



AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)



MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE (MVOTMA)  
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

PROYECTO SOBRE EL CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y LA GESTIÓN DE LA  
CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL  
RÍO SANTA LUCÍA

Informe de Avance N°5

Octubre de 2010

Equipo del Proyecto de  
DINAMA

Equipo de Expertos de  
JICA



**TASA DE CAMBIO**

Dólar estadounidense (US\$) 1,00 = Yen japonés (¥) 83,67

Peso uruguayo (\$) 1,00 = Yen japonés (¥) 4,225





Mapa del Área  
(Cuenca del Río Santa Lucía y Cuenca del Arroyo Pando)



## Índice

<b>1. ACTIVIDADES DE GESTIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción .....	1
1.2. Esquema del proyecto .....	1
1.3. Síntesis de las principales actividades del proyecto.....	2
1.4. Actividades realizadas en este período .....	8
1.4.1. Seguimiento en relación al Informe intermedio del proyecto.....	8
1.4.2. Informes al Ministro .....	8
1.4.3. Séptima reunión del Comité de Coordinación .....	9
1.5. Problemas encontrados.....	9
1.6. Actividades previstas para el próximo período .....	9
<b>2. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE DINAMA (RESULTADO 1).....</b>	<b>10</b>
2.1. Actividades realizadas en este período .....	10
2.1.1. Avances generales de las actividades previstas en el Plan de Acción .....	10
2.1.2. Coordinación de actividades en DINAMA .....	10
2.2. Problemas encontrados.....	11
2.3. Actividades previstas para el próximo período .....	11
<b>3. COORDINACIÓN Y COLABORACIÓN ENTRE LAS INSTITUCIONES RELEVANTES (RESULTADO 2).....</b>	<b>12</b>
3.1. Actividades realizadas en este período .....	12
3.1.1. Reuniones del Comité Técnico sobre monitoreo de calidad de agua .....	12
3.1.2. Control del uso de plaguicidas en la cuenca del río Santa Lucía.....	12
3.2. Problemas encontrados.....	13
3.3. Actividades previstas para el próximo período .....	13
<b>4. MONITOREO DEL AGUA DE LOS RÍOS Y EFLUENTES (RESULTADO 3) .....</b>	<b>14</b>
4.1. Actividades realizadas en este período .....	14
4.1.1. Implementación del Programa de Monitoreo Conjunto .....	14
4.1.2. Recuperación de datos históricos .....	15
4.1.3. Elaboración del informe de monitoreo.....	16
4.2. Problemas encontrados.....	16
4.3. Actividades previstas para el próximo período .....	16
<b>5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS DATOS (RESULTADO 4).....</b>	<b>17</b>
5.1. Actividades realizadas en este período .....	17
5.1.1. Desarrollo de un modelo teórico a escala del mecanismo de contaminación del Río Santa Lucía Chico.....	17
5.2. Problemas encontrados.....	18
5.3. Actividades previstas para el próximo período .....	18
<b>6. CONTROL DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN (RESULTADO 5).....</b>	<b>19</b>
6.1. Actividades realizadas en este período .....	19

6.1.1. Mayor evaluación de las fuentes de contaminación de fuentes puntuales y difusas .....	19
6.1.2. Implementación del estudio piloto .....	21
6.1.3. Intercambios acerca de las estrategias para el control de la contaminación .....	22
6.2. Problemas encontrados.....	23
6.3. Actividades previstas para el próximo período .....	23
<b>7. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL (RESULTADO 6).....</b>	<b>24</b>
7.1. Actividades realizadas en este período .....	24
7.1.1. Resumen del informe del SIA.....	24
7.1.2. Base de datos de calidad de agua .....	25
7.1.3. Base de datos sobre fuentes de contaminación.....	25
7.2. Problemas encontrados.....	25
7.3. Actividades previstas para el próximo período .....	25
<b>8. OTROS .....</b>	<b>26</b>
8.1. Actividades de los donantes.....	26
8.1.1. Proyecto BID de la DINAMA .....	26
8.1.2. Proyecto BID de la DINASA .....	27
8.1.3. Otros proyectos de otros donantes .....	27
8.2. Otros temas .....	28
8.2.1. Creación de políticas para los recursos hídricos.....	28

## ANEXOS

ANEXO 1 Avance de las actividades del Plan de Acción .....	A1
ANEXO 2 Caracterización de las principales fuentes puntuales de contaminación en la cuenca.....	A2
ANEXO 3 Caracterización de otras fuentes de contaminación de la cuenca.....	A3
ANEXO 4 Avance del Estudio Piloto .....	A4
ANEXO 5 Avance del Proyecto .....	A5

## Índice de Cuadros

Cuadro 1.1	Esquema del Proyecto .....	1
Cuadro 1.2	Principales actividades realizadas en el marco del proyecto entre mayo y octubre de 2010.....	2
Cuadro 1.3	Indicadores de resultados y logros para este período .....	5
Cuadro 2.1	Avance de las actividades del Plan de Acción .....	10
Cuadro 5.1	Datos e información recopilados para desarrollar un modelo teórico a escala del mecanismo de contaminación .....	18
Cuadro 6.1	Cargas de contaminación de las principales fuentes de contaminación de la cuenca.....	20
Cuadro 6.2	Número de industrias que exceden los criterios para efluentes .....	20
Cuadro 8.1	Estado de las actividades del proyecto del BID .....	26
Cuadro 8.2	Esquema de los proyectos de otros donantes .....	27

## Índice de Figuras

Figura 1.1	Comparación de las actividades planificadas con la puesta en práctica real de las actividades del proyecto .....	3
Figura 4.1	Fotos de las actividades de monitoreo conjunto .....	15
Figura 6.1	Fuentes de contaminación incluidas en este informe .....	19
Figura 7.1	Estructura general del Sistema de Información Ambiental (SIA) .....	24

## Lista de Abreviaturas

<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo (Inter-American Development Bank)	<b>IDB</b>
<b>CC</b>	Comité de Coordinación (Steering Committee)	<b>StC</b>
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno (Biochemical Oxygen Demand)	<b>BOD</b>
<b>DCDA</b>	División de Control y Desempeño Ambiental, DINAMA (Environmental Control Division, DINAMA)	<b>DCDA</b>
<b>DECA</b>	División de Evaluación de la Calidad Ambiental, DINAMA (Environmental Evaluation Division, DINAMA)	<b>DECA</b>
<b>DGSA</b>	Dirección General de Servicios Agrícolas (General Directorate of Agricultural Services)	<b>DGSA</b>
<b>DICOSE</b>	Dirección Contralor de Semovientes (Livestock Comptroller Directorate)	<b>DICOSE</b>
<b>DINAMA</b>	Dirección Nacional de Medio Ambiente (National Directorate of Environment)	<b>DINAMA</b>
<b>DINASA</b>	Dirección Nacional de Agua y Saneamiento (National Directorate of Water and Sanitation)	<b>DINASA</b>
<b>DINOT</b>	Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (National Directorate of Territorial Planning)	<b>DINOT</b>

<b>IMM</b>	Intendencia Municipal de Montevideo (Municipality of Montevideo)	<b>IMM</b>
<b>INAC</b>	Instituto Nacional de Carnes (National Meat Institute)	<b>INAC</b>
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística (National Statistics Institute)	<b>INE</b>
<b>JET</b>	Equipo de Expertos JICA (JICA Expert Team)	<b>JET</b>
<b>JICA</b>	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)	<b>JICA</b>
<b>MDP</b>	Matriz de Diseño del Proyecto (Project Design Matrix)	<b>PDM</b>
<b>MGAP</b>	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (Ministry of Livestock, Agriculture and Fishery)	<b>MGAP</b>
<b>MVOTMA</b>	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (Ministry of Housing, Use of Land and Environment)	<b>MVOTMA</b>
<b>OPP</b>	Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Presidencia de la República (Office of Planning and Budget of Presidency)	<b>OPP</b>
<b>OSE</b>	Obras Sanitarias del Estado (Administration of Sanitarian Works of the State)	<b>OSE</b>
<b>PO</b>	Plan de Operaciones (Operation Plan)	<b>PO</b>
<b>RENARE</b>	Dirección General de Recursos Naturales Renovables (General Directorate of Renewable Natural Resources)	<b>RENARE</b>
<b>SIA</b>	Sistema de Información Ambiental (Environmental Information System)	<b>EIS or SIA</b>
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica (Geographical Information System)	<b>GIS</b>
<b>SISICA</b>	Sistema de Información de Calidad de Agua (Water Quality Information System)	<b>SISICA</b>
<b>SISILAB</b>	Sistema de Información de Laboratorio (Laboratory Information System)	<b>SISILAB</b>
<b>UDELAR</b>	Universidad de la República (University of the Republic)	<b>UDELAR</b>

# 1. ACTIVIDADES DE GESTIÓN DEL PROYECTO

## 1.1. Introducción

1. En el presente Informe de Avance N° 5 se detallan las actividades del proyecto realizadas entre los meses de mayo y octubre de 2010 (este período). El informe está organizado de la siguiente manera, a partir de la MDP (Matriz de Diseño del Proyecto) y del PO (Plan de Operaciones), revisados en febrero de 2010.

- Capítulo 1 - Actividades de gestión del proyecto (actividades comunes, tales como el desarrollo de informes y las reuniones del Comité de Coordinación)
- Capítulo 2 - Sistema de gestión ambiental de DINAMA (Resultado 1)
- Capítulo 3 - Coordinación y colaboración entre las instituciones relevantes (Resultado 2)
- Capítulo 4 - Monitoreo del agua de los ríos y efluentes (Resultado 3)
- Capítulo 5 - Análisis y evaluación de los datos (Resultado 4)
- Capítulo 6 - Control de las fuentes de contaminación (Resultado 5)
- Capítulo 7 - Gestión de la información ambiental (Resultado 6)
- Capítulo 8 - Otros

## 1.2. Esquema del proyecto

2. Los objetivos, propósito, resultados, implementación institucional y el período de puesta en práctica del proyecto se resumen en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 Esquema del Proyecto

Objetivo General	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se toman medidas para mejorar la calidad del agua de la cuenca del río Santa Lucía.</li><li>- Cooperación y fortalecimiento de los programas y proyectos de control de la contaminación y gestión de la calidad del agua en coordinación con los actores involucrados para promover la gestión mejorada en otras cuencas.</li></ul>
Propósito del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fortalecer la capacidad de DINAMA y otras instituciones involucradas en cuanto al control de la contaminación del agua y la gestión de la calidad del agua en la cuenca del río Santa Lucía.</li></ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desarrollo del sistema de gestión de DINAMA en lo referente al control de fuentes de contaminación y gestión de la calidad del agua (Resultado 1).</li><li>- Creación de un sistema de coordinación y colaboración entre las instituciones relevantes sujetas al control de las fuentes de contaminación del agua/gestión de la calidad del agua (Resultado 2).</li><li>- Fortalecimiento de la capacidad de DINAMA y demás instituciones involucradas en lo referente a sistemas de monitoreo del agua de ríos y efluentes (Resultado 3).</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecimiento de la capacidad de DINAMA y demás instituciones involucradas en lo relativo a la recopilación, análisis y evaluación de datos, para el control de las fuentes de contaminación del agua (Resultado 4).</li> <li>- Fortalecimiento de la capacidad de DINAMA en lo relativo a la inspección, evaluación y aplicación de las normas para la gestión de las fuentes de contaminación (Resultado 5).</li> <li>- Creación y utilización de un sistema integrado de información para el control de la contaminación del agua/gestión de la calidad del agua (Resultado 6).</li> </ul>
Contraparte Principal	DINAMA
Miembros del Comité de Coordinación	DINAMA, DINASA, OPP, OSE, MGAP, Montevideo, Canelones, San José, Florida, Lavalleja, Flores, JET y JICA Uruguay
Área del Proyecto	cuenca del río Santa Lucía (y Arroyo Pando como curso de referencia) (ver mapa al dorso de la carátula)
Período del proyecto	Abril de 2008 a marzo de 2011

### 1.3. Síntesis de las principales actividades del proyecto

3. En el Cuadro 1.2 se resumen las principales actividades del proyecto puestas en práctica en este período (mayo a octubre de 2010). Durante este período se dedicó gran parte del tiempo al diseño e implementación del estudio piloto para el control de la contaminación de frigoríficos. Además, DINAMA organizó varias reuniones con las intendencias, OSE, MGAP, DINASA y otros organismos con el fin de plantear la necesidad de coordinación para la puesta en práctica del programa de monitoreo revisado y controlar el problema de los plaguicidas en la cuenca.

Cuadro 1.2 Principales actividades realizadas en el marco del proyecto entre mayo y octubre de 2010.

Fecha	Actividad	Contenido
Mayo – junio	Preparación para el estudio piloto	Se diseñó el estudio piloto para el control ambiental de frigoríficos
16 de junio	Monitoreo conjunto	Se implementó el Programa de Monitoreo Conjunto
21 de junio	Informe al Ministro	Se informó a las personas clave de MVOTMA acerca del estado de avance del proyecto
Julio - octubre	Implementación del estudio piloto	Implementación del estudio piloto, a cargo de una empresa consultora local
15 de julio	3 <sup>a</sup> Reunión del Comité Técnico/5 <sup>o</sup> Seminario	Las intendencias intercambiaron visiones acerca del monitoreo de calidad de agua
26 de julio	Reunión sobre gestión de plaguicidas	DGSA, OSE, DINASA y DINAMA discutieron cómo tratar el problema de la atracina

Fecha	Actividad	Contenido
5 de agosto	Reunión con las industrias frigoríficas	Se presentó la actividad correspondiente al estudio piloto a los representantes de los frigoríficos y otros expertos
9 de setiembre	4 <sup>th</sup> Reunión del Comité Técnico	Se discutió acerca de cómo coordinar las actividades de monitoreo de calidad de agua entre DINAMA y las intendencias

4. En la Figura 1.1 se observa la comparación del avance de las actividades del proyecto con el Plan de Operaciones. Según dicho plan, las actividades técnicas del proyecto se habrán completado en su mayoría para fines de octubre de 2010. En noviembre se realizará la evaluación final del proyecto.

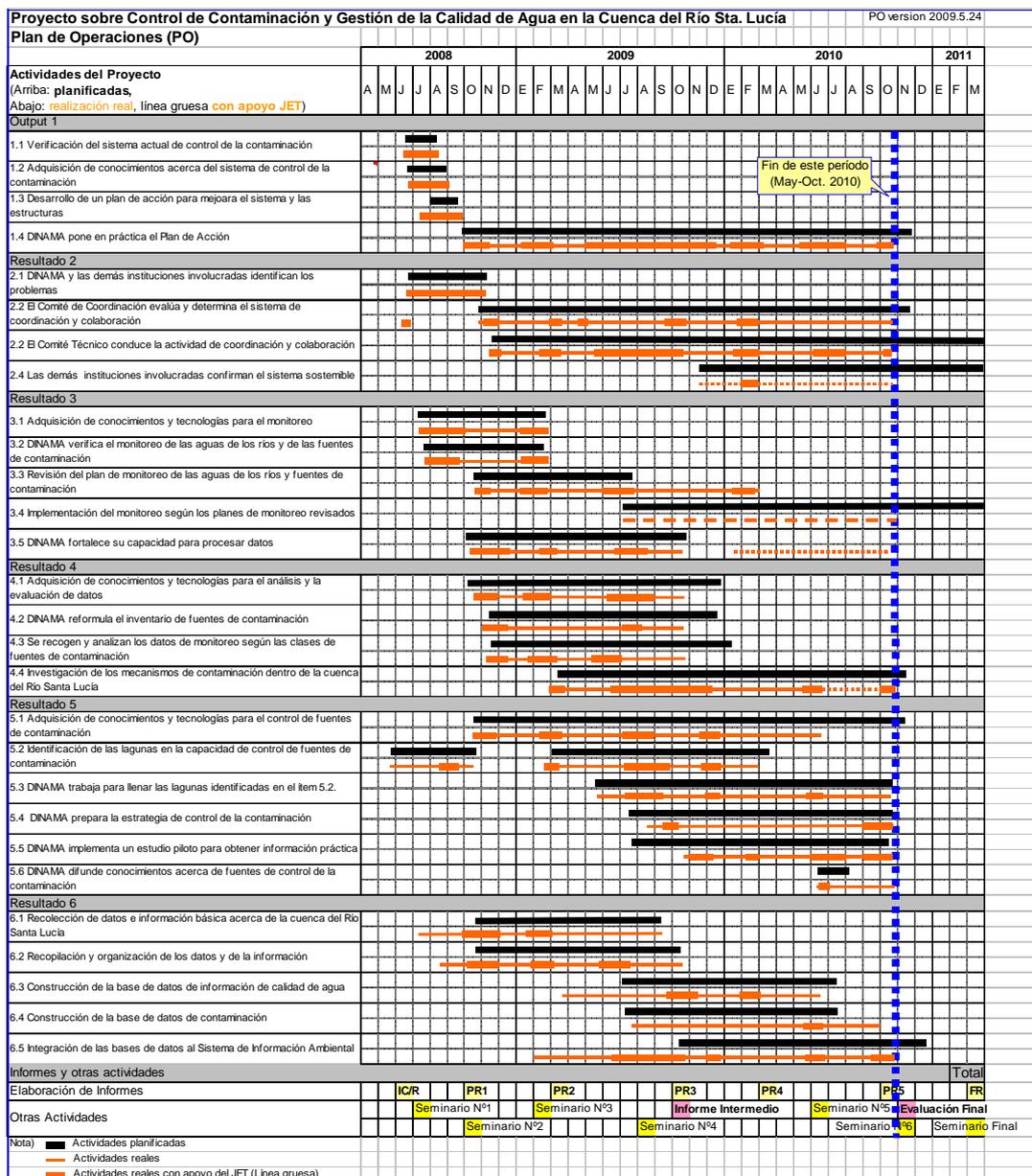


Figura 1.1 Comparación de las actividades planificadas con la puesta en práctica real de las actividades del proyecto

5. En el Cuadro 1.3 se presenta la comparación de los indicadores de los resultados de la MDP y los logros correspondientes a este período.

Cuadro 1.3 Indicadores de resultados y logros para este período

Resultados	Indicadores	Estado antes del proyecto	Logros en este período	Estado a alcanzar
1. Desarrollo del sistema de gestión de DINAMA en lo referente al control de fuentes de contaminación y gestión de la calidad del agua.	1.1 Cantidad de seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones y la cantidad de participantes. 1.2 Contenido de la evaluación de la capacidad del control de la contaminación 1.3 Contenido del Plan de Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quedan seminarios, cursos de capacitación y reuniones por organizar</li> <li>- Aún se debe realizar la evaluación de la capacidad</li> <li>- Aún se debe desarrollar el plan de acción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La evaluación de la capacidad se realizó en 2008.</li> <li>- Se ha desarrollado el Plan de Acción y se está implementando. Véase la Sección 2.1.</li> <li>- Más de 25 reuniones en las que participaron integrantes de la División de Control (DCDA), División de Evaluación (DECA), tanto con el Depto de Calidad de Agua como con el Depto. de Sistema de Información Ambiental (más de 240 participantes en total).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizan seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones para mejorar el sistema de gestión de DINAMA.</li> <li>- Se realiza la evaluación de la capacidad en los aspectos institucional, organizacional e individual.</li> <li>- Se desarrolla e implementa el Plan de Acción</li> </ul>
2. Creación de un sistema de coordinación y colaboración entre las instituciones relevantes sujetas al control de las fuentes de contaminación del agua/gestión de la calidad del agua.	2.1 Contenidos de los asuntos a resolver 2.2 Contenidos del sistema de coordinación y colaboración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe coordinación entre las organizaciones relevantes, pero no es suficiente para poner en práctica un control efectivo de la contaminación.</li> <li>- Estos temas requieren institucionalización e intercambios en las altas esferas.</li> <li>- Quedan reuniones del Comité Técnico y del Comité de Coordinación por organizar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El 15 de julio tuvo lugar la 3ª Reunión del Comité Técnico/Seminario No.5. Las intendencias de Canelones y Montevideo realizaron presentaciones sobre su calidad de agua (17 participantes).</li> <li>- El 26 de julio se organizó una reunión entre DGSA, OSE, DINASA y DINAMA para tratar el tema de la atracina (17 participantes).</li> <li>- El 5 de agosto, DINAMA organizó una reunión con los frigoríficos, la Cámara de la Industria Frigorífica, INAC, entre otros, para explicar las actividades del estudio piloto (23 participantes).</li> <li>- El 9 de setiembre tuvo lugar la 4ª reunión Comité Técnico para decidir la implementación del programa de monitoreo (22 participantes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DINAMA y MGAP estudian la manera de controlar las fuentes de contaminación relacionadas con la agricultura, incluidas las fuentes difusas.</li> <li>- DINAMA y OSE estudian la manera de compartir la información sobre calidad de agua y la protección de recursos hídricos.</li> <li>- DINAMA y las intendencias estudian la manera de compartir sus responsabilidades de monitoreo ambiental y control de fuentes de contaminación.</li> <li>- DINAMA y DINASA estudian la forma de coordinar y sistematizar la información relativa a procedimientos de autorización para toma y vertido de agua.</li> <li>- DINAMA y las organizaciones pertinentes organizan reuniones del Comité de Coordinación y del Comité Técnico, entre otras reuniones de alto nivel para tratar los temas mencionados.</li> <li>- Se desarrolla un protocolo de comunicación de emergencia.</li> </ul>

