernos Municipales.

3.4.3 Insuficientes recursos humanos para las acciones de control e inestabilidad laboral en el personal a cargo del control y seguimiento

La Contraloría ha consultado a la Gobernación de Santa Cruz y a los Gobiernos Municipales acerca de la existencia de unidades ambientales y del personal que está a cargo de las respectivas acciones de control y seguimiento. La información proporcionada se resume en el siguiente cuadro.

Información sobre los recursos humanos de las unidades ambientales
Tabla n.º 22

Institución	Fecha de creación	Nº. de funcionarios que trabajan en la unidad	Tiempo de permanencia del (los) funcionario(s) en el cargo
Gobierno Autónomo Dptal. de Santa Cruz.	No se tiene el dato de la fecha de creación, se presume que antecede al año 1999 en el cual ya existía la Unidad de Gestión Ambiental (UGA). Actualmente se denomina Dirección de Tierras y Calidad Ambiental (DITCAM).	La DITCAM cuenta con un equipo de control ambiental en el que trabajan un responsable y 5 funcionarios operativos (actualmente existe una vacancia).	El personal operativo cuenta con antigüedad entre 2 y 7 años. El responsable está a cargo del equipo hace seis meses.
Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra	El municipio cuenta con una unidad ambiental desde 1996 pero la Dirección de Medio Ambiente data desde el año 2005.	Dirección de Medio Ambiente con 4 departamentos, el que está a cargo del control y vigilancia es el Departamento de Evaluación de Impacto Ambiental conformado por tres unidades donde trabajan 17 personas de las cuales 10 operan en la Unidad de Residuos Peligrosos de Agua y Suelo ⁶⁵ .	La mayor parte de los funcionarios identificados iniciaron funciones entre el 2008 y el 2010 y en algunos casos el año 2007.

⁶⁵ Información obtenida en entrevista telefónica con el Ing. Carlos Postigo funcionario de la Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra.

Institución	Fecha de creación	Nº. de funcionarios que trabajan en la unidad	Tiempo de permanencia del (los) funcionario(s) en el cargo
Gobierno Municipal de La Guardia	La unidad ambiental fue creada el año 2000 como Dirección de Desarrollo Sostenible y Recursos Naturales Ecológicos del Medio Ambiente.	Uno	1 ^{er} responsable: 8 años. 2 ^{do} responsable: 2 meses. 3 ^{er} responsable: 2 meses. 4 ^{to} responsable: 9 meses. 5 ^{to} responsable: 1 año y 3 meses 6 ^{to} responsable: 1 mes y medio. 7 ^{mo} responsable en función del cargo desde el 04/09/2010.
Gobierno Municipal de Warnes	El municipio cuenta con una unidad ambiental desde el año 2000, pasando a ser Dirección de Medio Ambiente y Apoyo Productivo en el año 2003.	Uno	Se tienen los nombres de 6 responsables de la unidad desde su creación hasta el año 2005, no se cuenta con datos de la permanencia de cada uno. No se tiene datos de los responsables que trabajaron entre los años 2006-2008. En el último periodo (2009-2010) el tiempo de permanencia de los responsables fue de: 6 meses, 3 meses y el último responsable que se encuentra en funciones lo hace desde el 09/10/2010.
Gobierno Municipal de Montero	La unidad ambiental data desde el año 2004.	Uno	1 ^{er} responsable: 2 años y 4 meses. 2 ^{do} responsable en función del cargo desde el 03/06/2010. ⁶⁶
Gobierno Municipal de Colpa Bélgica	El municipio cuenta con una Dirección de Medio Ambiente desde el año 2006.	Uno	1 ^{er} responsable: 1 año y 7 meses. 2 ^{do} responsable: 1 año. 3 ^{er} responsable: 9 meses. 4 ^{to} responsable: 1 año y 1 mes.
Gobierno Municipal de General Saavedra.	El municipio cuenta con una unidad de medio ambiente desde el año 2006.	Uno	1 ^{er} responsable: 3 años y 10 meses. 2 ^{do} responsable: 5 meses. 3 ^{er} responsable: 1 mes. 4 ^{to} responsable en función del cargo desde el 01/07/2010.
Gobierno Municipal de Mínero	La Unidad de Recursos Naturales y Medio Ambiente está funcionando desde el año 2009.	Uno	1 ^{er} responsable: 1 año y 9 meses. 2 ^{do} responsable: 3 meses hasta el 31/12/2010.
Gobierno Municipal de Fernández Alonso	El municipio cuenta con una unidad de medio ambiente desde el año 2009.	Uno	1 ^{er} responsable en función del cargo desde el 05/01/2009.

Fuente: Información proporcionada por la Gobernación de Santa y los Gobiernos Municipales.

La Gobernación de Santa Cruz a través de un informe ejecutivo señala que esta instancia a través de la Dirección de Calidad Ambiental ha trabajado constantemente atendiendo principalmente denuncias entre otros, sin embargo reconoce que ha sido difícil conseguir resultados eficaces en las acciones realizadas debido al escaso personal (6 personas para

⁶⁶ La unidad funcionó con personal a contrato entre los años 2004-2007 de los cuales no tienen registros. La unidad empezó a funcionar en planilla desde febrero de 2008.

controlar más de 5000 actividades) y a la falta de insumos que les impide desplazarse a regiones muy alejadas. Es así que debido a la necesidad de realizar mayor control y fiscalización ambiental, la Gobernación creó el proyecto «Fortalecimiento Institucional para el Control de la Calidad y Desarrollo Sostenible del Dpto. de Santa Cruz».