Resultados	Indicadores	Estado antes del proyecto	Logros en este período	Estado a alcanzar
3. Fortalecer la capacidad de DINAMA y otras instituciones involucradas en cuanto al sistema de monitoreo del río y los efluentes.	<p>3.1 Cantidad de seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones y la cantidad de participantes.</p> <p>3.2 Contenidos de los asuntos a resolver</p> <p>3.3 Contenido del plan de monitoreo</p> <p>3.4 Cantidad de muestras y parámetros de agua y sedimentos analizados en el laboratorio y exactitud de los análisis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quedan seminarios, cursos de capacitación y reuniones por organizar</li> <li>- Se ha realizado el monitoreo de los ríos. Sin embargo, los resultados no han sido informados, analizados ni utilizados para el control de la contaminación.</li> <li>- De manera similar, se han monitoreado los efluentes, pero los resultados no han sido utilizados para controlar la contaminación.</li> <li>- Aún resta revisar el plan de monitoreo.</li> <li>- Se han tomado y analizado más de 700 muestras en los últimos 3 a 4 años. Sin embargo, no han sido analizadas ni utilizadas para el control de la contaminación.</li> <li>- No se han informado los datos de monitoreo de los ríos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luego de revisado el programa de monitoreo en enero de 2010 y de la Reunión Especial del Comité Técnico el 5 de febrero, se realizaron la 3a y 4a Reunión del Comité Técnico para discutir la coordinación del monitoreo de calidad de agua (39 participantes en total).</li> <li>- El 16 de julio, DECA, DCDA y la Intendencia de Florida implementaron el Monitoreo conjunto como actividad de monitoreo de Nivel 4. OSE y las industrias locales también participaron de la actividad, y las muestras se analizaron en el laboratorio de DINAMA y del LATU (más de 20 participantes).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizan seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones para desarrollar la capacidad de monitoreo de la calidad del agua de los ríos y de las fuentes de contaminación.</li> <li>- Aumenta la eficiencia y la efectividad del monitoreo de los ríos y de las fuentes de contaminación por medio de la revisión de los planes de monitoreo (agua del río y efluentes)</li> <li>- Se revisan los objetivos, los puntos de muestreo, la frecuencia de muestreo, los parámetros y la rutina de elaboración de informes.</li> <li>- Se analizan las muestras de efluentes, sedimentos y agua, se elaboran los informes y se utilizan para la gestión ambiental.</li> </ul>
4. Fortalecer la capacidad de DINAMA y demás instituciones involucradas en lo relativo a la recopilación, análisis y evaluación de datos, para el control de las fuentes de contaminación del agua.	<p>4.1 Cantidad de seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones y la cantidad de participantes.</p> <p>4.2 Contenido del inventario de fuentes de contaminación</p> <p>4.3 Cantidad de datos de monitoreo en las fuentes de contaminación y sus contenidos</p> <p>4.4 Contenido de los resultados de los análisis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quedan seminarios, cursos de capacitación y reuniones por organizar</li> <li>- DINAMA cuenta con al menos una base de datos de fuentes de contaminación, una de pequeñas industrias y una de inspección.</li> <li>- Los datos de fuentes de contaminación se almacenan en diferentes bases de datos y aún falta digitalizar parte de esa información.</li> <li>- No hay información acerca de cargas de contaminación de fuentes puntuales y difusas</li> <li>- Aún falta aclarar los mecanismos de contaminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se analizaron nuevamente las cargas de contaminación de fuentes puntuales a partir de los datos actualizados del inventario de efluentes.</li> <li>- Se revisaron las cargas de contaminación de fuentes difusas.</li> <li>- Se está desarrollando un modelo de simulación simple para demostrar cómo un modelo de esa clase puede utilizarse en la gestión ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se organizan seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones para desarrollar la capacidad para el análisis y evaluar el estado y los mecanismos de contaminación.</li> <li>- Se revén y se estudian los contenidos del inventario de fuentes de contaminación</li> <li>- Se revisan y reorganizan los datos de monitoreo en las fuentes de contaminación individuales, para el control de la contaminación.</li> <li>- Se analizan las fuentes de contaminación de fuentes puntuales y difusas.</li> <li>- Se aclara el mecanismo de contaminación en la cuenca del río Santa Lucía</li> </ul>
5. Fortalecer la capacidad de DINAMA para realizar la inspección,	5.1 Cantidad de seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones y la cantidad de participantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quedan seminarios, cursos de capacitación y reuniones por organizar</li> <li>- DINAMA tiene una visión global de las fuentes de contaminación,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El estudio piloto sobre control de la contaminación en los frigoríficos está siendo implementado por una empresa consultora local, CSI, bajo la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizan seminarios, cursos de capacitación y/o reuniones para desarrollar la capacidad de gestión de las fuentes de contaminación.</li> <li>- Se desarrolla una estrategia de control</li> </ul>

Resultados	Indicadores	Estado antes del proyecto	Logros en este período	Estado a alcanzar
evaluación y cumplimiento en cuanto a la gestión de las fuentes de contaminación.	5.2 Contenidos de los asuntos a resolver 5.3 Contenido del estudio piloto	pero no cuenta con datos de monitoreo y otros datos como base. - DINAMA cuenta con varios manuales de control, pero no son necesariamente útiles para las actividades de control de la contaminación in situ.	supervisión de DINAMA y JET. - El 26 de julio, los directores de DGSA, DINASA y DINAMA y el Jefe de Producción de OSE, discutieron las medidas a tomar para controlar el problema de la atracina.	de la contaminación teniendo en cuenta la calidad ambiental, la carga de contaminación, las leyes y normas, los recursos necesarios para el cumplimiento, entre otros aspectos. - Se revisan las actividades de control de la contaminación sobre la base de estrategias. - Se pone en marcha un estudio piloto para obtener información práctica que permita controlar la contaminación en la cuenca del río Santa Lucía.
6. Construcción y utilización de un sistema integrado de información para el control de la contaminación del agua/gestión de la calidad del agua.	6.1 Contenido de los datos básicos y de la información acerca de fuentes de contaminación y calidad de agua 6.2 Contenido y accesibilidad de la información ambiental relacionada con la cuenca del río Santa Lucía.	- Existen bases de datos básicas, pero aún se las debe reconstruir. - Se está desarrollando el Sistema de Información Ambiental (SIA) y falta incorporar las bases de datos al sistema.	- Se organizaron tres reuniones internas para hablar del estado de desarrollo del SIA (21 participantes). - Se ha creado la Base de datos de calidad de agua, pero se deberían actualizar los datos. - Se ha creado la Base de datos de fuentes de contaminación e incorpora los módulos relacionados.	- Se reconstruyen las bases de datos de monitoreo y de fuentes de contaminación teniendo en cuenta las necesidades de datos e información. - Se incorporan las bases de datos de fuentes de contaminación y de monitoreo al sistema de información ambiental de DINAMA.

## **1.4. Actividades realizadas en este período**

### **1.4.1. Seguimiento en relación al Informe intermedio del proyecto**

6. El equipo encargado de la Revisión Intermedia del Proyecto (23 de setiembre al 10 de octubre de 2009) realizó las siguientes recomendaciones: (i) revisión de la MDP para definir las actividades, indicadores y condiciones externas; (ii) aumento de la comunicación con las partes interesadas; y (iii) seguimiento de la creación de políticas relativas al agua. De dichas recomendaciones, (i) se trató en la 6a reunión del Comité de Coordinación que tuvo lugar en febrero de 2010. En cuanto a (ii) y (iii), en este período se logró lo siguiente:

#### **(1) Mejora de la comunicación con las partes interesadas**

7. A partir de la Revisión Intermedia la comunicación con las partes interesadas ha aumentado de manera considerable. En este período se realizaron reuniones claves:

- El 15 de julio y el 9 de setiembre de 2010, DINAMA organizó reuniones del Comité Técnico para tratar el tema de la coordinación de actividades de monitoreo ambiental que llevarán a cabo DINAMA y otros organismos (véase el Capítulo 3).
- El 26 de julio de 2010, DINAMA organizó una reunión para tratar el problema de la atracina (herbicida). En dicha reunión, el Director General de DGSA, los Directores Nacionales de DINASA y DINAMA, el Jefe de Producción de OSE, conjuntamente con otros directores y expertos técnicos de dichas organizaciones se reunieron para lograr un consenso en cuanto a métodos para controlar la atracina (véase el Capítulo 3).
- El 5 de agosto, DINAMA organizó una reunión sobre control de la contaminación en la industria frigorífica, en la cual participaron expertos de la Cámara de la Industria Frigorífica, frigoríficos locales, INAC (Instituto Nacional de Carnes), y empresas consultoras locales (véase el Capítulo 6).

#### **(2) Seguimiento de la creación de políticas relativas al agua**

8. En Julio de 2010, DINASA coordinó una reunión en la que se trató el tema de la creación de una comisión para la cuenca del río Santa Lucía. Los principales puntos tratados en dicha reunión fueron la integración de la comisión, la responsabilidad y las potestades legales de la misma, el intercambio y centralización de información, los modelos hidrológicos y el monitoreo de la calidad del agua, y el financiamiento de las actividades.

### **1.4.2. Informes al Ministro**

9. El 21 de junio, integrantes del JET y del equipo de DINAMA informaron al nuevo Ministro de MVOTMA acerca del estado de avance del proyecto. Fue éste el primer informe oficial luego del cambio de autoridades del MVOTMA en marzo de 2010. En dicha reunión estuvieron presentes también el nuevo Viceministro y el nuevo Director Nacional de DINAMA, integrantes claves del MVOTMA, así como también un representante de la Embajada de Japón y el Representante Residente de JICA en Uruguay.

### **1.4.3. Séptima reunión del Comité de Coordinación**

10. La séptima reunión del Comité de Coordinación tendrá lugar a mediados de noviembre de 2010 según el cronograma de la Evaluación Final del proyecto.

### **1.5. Problemas encontrados**

11. Durante el mes de agosto de 2010 no hubo ningún miembro del JET en Uruguay. No obstante, los integrantes del equipo de la contraparte uruguaya continuaron con la mayor parte de las actividades, lo que constituye un buen indicador de la sostenibilidad del proyecto.

### **1.6. Actividades previstas para el próximo período**

12. El próximo período (noviembre de 2010 a marzo de 2011) será el último período de implementación del proyecto. En noviembre de 2010 se realizará la Evaluación Final y en enero y febrero de 2011 se preparará el Informe de Finalización del proyecto (Informe Final).

- Evaluación Final del Proyecto (noviembre de 2010)
- Séptima reunión del Comité de Coordinación (noviembre de 2010)
- Seminario No.6 (noviembre o diciembre de 2010)
- Preparación del Informe de Finalización del proyecto (enero-febrero de 2011)
- Reunión del Comité de Coordinación No.8 (febrero de 2010)
- Seminario Final (febrero de 2010)

## 2. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE DINAMA (RESULTADO 1)

### 2.1. Actividades realizadas en este período

#### 2.1.1. Avances generales de las actividades previstas en el Plan de Acción

13. El Cuadro 2.1 más abajo, refleja el avance en las actividades del Plan de Acción (PA). Las mismas son actividades específicas planificadas al inicio del proyecto, de acuerdo con la MDP y el PO. Para el mes de octubre de 2010, la mayor parte de estas actividades se habrán completado, o bien estarán en su etapa final. Los detalles correspondientes figuran en el Anexo 1.

Cuadro 2.1 Avance de las actividades del Plan de Acción

Resultado relacionado	Actividad del Plan de Acción	Estado
Resultado 1	AP1 - Desarrollo del Plan de Acción	Finalizada
Resultado 2	AP2 - Foro para la Promoción de la Gestión Ambiental en la cuenca del río Santa Lucía (el sistema de coordinación y colaboración entre las instituciones relevantes está sujeto al control de las fuentes de contaminación y a la gestión de la calidad del agua)	En proceso. Se realizaron dos reuniones del Comité Técnico sobre monitoreo. También se organizó una reunión sobre el asunto de la atracina. Hay más reuniones planificadas para octubre de 2010.
Resultado 3	AP3 - Revisión de los planes de monitoreo	Revisión del plan de monitoreo finalizada. DINAMA y las intendencias están terminando la coordinación y los detalles logísticos necesarios para cambiar el programa.
	AP4 - Desarrollar la capacidad de las intendencias para implementar el monitoreo de la calidad del agua utilizando el kit de monitoreo	Cancelada.
	AP5 - Inspecciones ambientales conjuntas entre DINAMA y las intendencias	A implementarse en noviembre y diciembre de 2010.
Resultado 4	AP6 Estimación de las cargas de contaminación	Completada.
	AP7 - Desarrollo de una representación teórica de los mecanismos de contaminación a pequeña escala	En proceso.
Resultado 5	AP8 - Desarrollo de Estrategias para el Control de la Contaminación en la cuenca del río Santa Lucía	En proceso.
	AP9 - Estudio Piloto para el mejoramiento de las plantas de tratamiento de la industria frigorífica	Relevamiento de campo finalizado. Desarrollando los Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales y diseñando una unidad de tratamiento de efluentes.
Resultado 6	AP10 - Reconstrucción de la base de datos de monitoreo	Base de datos reconstruida. Refinando los datos.
	AP11 - Desarrollo de una Base de Datos de Fuentes de Contaminación	Base de datos construida. Integrando los componentes

#### 2.1.2. Coordinación de actividades en DINAMA

14. En este período se llevaron a cabo las siguientes actividades de coordinación de gestión ambiental dentro el marco del proyecto.

### **(1) Actividad de monitoreo conjunto**

15. El monitoreo conjunto, inicialmente agendado para principios de 2009, fue puesto en práctica finalmente en julio de 2010, como ejemplo de monitoreo del Nivel 4, con la finalidad de identificar el impacto de determinadas fuentes puntuales de contaminación en Florida sobre la calidad del agua del Río Santa Lucía Chico. El muestreo se realizó el 16 de julio de 2010 y estuvo a cargo de integrantes de DCDA, DECA y de la Intendencia de Florida. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de DINAMA y en el LATU. Para más detalles, véase el Capítulo 4.

### **(2) Implementación del estudio piloto**

16. En este período, DCDA, DECA y JET se reunieron en más de 15 oportunidades para diseñar y poner en práctica el estudio piloto. Discutieron los objetivos, seleccionaron las industrias a que apuntarían, los métodos para el control de la contaminación, diseñaron las instalaciones para el tratamiento de los efluentes y desarrollaron los Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales. El estudio piloto está siendo implementado actualmente por parte de una empresa consultora bajo la supervisión de DINAMA y JET. Para más detalles, véase el Capítulo 6.

### **(3) Reunión sobre el Sistema de Información Ambiental**

17. El Departamento de Información Ambiental, DCDA, DECA y JET se reunieron en varias oportunidades para discutir el estado del desarrollo de las bases de datos correspondientes y estudiar la manera de acelerarlo. Para más detalles, véase el Capítulo 7.

## **2.2. Problemas encontrados**

18. En general, DCDA y DECA han coordinado sus actividades activamente. No obstante lo cual resulta necesario continuar con la coordinación dentro de DINAMA, incluido el Laboratorio de DINAMA.

## **2.3. Actividades previstas para el próximo período**

19. Las siguientes actividades, que se pondrán en práctica en el próximo período, apuntan a facilitar la coordinación y el intercambio de información dentro de DINAMA. (Los números de AP corresponden a las actividades del Plan de Acción que figura en el Anexo 1).

- Desarrollo de estrategias para el control de la contaminación en la cuenca del río Santa Lucía (AP8, noviembre de 2010)
- Estudio piloto (AP9, noviembre de 2010)
- Evaluación final del proyecto (noviembre de 2010).

### **3. COORDINACIÓN Y COLABORACIÓN ENTRE LAS INSTITUCIONES RELEVANTES (RESULTADO 2)**

#### **3.1. Actividades realizadas en este período**

20. Durante este período, DINAMA y JET organizaron más de diez reuniones con los organismos involucrados para tratar los siguientes temas:

- El papel y la responsabilidad de las intendencias en el monitoreo ambiental
- El control de plaguicidas en la cuenca
- El control de la contaminación en la industria frigorífica (estudio piloto)

##### **3.1.1. Reuniones del Comité Técnico sobre monitoreo de calidad de agua**

21. DINAMA organizó dos reuniones del Comité Técnico para tratar el tema del monitoreo ambiental por parte de las intendencias.

22. La primera reunión (3a Reunión del Comité Técnico/Seminario No.5) tuvo lugar el 15 de julio de 2010. En ella los representantes de las intendencias de Canelones y Montevideo presentaron sus actividades de monitoreo. Resultó muy positivo constatar que no sólo Montevideo, sino también Canelones ya cuentan con la capacidad sustancial necesaria para monitorear las condiciones ambientales dentro de su área administrativa. Luego de estas presentaciones, los participantes estudiaron la manera de obtener el apoyo necesario para realizar dichas actividades dentro de las diferentes organizaciones, así como la manera de poner en práctica el Programa de Monitoreo Revisado para el Río Santa Lucía.

23. La finalidad específica de la segunda reunión (4a Reunión del Comité Técnico) consistió en tratar la coordinación entre DINAMA y las intendencias para poner en práctica el Programa de Monitoreo Revisado. DINAMA explicó las diferencias entre el programa inicial y el actual, el estado de la Base de datos de calidad de agua que se utilizará para gestionar los datos del monitoreo, y cómo dichos datos se utilizan para la toma de decisiones. A pesar del consenso acerca del Programa de Monitoreo Revisado, se realizarán más ajustes al programa, teniendo en cuenta la capacidad de cada intendencia.

##### **3.1.2. Control del uso de plaguicidas en la cuenca del río Santa Lucía**

24. Luego de la reunión que sostuvieron OSE y DINAMA en febrero de 2010, MVOTMA organizó una comisión para tratar el problema de la atracina, pero era necesario continuar con los esfuerzos en este sentido. Ante tal situación, OSE y DINAMA organizaron otra reunión de alto nivel de la que participaron el Director General de DGSA, el Director Nacional de DINAMA, el Director Nacional de DINASA, el Jefe de Producción de OSE, así como otros expertos técnicos de dichas organizaciones. OSE realizó una presentación sobre el problema que enfrenta a la hora de asegurar el suministro de agua

libre de atracina, y los participantes discutieron acerca de qué podía hacer cada organismo para controlar la atracina.

25. En agosto, DINAMA se puso en contacto con la Dirección de Desarrollo Rural del MGAP, e inició la coordinación con programas locales en el departamento de Florida, en particular Campo Limpio y Florida Sustentable. DINAMA elaboró recientemente el borrador de un plan de acción para orientar sus actividades relacionadas con la atracina. Dado que los productores utilizan atracina en la primavera, DINAMA está realizando esfuerzos para organizar un taller en octubre de 2010 orientado a informar a los productores locales acerca del problema que esta sustancia planteó en 2009-2010, y fomentar prácticas óptimas.

### **3.2. Problemas encontrados**

26. En general, se constata que la coordinación entre las partes interesadas ha mejorado. Sin embargo, como surge de los esfuerzos tendientes a aclarar el tema de la gestión ambiental por parte de las intendencias y controlar el uso de atracina en la cuenca, se necesita tiempo para coordinar y organizar reuniones, y las reuniones no siempre redundan en acciones inmediatas tendientes a resolver los problemas planteados en las mismas. A pesar de que la coordinación es esencial y se espera que la comisión de cuenca propuesta sea un espacio formal para tratar estos asuntos, es importante también que cada organización cumpla con sus responsabilidades y demuestre su nivel de compromiso.

### **3.3. Actividades previstas para el próximo período**

27. En el próximo período se realizarán las siguientes actividades de coordinación entre instituciones.

- Séptima Reunión del Comité de Coordinación sobre el Informe de Avance No.5 (noviembre de 2010)

28. Se prevé realizar más reuniones técnicas en el próximo período.

## **4. MONITOREO DEL AGUA DE LOS RÍOS Y EFLUENTES (RESULTADO 3)**

### **4.1. Actividades realizadas en este período**

29. El Resultado 3 se centra en el monitoreo de ríos y efluentes, con especial énfasis en el muestreo y análisis químico de muestras del agua del río y de efluentes. En este período se realizaron las siguientes actividades:

- Puesta en práctica de la actividad de monitoreo conjunto
- Recuperación de datos históricos
- Producción del informe de monitoreo

30. Además, DINAMA organizó dos reuniones técnicas con las intendencias para coordinar las actividades de monitoreo. Los resultados de estas reuniones figuran en el Capítulo 3 más arriba.

#### **4.1.1. Implementación del Programa de Monitoreo Conjunto**

31. El Programa de Monitoreo Conjunto fue diseñado como una actividad de monitoreo de Nivel 4 para evaluar el impacto de las principales fuentes puntuales de contaminación en Florida sobre la calidad del agua del Río Santa Lucía Chico. Desde el punto de vista institucional, se concibió como una actividad clave para mejorar la coordinación entre DECA, a cargo del monitoreo ambiental, y DCDA a cargo del control de la contaminación. El programa, inicialmente agendado para comenzar a principios de 2009, finalmente se llevó a la práctica el 16 de junio de 2010.