Este proyecto tenía como objetivo fortalecer la capacidad institucional y técnica ambiental de las Unidades Ambientales Municipales y de las provincias. Tuvo una duración de 3 años, inició en noviembre de 2007 y se extendió hasta diciembre de 2010.

El proyecto se planificó para abarcar las 15 provincias y 56 municipios del departamento de Santa Cruz. A la fecha el proyecto ha sido concluido y se encuentra en etapa de elaboración de informe final. Cabe mencionar que lograron aprobar la continuación del proyecto por el periodo 2011-2013, sin embargo el alcance se redujo a 6 provincias.

En el proyecto que se ha concluido designaron un consultor por provincia para realizar el control ambiental y propiciar el fortalecimiento de las unidades ambientales municipales, entre otras funciones. Se ha verificado que ha existido un consultor para asistir al control de las provincias de las que forman parte los municipios de la cuenca del río Piraí.

La información proporcionada por la Gobernación muestra que existe estabilidad laboral respecto de los funcionarios que forman parte del equipo de control ambiental aspecto que favorece a la continuidad y mejora de las acciones de control de esta instancia, sin embargo la deficiencia ya reconocida por la entidad es la escasez de personal que limita el alcance de las acciones de control, es por ello que la gobernación financió el proyecto de fortalecimiento institucional cuyo propósito buscó fortalecer la capacidad técnica ambiental de los municipios. Se ha recabado algunos informes de inspección emitidos por los consultores del proyecto, sin embargo no tiene el alcance que se espera de acuerdo a las funciones y atribuciones que la normativa asigna a la Gobernación.

Al respecto, el responsable del equipo de control de la DITCAM señaló⁶⁷ que el logro de los objetivos del proyecto se vio menguado debido al poco tiempo asignado y a la insuficiencia de personal para cumplir con todas las funciones previstas, aspectos que dependen de la asignación de recursos económicos. La reducción del alcance en la segunda fase del proyecto, implica limitar también el alcance de las acciones de control.

Respecto de los Gobiernos Municipales llama la atención el número de funcionarios que trabajan en las instancias ambientales, especialmente en el caso de los municipios de La Guardia, Warnes y Montero cuyas unidades ambientales ya tienen funcionando entre 10 y 6 años y aún no tienen suficiente personal para cumplir con las funciones de control que la normativa ambiental vigente les asigna a pesar de la alta actividad especialmente industrial que existe en estos municipios, la misma que en su mayoría data de hace más de 10 años.

⁶⁷ A través de una entrevista telefónica realizada el 27/01/2011.

Asimismo se observa la inestabilidad de los funcionarios en el cargo, en el caso del municipio de La Guardia existió continuidad durante 8 años, sin embargo en los dos últimos han cambiado 7 responsables de la unidad ambiental, similar situación se observa en General Saavedra donde el responsable de la unidad trabajó cerca a 4 años y en menos de un año se registraron 4 cambios en el cargo; de igual manera el municipio de Warnes donde la permanencia de los responsables no ha sido registrada durante ocho años y la que se reporta es irregular habiendo relevado el cargo en tres ocasiones en el último año.

El problema de la inestabilidad de los funcionarios en el cargo se observa también en los municipios de Colpa Bélgica y Montero donde se registran continuos cambios en el tiempo de operación de las respectivas unidades ambientales.

Dada la reciente creación de las unidades ambientales en los municipios de Minero y Fernández Alonso el tema de la permanencia de los funcionarios aún no es relevante, sin embargo en adelante este aspecto deberá ser tomado en cuenta por estas instancias.

Los Gobiernos Municipales de Colpa Bélgica, General Saavedra, Minero y Fernández Alonso también han reportado a un sólo funcionario como responsable de la unidad ambiental, es evidente que en estos municipios la actividad industrial es reducida, sin embargo dados los resultados de esta auditoría que apuntan al requerimiento de mayor control sobre las actividades agrícolas, debe preverse fortalecer a estas unidades para realizar los respectivos controles asociadas a esta actividad.

Lo expuesto anteriormente pone en manifiesto que el estado ambiental del río Piraí y sus afluentes que ha mostrado una tendencia al deterioro, se debe también a la falta de control sobre las actividades que están afectando a estos cuerpos de agua, aspecto que está relacionado con la carencia de recursos humanos para las acciones de control y la inestabilidad laboral en el personal a cargo del control y seguimiento en las respectivas instancias ambientales.

La información recabada muestra que en la mayoría de las instituciones evaluadas existen frecuentes cambios en el personal y en todos, excepto el Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra, el número de funcionarios es insuficiente para asumir las funciones de control y vigilancia que la normativa establece, estos aspectos afectan de manera directa a la ejecución, continuidad y mejora de las tareas de control ambiental que deben realizar y se refleja en el estado ambiental de la cuenca del Piraí. En base a la causa identificada se recomienda:

Al Gobernador del Departamento de Santa Cruz:

R.5 *Fortalecer la ejecución del proyecto «Fortalecimiento Institucional para el Control de la Calidad y Desarrollo Sostenible del Dpto. de Santa Cruz», e incrementar el número de funcionarios necesarios para cumplir con las funciones destinadas a fortalecer las instancias ambientales de los municipios principalmente de la cuenca del río Piráí y para cumplir en esta zona con las acciones de control y vigilancia que la normativa ambiental atribuye a la Gobernación como Autoridad Ambiental Competente a nivel departamental.*

A los Alcaldes Municipales de: La Guardia, Warnes, Montero, Colpa Bélgica, General Saavedra, Minero y Fernández Alonso:

R.6 *Fortalecer las unidades ambientales del municipio incrementando el número de funcionarios necesarios para cumplir con las funciones de control y vigilancia que la normativa ambiental establece y promover estabilidad laboral en los cargos de estas unidades.*

3.4.4 Deficiencias en el control sobre las actividades en operación que descargan efluentes a cuerpos de agua

La Contraloría solicitó a los municipios sujetos de auditoría y a la Gobernación de Santa Cruz información de las acciones de control y vigilancia realizadas sobre las actividades que generan efluentes a los cuerpos de agua de la cuenca del Piráí, a fin de evaluar las mismas.

La información proporcionada por las instancias ambientales ha sido analizada a partir de la normativa aplicable en lo que hace a las disposiciones de control, establecidas en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA), el Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA), el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y el Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM), según corresponda.

Los siguientes cuadros resumen lo reportado por la Gobernación de Santa Cruz y los Gobiernos Municipales respecto de las acciones de control realizadas.

En el siguiente cuadro se resume la información recabada acerca de las acciones de control realizadas por las instancias ambientales, que están regidas por el RPCA, el RGGA y el RMCH.

**Acciones de control realizadas por las instancias ambientales que están regidas por el
RPCA, RGGA y RMCH**

Tabla n.º 23

Licencia Ambiental	¿La Gobernación ha fiscalizado las medidas aprobadas en el PPM y el PASA? ⁶⁸	¿La Gobernación ha resuelto asuntos relativos a infracciones e impuesto sanciones administrativas? ⁶⁹	¿La AACD monitorea semestralmente los cuerpos receptores y las descargas? ⁷⁰	¿El GM ha participado en los procesos de seguimiento y control? ⁷¹
Actividad: SAGUAPAC lagunas Norte 1 y 2				
La laguna Norte 1 obtuvo su LA en el año 2007, la laguna norte 2 cuenta con LA emitida en mayo de 2009.	Se recabaron dos actas de inspección de seguimiento al PPM y al PASA. La primera data de mayo de 2007 y la segunda de noviembre de 2009	En noviembre de 2004 la Gobernación emitió la R.A. n.º 51/04 donde amonesta de forma escrita a SAGUAPAC por infringir el artículo 20 de la Ley 1333 y el artículo 47 del RMCH ⁷² . En julio de 2005 la gobernación emitió la R.A. n.º 21/05 que deja sin efecto a la R.A. n.º 51/04 ya que el RL de SAGUAPAC cumplió con las medidas de mitigación.	La Gobernación ha tomado muestras en las inspecciones realizadas tanto de seguimiento al PASA como por denuncia. No se cuenta con evidencia de monitoreos de semestrales.	La IAGM de Santa Cruz de la Sierra presentó un informe de inspección a las lagunas norte de SAGUAPAC por su cercanía al río Piraí, la inspección data de julio de 2009, la IAGM acompañó a la Gobernación y al SEARPI a solicitud de este último. No se tiene evidencia de su participación en otras inspecciones de seguimiento al PASA.
Actividad: SAGUAPAC Parque Industrial				
No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .
Actividad: COSMOL				
Cuenta con LA emitida en mayo de 2002, actualizada en noviembre de 2003.	La Gobernación no cuenta con la documentación ambiental de la actividad toda vez que la Licencia Ambiental fue emitida por la AACN. Se cuenta con un acta e informe de inspección de seguimiento realizada por la Gobernación en septiembre de 2009.	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	La IAGM de Montero participó de la inspección realizada en septiembre de 2009.
Actividad: COSEPW				
No cuenta con LA.	No aplica dado que la actividad no cuenta con LA. Sin embargo	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .

⁶⁸ Inciso e, artículo 10 del RPCA.

⁶⁹ Inciso j, artículo 8 del RGGA.

⁷⁰ Artículo 30 del RMCH.

⁷¹ Inciso b, artículo 11 del RPCA e informe GPSL/CI-345/2010.

⁷² Esta resolución fue emitida en atención a una denuncia verificada mediante inspección de septiembre de 2004.

⁷³ Esta información fue solicitada por la Contraloría a las respectivas instancias ambientales, por lo que se infiere que estas no cuentan con la documentación requerida.