#### **(1) Condiciones hidrológicas del Río Santa Lucía Chico al momento del muestreo**

32. El programa fue diseñado para implementarse cuando el nivel del agua está bajo, pues ello facilita la detección del impacto de las fuentes de contaminación locales sobre la calidad del agua. Sin embargo, debido a las lluvias torrenciales registradas el 12 y 13 de junio, las aguas del Santa Lucía Chico se encontraban en un nivel alto. El nivel registrado en la Estación 53,1 de DNH (bajo el puente de la Ruta 5) fue  $h = 3,90$ , y el caudal se estimó en  $104,0 \text{ m}^3/\text{s}$  a partir de la curva de calibración de DNH, lo que equivaldría a unas 100 veces por encima del caudal básico. La actividad se realizó de todos modos, debido a las dificultades para volver a agendar el programa.



Confirmación de la calibración y cómo utilizar el equipo de campo



Muestreo del efluente industrial

Figura 4.1 Fotos de las actividades de monitoreo conjunto

## **(2) Muestreo**

33. Se tomaron muestras de efluentes de tres fuentes puntuales: un frigorífico, una planta de tratamiento de aguas domésticas y una curtiembre). Se tomaron cuatro muestras de cada fuente en un espacio de tres horas, y las muestras se mezclaron en razón del caudal para preparar una muestra compuesta. Para las aguas del río se procedió a tomar cuatro muestras en un espacio de tres horas, aguas arriba y aguas debajo de las fuentes de contaminación. Se preparó una muestra compuesta para cada punto, combinando igual número de muestras, bajo el supuesto de que el caudal del río se mantenía constante a lo largo del tiempo. Todas las muestras de efluentes y del agua del río se tomaron simultáneamente.

## **(3) Resultados**

34. Debido al elevado nivel del agua, resultó difícil establecer el impacto de las fuentes puntuales sobre la calidad del agua del río. No obstante, los resultados contenían valiosa información acerca de fuentes de contaminación sobre cargas de contaminación de fuentes difusas, por estos motivos el análisis de los resultados se está profundizando con el modelo de simulación (véase el Capítulo 5).

35. Se observó que tomó más de dos meses obtener los resultados de los laboratorios. Si bien esto es común en Uruguay, un desfase tan importante podría entorpecer la toma de decisiones oportunas en materia ambiental, por lo que se debería abordar el tema en el futuro.

### **4.1.2. Recuperación de datos históricos**

36. En el período 2008-2009, se recolectaron datos de calidad de agua para el Río Santa Lucía en el marco del proyecto, pero existen más datos históricos que se está intentando recuperar. Esta tarea supone la evaluación de dichos datos en busca de incoherencias, comparación con los datos originales del laboratorio, así como la incorporación de los datos de las intendencias a la base de datos de DINAMA, tarea que no se ha hecho hasta

el momento. Los datos revisados habrán de reemplazar a la Base de datos de calidad de agua actual.

#### **4.1.3. Elaboración del informe de monitoreo**

37. DINAMA está trabajando actualmente en la elaboración del informe de monitoreo del Río Santa Lucía correspondiente a 2009, el cual se incluirá en el Informe Final del Proyecto.

#### **4.2. Problemas encontrados**

38. Aunque DINAMA y las intendencias han organizado tres reuniones del Comité Técnico en 2010 para tratar el tema de la coordinación y aspectos logísticos del programa de monitoreo revisado (véase el Capítulo 3), será necesario continuar el diálogo entre DINAMA y las intendencias. Mientras tanto, se continúa con el monitoreo según se había programado inicialmente.

#### **4.3. Actividades previstas para el próximo período**

39. Con respecto al monitoreo de ríos y efluentes, se llevarán a cabo las siguientes actividades en el próximo período.

- Implementación del monitoreo basado en el programa de monitoreo revisado (AP3, noviembre de 2010 al fin del proyecto).

## **5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS DATOS (RESULTADO 4)**

### **5.1. Actividades realizadas en este período**

40. El Resultado 4 se trata del análisis y la evaluación de los datos sobre condiciones ambientales (calidad del agua de los ríos) y fuentes de contaminación. En este período se realizó la siguiente actividad:

- Desarrollo de un modelo teórico a escala del mecanismo de contaminación del Río Santa Lucía Chico

41. Además, se volvieron a evaluar las cargas de contaminación de fuentes puntuales y difusas, las cuales se describen en el Capítulo 6.

#### **5.1.1. Desarrollo de un modelo teórico a escala del mecanismo de contaminación del Río Santa Lucía Chico**

42. El JET está en proceso de desarrollar un modelo simple para la simulación de la calidad del agua del Río Santa Lucía Chico, con el fin de demostrar cómo se utilizaría dicha herramienta para determinar cómo factores tales como las condiciones hidrológicas, variaciones en las cargas de contaminación, y procesos de autopurificación, afectan la calidad del agua del río.

##### **(1) Procesos de trabajo**

43. En julio de 2010, DINAMA y JET planificaron las actividades, que consistían en la selección del modelo de simulación, recopilación de datos para la actividad entre mayo y setiembre de 2010, y puesta en práctica del estudio de caso sobre el mecanismo de contaminación del Río Santa Lucía Chico con el modelo en octubre de 2010.

##### **(2) Esquema del modelo de simulación de la calidad de agua utilizado**

44. Se seleccionó el modelo de simulación QUAL2K. Es una versión actualizada del modelo QUAL2E desarrollado por USEPA, unidimensional y de flujo constante, capaz de simular la calidad del agua afectada por cargas de fuentes puntuales y difusas y tomas de agua. La interfaz de este modelo se basa en Microsoft Excel con Visual Basic para Aplicaciones (VBA). El modelo es muy fácil de utilizar, y ya se encuentra a disposición (véase el siguiente sitio virtual en detalle: <http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/qual2k.html>).

##### **(3) Recopilación de datos**

45. Para llevar a cabo esta actividad se recopilaron datos e información de organizaciones relevantes, tal como se ve en el Cuadro 5.1.

**Cuadro 5.1 Datos e información recopilados para desarrollar un modelo teórico a escala del mecanismo de contaminación**

Categoría	Datos e información	Fuente
Información básica	Límite administrativo	INE
Fuente puntual	Doméstica	INE y OSE
	Industrial	DINAMA (DCDA)
Fuente difusa	Mapa de usos de la tierra	DINOT, DICOSE, y DINAMA (Dep. de Información Ambiental)
Hidrología	Subcuenca	DINASA
	Usos del agua	DINASA
	Vertido al río	DINASA
Calidad del agua	Monitoreo habitual	DINAMA (DECA)
	Monitoreo conjunto	DINAMA y Florida

#### **(4) Estudio de caso**

46. El estudio de caso se realizará en octubre de 2010 y los resultados del mismo se presentarán en el Informe Final del proyecto.

#### **5.2. Problemas encontrados**

47. A fin de comprender cómo aplicar esta herramienta matemática para simular un sistema de río real, y para comprender las limitaciones de la misma, resulta necesario capacitar a la persona que estará encargada de su aplicación. Esto excede el alcance del proyecto. Resulta necesario, asimismo, contar con más datos para simular procesos complejos de calidad de agua, tales como la eutroficación, que dependen de varios factores. Estos temas se tratarán en el marco del estudio de caso que se implementará en octubre de 2010.

#### **5.3. Actividades previstas para el próximo período**

48. En el próximo período se realizarán las siguientes actividades de análisis y evaluación de datos.

- Evaluación de cargas de contaminación vertidas al Río Santa Lucía a nivel de la subcuenca (AP6, noviembre - diciembre de 2010)
- Identificación de disponibilidad y escasez de datos para desarrollar un modelo matemático que sirva como herramienta para la gestión ambiental (AP 7, noviembre – diciembre de 2010)

## 6. CONTROL DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN (RESULTADO 5)

### 6.1. Actividades realizadas en este período

49. El Resultado 5 trata sobre el control de las fuentes de contaminación en la cuenca. En este período se realizaron las siguientes actividades:

- Mayor evaluación de las fuentes de contaminación de fuentes puntuales y difusas
- Implementación del estudio piloto
- Discusión de las estrategias de control de la contaminación

#### 6.1.1. Mayor evaluación de las fuentes de contaminación de fuentes puntuales y difusas

50. La siguiente figura muestra las fuentes puntuales y difusas comprendidas en este proyecto.

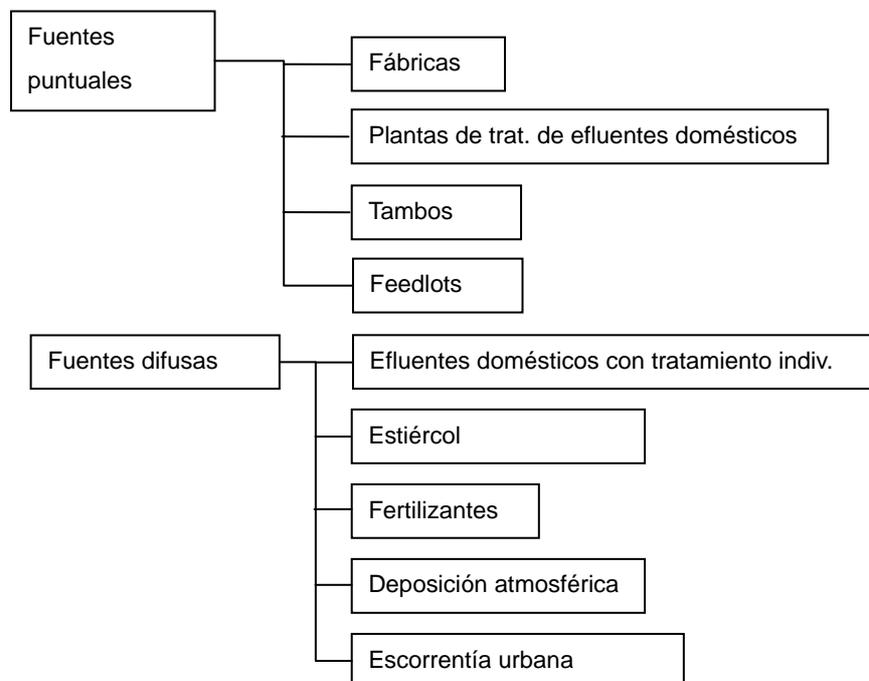


Figura 6.1 Fuentes de contaminación incluidas en este informe

#### (1) Fábricas y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas

51. En 2008 se evaluaron, en el marco del proyecto, las cargas de DBO de varias fuentes puntuales dentro de la cuenca (véase el Apéndice 9 del Informe de Avance No.2). A partir de 2008 se cuenta con más información acerca de efluentes de fuentes puntuales, básicamente debido a que DINAMA aumentó el monitoreo del nitrógeno y fósforo en efluentes, y también debido a que las industrias están utilizando un nuevo sistema de información ambiental llamado IAO [Informe ambiental de operación]. De este modo se reevaluaron las cargas de contaminación de fuentes puntuales.

52. En el siguiente cuadro se resumen los volúmenes de efluentes, DBO, aceites y grasas, amonio, nitrógeno total y fósforo total emitidos por varias industrias y plantas de tratamiento de efluentes domésticos. Los resultados confirman, una vez más, que los frigoríficos, las plantas de tratamiento de efluentes domésticos y las curtiembres constituyen las principales fuentes puntuales de contaminación de la cuenca. El Anexo 2 contiene información más detallada.

Cuadro 6.1 Cargas de contaminación de las principales fuentes de contaminación de la cuenca

Industria	Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amonio	Nitrógeno total	Fósforo total
		kg-O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg-N/d	kg-N/d	kg-P/d
(1) Carne	8.411	1.140	344	1.111	1.181	137
(2) Cuero	2.578	678	94	359	472	5
(3) Alimentos	247	61	9	19	12	3
(4) Planta de aguas residuales domésticas	25.533	1.100	483	233	687	96
(5) Bebidas	580	102	27	0	34	3
(6) Lácteos	3.779	264	81	28	185	31
(7) Textil	599	274	277	0.9	32	9
(A) Total ((1) - (7))	41,726	3.618	1.314	1.751	2.602	285
(8) Producción agropecuaria	63					
(9) Química	452					
(10) Minería	331					
(11) Minerales metálicos	9					
(12) Oleaginosos	10					
(B) Total ((8) - (12))	865					
G. Total ((A) + (B))	42.591					
(A)/((A) + (B))	98%					

53. En el Cuadro 6.2 se resume la cantidad de industrias de la cuenca del río Santa Lucía cuya concentración de efluentes promediada según el caudal exceden las concentraciones permitidas en virtud de las modificaciones propuestas al Decreto 253/79. Resulta evidente que existe aún un gran número de industrias que no cumplen con los estándares/referencias para amonio y fósforo total. En el Anexo 2 se encuentra información más detallada acerca de dichos análisis.

Cuadro 6.2 Número de industrias que exceden los criterios para efluentes

Tipo de industria	Total de industrias <sup>(Nota 1)</sup>	Número de industrias que exceden los criterios <sup>(Nota 2)</sup>			
		DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amonio	Fósforo total
Carne	17 (100%)	13 (81%)	3 (18%)	12 (92%)	16 (100%)

Tipo de industria	Total de industrias <sup>(Nota1)</sup>	Número de industrias que exceden los criterios <sup>(Nota 2)</sup>			
		DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amonio	Fósforo total
Alimentos	5 (100%)	3 (75%)	2 (40%)	3 (100%)	4 (100%)
Bebidas	4 (100%)	1 (33%)	3 (75%)	0 (0%)	3 (100%)
Cuero	8 (100%)	2 (25%)	1 (13%)	5 (63%)	0 (0%)
Lácteos	7 (100%)	3 (43%)	2 (29%)	6 (86%)	5 (71%)
Textil	5 (100%)	0 (0%)	1 (20%)	0 (0%)	1 (20%)
Planta de efluentes domésticos	18 (100%)	4 (22%)	1 (6%)	14 (78%)	2 (11%)

(Nota1): Total de industrias que vierten efluentes a los cursos de agua, alcantarillas y a la tierra.

(Nota2): Número de industrias que exceden los criterios propuestos por el Decreto 253/79 y sus modificaciones para efluentes:  
DBO: al curso de agua y a la red de alcantarillado,  
Aceites y grasas: al curso de agua, a la red de alcantarillado y a la tierra,  
Amonio; al curso de agua,  
Fósforo total: al curso de agua.

54. A pesar de que la disminución de las concentraciones de contaminantes en los efluentes a los niveles que exige la ley es esencial, el costo de instalación y operación de sistemas modernos de tratamiento de efluentes será elevadísimo para las industrias, así como para DINAMA y las demás autoridades involucradas a la hora de hacer cumplir la normativa. Además, la dificultad para hacer cumplir la ley depende, en gran medida, del sector. Por estos motivos el estudio piloto se concentra en las tecnologías y el costo del cumplimiento en el sector de la industria frigorífica. Véase el estudio piloto más abajo y en el Anexo 4.

## (2) Otras fuentes

55. Las condiciones de otras fuentes de contaminación figuran en el informe sobre fuentes difusas publicado en 2010. Dado que dicho informe se publicó únicamente en español, hemos incluido un resumen de los resultados del mismo en el Anexo 3 de este informe. Dichos datos han sido revisados y modificados mínimamente, incluida la reevaluación del uso de fertilizantes en la cuenca. Se agregaron también los tambos y feedlots, los cuales podrían ser regulados como fuentes puntuales en el futuro.

### 6.1.2. Implementación del estudio piloto

#### (1) Diseño del estudio piloto

56. Fueron necesarias más de 20 reuniones entre DINAMA y JET para diseñar el estudio piloto. En febrero de 2010, DINAMA y JET finalmente se pusieron de acuerdo en seleccionar a la industria frigorífica para el estudio piloto. La industria frigorífica es uno de los sectores más importantes en la economía del país, y debido a su tamaño y a su naturaleza, las cargas contaminantes que produce son sustanciales (véase la Sección 6.1.1). En mayo y junio, DINAMA y JET decidieron que los objetivos del estudio piloto serían:

- Evaluar la situación actual y los problemas relativos a la gestión ambiental de los frigoríficos de la cuenca del río Santa Lucía, con especial énfasis en la remoción de nutrientes de los efluentes, y estudiar las posibles instrucciones para lograr mejores resultados;
- Preparar un conjunto de "Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales " que sirva de guía para mejorar el tratamiento de los efluentes y otras prácticas de gestión ambiental; y
- Diseñar una planta de tratamiento de efluentes básica y realizar la estimación de costos correspondiente para un frigorífico seleccionado como estudio de caso para examinar las opciones técnicas y los costos de mejorar el tratamiento de efluentes.

57. Los Términos de Referencia del estudio piloto, que consisten en el relevamiento de campo, desarrollo de los Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales y el diseño de una planta de tratamiento de efluentes, fueron desarrollados para cumplir con estos objetivos.

## **(2) Implementación del estudio piloto**

58. CSI Ingenieros es la empresa consultora local que ganó la licitación para llevar a cabo el estudio piloto. El 5 de agosto, DINAMA organizó un taller en el que se explicaron los objetivos y las actividades del estudio piloto, del que participaron representantes de la Cámara de la Industria Frigorífica, frigoríficos locales, INAC (Instituto Nacional de Carnes), y otras partes interesadas.

59. En los meses de agosto y setiembre, CSI estudió la información disponible en DINAMA y luego llevó a cabo un estudio de campo que consistió en el relevamiento de ocho industrias de la cuenca (véase el Anexo 4). Actualmente, CSI está analizando el desempeño ambiental de cada industria. La firma consultora también se encuentra en proceso de elaborar los Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales, a la vez que diseña una planta para el tratamiento de efluentes que cumpla con los requisitos de las modificaciones propuestas al Decreto 253/79. DINAMA, JET y CSI se reúnen con frecuencia para tratar estos temas. Los resultados del estudio piloto estarán disponibles en noviembre.

### **6.1.3. Intercambios acerca de las estrategias para el control de la contaminación**

60. A partir de estos resultados DINAMA y JET han comenzado a estudiar las estrategias para el control de la contaminación. Los datos obtenidos a partir de este proyecto servirán para complementar la orientación de las estrategias de control de la contaminación en estudio dentro del marco del proyecto del BID (véase la Sección 8.1). Éstas incluyen simplificar los procedimientos para la obtención de la autorización ambiental, priorización ambiental basada en riesgos, diagnósticos específicos para cada sector y orientación, auto monitoreo por parte de las industrias, coordinación con las intendencias, etc. A pesar de que estos enfoques son efectivos en general, los recursos humanos de DINAMA son limitados y será difícil poner en práctica estrategias ambiciosas en un tiempo limitado. Se

espera que este proyecto que se está llevando a cabo específicamente en el Río Santa Lucía aporte ideas sobre las prioridades para las estrategias.

## **6.2. Problemas encontrados**

61. Es necesario continuar con las conversaciones acerca de las estrategias de control de la contaminación.

## **6.3. Actividades previstas para el próximo período**

62. A continuación se enumeran las actividades de gestión de fuentes de contaminación que se llevarán a cabo en el próximo período.

- Desarrollo de estrategias de control de la contaminación basadas en los resultados de los análisis de cargas de contaminación y la información sobre contaminación por fuentes difusas (AP8, noviembre a diciembre de 2010)
- Implementación del estudio piloto (AP9, noviembre a diciembre de 2010)

## 7. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL (RESULTADO 6)

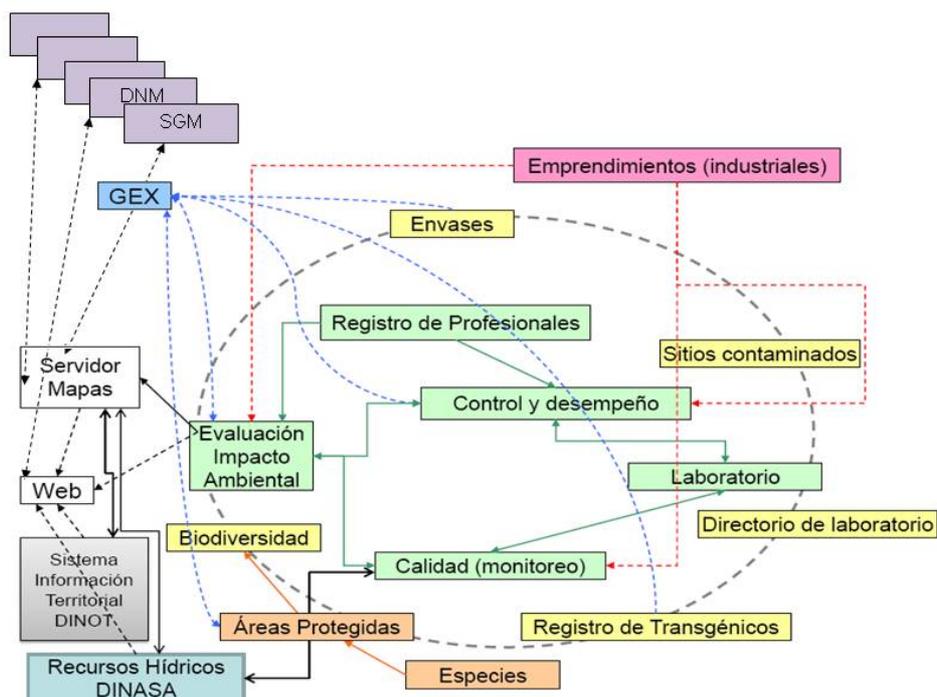
### 7.1. Actividades realizadas en este período

63. El Resultado 6 trata de la gestión de la información ambiental, especialmente del desarrollo del Sistema de Información Ambiental (SIA) de DINAMA. Las siguientes son las actividades llevadas a cabo en este período:

- Resumen del informe del SIA
- Etapa final de la creación de la Base de datos de calidad de agua
- Creación de la Base de datos de fuentes de contaminación

#### 7.1.1. Resumen del informe del SIA

64. La siguiente figura ilustra la estructura general del SIA.



Fuente: DINAMA

Figura 7.1 Estructura general del Sistema de Información Ambiental (SIA)

65. El SIA es un sistema extremadamente complejo con varios módulos internos. Su desarrollo está a cargo de más de 10 expertos en sistemas del Departamento de Información Ambiental de DINAMA. De los varios componentes del SIA, este proyecto apoya la Base de datos de calidad de agua, que depende del módulo de Calidad

Ambiental, y la Base de datos de fuentes de contaminación, que depende del módulo de Control y Desempeño. Además, el proyecto cuenta con un servidor y un servidor de respaldo del SIA. Recientemente el Departamento de Información Ambiental de DINAMA elaboró un documento extenso en el que se describe la estructura general del sistema, varias bases de datos, interfaces, manejo de metadatos, hardware, y el plan de desarrollo ulterior del mismo. Dicho documento formará parte del Informe Final de este proyecto.