Licencia Ambiental	¿La Gobernación ha fiscalizado las medidas aprobadas en el PPM y el PASA? ⁶⁸	¿La Gobernación ha resuelto asuntos relativos a infracciones e impuesto sanciones administrativas? ⁶⁹	¿La AACD monitorea semestralmente los cuerpos receptores y las descargas? ⁷⁰	¿El GM ha participado en los procesos de seguimiento y control? ⁷¹
	tampoco se ha encontrado evidencia de inspecciones de oficio por parte de la Gobernación ⁷⁴ .			
Actividad: CBN				
Obtuvo su LA en abril de 1997 la misma que tenía vigencia hasta abril de 2007. Actualmente cuenta con LA vigente emitida el 14 de abril de 2008 bajo el RASIM.	No se tiene evidencia de inspecciones de seguimiento al PASA o al PPM entre 1997 y 2007 realizadas por la Gobernación.	Entre 1997 y 2007 la Gobernación impuso una sanción a la CBN. En abril de 2004 la Gobernación aperturó un proceso técnico administrativo y amonestó por escrito a la CBN mediante R.A. n.º 012/04 debido a que esta actividad no se adecuaba a la normativa ambiental.	Entre 1997 y 2007 la Gobernación realizó monitoreos semestrales de las descargas de la CBN sólo en el año 2003, en marzo y en septiembre.	No se tiene evidencia de la participación del GM de La Guardia en ninguna acción de control en el periodo 1997-2007.
Actividad: FACRULESA				
Obtuvo su LA en noviembre de 1999, vigente hasta noviembre de 2009. La actividad se adecuó al RASIM en el 2005 y obtuvo Categoría 4 ⁷⁵ .	La Gobernación realizó una inspección en mayo de 2004 para verificar posibles descargas no autorizadas.	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	El GM de Warnes participó junto a la Gobernación de la inspección de mayo de 2004 realizada para verificar posibles descargas no autorizadas.
Actividad: Telares Santa Cruz				
Obtuvo su LA en julio de 1997 la cual estuvo vigente hasta julio de 2007. La actividad se adecuó al RASIM en el año 2004.	Su LA estuvo vigente hasta julio de 2007. La Gobernación realizó una inspección en abril de 2005 de seguimiento a la actividad.	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .
Actividad: Ingenio Azucarero La Bélgica				
Obtuvo su LA en mayo de 1997 que estuvo vigente hasta mayo de 2007. Se adecuó al RASIM en el	Se tiene el acta de inspección de junio de 2007 de seguimiento al PASA con toma de muestras de efluentes.	No se tiene evidencia al respecto hasta el año 2007 cuando estuvo vigente su LA.	No se tiene evidencia al respecto antes del año 2007.	El GM ha participado en la inspección de seguimiento al PASA de junio de 2007.

⁷⁴ De acuerdo a lo establecido en el artículo 125 del RPCA.

⁷⁵ Debe aclararse que durante la vigencia de la LA emitida antes de la promulgación del RASIM, estaban vigentes también las funciones y atribuciones de control establecidas en el RPCA, RGGG y RMCH.

Licencia Ambiental	¿La Gobernación ha fiscalizado las medidas aprobadas en el PPM y el PASA? ⁶⁸	¿La Gobernación ha resuelto asuntos relativos a infracciones e impuesto sanciones administrativas? ⁶⁹	¿La AACD monitorea semestralmente los cuerpos receptores y las descargas? ⁷⁰	¿El GM ha participado en los procesos de seguimiento y control? ⁷¹
2004 a través de su registro RAI obteniendo Categoría 1 y 2. Actualmente la actividad no cuenta con LA.				

Fuente: elaboración propia en base a la documentación proporcionada por las instancias ambientales.

La información del cuadro muestra que la Gobernación de Santa Cruz realizó algunas acciones de seguimiento a las medidas aprobadas en los Planes de Prevención y Mitigación (PPM) y en los Planes de Adecuación y Seguimiento Ambiental (PASA), sin embargo su ejecución fue irregular, existiendo actividades a las que no realizó ninguna inspección de control de la Licencia Ambiental y otras en las que el control se hizo esporádicamente dentro el periodo de vigencia de la misma.

Se ha evidenciado que la Gobernación de Santa Cruz ha resuelto algunos asuntos relativos a infracciones y sanciones que devinieron de denuncias y/o de inspecciones de oficio a algunas actividades identificadas como críticas tal es el caso de las lagunas Norte de SACUAPAC y la Cervecería Boliviana Nacional.

Cabe notar la falta de adecuación de COSEPW que es la cooperativa que trata las aguas residuales del municipio de Warnes, no cuenta con Licencia Ambiental y no han reportado el inicio del trámite respectivo, asimismo, las lagunas de SAGUAPAC del Parque Industrial de las que tampoco remitieron la Licencia Ambiental y no reportaron acciones de control.

Es cierto que la falta de adecuación de estas actividades impide a la Gobernación programar acciones de control sobre estas actividades, sin embargo no es limitante para realizar inspecciones de oficio, de las cuales no se tiene evidencia.

Algunas Instancias Ambientales de los Gobiernos Municipales han participado de los procesos de control realizados por la Gobernación de Santa Cruz, sin embargo esta situación no ha sido habitual en todos los casos, por ejemplo el Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra no ha participado en las inspecciones de seguimiento al PASA de las lagunas de SAGUAPAC que realizó la Gobernación.

En lo que respecta al monitoreo semestral de las descargas industriales, se observó que la Gobernación cumplió con esta función sólo en una actividad y en una gestión (CBN en el año 2003). Por los informes de inspección se conoce que la Gobernación ha tomado muestras de efluentes de algunas actividades, sin embargo la frecuencia de estas no responden a un monitoreo regular semestral.

A continuación se ha elaborado un cuadro en base a la documentación recabada de las instancias ambientales y resume el acatamiento a las disposiciones establecidas por el RASIM a partir de la adecuación de las actividades industriales a este reglamento. Se han tomado como referencia las acciones de control básicas.

Acciones de control realizadas por las instancias ambientales que están regidas por el RASIM

Tabla n.º 24

Actividad	Licencia Ambiental	¿La IAGM ha realizado inspecciones programadas en base al PMA y/o IAA ⁷⁶ ?	¿La Gobernación ha aplicado el régimen de sanciones que establece el RASIM? ⁷⁷
CBN	Esta actividad a través de su registro RAI se adecuó al RASIM en abril de 2007 obteniendo Categoría 1 y 2 ⁷⁸ . Cuenta con LA vigente, emitida el 14 de abril de 2008.	No existe evidencia de que la IAGM de La Guardia haya realizado inspecciones programadas al PMA o a IAA. Existe un informe del municipio de octubre de 2008 de solicitud a la Gobernación de Santa Cruz de apertura de un proceso de infracciones y sanciones administrativas por sobrepasar los límites permisibles en las descargas de la CBN. En mayo de 2009 las Gobernación realizó una inspección de verificación de denuncia de malos olores con la participación de IAGM de La Guardia.	No se ha evidenciado sanciones emitidas por la Gobernación desde que la actividad se adecuó al RASIM, en el periodo 2007-2010. Se tiene una nota de requerimiento de medidas correctivas de aplicación inmediata emitida por la Gobernación en septiembre de 2009, luego de realizar la respectiva inspección en atención a una denuncia.
FACRU-LESA	Esta actividad a través de su registro RAI se ha adecuado en junio de 2005 al RASIM, obteniendo Categoría 4.	Por la categoría esta actividad no requiere elaborar PMA ni IAA. Sin embargo la IAGM de Warnes realizó una inspección en marzo de 2008 de seguimiento a la actividad.	No se ha evidenciado sanciones emitidas por la Gobernación desde que la actividad se ha adecuó al RASIM.
Telares Santa Cruz	Sujeta al RASIM desde octubre de 2004 cuando obtuvo Categoría 3. No cuenta con LA.	No se ha recibido información al respecto 50.	No se ha evidenciado sanciones emitidas por la Gobernación desde que la actividad se ha adecuó al RASIM.
Frigorífico Guabirá	Sujeta al RASIM desde mayo de 2009 cuando obtuvo categoría 2 a través del RAI, sin embargo, no cuenta con LA.	La actividad no cuenta con LA por tanto no es posible programar inspecciones en base al PMA, sin embargo existe un acta de inspección de julio de 2009 para hacer un seguimiento a la actividad, ejecutada por la Gobernación con la participación de la IAGM de Montero.	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .
Planta Faenadora Pío Rico	Esta actividad está regida por el RASIM desde 2007 cuando obtuvo Categoría 3. Su LA fue emitida por el municipio en noviembre de 2007 y fue suspendida en septiembre de 2009.	La documentación remitida indica que la IAGM de Montero realizó una inspección de seguimiento al PMA en junio de 2009. El informe de inspección fue dado a conocer al RL por la Subprefectura de la provincia Obispo Santiesteban donde informan que la LA quedaba sin efecto, que la categoría obtenida no corresponde y recomendaron reiniciar el trámite.	No se ha recibido información al respecto ⁷³ .

⁷⁶ Inciso k del artículo 11, artículo 59, artículo 116 e inciso a del artículo 117 del RASIM.

⁷⁷ Inciso g del artículo 10 del RASIM.

⁷⁸ Hasta antes de abril de 2007, la CBN estaba regida por el RPCA.

Actividad	Licencia Ambiental	¿La IAGM ha realizado inspecciones programadas en base al PMA y/o IAA ⁷⁶ ?	¿La Gobernación ha aplicado el régimen de sanciones que establece el RASIM? ⁷⁷
Ingenio Azucarero La Bélgica	El ingenio obtuvo su LA en mayo de 1997 la que estuvo vigente hasta mayo de 2007. Se adecuó al RASIM en el año 2004 a través de su registro RAI obteniendo la Categoría 1 y 2. Actualmente la actividad no cuenta con LA.	No es posible programar inspecciones en base al PMA y/o IAA ante la inexistencia de LA. En noviembre de 2007 la Gobernación y la IAGM de Colpa Bélgica realizaron una inspección al área afectada por efluentes industriales del ingenio. En junio de 2008 la IAGM realizó una inspección de oficio a todas las instalaciones del ingenio. En diciembre de 2008, la AACN, la Gobernación y la IAGM realizaron una inspección de las instalaciones del ingenio. En marzo de 2010 la IAGM de Colpa Bélgica realizó una inspección a las instalaciones del ingenio para hacer un seguimiento a las medidas propuestas en el PPM y PASA que estaban en revisión. En mayo de 2010 la IAGM realizó una inspección para evaluar la existencia de posibles descargas del ingenio. En junio de 2010 la IAGM realizó dos inspecciones para evaluar la existencia de posibles descargas del ingenio.	La Gobernación abrió un proceso técnico administrativo contra la actividad en marzo de 2008 mediante R.A. n.º 011/08 por desborde de sus lagunas, contaminando las aguas del río Pirai y por no contar con LA. En mayo de 2008 la gobernación sancionó al RL mediante R.A. n.º 013/08 por haber incurrido en infracción administrativa de acuerdo a lo establecido en el art. 17, numeral I, inc. c), numeral II, inc. a), c) y d) del D.S. n.º 28592, imponiéndole una multa de Bs3000.- además de solicitar otras medidas correctivas.
Granja Porcina La Madre	No cuenta con Licencia Ambiental.	En septiembre de 2010 la Gobernación de Santa Cruz con participación de la IAGM de Montero realizó una inspección de oficio a la granja porcina, por las deficiencias identificadas recomendó: la apertura de un proceso administrativo ⁷⁹ , suspender las descargas e implementar un sistema de tratamiento de efluentes líquidos, entre otros.	No se ha recibido información al respecto ⁷⁵ .