### **7.1.2. Base de datos de calidad de agua**

66. El 7 de setiembre de 2010, el Departamento de Información Ambiental y el Departamento de Calidad de Agua se reunieron para discutir el estado de desarrollo de la Base de datos de calidad de agua. Se confirmó que la misma, incluidas sus interfaces de ingreso/manejo/visualización de datos, ya ha sido construida y probada a nivel interno en el Departamento de Información Ambiental. Sin embargo, entre los datos de los resultados del monitoreo que se encuentran actualmente almacenados en la base de datos no se encuentran algunos de los datos históricos del monitoreo del Río Santa Lucía, y DINAMA se encuentra en proceso de reconstruirlos (véase el Capítulo 4). La base de datos podrá funcionar plenamente una vez que se hayan sustituido los datos. Entonces, DINAMA y las intendencias comenzarán a utilizarla y realizarán las pruebas de integridad correspondientes.

### **7.1.3. Base de datos sobre fuentes de contaminación**

67. En setiembre, el Departamento de Información Ambiental y DCDA intercambiaron ideas acerca del estado de desarrollo del sistema y ajustaron el cronograma. Si bien se ha construido la Base de datos de fuentes de contaminación, esta no ha reemplazado a la antigua base de datos, MIIDEA, debido a que resta incorporar a la nueva base de datos algunos datos que se han manejado por separado en DCDA, entre los cuales se encuentran los datos sobre efluentes. Asimismo, se revisará el contenido de MIIDEA antes de reemplazar la base de datos. La migración de la base de datos está prevista para noviembre de 2010.

## **7.2. Problemas encontrados**

68. El proyecto está llegando a su fin y DINAMA y JET deberán decidir la manera en que DINAMA seguirá desarrollando el SIA y mantendrá el sistema luego de finalizado el proyecto.

## **7.3. Actividades previstas para el próximo período**

69. Con respecto al manejo de datos ambientales, en el próximo período se llevarán a cabo las siguientes actividades.

- Ejercicios de prueba y solución de problemas (AP10, AP11, noviembre - diciembre de 2010)

## 8. OTROS

### 8.1. Actividades de los donantes

#### 8.1.1. Proyecto BID de la DINAMA

70. El proyecto BID de la DINAMA, “Modernización de la Institucionalidad para la Gestión y Planificación Ambiental”, consta de dos componentes principales: (i) reingeniería de los instrumentos prioritarios para la gestión ambiental, y (ii) sistema ambiental nacional. En el Cuadro 8.1 se resume el estado de las actividades del proyecto.

71. El Informe National Ambiental de 2009 fue publicado en setiembre de 2010. Mucha de la información, como estado de calidad de agua y fuentes de contaminación de la cuenca del río Santa Lucía, fue tomada de los resultados de este Proyecto JICA.

Cuadro 8.1 Estado de las actividades del proyecto del BID

Componente y Actividad		Estado	
Componente 1: Reingeniería de instrumentos de gestión ambiental			
1-a ) Mejora de los instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental y Control Ambiental	1-a-i) Mejora y modernización de los procesos de evaluación de impacto ambiental	El diseño de la reingeniería de los instrumentos de gestión ambiental se completará en diciembre de 2010.	
	1-a-ii) Fortalecimiento de la capacidad de control y promoción del desempeño ambiental de sectores prioritarios	Los borradores de las estrategias y de los sistemas de monitoreo de contaminación ambiental han sido completados. El diseño del piloto del sistema de autorizaciones se completará en diciembre de 2010.	
1-b) Modernización y puesta en operación de los instrumentos de Evaluación de Calidad Ambiental, Evaluación Ambiental Estratégica y Ordenamiento Territorial	1-b-i) Mejora integral de Instrumentos de Evaluación de la Calidad y Monitoreo Ambiental	Rediseño de un Sistema Nacional de Evaluación de la Calidad Ambiental	El Informe Nacional Ambiental 2009 se publicó en septiembre de 2010 y está disponible en el sitio web de la DINAMA
		Diseño y mejora de la aplicación de normas ambientales	Calidad de agua: El plan de implementación de (modificación) del Decreto 253/79 será desarrollado por el grupo técnico de trabajo de DINAMA y DINASA Calidad de aire: Se ha desarrollado una propuesta técnica de estándares para emisiones gaseosas. Gestión de residuos sólidos: Se ha preparado un borrador de gestión de residuos sólidos industriales, agroindustriales y de servicios.
		Apoyo al proceso de acreditación de los laboratorios nacionales	Cinco laboratorios fueron seleccionados para acreditación nacional. El plan de implementación para la acreditación se preparará a partir de diciembre de 2010.
	Diseño y operación de sistemas de información medioambiental	Pronto concluirán las tareas de desarrollo e interconexión de bases de datos.	
	1-b-ii) Establecimiento y puesta en operación de los instrumentos de planificación ambiental estratégica y ordenamiento territorial	El plan de gestión de las intendencias piloto está prácticamente desarrollado y se definirá a fines de diciembre de 2010.	
Componente 2: Sistema Nacional Ambiental		El plan de acción para el desarrollo del sistema será aprobado a fines de diciembre de 2010.	

Fuente: BID, comunicación personal.

### 8.1.2. Proyecto BID de la DINASA

72. En septiembre de 2010 el BID comenzó un proyecto de gestión de recursos hídricos con la DINASA. El proyecto se llama "Plan de gestión integrada de recursos hídricos (UR-T1064)" y está basado en el documento "Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos - Agenda para la Acción" que DINASA preparó en febrero de 2010.

73. El proyecto apunta a la integración de la gestión de recursos hídricos y la gestión de calidad de agua y reflejará resultados de este Proyecto JICA tales como la reestructura de la red de monitoreo de aguas superficiales en la cuenca del río Santa Lucía.

74. Los componentes del proyecto consisten en: i) el fortalecimiento del Sistema de Información Ambiental; ii) la optimización del sistema de monitoreo de los recursos hídricos en la cuenca del río Santa Lucía; iii) la definición de las prioridades de los recursos hídricos en el país; iv) la planificación de cuencas estratégicas y la coordinación con usuarios estratégicos (agua potable y energía eléctrica)

### 8.1.3. Otros proyectos de otros donantes

75. UNEP/USEPA, UNIDO, GEF están implementando o en vías de implementar proyectos sobre gestión ambiental. Los esquemas de esos proyectos se resumen en el Cuadro 8.2 abajo.

Cuadro 8.2 Esquema de los proyectos de otros donantes

Donante	Nombre del Proyecto	Estado	Tipo de Proyecto	Componente	Nota
UNEP/USEPA	Desarrollo del programa de capacitación y asistencia técnica para reducir y evitar la contaminación por Mercurio	En curso	Gestión de residuos de Mercurio	- Preparación de inventarios nacionales de residuos de mercurio y planes de gestión	El Proyecto está dentro de la Asociación Mundial sobre el Mercurio de PNUMA
UNIDO	Proyecto sobre discontinuación de lámparas fluorescentes compactas	En curso	Gestión de residuos de Mercurio	- Gestión de residuos de mercurio en lámparas fluorescentes compactas	El Proyecto está dentro de la Asociación Mundial sobre el Mercurio de PNUMA
GEF	A definirse	Previo a Implementación	Conservación ecológica	- Analizar la contaminación terrestre en el Río de la Plata y adoptar formas de Producción Más Limpia para curtiembres	El Proyecto está dentro de FREPLATA (PROYECTO PNUD/GEF/RLA99/G31)

## **8.2. Otros temas**

### **8.2.1. Creación de políticas para los recursos hídricos**

76. Véase la información relativa a la reunión organizada por DINASA en el mes de julio para tratar el tema de la integración de una comisión para la cuenca del río Santa Lucía en la Sección 1.4 del presente informe.

*Fin del informe.*

## ANEXO 1

# AVANCE DE LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE ACCIÓN

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro A1.1 Avance de las actividades del Plan de Acción .....</b>	<b>A1-1</b>
---	-------------

### Cuadro A1.1 Avance de las actividades del Plan de Acción

Proyecto sobre Control y Gestión de la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Santa Lucía  
Estado del Plan de Acción a principios de marzo de 2010

versión 2010.MARZO.2

Actividades del Proyecto (Planned: barra superior, Real: barra inferior (sombreado))	Resultado/Actividad Relevante	2008					2009					2010					2011			Estado a principio de marzo de 2010							
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S		O	N	D	J	F	M	
<b>Resultado 1</b>																											
<b>PA1 Desarrollo del Plan de Acción</b>																											
PA1.1 Revisión de las actividades actuales de monitoreo y control de la contaminación	Resultado 1 Actividad 1.1																										Completado
PA1.2 Intercambios acerca del contenido del Plan de Acción	Resultado 1 Actividad 1.2, 1.3																										Completado
PA1.3 Desarrollo del Plan de Acción	Resultado 1 Actividad 1.3																										Completado
<b>Resultado 2</b>																											
<b>PA2 - Foro para la Promoción de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Santa Lucía</b>																											
PA2.1 Reuniones para tratar temas técnicos, de coordinación, legales/administrativos	Resultado 2 Actividades 2.2, 2.4																										En curso
<b>Resultado 3</b>																											
<b>PA3 Revisión de los Planes de Monitoreo</b>																											
PA3.1 - Recuperar y revisar información existente y producir un informe sobre calidad anterior de agua	Resultado 3 Actividad 3.2																										Completado
PA3.2 - Organizar reuniones del Comité Técnico para definir los objetivos, ubicación, requisitos analíticos y otros detalles de la actividad conjunta de prueba del monitoreo	Resultado 3 Actividades 3.1, 3.2, 3.6																										Completado. El Plan de Monitoreo borrador fue distribuido y se organizó una reunión especial de Comité Técnico.
PA3.3 - Implementar el monitoreo conjunto	Resultado 3 Actividad 3.3																										Completado
PA3.4 - Revisar los resultados de la actividad de monitoreo conjunto	Resultado 3 Actividad 3.3																										En curso
PA3.5 - Revisar / desarrollar Planes de Monitoreo	Resultado 3 Actividad 3.3																										Completado. El Plan corregido está siendo revisado.
PA3.6 - Implementar Planes de Monitoreo conjunto	Resultado 3 Actividad 3.4																										A ser implementado
PA3.7 - Revisar los resultados del monitoreo y producir los informes	Resultado 3 Actividad 3.4																										A ser implementado
<b>PA4 - Desarrollo de la capacidad de las intendencias para implementar el monitoreo de la calidad del agua utilizando el kit de monitoreo</b>																											
PA4.1 - Realizar intercambios acerca de la metodología de análisis y seleccionar un kit	Resultado 3 Actividad 3.5																										Completado
PA4.2 - Afinar la metodología con el Laboratorio de DINAMA	Resultado 3 Actividad 3.5																										Actividad cancelada
PA4.3 Implementación de prueba del monitoreo con el kit	Resultado 3 Actividad 3.5																										
PA4.4 Apoyo al desarrollo de un programa de desarrollo de la capacidad organizado por DINAMA para los funcionarios de las intendencias.	Resultado 3 Actividad 3.5																										
<b>PA5 - Inspecciones ambientales conjuntas entre DINAMA y las intendencias</b>																											
PA5.1 - Organizar una reunión del Comité Técnico y desarrollar el plan para las inspecciones ambientales conjuntas (incluido el muestreo).	Resultado 3 Actividad 3.1																										A ser implementado
PA5.2 - Organizar el primer taller / inspección conjunta	Resultado 3 Actividades 3.2, 3.3																										A ser implementado
PA5.3 - Implementar inspecciones conjuntas de pequeña escala de ser necesario	Resultado 3 Actividad 3.4																										A ser implementado
PA5.4 - Revisar los resultados y elaborar un informe	Resultado 3 Actividad 3.4																										A ser implementado

 Planificado  
 Real

Resultado 4														
PA6 - Estimación de las Cargas de Contaminación														
PA6.1 - Digitalizar los datos existentes sobre el monitoreo de efluentes y demás datos relevantes	Resultado 4 Actividades 4.2, 6.1										Completado			
PA6.2 Organizar una reunión del Comité Técnico para tratar las metodologías para la estimación de cargas contaminantes de fuentes puntuales y difusas.	Resultado 4 Actividad 4.1										Completado y sujeto a seguimiento			
PA6.3 - Estimar las cargas de contaminación de fuentes puntuales	Resultado 4 Actividad 4.3										Completado y sujeto a seguimiento			
PA6.4 - Estimar las cargas de contaminación de fuentes difusas	Resultado 4 Actividad 4.3										Completado			
PA6.5 - Evaluar las cargas de contaminación en el Río Santa Lucía a nivel de sub cuenca	Resultado 4 Actividad 4.3										Completado (el análisis a nivel de subcuenca es imposible debido a la falta de información)			
PA6.6 - Desarrollar un informe resumido con los resultados	Resultado 4 Actividad 4.3										Completado y sujeto a seguimiento			
PA7 - Desarrollo de una Representación teórica de los mecanismos de contaminación a pequeña escala														
PA7.1 - Organizar una reunión del Comité Técnico sobre el mecanismo de análisis de la contaminación en la Cuenca del Río Santa Lucía	Resultado 4 Actividad 4.4										Completado y sujeto a seguimiento			
PA7.2 - Recoger la información relevante para analizar los mecanismos de contaminación	Resultado 4 Actividad 4.4										En curso			
PA7.3 - A partir de la información disponible, desarrollar una representación conceptual de los mecanismos de contaminación en la cuenca	Resultado 4 Actividad 4.4										En curso			
PA7.4 - Identificar la disponibilidad y la deficiencia de los datos para desarrollar un modelo matemático que sirva como herramienta para la gestión ambiental	Resultado 4 Actividad 4.4										A ser implementado			
PA7.5 - Desarrollar un informe con los resultados	Resultado 4 Actividad 4.4										A ser implementado			
Resultado 5														
PA8 - Desarrollo de Estrategias para el Control de la Contaminación en la Cuenca del Río Santa Lucía														
PA8.1 - Analizar la efectividad de las medidas actuales de control de la contaminación (ej.: tasa de cumplimiento) a partir de los datos de efluentes u otros datos	Resultado 5 Actividad 5.1										En curso			
PA8.2 - Organizar reuniones del Comité Técnico para tratar asuntos, prioridades y estrategias para controlar la contaminación en el Río Santa Lucía	Resultado 5 Actividad 5.2										En curso			
PA8.3 - Desarrollar un documento de la estrategia	Resultado 5 Actividad 5.3										A ser implementado			
PA9 - Estudio Piloto acerca del Impacto Ambiental de las Actividades Agrícolas y de Cría de Ganado														
PA9.1 - Organizar una reunión del Comité Técnico para decidir el estudio piloto (ej.: establecimiento lechero)	Resultado 5 Actividad 5.4										En curso			
PA9.2 - Diseñar el estudio piloto	Resultado 5 Actividad 5.4										En curso			
PA9.3 - Implementar el estudio piloto	Resultado 5 Actividad 5.4										A ser implementado			
PA9.4 - Evaluación del resultado y elaboración de informes (incluidas las sugerencias para las mejores prácticas)	Resultado 5 Actividad 5.4										A ser implementado			
Resultado 6														
PA10 - Reconstrucción de la Base de Datos de Monitoreo														
PA10.1 - Recuperar los datos históricos de monitoreo por medio de la eliminación de los datos dudosos	Resultado 3 Actividad 3.7										Completado y sujeto a seguimiento			
PA10.2 - Organizar una reunión técnica para estudiar mejores maneras de manejar los datos de monitoreo	Resultado 6 Actividad 6.5										Completado y sujeto a seguimiento			
PA10.3 - Reconstruir la base de datos de monitoreo	Resultado 6 Actividad 6.3										En curso			
PA10.4 - Integrar la base de datos con la interfaz GIS	Resultado 6 Actividades 6.3, 6.5										En curso			
PA11 - Desarrollo de una Base de Datos de Fuentes de Contaminación														
PA11.1 - Digitalizar los datos disponibles	Resultado 4 Actividad 4.3										Completado			
PA11.2 - Diseñar bases de datos, formatos estándar y una interfaz coherente con el uso de los datos	Resultado 6 Actividad 6.5										Completado			
PA11.3 - Construir la base de datos a partir del diseño	Resultado 6 Actividad 6.4										Completado			
PA11.4 - Integrar las bases de datos por medio de la interfaz GIS	Resultado 6 Actividades 6.4, 6.5										Completado y sujeto a seguimiento			
Informes y Otros Eventos														
Informes		IC/R		PR1		PR2		PR3		PR4		PR5		FR
Otros eventos			Seminario 1		Seminario 2	Seminario 3		Seminario 4		Seminario 5		Seminario 6	Seminario Final	

 Planificado  
 Real

## ANEXO 2

# CARACTERIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES PUNTUALES DE CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO SANTA LUCÍA

## Índice

<b>A2. Caracterización de las principales fuentes de contaminación de la cuenca .....</b>	<b>2-1</b>
A2.1. Introducción .....	2-1
A2.2. Clasificación de las industrias .....	2-1
A2.3. Número y ubicación de las fábricas .....	2-2
A2.4. Volumen de los efluentes .....	2-4
A2.5. Regulación de contaminantes en los efluentes .....	2-7
A2.6. Carga de contaminación.....	2-8
A2.6.1. Cálculo y estimaciones de las cargas de contaminación .....	2-8
A2.6.2. Carga de contaminación.....	2-10
A2.7. Concentración de contaminantes en los efluentes .....	2-17
A2.8. Incumplimiento de los estándares o valores de referencia .....	2-20

## Índice de Cuadros

Cuadro A2.1	Clasificación de industrias según el sistema SADI.....	A2-1
Cuadro A2.2	Clasificación de las cuencas del Uruguay .....	A2-2
Cuadro A2.3	Códigos de las subcuencas del Río Santa Lucía .....	A2-2
Cuadro A2.4	Número de industrias por subcuenca y por tipo de industria .....	A2-3
Cuadro A2.5	Volúmenes de efluentes vertidos a la cuenca del río Santa Lucía .....	A2-4
Cuadro A2.6	Concentración máxima permitida para el vertido a los cursos de agua ...	A2-7
Cuadro A2.7	Concentración máxima permitida para el vertido a los sistemas de alcantarillado público .....	A2-7
Cuadro A2.8	Concentración máxima permitida para vertido al suelo.....	A2-8
Cuadro A2.9	Método utilizado para el cálculo de las cargas de contaminación.....	A2-8
Cuadro A2.10	Unidad de carga de contaminación utilizada para estimar la carga de contaminación .....	A2-9
Cuadro A2.11	Unidad de carga de contaminación utilizada para estimar la carga de contaminación .....	A2-10
Cuadro A2.12	Unidades de carga de contaminación adicionales utilizadas para estimar las cargas de contaminación .....	A2-10
Cuadro A2.13	Síntesis de las cargas de contaminación en la cuenca del río Santa Lucía .....	A2-11
Cuadro A2.14	Síntesis de las cargas de contaminación de la cuenca del río Santa Lucía por industria.....	A2-13
Cuadro A2.15	Cargas de contaminación por subcuenca .....	A2-15
Cuadro A2.16	Concentración de contaminantes en los efluentes promediados en función del volumen.....	A2-17
Cuadro A2.17	Incumplimiento de los criterios para efluentes.....	A2-21

Cuadro A2.18	Comparación de las cargas de contaminación basada en las concentraciones permitidas actualmente .....	A2-23
--------------	---	-------

## Índice de Figuras

Figura A2.1	Volumen de efluentes por sector industrial .....	A2-6
Figura A2.2	Volúmenes de efluentes por subcuenca .....	A2-6
Figura A2.3	Cargas de contaminación por tipo de industria .....	A2-14
Figura A2.4	Cargas de contaminación por tipo de industria y por contaminante .....	A2-15
Figura A2.5	Cargas de contaminación por subcuenca .....	A2-16
Figura A2.6	Porcentaje de industrias que exceden los criterios para efluentes .....	A2-21
Figura A2.7	Porcentaje de industrias que exceden los criterios para efluentes, por tipo de industria.....	A2-22
Figura A2.8	Disminución de los contaminantes en la industria frigorífica lograda por medio del cumplimiento estricto.....	A2-23

## A2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA

### A2.1. Introducción

1. Las fuentes de contaminación se pueden clasificar en dos categorías, fuentes puntuales y difusas. Las puntuales son fuentes de gran magnitud, estacionarias e identificables que emiten contaminantes al medio ambiente, a los cursos de agua, por ejemplo; se identifican típicamente con grandes fábricas o plantas industriales. Las fuentes difusas son aquellas que no pueden calificarse como fuentes puntuales, como ser la escorrentía de las zonas agrícolas que drenan hacia un río. En esta sección se describen los resultados de los análisis y la evaluación de las cargas de contaminación de materiales orgánicos y nutrientes tales como el nitrógeno total y el fósforo total en la cuenca del río Santa Lucía, con especial atención a las fuentes puntuales.