Fuente: elaboración propia en base a la documentación proporcionada por las instancias ambientales.

Respecto de las actividades industriales que están regidas por el RASIM, en ningún caso se ha obtenido evidencia sobre acciones realizadas por la Gobernación para verificar el cumplimiento de los procedimientos técnico administrativos de los Gobiernos Municipales⁸⁰.

Las Instancias Ambientales de los Gobiernos Municipales (IAGM) de los municipios en cuyas jurisdicciones se encuentran las industrias evaluadas (Montero, Warnes y La Guardia), no han realizado acciones de control programadas en función de los Planes de Manejo Ambiental (PMA) y/o Informe Ambiental Anual (IAA).

Es importante notar que la Gobernación de Santa Cruz ha realizado acciones de control a través de inspecciones de oficio o por denuncia sobre las actividades industriales a pesar de

⁷⁹ Como parte de la evidencia recabada en la auditoría especial que realiza la Contraloría General del Estado sobre la gestión ambiental de la contaminación hídrica de la cuenca del río Pirai, la Gobernación de Santa Cruz informó sobre la apertura de un proceso técnico administrativo contra el Representante Legal de la Granja Porcina La Madre, a través de la Resolución Administrativa n.º 002/2011 del 09 de febrero de 2011, conminado, entre otros, a suspender la descarga de aguas residuales y a implementar un sistema de tratamiento.

⁸⁰ Inciso a del artículo 10 del RASIM.

que éstas son competencia de las IAGM. Lo que denota que estas últimas no están cumpliendo adecuadamente con las funciones que le asigna el RASIM.

De manera particular en el caso del municipio de Colpa Bélgica se ha observado la realización de acciones de control de oficio sobre el ingenio azucarero de La Bélgica por parte de la IAGM y con la participación de la Gobernación de Santa Cruz y de la AACN, estas acciones de control estuvieron orientadas a verificar la posible generación de efluentes del ingenio toda vez que no cuenta con LA por lo que no fue posible programar inspecciones de control.

En lo que compete a la Gobernación respecto de la aplicación de sanciones bajo el régimen del RASIM, se ha evidenciado la emisión de sanciones y amonestaciones para el caso del ingenio azucarero de La Bélgica como resultado de las acciones de control realizadas por esta instancia y por el Gobierno Municipal ante denuncias de descargas de efluentes.

Los resultados del estado ambiental del río Piraí muestran que los cuerpos de agua se encuentran afectados por las descargas de actividades que operan cerca de los cuerpos de agua de la cuenca, en esta auditoría se identificaron industrias cuyos efluentes incumplen en mayor o menor grado los límites máximos establecidos en el anexo A-2 del RMCH (ver acápites 3.1.1.1, 3.1.2.1 y tablas B y G sobre descargas industriales en el anexo 1).

La información del cuadro anterior, pone en manifiesto que el deterioro de la calidad ambiental de los ríos y arroyos de la cuenca del Piraí se debe también a las deficiencias en el control sobre las actividades en operación que descargan efluentes a los cuerpos de agua de la mencionada cuenca.

Las deficiencias identificadas de la Gobernación de Santa Cruz y de los Gobiernos Municipales, principalmente de Montero, Warnes y La Guardia, impiden que exista un adecuado control de las descargas hacia el río Piraí y/o sus afluentes e imposibilita identificar oportunamente situaciones de contaminación de los cuerpos de agua. En base a la causa identificada se recomienda lo siguiente:

Al Gobernador del Departamento de Santa Cruz:

R.7 *La Gobernación de Santa Cruz debe inspeccionar y vigilar las medidas aprobadas en el Plan de Prevención y Mitigación (PPM) y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) de las actividades con Licencia Ambiental, que no están regidas por el RASIM y que descargan sus efluentes a los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí, tomando muestras de las descargas para verificar los informes semestrales de caracterización que debe presentar la actividad. (Art. 10, inciso e del RPCA, artículo 13 del RMCH).*

R.8 *La Gobernación de Santa Cruz debe realizar inspecciones de oficio para verificar si las actividades que operan en la cuenca del Piraí cuentan con Licencia Ambiental (Art. 125 del RPCA).*

R.9 *La Gobernación de Santa Cruz debe verificar el cumplimiento de las acciones de control y vigilancia de los Gobiernos Municipales, sobre las actividades que generan efluentes a los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí (Art. 10, inciso a del RASIM).*

A los Alcaldes Municipales de Santa Cruz de la Sierra, La Guardia, Warnes y Montero:

R.10 *Los Gobiernos Municipales deben participar de los procesos de inspección que realiza la Gobernación sobre las actividades que no están regidas por el RASIM y que descargan efluentes sobre los cuerpos de agua de la cuenca del Piraí que se encuentran en su jurisdicción. (Art. 11, inciso b del RPCA)*

R.11 *Los Gobiernos Municipales deben realizar inspecciones de control en base a los Planes de Manejo Ambiental (PMA) y/o a los Informes Ambientales Anuales (IAA) de las actividades industriales que descargan efluentes a cuerpos de agua de la cuenca del Piraí que se encuentran dentro su jurisdicción. (Art. 11 inciso k, artículo 59, artículo 116 y artículo 117 inciso a, del RASIM)*

4. CONCLUSIÓN GENERAL DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP08/F10

Se ha determinado la calidad ambiental del río Piraí y sus afluentes en 1999 y en el 2010. Los resultados muestran que el río Piraí ha mantenido en la mayor parte del curso principal un rango de calidad media en sus aguas, sin embargo a diferencia de 1999 contiene mayor carga orgánica debido al incremento de los volúmenes de descarga principalmente de SAGUAPAC y de la Cervecería Boliviana Nacional.

En general, los cuerpos de agua de la cuenca del río Piraí han disminuido de calidad, algunos están afectados por la actividad industrial, pero la mayor parte de los ríos y arroyos están recibiendo un impacto ambiental importante, ocasionado por el crecimiento e intensificación de la actividad agrícola, que conlleva el aumento del uso de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas y agroquímicos en general que están afectando de manera importante al río Chané y sus afluentes.

Se ha determinado la condición del medio ambiente de la cuenca del río Piraí tanto en el año 1999 y 2001 como en el año 2010. Las condiciones de los servicios básicos de las comunidades evaluadas se han mantenido en su mayoría rudimentarias con el predominio del uso de pozos ciegos cuyo uso tiene una implicancia ambiental sobre la calidad de los cuerpos de agua en las zonas propensas a inundaciones. Los cuerpos de agua también se

ven afectado por la directa disposición de las aguas residuales domésticas de lavado afectando los cuerpos de agua con materia orgánica, fosfatos, aceites y grasas, condición que no ha cambiado en los últimos 10 años y cuyo efecto o sobre la calidad de los ríos se ha incrementado debido al crecimiento de la población.

Respecto de la actividad agrícola el evidente crecimiento de las superficies de cultivo tiene una implicancia ambiental importante en la cuenca del Piraí, toda vez que este conlleva el aumento del uso del consumo de insumos agrícolas cuyo uso no está controlado existiendo una alta probabilidad de contaminar los cuerpos de agua de la cuenca a través de los canales de drenaje y por efecto de la erosión eólica e hídrica con sustancias que pueden ser tóxicas y/o que pueden incrementar los niveles de concentración de ciertos compuestos superando los límites permitidos por norma.

Se ha determinado que las causas asociadas a esta condición están directamente relacionadas con la ausencia de acciones de control respecto de la actividad agrícola, las deficiencias asociadas a las acciones de control sobre la actividad industrial, la ausencia de clasificación de los cuerpos de agua e insuficientes recursos humanos para las acciones de control, acompañado de la inestabilidad laboral en el personal a cargo del control y seguimiento en las respectivas instancias ambientales.

En consecuencia, la variación del estado ambiental entre los años 1999 y 2010 muestra que no se ha preservado, conservado y mucho menos mejorado y/o restaurado la calidad ambiental de los recursos hídricos de la cuenca del río Piraí. Los resultados indican que existe una tendencia al deterioro, por la presión antrópica que proviene principalmente de la actividad agrícola y en menor grado de la actividad doméstica e industrial.

Los efectos de la variación del estado ambiental están ligados directamente a los resultados de la gestión ambiental en el periodo comprendido entre 1999 y 2010 a cargo de la Gobernación de Santa Cruz y de los Gobiernos Municipales de: Santa Cruz de la Sierras, La Guardia, Colpa Bélgica, Warnes, Montero, Minero, General Saavedra y Fernández Alonso.

Los resultados de la gestión ambiental no han sido favorables para el estado ambiental de la cuenca del río Piraí que se ha visto afectada por la presión antrópica que se ejerce en la zona, poniendo en evidencia las deficiencias de las instancias responsables y mostrando que debe mejorar la gestión para lograr reducir los impactos ambientales que van en desmedro de los cuerpos de agua, de la vida acuática y de la salud y calidad de vida de la población circundante.

5. OTROS ASPECTOS

La Norma de Auditoría Ambiental 245 relativa a la comunicación de resultados indica que, si corresponde, el informe puede incluir algunos aspectos complementarios. Entre ellos hay dos que corresponde incluir en el presente informe.

El primero se relaciona con lo señalado en la norma mencionada, como «aspectos importantes que llamen la atención del auditor, que no siendo parte de los objetivos y alcances de la auditoría, fueron identificados durante el trabajo de campo, sugiriendo acciones al respecto». El segundo es la referencia a informes de auditoría especial, que deriven de una auditoría ambiental.

El alcance de la auditoría comprendió a parte de la cuenca media y baja del río Piráí, porque en una auditoría de resultados de gestión ambiental se debía comparar el estado ambiental en dos momentos diferentes, siendo el de «base» el que se elaboró con los resultados de la auditoría ES/EN26/L8 del año 1999. Esto significa que en la determinación del estado ambiental al año 2010 no podía incluirse a todos los gobiernos municipales que forman parte de la cuenca del río Piráí, ya que ello impediría una cabal comparación con el estado correspondiente al año 1999.

Por ello, el alcance específico de la auditoría no comprendió a todos los gobiernos municipales que forman parte de la cuenca del río Piráí; sin embargo, la naturaleza de las recomendaciones emitidas en este informe hace necesario que se considere a todos esos municipios. Esta situación fue evidente en la reunión de presentación y confirmación de las causas, realizada el 08 de febrero de 2011. Dado que no es posible ampliar el alcance por los motivos señalados respecto de la determinación del estado ambiental, se acudió a lo establecido en la Norma de Auditoría Ambiental 245 y se decidió incluir algunas sugerencias a los gobiernos municipales no considerados en el alcance, de forma de lograr una mejora completa en la cuenca del río Piráí.