### A2.2. Clasificación de las industrias

2. La División de Control de DINAMA (DCDA) ha monitoreado las fuentes puntuales de contaminación en todo el país, según el sistema SADI de control y gestión de fuentes de contaminación. En todo el territorio nacional se encuentran más de 500 plantas que vierten esta clase de efluentes, de las cuales cerca de 100 se encuentran en la cuenca del río Santa Lucía. El sistema SADI clasifica las industrias a monitorear según los siguientes criterios:

Cuadro A2.1 Clasificación de industrias según el sistema SADI

No.	Tipo de industria	No.	Tipo de industria
1.	Alimenticia	10.	Oleaginosos
2.	Azúcar y alcoholes	11.	Minerales metálicos
3.	Bebidas	12.	Minerales no metálicos
4.	Frigorífico	13.	Pescado
5.	Celulosa y papel	14.	Petróleo y Carbón
6.	Cuero	15.	Producción Agropecuaria
7.	Doméstico	16.	Química
8.	Extractiva	17.	Textil
9.	Lácteos	18.	Varios

### A2.3. Número y ubicación de las fábricas

3. En Uruguay hay seis sistemas de cuencas principales, cuyos códigos de clasificación figuran en el siguiente cuadro.

Cuadro A2.2 Clasificación de las cuencas del Uruguay

Código	Río
1	Uruguay
2	La Plata
3	Océano Atlántico
4	Laguna Merín
5	Negro
6	Río Santa Lucía

4. La cuenca del río Santa Lucía (código 6) cubre un área total de 13.310 km<sup>2</sup> y es la tercera en magnitud dentro del país. Cada cuenca se divide, a su vez, en varias subcuencas. A continuación figura el detalle de las subcuencas de la cuenca del río Santa Lucía:

Cuadro A2.3 Códigos de las subcuencas del Río Santa Lucía

Subcuenca 1	Límites	Subcuenca 2	Límites
6 (cuenca del río Santa Lucía)	Río Santa Lucía antes de la confluencia con el Santa Lucía Chico	600	Río Santa Lucía
		601	Arroyo Campanero
		602	Arroyo del Soldado
		603	Arroyo de los Chanchos
		604	Arroyo Gaetán
		605	Arroyo Casupá
		606	Arroyo Vejigas
		607	Arroyo Chamizo
		608	Arroyo Arias
		609	Arroyo de Mendoza
61	Río Santa Lucía Chico	610	Río Santa Lucía Chico
		611	Arroyo Tornero Grande
		612	Arroyo Talita
		613	Arroyo de la Cruz
		615	Arroyo Sauzal de los Cerros
		616	Arroyo de Pintado
		617	Arroyo Sauce de Berdías
		618	Arroyo Isla Mala
62	Río Santa Lucía después de la confluencia con el Santa Lucía Chico y antes de la confluencia con el Arroyo Canelón Grande	620	Río Santa Lucía
		625	Arroyo de la Virgen
63	Arroyo Canelón Grande	630	Arroyo Canelón Grande
		635	Arroyo Canelón Chico
64	Río Santa Lucía después de la confluencia con el Arroyo Canelón Grande y antes de la confluencia con el San José	640	Río Santa Lucía
		645	Arroyo del Juncal
65	San José	650	Río San José
		651	Arroyo Sauce de Pointos
		652	Arroyo San Gregorio
		653	Arroyo Caycurú
		654	Arroyo del Mahoma
		655	Arroyo Chamizo
		656	Arroyo Carreta Quemada
		657	Arroyo Castellanos
		658	Arroyo Cagancha

Subcuenca 1	Límites	Subcuenca 2	Límites
66	Río Santa Lucía después de la confluencia con el Río San José y antes de la confluencia con el Arroyo Colorado	660	Río Santa Lucía
		661	Arroyo Durán
		662	Arroyo Trova Vieja
67	Arroyo Colorado	664	Arroyo Ojo de Agua
		666	Arroyo de las Brujas
		667	Arroyo de las Toscas
68	Río Santa Lucía después de la confluencia con el Arroyo Colorado	668	Arroyo de las Tortugas
		670	Arroyo Colorado
		673	Arroyo Colorado Chico
		677	Arroyo de las Piedras
		680	Río Santa Lucía
		683	Arroyo de los Carros
		687	Arroyo de Melilla

5. En el cuadro siguiente se muestran las industrias activas y las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas de la cuenca del río Santa Lucía, clasificadas por tipo de industria y por subcuéca. De las 106 plantas ubicadas en la cuenca del río Santa Lucía cuyos datos de efluentes figuran en la base de datos MIIDEA de DINAMA, 83 estaban activas en agosto de 2010.

Cuadro A2.4 Número de industrias por subcuéca y por tipo de industria

Código de subcuéca	Curso de agua		Tipo de industria													
			Lácteos	Extractiva	Producción agropecuaria	Planta de tratamiento de efluentes domésticos	Bebidas	Cueros	Textil	Carne	Acetate vegetal	Celulosa y papel	Alimentos	Minerales metálicos	Química	Total
60	Río Santa Lucía	600	2	1	1	2			1							7
	Arroyo Campanero Grande	601		1		1				1						3
	Arroyo Veigas	606														0
	Arroyo Chamizo Grande	607										1				1
	Arroyo de Mendoza	609														0
	60 total		2	2	1	3	0	0	1	1	0	0	1	0	0	11
61	Río Santa Lucía Chico	610	2			1		1						1	5	
	Arroyo de Pintado (616)	616						1							1	
	61 total		2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	6	
62	Río Santa Lucía	620				1									1	
	Arroyo de la Virgen	625							2						2	
	62 total		0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	
63	Arroyo Canelón Grande	630				1	1			1					3	
	Arroyo Canelón Chico	635				4	1			3			1	1	10	
	63 total		0	0	0	5	2	0	0	4	0	0	0	1	13	
65	Río San José	650	2			2	1	1	2	1		1			10	
	Arroyo Chamizo	655				1									1	
	Arroyo Cagancha	658	1												1	
	65 total		3	0	0	3	1	1	2	1	0	0	1	0	12	
66	Arroyo Trova Vieja	662						1			1		1		3	
	Arroyo Ojo de Agua	664												1	1	
	66 total		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4	

Código de subcuenca	Curso de agua		Tipo de industria													
			Lácteos	Extractiva	Producción agropecuaria	Planta de tratamiento de efluentes domésticos	Bebidas	Cueros	Textil	Carne	Aceite vegetal	Celulosa y papel	Alimentos	Minerales metálicos	Química	Total
67	Arroyo Colorado	670			1			3		1			1			6
	Arroyo de las Piedras	677		6		5	1		1	6						19
	<b>67 total</b>		0	6	1	5	1	3	1	7	0	0	1	0	0	25
68	Río Santa Lucía	680			1			2		2			1		3	9
	<b>68 total</b>		0	0	1	0	0	2	0	2	0	0	1	0	3	9
<b>Total</b>			7	8	3	18	4	8	5	17	1	0	5	1	6	83

Fuente: Base de datos MIIDEA, DINAMA

6. En cuanto al número de industrias, los frigoríficos y las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas son las más numerosas en la cuenca, ya que representan más del 40% del total de las industrias de la cuenca del río Santa Lucía. En cuanto al número de industrias ubicadas en las subcuencas, la del Arroyo Colorado (código 67) tiene la mayor concentración de industrias. A ésta le siguen la subcuenca del Arroyo Canelón Grande (código 63) y la del San José (código 65).

#### A2.4. Volumen de los efluentes

7. La DCDA de DINAMA monitorea los efluentes de las industrias de todo el territorio nacional, incluida la cuenca del río Santa Lucía desde mediados de la década de 1990. Los datos obtenidos de dichos monitoreos se han almacenado como un conjunto de datos independientes en la base de datos MIIDEA. El conjunto de datos utilizado para el estudio contiene unas 1.300 entradas y cubre el período 2006-2010, hasta setiembre de 2010. Además, la base de datos contiene cerca de 30 ó 40 datos antiguos, algunos de los cuales datan del año 1989.
8. En el cuadro siguiente se pueden apreciar los volúmenes promedio de efluentes vertidos al medio ambiente en la cuenca del río Santa Lucía por sector industrial y por subcuenca.

Cuadro A2.5 Volúmenes de efluentes vertidos a la cuenca del río Santa Lucía

Código de sub cuenca	Curso de agua		Caudal (m <sup>3</sup> /día)													
			Lácteos	Extractiva	Producción agropecuaria	Planta de tratamiento de efluentes domésticos	Bebidas	Cueros	Textil	Carne	Aceite vegetal	Celulosa y papel	Alimentos	Minerales metálicos	Química	Total
60	Río Santa Lucía	600	41		42	3.568			133							3.783
	Arroyo Campanero Grande	601		331		28				60						419
	Arroyo Vejigas	606														0
	Arroyo Chamizo Grande	607											12			12
	Arroyo de Mendoza	609														0
	<b>60 total</b>		41	331	42	3.596	0	0	133	60	0	0	12	0	0	4.214

Código de sub cuenca	Curso de agua		Caudal (m <sup>3</sup> /día)													
			Lácteos	Extractiva	Producción agropecuaria	Planta de tratamiento de efluentes domésticos	Bebidas	Cueros	Textil	Carne	Aceite vegetal	Celulosa y papel	Alimentos	Minerales metálicos	Química	Total
61	Río Santa Lucía Chico	610	1.912			5.412		960							2	8.286
	Arroyo de Pintado (616)	616							67							67
	<b>61 total</b>		<b>1.912</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.412</b>	<b>0</b>	<b>960</b>	<b>67</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>8.353</b>
62	Río Santa Lucía	620				2.660										2.660
	Arroyo de la Virgen	625								179						179
	<b>62 total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.660</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>179</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.839</b>
63	Arroyo Canelón Grande	630				16	24			565						605
	Arroyo Canelón Chico	635				3.636	81			2.274				9	1	6.001
	<b>63 total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.652</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.839</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>6.606</b>
65	Río San José	650	95			7.995	12	50	378	1.014				86		9.630
	Arroyo Chamizo	655				3										3
	Arroyo Cagancha	658	1.731													1.731
	<b>65 total</b>		<b>1.826</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7.998</b>	<b>12</b>	<b>50</b>	<b>378</b>	<b>1.014</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>86</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11.364</b>
66	Arroyo Tropa Vieja	662						921			10		93			1.024
	Arroyo Ojo de Agua	664													0	0
	<b>66 total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>921</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.024</b>
67	Arroyo Colorado	670			7			327		1.117			51			1.502
	Arroyo de las Piedras	677		No data		2.216	463		21	2.692						5.392
	<b>67 total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>2.216</b>	<b>463</b>	<b>327</b>	<b>21</b>	<b>3.809</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.893</b>
68	Río Santa Lucía	680			15			321		510			5		448	1.298
	<b>68 total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>321</b>	<b>0</b>	<b>510</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>448</b>	<b>1.298</b>
<b>Total</b>			<b>3.779</b>	<b>331</b>	<b>63</b>	<b>25.533</b>	<b>580</b>	<b>2.578</b>	<b>599</b>	<b>8.411</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>247</b>	<b>9</b>	<b>452</b>	<b>42.591</b>

Fuente: DINAMA

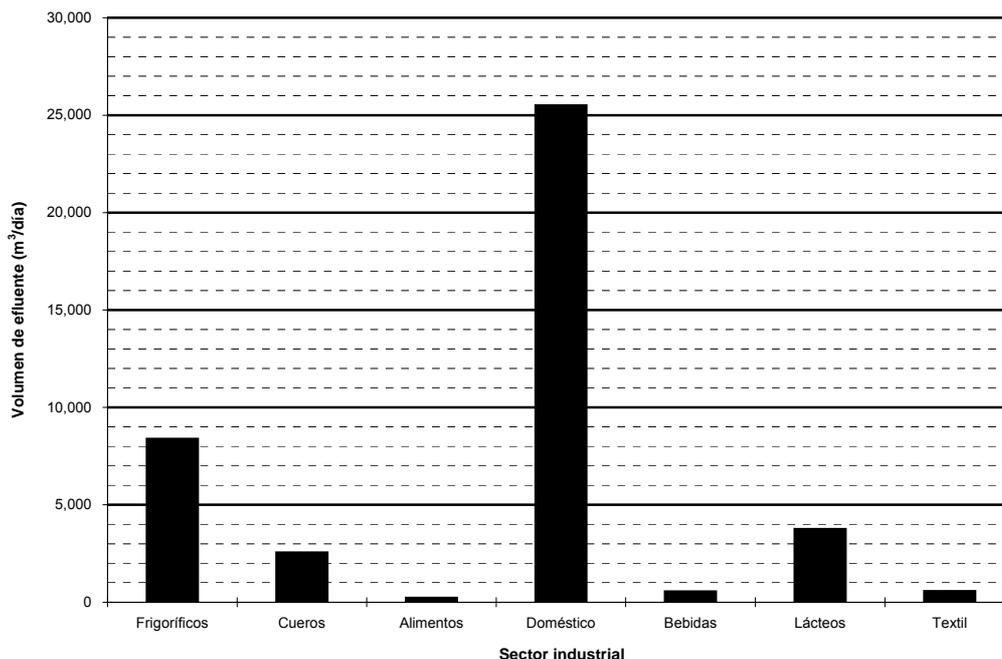


Figura A2.1 Volumen de efluentes por sector industrial

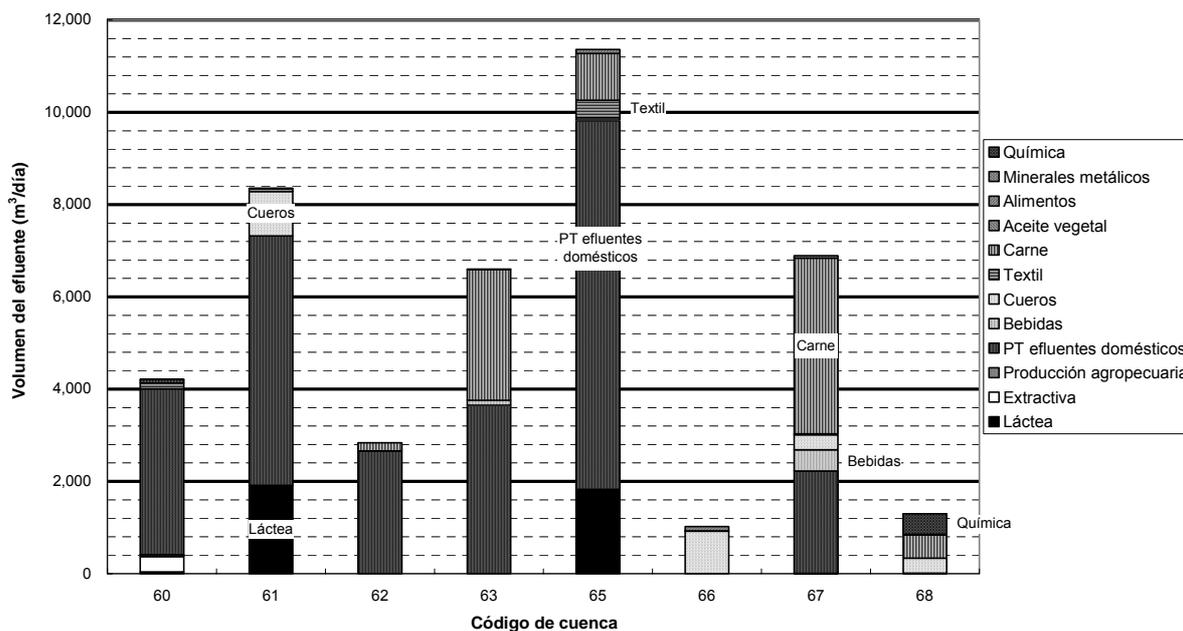


Figura A2.2 Volúmenes de efluentes por subcuenca

9. En el cuadro y la figura que anteceden se observa que diariamente se vierten a la cuenca del río Santa Lucía unos 42.600 m<sup>3</sup> de efluentes generados por las diferentes industrias. El mayor volumen de efluentes proviene de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, que representan cerca del 60% de los efluentes que se descargan en la cuenca del río Santa Lucía. En segundo lugar se ubican los frigoríficos, con un volumen de vertido de 8.400 m<sup>3</sup> diarios, lo que equivaldría a un 20% del total de los efluentes que se

vierten en la cuenca. El volumen total de efluentes vertidos por los frigoríficos a la cuenca es también prácticamente equivalente al volumen total de los efluentes de todas las otras industrias combinadas, sin contar los frigoríficos y las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

10. Los frigoríficos vierten importantes volúmenes de efluentes a las subcuencas del Arroyo Colorado (código 67), Canelón Grande (código 63), Arroyo San José (código 65) y al Santa Lucía Chico (código 61). La industria lechera y las curtiembres le siguen en términos de volumen de efluentes vertidos. Esto indica que el control de los efluentes de estos dos sectores industriales resulta crucial para el manejo de los efluentes en la cuenca del río Santa Lucía.

## A2.5. Regulación de contaminantes en los efluentes

11. Uruguay regula la concentración de los contaminantes en los efluentes vertidos. En el Artículo 11 de la propuesta de modificación del Decreto 253/79, que se espera que entre en vigor pronto, se proponen tres clases de estándares de efluentes con concentraciones máximas permitidas según el destino de los mismos, es decir, cursos de agua, sistemas de alcantarillado público e infiltración al suelo. Los cuadros siguientes ilustran las concentraciones estándar y de referencia para DBO, nitrógeno y fósforo:

### (1) A los cursos de agua

Cuadro A2.6 Concentración máxima permitida para el vertido a los cursos de agua

Parámetro	Concentración máxima permitida	Estándar /Referencia
pH	Entre 6,0 y 9,0	Estándar
DBO <sub>5</sub>	60 mg/L	Estándar
Aceites y grasas	40 mg/L	Estándar
Fósforo total	5 mg/L como P	Referencia <sup>(1)</sup>
Nitrógeno Kjeldahl total	10 mg/L como N	Referencia <sup>(1)</sup>
Nitrógeno amoniacal	5 mg/L como N	Referencia <sup>(1)</sup>
Nitrato más nitrito (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	20 mg/L como N	Referencia <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Los valores de referencia para vertido de nutrientes se considerarán estándar siempre que quien produzca el vertido demuestre que el aporte de nutrientes a la cuenca que los recibe no produce un gran impacto en relación con otros aportes provenientes de fuentes difusas. En tal caso, el documento de autorización de vertido establecerá el estándar correspondiente.

### (2) A los sistemas de alcantarillado público

Cuadro A2.7 Concentración máxima permitida para el vertido a los sistemas de alcantarillado público

Parámetro	Concentración máxima permitida	Estándar /Referencia
pH	entre 5,5 y 9,5	Estándar
DBO <sub>5</sub>	350 mg/L	Referencia <sup>(2)</sup>
Aceites y grasas	150 mg/L	Referencia <sup>(2)</sup>
Fósforo total	10 mg/L	Referencia <sup>(2)</sup>
Nitrógeno Kjeldahl total	50 mg/L	Referencia <sup>(2)</sup>
Nitrógeno amoniacal	-	No
Nitrato más nitrito (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	-	No

<sup>(2)</sup> Los valores de referencia se considerarán estándar excepto en el caso

en que el operador sanitario acepte el vertido con mayores concentraciones en términos del aporte relativo del mismo por parte del productor en comparación con la carga que maneja el sistema. En tales casos, el operador del sistema deberá informar acerca del límite máximo aceptado para dichos parámetros.

### (3) Infiltración al suelo

**Cuadro A2.8 Concentración máxima permitida para vertido al suelo**

Parámetro	Concentración máxima permitida	Estándar /Referencia
Aceites y grasas	200 mg/L	Estándar
DBO5	50 kg/há/día	Referencia <sup>(3)</sup>
Fósforo total		No
Nitrógeno Kjeldahl total		No
Nitrógeno amoniacal	-	No
Nitrato más nitrito (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	-	No

<sup>(3)</sup> La carga orgánica se considerará estándar excepto en el caso que el productor del vertido demuestre que es posible aumentar dicha carga sin generar un impacto importante en el medio que la recibe.

## A2.6. Carga de contaminación

### A2.6.1. Cálculo y estimaciones de las cargas de contaminación

12. Se utilizó el siguiente método para calcular la carga de contaminación efluentes:

$$\text{Carga de contaminación} = (\text{concentración del contaminante}) \times (\text{caudal del efluente})$$

13. La concentración promediada según el volumen se tomó como carga de contaminación de referencia para cada industria. Para el cálculo se utilizaron los datos almacenados en la base de datos MIIDEA hasta setiembre de 2010.