Las recomendaciones emitidas en este informe de auditoría se basaron en las causas identificadas y buscan subsanar deficiencias en las acciones de control, la carencia de una clasificación del río Piráí y las deficiencias en los recursos humanos dedicados al control y vigilancia. Las mejoras buscadas deberían aplicarse a toda la cuenca del río Piráí a fin de lograr resultados integrales.

Por lo indicado, a continuación se incluyen las sugerencias asociadas a las recomendaciones, que se dirigen a los gobiernos municipales que completan el área de la cuenca del río Piráí. Debe aclararse que se considera al Gobierno Municipal de El Torno, al encontrarse en la cuenca media, justo después de la naciente del río, que se ubica en el municipio de Samaipata (en el que “sólo” nace el río). En la cuenca baja se considera a los municipios de San Pedro y Santa Rosa del Sara.

Se sugiere a los Alcaldes Municipales de El Torno, Santa Rosa del Sara y de San Pedro que consideren los requerimientos efectuados en las recomendaciones de este informe, realizando acciones conducentes a:

1. Identificar, prevenir y controlar la contaminación por efecto de la actividad agrícola, en coordinación con la Gobernación de Santa Cruz, en el marco de lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.
2. Participar en las inspecciones que realiza la Gobernación de Santa Cruz sobre las actividades que descargan efluentes en los cuerpos de agua de la cuenca del río Piráí (actividades no industriales). Asimismo, cuando se trate de actividades industriales comprendidas en el RASIM, deben realizar las inspecciones de control que correspondan respecto de las descargas de efluentes a esos cuerpos de agua.
3. Proponer a la Gobernación de Santa Cruz la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del Piráí que se encuentran en su jurisdicción, en función de su aptitud de uso y a través de un trabajo conjunto con esa Autoridad Ambiental Competente.
4. Fortalecer su unidad ambiental, incrementando el número de funcionarios necesarios para cumplir con las funciones de control y vigilancia que la normativa ambiental establece promoviendo además la estabilidad laboral en esa unidad.

Por otra parte, otro aspecto que no fue parte de los objetivos y alcances de la auditoría y que fue mencionado en la reunión de presentación y confirmación de causas del 08 de febrero, es la extracción de áridos en la cuenca del río Piráí. El tema no se incluyó en la auditoría porque no se consideró relevante para emitir opinión de acuerdo a los objetivos y alcances del examen. Sin embargo, es innegable que en el marco de la gestión ambiental de la cuenca considerada, el tema es importante, en especial en algunos municipios, como El Torno y La Guardia.

Se debe reconocer también que la extracción de áridos tiene impactos sobre el río, que no son directamente relacionados con la calidad ambiental de las aguas o que podrían no ser relevantes en el caso particular del río Piráí⁸¹. No es posible por lo indicado, incluir ese tema como parte de las recomendaciones; no obstante, la explotación de áridos es un aspecto cuya inclusión en los estudios concernientes a la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Piráí, deberá ser considerado por las entidades involucradas.

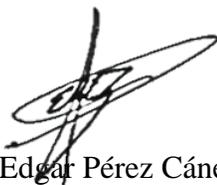
Por lo señalado, se ha considerado pertinente sugerir a la Gobernación de Santa Cruz y a los gobiernos municipales contemplados en las recomendaciones y sugerencias, que consideren la conveniencia de incluir la evaluación de la extracción de áridos en los estudios concernientes a la clasificación de los cuerpos de agua, en el marco del Decreto Supremo n.º 0091 del 22 de abril de 2009 que aprueba el Reglamento Ambiental de Áridos

⁸¹ Esto se nota al revisar el Formulario para la explotación menor de áridos y agregados (EMAR) en lechos y/o márgenes de los ríos, anexo al Reglamento Ambiental de Áridos y Agregados, en el que para el factor agua se identifican tres impactos ambientales: sólidos en suspensión, cambio de caudal, cambio de curso del río y cambio de pH. Recuérdese lo expuesto en el pie de página 24, en el que se explica porque no se consideró la turbiedad en el examen realizado.

y Agregados, tomando en cuenta toda la información técnica que pueda proveer el SEARPI como instancia competente en el tema.

Como último aspecto a tratar en este acápite, cabe señalar que en la realización de esta auditoría se obtuvo de las entidades evaluadas, información que dio indicios de deficiencias en la gestión ambiental, por lo que la Contraloría General del Estado está ejecutando una auditoría especial para emitir opinión sobre el cumplimiento de los instrumentos normativos relativos al control de la contaminación hídrica en la subcuenca baja del río Pirá y, si corresponde, establecer indicios de responsabilidad por la función pública.

La Paz, 03 de marzo de 2011

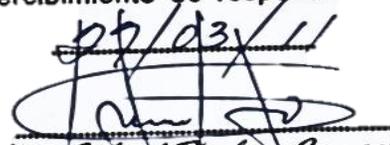


Roberto Edgar Pérez Cánepa
GERENTE DE EVALUACIONES
AMBIENTALES



Ing. Luis Fernando Saavedra Morató
SUBCONTRALOR DE SERVICIOS
TÉCNICOS

Cúmplase con las recomendaciones
contenidas en el informe que antecede
conforme el Art. 16 de la Ley 1178, bajo
apercibimiento de responsabilidad

03/03/11

Lic. Gabriel Herbas Camacho
CONTRALOR GENERAL DEL ESTADO