**Cuadro A2.9 Método utilizado para el cálculo de las cargas de contaminación**

	Concentración de contaminación	Caudal del efluente	Carga de contaminación
Fábrica A	C11	F11	C11×F11
	C12	F12	C12×F12
	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮
	C1m	F1m	C11×F1m
Carga de contaminación de la fábrica A			ΣC · F/m (Valor promedio)
Fábrica B	Carga de contaminación de la fábrica B		ΣC · F/n (Valor promedio)
Fábrica C	Carga de contaminación de la fábrica C		ΣC · F/k
	⋮		⋮
	⋮		⋮
Fábrica X	Carga de contaminación de la fábrica X		ΣC · F/p (Valor promedio)

14. En los casos en que la base de datos MIIDEA no contenía datos suficientes para realizar los cálculos, la carga contaminante de un contaminante o de una industria se estimó por medio del siguiente método. En general, la carga de contaminación de una industria es una función de un número de parámetros denominado actividad de la fuente (por ejemplo: materias primas consumidas, peso de los productos fabricados, etc.), y carga de contaminación "E" del contaminante "j" se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$E_j = f(\text{tipo de fuente, unidad de actividad, tamaño de la fuente, proceso o singularidad del diseño, mantenimiento y operación de la fuente, tipo y calidad de las materias primas utilizadas, diseño y antigüedad de los sistemas de control utilizados, condiciones ambientales, etc.})$$

15. Una de las formas más simples de esta relación es:

$$E_j \text{ (kg/día)} = e_j \text{ (kg/unidad)} \times \text{actividad de la fuente (unidad/día)},$$

16. donde  $e_j$  es una unidad de carga de contaminación o un factor de carga de contaminación, específicamente carga de contaminación por actividad de la unidad. Esta relación puede utilizarse para calcular la carga de contaminación si ésta se mantiene para un espectro amplio de actividades seleccionadas de la fuente. La unidad de carga de contaminación para una determinada industria puede estimarse a partir de la siguiente expresión, si tanto  $E_j$  como la actividad de la fuente fueran conocidas para industrias similares en la misma área.

$$e_j = E_j \text{ (kg/día)} \div \text{actividad de la fuente (unidad/día)}$$

17. Afortunadamente, para varias de las industrias en la cuenca, MIIDEA contiene tanto datos de  $E_j$  estimados a partir de las inspecciones de SADI y de IAO, como información sobre actividad de la fuente. Por ello en este proyecto, cuando los datos necesarios no estuvieron disponibles, se utilizaron las siguientes unidades de carga de contaminación para estimar la carga de contaminación:

**Cuadro A2.10 Unidad de carga de contaminación utilizada para estimar la carga de contaminación**

Parámetro	DBO5	Aceites y grasas	Amoníaco-N	Nitrógeno total	Fósforo total
Unidad	Kg-Contaminante/ganado <sup>(Nota1)</sup>				
Unidad de carga de contaminación	0,24	0,08	0,28	0,33	0,038

(Nota1): El número de animales procesados se convierte en el número equivalente de cabezas de ganado procesadas utilizando los siguientes valores: Peso del animal: Bovinos = 430 kg/cabeza, Ovinos = 52 kg/cabeza, Porcinos = 120 kg/cabeza (ej.: 10 porcinos equivalen a:  $(120 \text{ kg} \times 10)/430 = 2.8$  bovinos)

(Fuente: Base de datos MIIDEA, Resultados del cálculo de las cargas de contaminación mencionadas más arriba)

**Cuadro A2.11 Unidad de carga de contaminación utilizada para estimar la carga de contaminación**

Parámetro	DBO5	Aceites y grasas	Amoníaco-N	Nitrógeno total	Fósforo total
Unidad	Kg-contaminante/tonelada-pollo				
Unidad de carga de contaminación	1,7	0,37	1,13	1,1	0,15

(Fuente: Base de datos MIIDEA, Resultados del cálculo de las cargas de contaminación mencionadas más arriba)

18. Además, se utilizaron los siguientes valores tomados de la literatura para estimar las cargas de contaminación.

**Cuadro A2.12 Unidades de carga de contaminación adicionales utilizadas para estimar las cargas de contaminación**

Parámetro	Volumen del efluente	DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Nitrógeno total	Fósforo total
Unidad	m <sup>3</sup> /ton-peso animal muerto	kg/ton-PVM <sup>(Nota1)</sup>			
Mataderos simples Con recuperación de sangre	5,3	6	2,1	6	0,7
Sin recuperación de sangre	5,3	10	4	10	0,05
Mataderos complejos	7,4	10,9	5,9	0,84	0,33
Matadero	3,3	2,15	0,72	0,48	0,04

(Nota1): Peso Vivo Matado (LWK = Live Weight Killed).

(Fuente: Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution, Part One: Rapid Inventory Techniques in Environmental Pollution, OMS, 1993)

### **A2.6.2. Carga de contaminación**

19. En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la estimación de las cargas de contaminación. Para el análisis se seleccionaron los siguientes contaminantes: DBO<sub>5</sub>, aceites y grasas, amoníaco, nitrógeno total y fósforo total. Se analizaron las cargas de contaminación de los siete sectores industriales que se estima tienen el mayor impacto potencial sobre el medio ambiente acuático de la cuenca, a saber: carne, alimentos, bebidas, cueros, lácteos, textiles y plantas de tratamiento de efluentes domésticos. Aunque estos siete sectores industriales no cubren la totalidad de las industrias ubicadas en la cuenca del río Santa Lucía, el volumen total de los efluentes que vierten representan cerca del 98% del total de efluentes de la cuenca. Por lo tanto es posible obtener una idea clara de la situación general de las cargas de contaminación en la cuenca del río Santa Lucía a partir de los resultados obtenidos del estudio de estos siete sectores industriales.

**Cuadro A2.13 Síntesis de las cargas de contaminación en la cuenca del río Santa Lucía**

Industria	Tipo de industria (Nivel1)	Tipo de industria (Nivel2)	Departamento	Ciudad	Código de la cuenca (Nivel 2)	Destino final del efluente	Estado	Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amoníaco	Nitrógeno total	Fósforo total
									kg-O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg-N/d	kg-N/d	kg-P/d
<b>Alimentos</b>													
NT-1	Alimenticia	Comidas congeladas	Canelones	Pando	607	Infiltración		12	11	2	1	1	0.2
NT-2	Alimenticia	Otros productos alimenticios	San José	San José	650	Alcantarilla		86	16	3	6	2	1
NT-3	Alimenticia	Procesamiento de cítricos	San José	Rincón de la Bolsa	662	curso de agua		93	29	2	7	5	1
NT-4	Alimenticia	Otros productos alimenticios	Canelones	Canelón Chico	670	curso de agua		51	5	1	4	4	1
NT-5	Alimenticia	Dulces y mermeladas	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua		5	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1
<b>Bebidas</b>													
BV-1	Bebidas	DBOega y elaboración de vinos	Canelones	Cuchilla Verde	630	Infiltración		24	14	1	0	1	0.1
BV-2	Bebidas	DBOega y elaboración de vinos	Canelones	Juanicó	635	curso de agua		81	2	4	0.0	5	0.4
BV-3	Bebidas	Bebidas sin alcohol	San José	Libertad	650	curso de agua		12	0.2	1	0.0	1	0.1
BV-4	Bebidas	Maltería	Montevideo	Montevideo	677	curso de agua		463	86	21	0.2	27	3
<b>Carne</b>													
MT-1	Cárnica	Matadero de vacunos	Lavalleja	Minas	601	curso de agua		60	28	2	19	19	2
MT-2	Cárnica	Chacinería	San José	Capurro	625	curso de agua		20	1	1	0.1	1	0.1
MT-3	Cárnica	Matadero de vacunos	San José	Pueblo Ituzaingó	625	curso de agua		55	3	2	21	23	3
MT-4	Cárnica	Matadero de aves	Canelones	Santa Rosa	630	curso de agua		80	3	2	136	137	18
MT-5	Cárnica	Matadero de vacunos	Canelones	Canelones	635	curso de agua		2,145	198	55	293	289	33
MT-6	Cárnica	Matadero de aves	Canelones	Santa Rosa	635	curso de agua		80	6	1	19	19	3
MT-7	Cárnica	Harina de hueso y sangre	Canelones	Las Piedras	635	curso de agua		49	13	3	3	10	1
MT-8	Cárnica	Matadero de vacunos	San José	San José	650	curso de agua		1,014	57	103	96	96	6
MT-9	Cárnica	Matadero de vacunos	Canelones	El Colorado	670	curso de agua		1,117	241	27	190	204	21
MT-10	Cárnica	Matadero de aves	Montevideo	Melilla	677	curso de agua		687	40	19	53	54	7
MT-11	Cárnica	Matadero de vacunos	Montevideo	Montevideo	677	curso de agua		576	40	20	63	73	12
MT-12	Cárnica	Matadero de aves	Canelones	Las Piedras	677	Alcantarilla		440	286	50	49	49	7
MT-13	Cárnica	Matadero de vacunos	Canelones	La Paz	677	curso de agua		975	116	35	102	138	15
MT-14	Cárnica	Chacinería	Canelones	La Paz	677	Alcantarilla		10	6	1	1	2	0.1
MT-15	Cárnica	Chacinería	Canelones	La Paz	677	Alcantarilla		4	3	1	0.4	1	0
MT-16	Cárnica	Matadero de aves	Montevideo	Montevideo	680	curso de agua		502	96	21	64	65	9
MT-17	Cárnica	Matadero de aves	Montevideo	Rincón de Melilla	680	infiltración		8	2	0.3	1	1	0.0
—	Cárnica	<del>Matadero de vacunos</del>	Florida	Mendoza	609	<del>Infiltración</del>	inactiva	<del>263</del>	54	8	9	15	
	Cárnica	<del>Matadero de vacunos</del>	Florida	Florida	640	<del>curso de agua</del>	inactiva	<del>442</del>	20	9	34	56	9
<b>Cueros</b>													
LT-1	Cuero	Curtiembre de vacunos	Florida	Florida	610	curso de agua		960	622	68	221	274	2
LT-2	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	San José	Libertad	650	Infiltración		50	1	3	9	11	0.1
LT-3	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	San José	Rincón de la Bolsa	662	curso de agua		921	37	12	4	22	2
LT-4	Cuero	Curtiembre de vacunos	Canelones	Las Piedras	670	curso de agua		184	7	2	85	108	1
LT-5	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	Canelones	El Colorado	670	curso de agua		43	3	2	8	10	0.1

Proyecto sobre el Control de la Contaminación del Agua y la Gestión de la Calidad del Agua en la Cuenca del Río Santa Lucía  
Informe de Avance N° 5 - Octubre de 2010

Industria	Tipo de industria (Nivel1)	Tipo de industria (Nivel2)	Departamento	Ciudad	Código de la cuenca (Nivel 2)	Destino final del efluente	Estado	Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>	Acetiles y grasas	Amoníaco	Nitrógeno total	Fósforo total
									kg-O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg-N/d	kg-N/d	kg-P/d
LT-6	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	Canelones	Progreso	670	curso de agua		100	3	2	17	23	0.2
LT-7	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	Montevideo	Montevideo	680	curso de agua		88	1	2	15	20	0.2
LT-8	Cuero	Tintado y terminación	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua		233	4	3	0.2	4	0.0
Planta de tratamiento de efluentes domésticos													
DS-1	Doméstico	Grupo habitacional	San José	Delta del Tigre	600	curso de agua		185	1	4	3	6	1
DS-2	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Florida	Casupá	600	curso de agua		3,383	203	67	62	104	15
DS-3	Doméstico	Grupo habitacional	Lavalleja	Minas	601	curso de agua		28	1	1	0.5	1	0.1
DS-4	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Florida	Florida	610	curso de agua		5,412	471	70	9	240	24
DS-5	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	San José	Santa Lucía	620	curso de agua		2,660	52	53	78	61	10
DS-6	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Santa Rosa	630	Falta Vertido		16	1	0.3	0.3	1	0.1
DS-7	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Progreso	635	curso de agua		22	1	0	0.4	1	0.1
DS-8	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Progreso	635	curso de agua		16	1	0	0.3	1	0.1
DS-9	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Progreso	635	curso de agua		3	0	0	0.0	0	0.0
DS-10	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Canelones	Canelones	635	curso de agua		3,595	15	44	1	4	4
DS-11	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	San José	San José	650	curso de agua		7,620	30	151	1	130	22
DS-12	Doméstico	Grupo habitacional	San José	Villa Rodríguez	650	curso de agua		375	23	4	6	12	2
DS-13	Doméstico	Grupo habitacional	Florida	Fray Marcos	655	curso de agua		3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
DS-14	Doméstico	Hotel	Canelones	Las Piedras	677	curso de agua				0	0	0	0.0
DS-15	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Las Piedras	677	curso de agua		12	1	0.2	0.2	0.4	0.1
DS-16	Doméstico	Grupo habitacional	Montevideo	Montevideo	677	curso de agua		15	1	0.3	0.3	0.5	0.1
DS-17	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Canelones	La Paz	677	curso de agua		583	35	8	23	31	3
DS-18	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Canelones	Las Piedras	677	curso de agua		1,606	267	80	48	96	14
Extractiva/Cantera													
MN-1	Extractiva	Materiales de construcción	Lavalleja	Minas	600	Sin efluentes							
MN-2	Extractiva	Materiales de construcción	Lavalleja	Minas	601	curso de agua		331	2	3			
MN-3	Extractiva	Materiales de construcción	Montevideo	Montevideo	677	Sin efluentes							
MN-4	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	La Paz	677	Sin efluentes							
MN-5	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	Canelones	677	Sin efluentes							
MN-6	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	La Paz	677	curso de agua		No data					
MN-7	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	Las Piedras	677	Sin efluentes							
MN-8	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	La Paz	677	Sin efluentes							
Lácteos													
ML-1	Láctea	Enfriado de leche	Canelones	San Antonio	600	curso de agua		16	0	1	0.1	1	0.1
ML-2	Láctea	Dulce de leche	Canelones	San Ramón	600	curso de agua		25	35	9	0	1	0
ML-3	Láctea	Queso	Canelones	San Ramón	610	curso de agua		600	89	16	5	26	12
ML-4	Láctea	Productos lácteos varios	Florida	Florida	610	curso de agua		1,312	71	23	21	32	5
ML-5	Láctea	Productos lácteos varios	San José	San José de Mayo	650	curso de agua		35	2	1	0.3	0	0.0
ML-6	Láctea	Leche pasteurizada	San José	San José	650	curso de agua		60	8	3	0.5	2	0.5
ML-7	Láctea	Productos lácteos varios	San José	Villa Rodríguez	658	curso de agua		1,731	59	28	1	123	13

Industria	Tipo de industria (Nivel1)	Tipo de industria (Nivel2)	Departamento	Ciudad	Código de la cuenca (Nivel 2)	Destino final del efluente	Estado	Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amoníaco	Nitrógeno total	Fósforo total
									kg-O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg-N/d	kg-N/d	kg-P/d
Metallic Mineral													
	Minerales metálicos	Laminadora	Canelones	Canelones	635	curso de agua		9	0	0			
Aceite vegetal													
	Oleaginosa	Grasas comestibles	San José	Delta del Tigre	662	curso de agua		10	1	0			
Producción agropecuaria													
	Producción agropecuaria	Cría de ganado suino	Florida	Fray Marcos	600	Infiltración		42					
	Producción agropecuaria	Cría de ganado suino	Canelones	Las Piedras	670	Infiltración		7	0				
	Producción agropecuaria	Cría de ganado suino	Montevideo	Montevideo	680	curso de agua		15	0.3		0.1		0.1
Química													
CH-1	Química	Fraccionado y envasado de plaguicidas	Florida	Cerros de Florida	610	Infiltración		2	0	0			
CH-2	Química	Fraccionado y envasado de plaguicidas	Canelones	Juanicó	635	infiltración		1	0	0			
CH-3	Química	Productos químicos orgánicos	San José	Rincón de la Bolsa	664	curso de agua		0.3	0	0			
CH-4	Química	Cloro-soda	San José	Delta del Tigre	680	curso de agua		97					
CH-5	Química	Productos químicos inorgánicos	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua		340					
CH-6	Química	Productos químicos inorgánicos	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua		11	0				
Textil													
TX-1	Textil	Lavadero de lana	Florida	Fray Marcos	600	Infiltración		133	186	235	0.2	7	2
TX-2	Textil	Lavadero de lana	Florida	Florida	616	Mixed		67	2	1	0.1	4	1
TX-3	Textil	Lavadero de lana	San José	San José	650	Infiltración		124	11	3	0.2	7	2
TX-4	Textil	lavadero de lana	San José	Libertad	650	Infiltración		254	75	37	0.4	14	4
TX-5	Textil	Hilandería y tejeduría de lana	Canelones	La Paz	677	curso de agua		21	1	1	0.0	1	0.3

(Fuente de datos: Base de datos MIIDEA/DINAMA. Excluidas la producción agropecuaria, y las industrias química, extractiva, de minerales metálicos y oleaginosos.)

20. En el siguiente cuadro se resumen las estimaciones de las cargas de contaminación correspondientes a cada sector industrial.

Cuadro A2.14 Síntesis de las cargas de contaminación de la cuenca del río Santa Lucía por industria

Industria		Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amoníaco	Nitrógeno total	Fósforo total
			kg-O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg-N/d	kg-N/d	kg-P/d
(1)	Carne	8.411	1.140	344	1.111	1.181	137
(2)	Cueros	2.578	678	94	359	472	5
(3)	Alimentos	247	61	9	19	12	3
(4)	Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas	25.533	1.100	483	233	687	96
(5)	Bebidas	580	102	27	0	34	3
(6)	Lácteos	3.779	264	81	28	185	31
(7)	Textil	599	274	277	0.9	32	9
(A) Total ((1) - (7))		41.726	3.618	1.314	1.751	2.602	285

Industria		Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amoníaco	Nitrógeno total	Fósforo total
			kg-O <sub>2</sub> /d	kg/d	kg-N/d	kg-N/d	kg-P/d
(8)	Producción agropecuaria	63					
(9)	Química	452					
(10)	Extractiva	331					
(11)	Minerales metálicos	9					
(12)	Oleaginosos	10					
(B) Total ((8) - (12))		865					
G. Total ((A) + (B))		42.591					
(A)/((A) + (B))		98%					

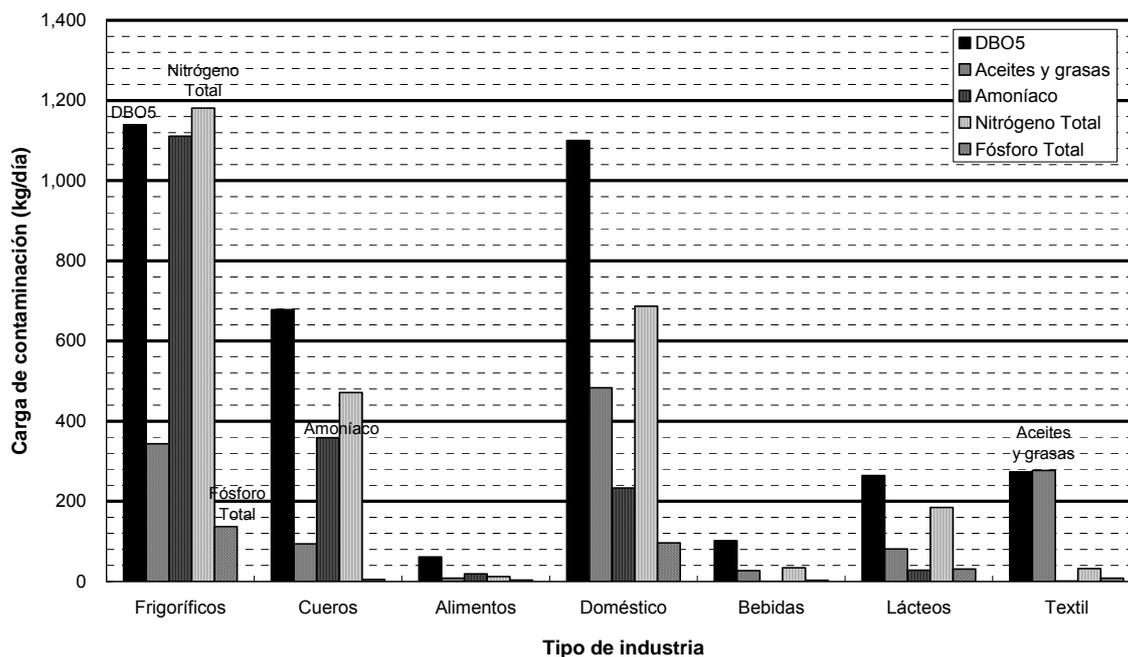


Figura A2.3 Cargas de contaminación por tipo de industria

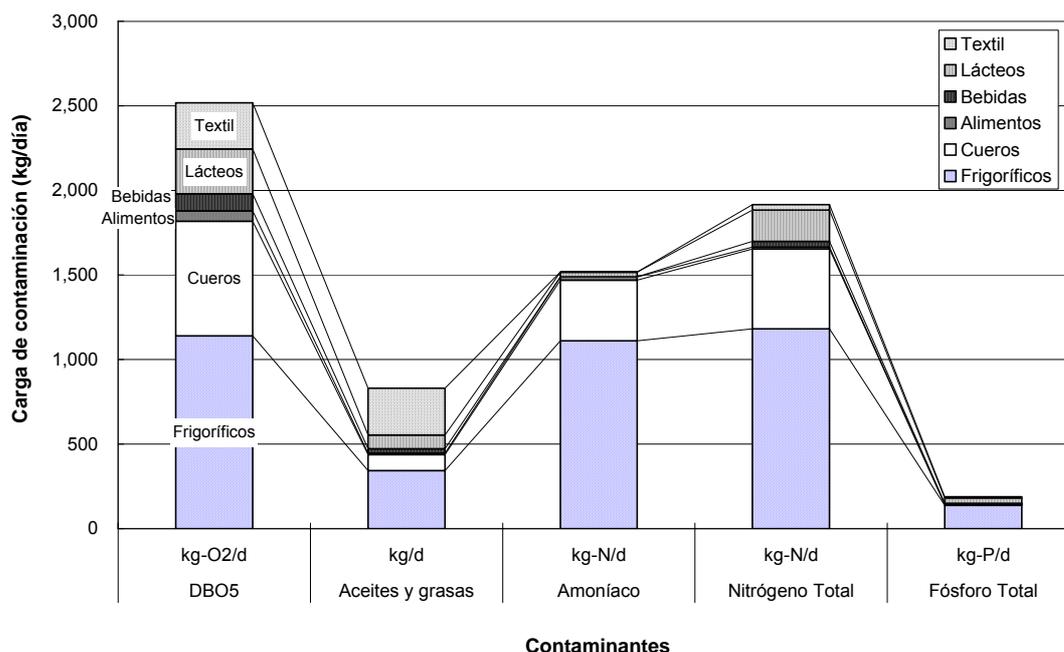


Figura A2.4 Cargas de contaminación por tipo de industria y por contaminante

Cuadro A2.15 Cargas de contaminación por subcuenca

Código de subcuenca	Curso de agua		Carga de contaminación				
			DBO <sub>5</sub> (kg/día)	Aceites y grasas (kg/día)	Amoníaco (kg-N/día)	Nitrógeno Total (kg-N/día)	Fósforo Total (kg-P/día)
60	Río Santa Lucía	600	425	315	66	119	18
	Arroyo Campanero Grande	601	31	5	20	20	3
	Arroyo Vejigas	606					
	Arroyo Chamizo Grande	607	11	2	1	1	0
	<b>60 total</b>		<b>467</b>	<b>323</b>	<b>86</b>	<b>140</b>	<b>21</b>
61	Río Santa Lucía Chico	610	1.253	178	255	572	43
	Arroyo de Pintado (616)	616	2	1	0	4	1
	<b>61 total</b>		<b>1.255</b>	<b>179</b>	<b>256</b>	<b>575</b>	<b>44</b>
62	Río Santa Lucía	620	52	53	78	61	10
	Arroyo de la Virgen	625	5	4	21	24	3
	<b>62 total</b>		<b>56</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>85</b>	<b>13</b>
63	Arroyo Canelón Grande	630	17	4	136	139	19
	Arroyo Canelón Chico	635	235	107	317	328	41
	<b>63 total</b>		<b>253</b>	<b>111</b>	<b>453</b>	<b>467</b>	<b>60</b>
65	Arroyo San José	650	221	310	120	275	37
	Arroyo Chamizo	655	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
	Arroyo Cagancha	658	59	28	1	123	13
	<b>65 total</b>		<b>280</b>	<b>338</b>	<b>121</b>	<b>398</b>	<b>50</b>
66	Arroyo Tropa Vieja	662	67	14	11	27	3
	Arroyo Ojo de Agua	664	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>66 total</b>		<b>67</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>3</b>
67	Arroyo Colorado	670	260	34	304	348	23

Código de subcuenca	Curso de agua		Carga de contaminación				
			DBO <sub>5</sub> (kg/día)	Aceites y grasas (kg/día)	Amoniaco (kg-N/día)	Nitrógeno Total (kg-N/día)	Fósforo Total (kg-P/día)
	Arroyo de las Piedras	677	882	236	340	472	62
	<b>67 total</b>		<b>1.142</b>	<b>270</b>	<b>644</b>	<b>820</b>	<b>85</b>
68	Río Santa Lucía	680	102	27	81	91	9
	<b>68 total</b>		<b>102</b>	<b>27</b>	<b>81</b>	<b>91</b>	<b>9</b>
<b>Total (kg/día)</b>			<b>3,622</b>	<b>1.318</b>	<b>1.751</b>	<b>2.602</b>	<b>285</b>

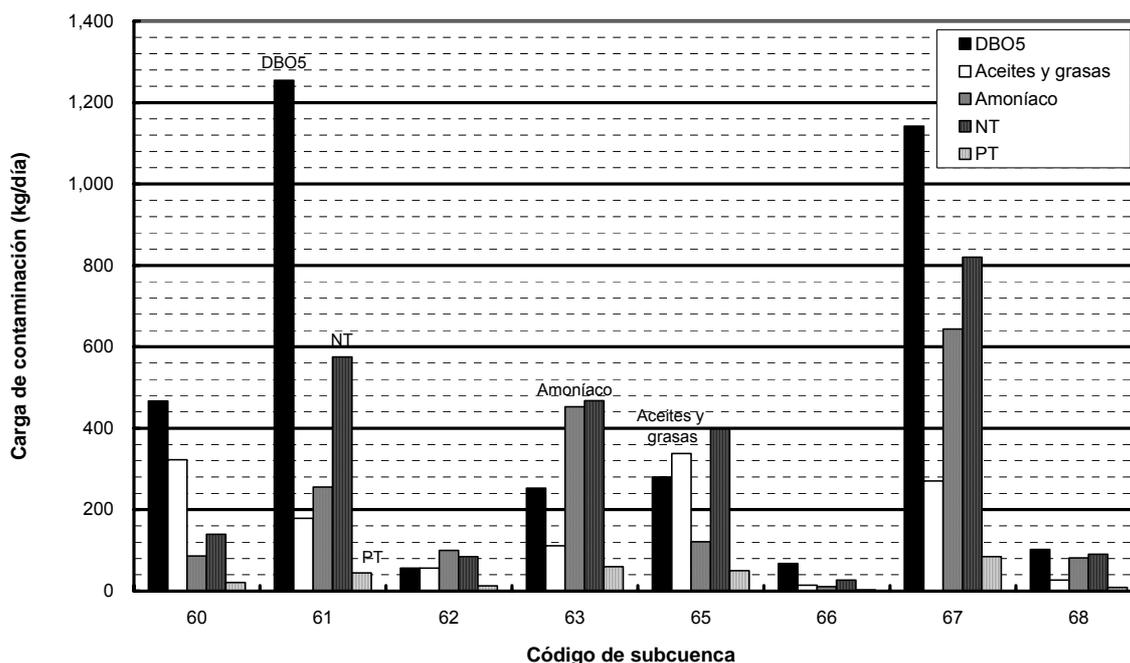


Figura A2.5 Cargas de contaminación por subcuenca

21. La industria frigorífica produce las mayores cargas de contaminación de todas las industrias que se encuentran en la cuenca del río Santa Lucía. Las cargas de DBO vertidas por dichas plantas alcanzan casi el 30% de la carga total de DBO. Este volumen es similar al vertido por las plantas de tratamiento de efluentes domésticos (el volumen de DBO estimado a partir de la población  $\times$  unidad de carga de contaminación per cápita  $\times$  eficiencia de tratamiento fue de 1.958 kg/día (Anexo 3), mucho más elevado que esta estimación, posiblemente debido a pérdidas en la red de alcantarillado, desborde de las aguas de lluvia y otros factores que resultan difíciles de detectar a partir del monitoreo de efluentes). La industria frigorífica vierte también el mayor volumen de nutrientes. De la carga de contaminación total vertida en la cuenca, ésta aporta el 26% de los aceites y grasas, el 63% del amoníaco, el 45% del nitrógeno total y el 48% del fósforo total.

22. La industria del cuero también vierte materiales orgánicos y nitrógeno a la cuenca.

23. En cuanto a la carga de contaminación por subcuencas, las subcuencas del Río Santa Lucía Chico (código 61) y del Arroyo Colorado (código 67) son las que reciben las mayores cargas en términos de materiales orgánicos y nutrientes.

### A2.7. Concentración de contaminantes en los efluentes

24. En el cuadro siguiente se observan los volúmenes promedio de las concentraciones estimadas de contaminantes en los efluentes.

**Cuadro A2.16 Concentración de contaminantes en los efluentes promediados en función del volumen**

Industria	Tipo de industria (nivel 1)	Tipo de industria (Nivel 2)	Departamento	Ciudad	Código de la cuenca (Nivel 2)	Destino del efluente	Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amoníaco	Fósforo total	Nitrógeno Total
								mg O <sub>2</sub> /L	mg/L	mgN/L	µg-P/L	mgN/L
Alimentos												
NT-1	Alimenticia	Comidas congeladas	Canelones	Pando	607	Infiltración	12	904	204	75	14,000	55
NT-2	Alimenticia	Otros productos alimenticios	San José	San José	650	Alcantarilla	86	183	35	75	14,000	26
NT-3	Alimenticia	Procesamiento de cítricos	San José	Rincón de la Bolsa	662	curso de agua	93	315	20	75	14,000	55
NT-4	Alimenticia	Otros productos alimenticios	Canelones	Canelón Chico	670	curso de agua	51	104	19	75	14,000	84
NT-5	Alimenticia	Dulces y mermeladas	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua	5	67	79	75	14,000	55
Bebidas												
BV-1	Bebidas	DBOega y elaboración de vinos	Canelones	Cuchilla Verde	630	Infiltración	24	565	46	1	5,500	59
BV-2	Bebidas	DBOega y elaboración de vinos	Canelones	Juanicó	635	curso de agua	81	20	46	1	5,500	59
BV-3	Bebidas	Bebidas sin alcohol	San José	Libertad	650	curso de agua	12	16	46	1	5,500	59
BV-4	Bebidas	Maltería	Montevideo	Montevideo	677	curso de agua	463	187	46	1	5,500	59
Carné												
MT-1	Cárnica	Matadero de vacunos	Lavalleja	Minas	601	curso de agua	60	474	26	325	41,042	325
MT-2	Cárnica	Chacinería	San José	Capurro	625	curso de agua	20	66	71	3	5,000	60
MT-3	Cárnica	Matadero de vacunos	San José	Pueblo Itzaingó	625	curso de agua	55	60	40	134	16,849	414
MT-4	Cárnica	Matadero de aves	Canelones	Santa Rosa	630	curso de agua	80	38	30	159	32,487	1,715
MT-5	Cárnica	Matadero de vacunos	Canelones	Canelones	635	curso de agua	2,145	92	26	137	15,500	135
MT-6	Cárnica	Matadero de aves	Canelones	Santa Rosa	635	curso de agua	80	75	11	157	32,105	240
MT-7	Cárnica	Harina de hueso y sangre	Canelones	Las Piedras	635	curso de agua	49	268	35	62	21,000	206
MT-8	Cárnica	Matadero de vacunos	San José	San José	650	curso de agua	1,014	56	19	102	5,950	95
MT-9	Cárnica	Matadero de vacunos	Canelones	El Colorado	670	curso de agua	1,117	216	25	170	19,000	182
MT-10	Cárnica	Matadero de aves	Montevideo	Melilla	677	curso de agua	687	59	28	77	10,000	78
MT-11	Cárnica	Matadero de vacunos	Montevideo	Montevideo	677	curso de agua	576	70	34	109	21,500	126
MT-12	Cárnica	Matadero de aves	Canelones	Las Piedras	677	Alcantarilla	440	650	114	112	15,500	112
MT-13	Cárnica	Matadero de vacunos	Canelones	La Paz	677	curso de agua	975	119	36	105	15,000	142
MT-14	Cárnica	Chacinería	Canelones	La Paz	677	Alcantarilla	10	645	72	96	13,333	2
MT-15	Cárnica	Chacinería	Canelones	La Paz	677	Alcantarilla	4	700	150	96	13,333	160
MT-16	Cárnica	Matadero de aves	Montevideo	Montevideo	680	curso de agua	502	191	42	85	17,358	130

Industria	Tipo de industria (nivel 1)	Tipo de industria (Nivel 2)	Departamento	Ciudad	Código de la cuenca (Nivel 2)	Destino del efluente	Caudal del efluente (m³/d)	DBO <sub>5</sub>	Acetatos y grasas	Amoníaco	Fósforo total	Nitrógeno Total
								mg O <sub>2</sub> /L	mg/L	mgN/L	µg-P/L	mgN/L
MT-17	Cárnica	Matadero de aves	Montevideo	Rincón de Mellilla	680	infiltración	8	60	5	128	1,085	130
	Cárnica	Matadero de vacunos	Florida	Mendoza	609	Infiltración	263	206	31	35		58
	Cárnica	Matadero de vacunos	Florida	Florida	640	curso de agua	442	44	21	76	20,000	127
Cueros												
LT-1	Cuero	Curtiembre de vacunos	Florida	Florida	610	curso de agua	960	648	71	230	2,001	285
LT-2	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	San José	Libertad	650	Infiltración	50	20	70	174	2,001	229
LT-3	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	San José	Rincón de la Bolsa	662	curso de agua	921	40	13	4	2,001	24
LT-4	Cuero	Curtiembre de vacunos	Canelones	Las Piedras	670	curso de agua	184	40	11	460	4,000	590
LT-5	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	Canelones	El Colorado	670	curso de agua	43	74	35	174	2,001	229
LT-6	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	Canelones	Progreso	670	curso de agua	100	32	20	174	2,001	229
LT-7	Cuero	Curtiembre de ovinos sin depilación	Montevideo	Montevideo	680	curso de agua	88	8	26	174	2,001	229
LT-8	Cuero	Tintado y terminación	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua	233	17	12	1	3	17
Planta de tratamiento de efluentes domésticos												
DS-1	Doméstico	Grupo habitacional	San José	Delta del Tigre	600	curso de agua	185	3	20	17	4,522	33
DS-2	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Florida	Casupá	600	curso de agua	3,383	60	20	18	4,522	31
DS-3	Doméstico	Grupo habitacional	Lavalleja	Minas	601	curso de agua	28	50	20	17	4,522	33
DS-4	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Florida	Florida	610	curso de agua	5,412	87	13	2	4,522	44
DS-5	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	San José	Santa Lucía	620	curso de agua	2,660	20	20	30	3,750	23
DS-6	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Santa Rosa	630	Falta Vertido	16	50	20	17	4,522	33
DS-7	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Progreso	635	curso de agua	22	38	20	17	4,522	33
DS-8	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Progreso	635	curso de agua	16	38	20	17	4,522	33
DS-9	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Progreso	635	curso de agua	3	50	20	17	4,522	33
DS-10	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Canelones	Canelones	635	curso de agua	3,595	4	12	0.3	1,109	1
DS-11	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	San José	San José	650	curso de agua	7,620	4	20	0.1	2,850	17
DS-12	Doméstico	Grupo habitacional	San José	Villa Rodríguez	650	curso de agua	375	60	10	17	4,522	33
DS-13	Doméstico	Grupo habitacional	Florida	Fray Marcos	655	curso de agua	3	46	20	17	4,522	33
DS-14	Doméstico	Hotel	Canelones	Las Piedras	677	curso de agua		49	20	17	4,522	33
DS-15	Doméstico	Grupo habitacional	Canelones	Las Piedras	677	curso de agua	12	50	20	17	4,522	33
DS-16	Doméstico	Grupo habitacional	Montevideo	Montevideo	677	curso de agua	15	49	20	17	4,522	33
DS-17	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Canelones	La Paz	677	curso de agua	583	61	14	39	6,000	53
DS-18	Doméstico	Planta de tratamiento de OSE	Canelones	Las Piedras	677	curso de agua	1,606	166	50	30	8,900	60
Extractiva												
MN-1	Extractiva	Materiales de construcción	Lavalleja	Minas	600	Sin efluentes						
MN-2	Extractiva	Materiales de construcción	Lavalleja	Minas	601	curso de agua	331	5	10			
MN-3	Extractiva	Materiales de construcción	Montevideo	Montevideo	677	Sin efluentes						
MN-4	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	La Paz	677	Sin efluentes						
MN-5	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	Canelones	677	Sin efluentes						

Industria	Tipo de industria (nivel 1)	Tipo de industria (Nivel 2)	Departamento	Ciudad	Código de la cuenca (Nivel 2)	Destino del efluente	Caudal del efluente (m³/d)	DBO <sub>5</sub>	Acetatos y grasas	Amoníaco	Fósforo total	Nitrógeno Total	
								mg O <sub>2</sub> /L	mg/L	mgN/L	µg-P/L	mgN/L	
MN-6	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	La Paz	677	curso de agua	No data						
MN-7	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	Las Piedras	677	Sin efluentes							
MN-8	Extractiva	Materiales de construcción	Canelones	La Paz	677	Sin efluentes							
Lácteos													
ML-1	Láctea	Enfriado de leche	Canelones	San Antonio	600	curso de agua	16	30	79	8	7,693	36	
ML-2	Láctea	Dulce de leche	Canelones	San Ramón	600	curso de agua	25	1,400	20	8	7,693	36	
ML-3	Láctea	Queso	Canelones	San Ramón	610	curso de agua	600	149	27	8	19,340	44	
ML-4	Láctea	Productos lácteos varios	Florida	Florida	610	curso de agua	1,312	54	17	16	3,800	24	
ML-5	Láctea	Productos lácteos varios	San José	San José de Mayo	650	curso de agua	35	48	29	8	300	4	
ML-6	Láctea	Leche pasteurizada	San José	San José	650	curso de agua	60	140	47	8	7,693	36	
ML-7	Láctea	Productos lácteos varios	San José	Villa Rogríguez	658	curso de agua	1,731	34	16	0.4	7,333	71	
Minerales metálicos													
	Minerales metálicos	Laminadora	Canelones	Canelones	635	curso de agua	9	9	4				
Aceite vegetal													
	Oleaginosas	Grasas comestibles	San José	Delta del Tigre	662	curso de agua	10	126	25				
Producción agropecuaria													
	Producción agropecuaria	Cría de ganado suino	Florida	Fray Marcos	600	Infiltración	42						
	Producción agropecuaria	Cría de ganado suino	Canelones	Las Piedras	670	Infiltración	7						
	Producción agropecuaria	Cría de ganado suino	Montevideo	Montevideo	680	curso de agua	15	21		5	5,000		
Química													
CH-1	Química	Fracccionado y envasado de plaguicidas	Florida	Cerro de Florida	610	Infiltración	2	201	19				
CH-2	Química	Fracccionado y envasado de plaguicidas	Canelones	Juanicó	635	infiltración	1	210	65				
CH-3	Química	Productos químicos orgánicos	San José	Rincón de la Bolsa	664	curso de agua	0.3	9	36				
CH-4	Química	Cloro-soda	San José	Delta del Tigre	680	curso de agua	97						
CH-5	Química	Productos químicos inorgánicos	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua	340						
CH-6	Química	Productos químicos inorgánicos	San José	Rincón de la Bolsa	680	curso de agua	11	3					
Textil													
TX-1	Textil	Lavadero de lana	Florida	Fray Marcos	600	Infiltración	133	1,397	1,760	2	14,500	54	
TX-2	Textil	Lavadero de lana	Florida	Florida	616	Mixta	67	23	19	2	14,500	54	
TX-3	Textil	Lavadero de lana	San José	San José	650	Infiltración	124	85	28	2	14,500	54	
TX-4	Textil	lavadero de lana	San José	Libertad	650	Infiltración	254	294	147	2	14,500	54	
TX-5	Textil	Hilandería y tejeduría de lana	Canelones	La Paz	677	curso de agua	21	35	26	2	14,500	54	
Criterios tomados del borrador de la propuesta de modificación del Decreto 253/79								Al curso de agua	60	40	5	5,000	-
								Al sistema de alcantarillado	350	150	-	10,000	-
								Infiltración	-	200	-	-	-

Fuente de datos: Base de datos MIIDEA/DINAMA. No se incluyen en el análisis la producción agropecuaria ni las industrias química, extractiva, los minerales metálicos y oleaginosos.

Nota: Las celdas de color indican que la concentración promedio de efluentes excede el límite de concentración

permitida para el contaminante en cuestión. El texto tachado indica industrias inactivas.

## **A2.8. Incumplimiento de los estándares o valores de referencia**

25. En el siguiente cuadro se pueden observar las estimaciones en cuanto a la cantidad de industrias de la cuenca cuyas concentraciones promedio exceden los estándares o los valores de referencia para efluentes según la propuesta de modificación del Decreto 253/79 para el destino final del vertido correspondiente (curso de agua, alcantarillado e infiltración a las aguas subterráneas).

**Cuadro A2.17 Incumplimiento de los criterios para efluentes**

Tipo de industria	Número total de industrias (Nota1)	Número de industrias que exceden los criterios <sup>(Nota2)</sup>			
		DBO <sub>5</sub>	Aceites y grasas	Amoníaco	Fósforo total
Frigorífico	17	13	3	12	16
	(100%)	(81%)	(18%)	(92%)	(100%)
Alimentos	5	3	2	3	4
	(100%)	(75%)	(40%)	(100%)	(100%)
Bebidas	4	1	3	0	3
	(100%)	(33%)	(75%)	(0%)	(100%)
Cueros	8	2	1	5	0
	(100%)	(25%)	(13%)	(63%)	(0%)
Lácteos	7	3	2	6	5
	(100%)	(43%)	(29%)	(86%)	(71%)
Textil	5	0	1	0	1
	(100%)	(0%)	(20%)	(0%)	(20%)
Plantas de tratamiento de aguas domésticas	18	4	1	14	2
	(100%)	(22%)	(6%)	(78%)	(11%)
Total de sectores seleccionados	64	26	13	40	31
	(100%)	(45%)	(20%)	(74%)	(52%)

(Nota1): Número total de industrias que vierten efluentes al curso de agua, alcantarilla, y al suelo.

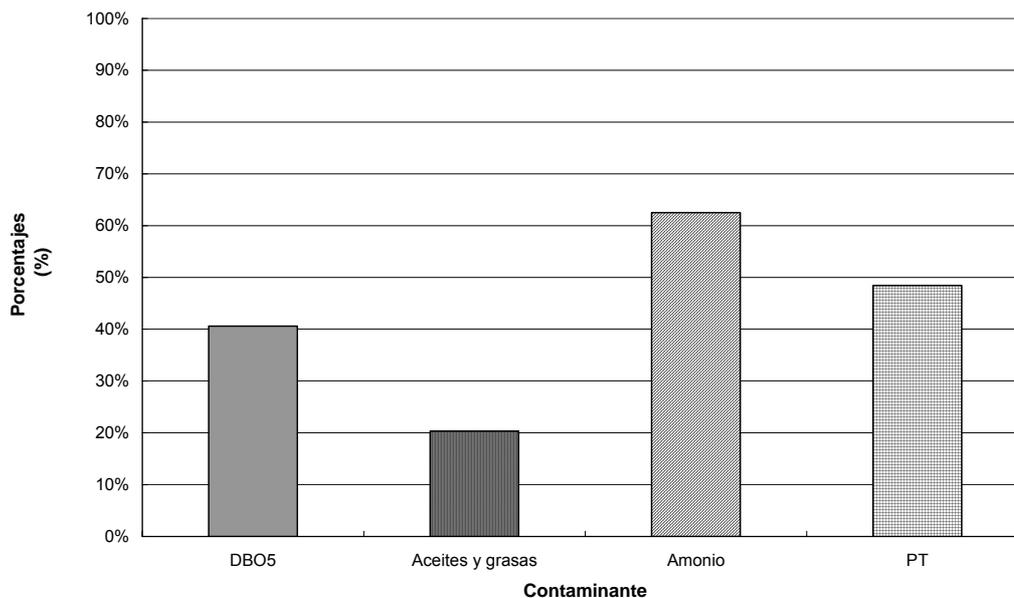
(Nota2): Número de industrias que exceden los criterios para vertido de:

DBO: al curso de agua y a la red de alcantarillado,

Aceites y grasas: al curso de agua, red de alcantarillado y al suelo,

Amoníaco: al curso de agua,

Fósforo total: al curso de agua.



**Figura A2.6 Porcentaje de industrias que exceden los criterios para efluentes**

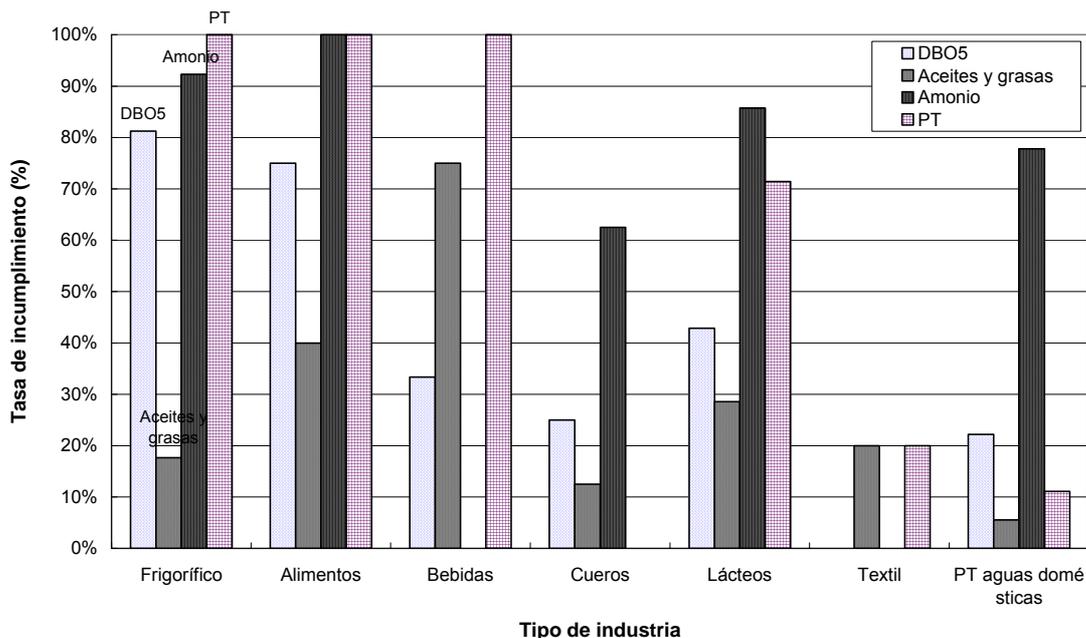
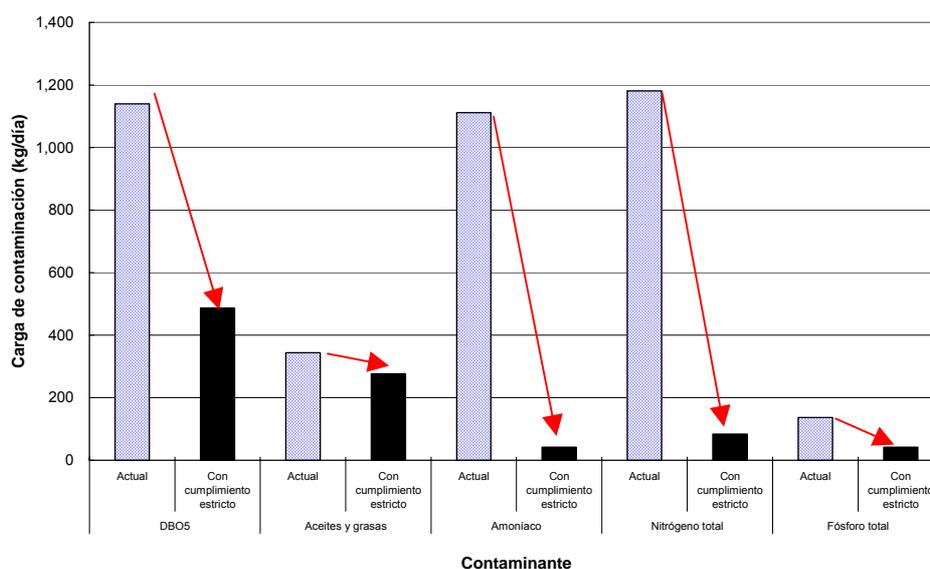


Figura A2.7 Porcentaje de industrias que exceden los criterios para efluentes, por tipo de industria

26. Los frigoríficos, las fábricas de alimentos y lácteos que exceden los criterios de efluentes para nitrógeno amoniacal y fósforo total son muy numerosas, debido a que utilizan materias primas de origen biológico, como ser carne y leche, que generan efluentes orgánicos concentrados difíciles de tratar. Los sistemas de tratamiento que utilizan generalmente tienen un índice de remoción del 90% o superior, pero dado que el nivel de DBO del agua sin tratar es extremadamente elevado, resulta difícil reducir el nivel de DBO para alcanzar el requerido por los criterios para efluentes. El proceso de remoción de nutrientes es costoso y, en la actualidad, ninguna de estas plantas cuenta con instalaciones de tratamiento para la remoción de nitrógeno y fósforo.
27. Nótese que las tasas de incumplimiento de los criterios para efluentes que figuran más arriba se evalúan a partir de concentraciones promediadas por volumen de los contaminantes para cada industria. Si la tasa de incumplimiento se fijara a partir de las concentraciones máximas del efluente, la cantidad de industrias en infracción aumentaría aún más.
28. En el cuadro A2.18 se plantea cuánto podrían reducirse las cargas de contaminación si se cumplieran las normas de manera estricta, y si se redujeran las concentraciones de los efluentes a los niveles que exige la ley (ej.: para vertido al curso de agua,  $DBO_5$ : 60 mg/L, Amoníaco – N: 5 mgN/L, etc.). Se parte del supuesto que el volumen del efluente permanece igual. El requisito para nitrógeno total se tomó como equivalente al criterio para nitrógeno Kjeldhal: 10 mgN/L. En la figura A2.8 se presenta un resumen de las disminuciones logradas por medio del cumplimiento estricto de la legislación en el sector de la industria frigorífica.

**Cuadro A2.18 Comparación de las cargas de contaminación basada en las concentraciones permitidas actualmente**

Industria	Caudal del efluente (m <sup>3</sup> /d)	DBO <sub>5</sub>			Aceites y grasas			Amoníaco			Nitrógeno Total			Fósforo Total		
		Actual	Decreto 253/79	Tasa reducida	Actual	Decreto 253/79	Tasa reducida	Actual	Decreto 253/79	Tasa reducida	Actual	Decreto 253/79	Tasa reducida	Actual	Decreto 253/79	Tasa reducida
		kg-O <sub>2</sub> /d		(%)	kg/d		(%)	kg-N/d		(%)	kg-N/d		(%)	kg-P/d		(%)
(1) Carne	8,411	1,140	487	57	344	276	20	1,111	42	96	1,181	84	93	137	42	69
(2) Cueros	2,578	678	113	83	94	63	33	359	11	97	472	26	95	5	5	0
(3) Lácteos	3,779	264	173	34	81	71	13	28	11	61	185	38	80	31	17	44
(4) Textil	599	274	33	88	277	21	93	1	1	0	32	6	81	9	3	66
Total ((1) - (4))	15,367	2,355	806	66	795	431	46	1,499	65	96	1,869	153	92	182	67	63



**Figura A2.8 Disminución de los contaminantes en la industria frigorífica lograda por medio del cumplimiento estricto**

29. En general es posible lograr una disminución sustancial de las cargas de contaminación si se cumple la ley. Para el caso del nitrógeno amoniacal y el nitrógeno Kjeldhal (nitrógeno total), se lograrán disminuciones de más del 90% de la carga de contaminación, porque actualmente existen grandes diferencias entre las concentraciones reales en los efluentes y los criterios que establece la ley para los mismos. Se espera que las cargas de contaminación por DBO y fósforo disminuyan en un 60%, y 50% para aceites y grasas.
30. Es importante lograr disminuir las cargas de contaminación, y a eso apunta la ley. El logro de estas disminuciones supone costos elevados, especialmente inversiones por parte de las industrias y costos administrativos muy elevados para hacer cumplir las disposiciones por parte de DINAMA. La dificultad para lograr la disminución en las cargas de contaminación depende ampliamente de la clase de contaminante, así como del sector industrial, dado que en unos casos será más difícil lograrlo que en otros (incluidas las fuentes difusas). Es necesario tener en cuenta todos estos factores a la hora de desarrollar estrategias para controlar la contaminación en la cuenca.

## ANEXO 3

# CARACTERIZACIÓN DE OTRAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO SANTA LUCÍA

## Índice

<b>A3. Caracterización de otras fuentes de contaminación de la cuenca del Río Santa Lucía.....</b>	<b>A3-1</b>
A3.1. Fuentes domésticas .....	A3-1
A3.1.1. Población.....	A3-1
A3.1.2. Instalaciones de alcantarillado .....	A3-1
A3.1.3. Cargas de contaminación.....	A3-3
A3.2. Tambos .....	A3-5
A3.2.1. Tambos en la cuenca .....	A3-5
A3.2.2. Cargas de contaminación.....	A3-8
A3.2.3. Tratamiento de los efluentes de los tambos.....	A3-8
A3.3. Feedlots.....	A3-10
A3.4. Desechos animales .....	A3-10
A3.5. Fertilizantes .....	A3-12
A3.6. Escorrentía urbana .....	A3-14
A3.7. Deposición atmosférica .....	A3-15
A3.8. Síntesis de las cargas de contaminación de fuentes puntuales y difusas.....	A3-16

## Índice de Cuadros

Cuadro A3.1	Población con y sin servicios de alcantarillado en la cuenca del río Santa Lucía .....	A3-1
Cuadro A3.2	Sistemas de alcantarillado en la cuenca del río Santa Lucía .....	A3-1
Cuadro A3.3	Eficiencia estimada de remoción de DBO de los sistemas de alcantarillado .....	A3-2
Cuadro A3.4	Cargas de contaminación por unidad utilizadas para estimar las cargas de contaminación asociadas a fuentes domésticas .....	A3-3
Cuadro A3.5	Cargas de DBO estimadas para fuentes domésticas.....	A3-4
Cuadro A3.6	Cargas estimadas de nitrógeno Kjeldahl total de fuentes domésticas .....	A3-4
Cuadro A3.7	Cargas estimadas de fósforo total de fuentes domésticas .....	A3-5
Cuadro A3.8	Tambos en Uruguay .....	A3-6
Cuadro A3.9	Número estimado de tambos en la cuenca del río Santa Lucía.....	A3-7
Cuadro A3.10	Cargas de contaminación estimadas provenientes de las vacas lecheras .....	A3-8
Cuadro A3.11	Diferencias entre la DBO y DQO en los tambos.....	A3-8
Cuadro A3.12	Eficiencia del proceso de tratamiento.....	A3-9
Cuadro A3.13	Número de animales en la cuenca del río Santa Lucía .....	A3-10
Cuadro A3.14	Unidades de carga de contaminación asociadas a los animales .....	A3-11
Cuadro A3.16	Tasas típicas de aplicación de fertilizantes en Uruguay .....	A3-12

Cuadro A3.17	Volúmenes estimados de aplicación de fertilizantes con nitrógeno y fósforo en la cuenca del río Santa Lucía .....	A3-13
Cuadro A3.18	Cargas de contaminación estimadas por escorrentía urbana .....	A3-15
Cuadro A3.19	Carga de contaminación estimada para la deposición atmosférica .....	A3-15
Cuadro A3.20	Síntesis de las cargas de contaminación estimadas vertidas al medio ambiente .....	A3-16

## Índice de Figuras

Figure A3.1	Ubicación de los tambos en la cuenca del río Santa Lucía .....	A3-7
-------------	--	------

## A3. CARACTERIZACIÓN DE OTRAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA LUCÍA

### A3.1. Fuentes domésticas

#### A3.1.1. Población

1. A partir de los datos del censo realizado por INE en 2004, se estima que la población total de la cuenca del río Santa Lucía es de 323.591 habitantes, distribuidos en 44 zonas urbanas. La población rural alcanza los 64.802 habitantes. Para más detalles, véase JET y DINAMA, 2010. Dado que una gran cantidad de los habitantes de la cuenca se trasladan diariamente tanto a Montevideo como a otras partes dentro y fuera de la misma, es posible que haya una gran diferencia entre la población nocturna y la diurna.

#### A3.1.2. Instalaciones de alcantarillado

2. Según la información proporcionada por DINAMA, DINASA, OSE y MEVIR, 18 comunidades urbanas cuentan con redes de alcantarillado, 11 de las cuales tienen sistemas de tratamiento. El total de la población conectada a los sistemas de alcantarillado asciende a 96.009, lo que representa el 25% de la población de la cuenca. Aquellos que no están conectados a los sistemas de alcantarillado utilizan fosas sépticas y/o infiltración para tratar sus aguas residuales.

Cuadro A3.1 Población con y sin servicios de alcantarillado en la cuenca del río Santa Lucía

Categoría	Población	
	habitantes	%
Población urbana con conexión al sistema de alcantarillado con tratamiento	96.009	25
Población urbana con conexión al sistema de alcantarillado sin tratamiento	3.654	1
Población urbana sin conexión al sistema de alcantarillado	223.929	57
Población rural	64.802	17
TOTAL	388.394	100

Fuente: JET y DINAMA, 2010

3. En el Cuadro A3.2 se resumen la ubicación, la población atendida y los métodos de tratamiento. Florida, Santa Lucía y Minas cuentan con sistemas de lodos activados y otras ciudades grandes, tales como Canelones, Las Piedras y San José de Mayo utilizan Tanques Imhoff. En las comunidades más pequeñas se utilizan lagunas para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

**Cuadro A3.2 Sistemas de alcantarillado en la cuenca del río Santa Lucía**

Localidad	Habitantes	Departamento	Población atendida	Cobertura	Método de tratamiento	Fuente
Canelones <sup>1</sup>	19.631	Canelones	8.941	46%	Tanque Imhoff	DINASA/ DINAMA
Casupá <sup>1</sup>	2.668	Florida	689	26%	Se desconoce	DINASA/ DINAMA
Florida <sup>1</sup>	32,128	Florida	20,961	65%	Lodos activados	DINASA/ DINAMA
25 de Agosto <sup>1</sup>	1,794	Florida	771	43%	Se desconoce	OSE
Libertad <sup>1</sup>	9,196	San José	3,954	43%	Lagunas	OSE
Santa Lucía <sup>1</sup>	16,475	Canelones	8,944	54%	Lodos activados	DINASA/ DINAMA
La Paz <sup>1</sup>	19,832	Canelones	4,098	21%	Lagunas	DINASA
Las Piedras <sup>1</sup>	6,222	Canelones	11,062	16%	Tanque Imhoff	DINASA
Minas <sup>1</sup>	37,925	Lavalleja	17,780	47%	Lodos activados	DINASA/ DINAMA
Rodríguez <sup>1</sup>	2,561	San José	449	18%	Lagunas	DINASA/ DINAMA
San José de Mayo <sup>1</sup>	36,339	San José	18,359	51%	Tanque Imhoff	DINASA/ DINAMA
Fray Marcos <sup>1</sup>	2,509	Florida	704	28%	Sin tratamiento	DINASA
Juanicó <sup>2</sup>	1,339	Canelones	285	21%	Sin tratamiento	MEVIR
Independencia <sup>2</sup>	454	Florida	231	51%	Sin tratamiento	MEVIR
Mendoza Grande <sup>2</sup>	745	Florida	279	37%	Sin tratamiento	MEVIR
Punta de Valdéz <sup>2</sup>	1,267	San José	231	18%	Sin tratamiento	MEVIR
San Antonio <sup>2</sup>	1,434	Canelones	342	24%	Sin tratamiento	MEVIR
Santa Rosa <sup>2</sup>	3,660	Canelones	1,582	43%	Sin tratamiento	DINASA/M EVIR
Total			99,663			

Nota: 1 Con planta de tratamiento, 2 Sin planta de tratamiento  
Fuente: JET y DINAMA, 2010

4. DINAMA ha realizado esfuerzos tendientes a estimar la eficiencia de estos sistemas de alcantarillado a partir de la carga estimada de DBO per cápita (54 g/cápita/día) y la información disponible acerca de los vertidos. Aunque algunos datos no son coherentes, se estima que la eficiencia promedio es del 64%. Entre estos sistemas con altos niveles de eficiencia se encuentran el de Casupá, Florida, Santa Lucía, Minas y San José de Mayo. La eficiencia se ve afectada por el método de tratamiento, pero también por la frecuencia con que se rebalsa el agua de lluvia, la frecuencia con que se limpian las redes de alcantarillado, además de otros factores.

**Cuadro A3.3 Eficiencia estimada de remoción de DBO de los sistemas de alcantarillado**

Localidad	Población atendida	Carga de DBO generada (kg/día)	Carga de DBO vertida por día (kg/día)	Eficiencia (%)
Canelones <sup>1</sup>	8.941	483	540	*
Casupá <sup>1</sup>	689	37	9	76%

Localidad	Población atendida	Carga de DBO generada (kg/día)	Carga de DBO vertida por día (kg/día)	Eficiencia (%)
Florida <sup>1</sup>	20.961	1.132	250	78%
25 de Agosto <sup>1</sup>	771	42	12	71%
Libertad <sup>1</sup>	3.954	214	64	70%
Santa Lucía <sup>1</sup>	8.944	483	110	77%
La Paz <sup>1</sup>	4.098	221	120	46%
Las Piedras <sup>1</sup>	11.062	597	330	45%
Minas <sup>1</sup>	17.780	960	110	89%
Rodríguez <sup>1</sup>	449	24	13	46%
San José de Mayo <sup>1</sup>	18.359	991	110	89%
Fray Marcos <sup>1</sup>	704	38	21	45%
Juanicó <sup>2</sup>	285	15	9	42%
Independencia <sup>2</sup>	231	12	7	44%
Mendoza Grande <sup>2</sup>	279	15	9	40%
Punta de Valdéz <sup>2</sup>	231	12	7	44%
San Antonio <sup>2</sup>	342	18	10	46%
Santa Rosa <sup>2</sup>	1.582	85	227	*
Total	99.662	5.382	1,958	64%

Nota: \* datos incongruentes,

Nota: 1 Con planta de tratamiento, 2 Sin planta de tratamiento

Fuente: JET y DINAMA, 2010

### A3.1.3. Cargas de contaminación

5. Para los fines del presente informe se tomaron como supuestos las siguientes cargas de contaminación per cápita que utiliza OSE.

Cuadro A3.4 Cargas de contaminación por unidad utilizadas para estimar las cargas de contaminación asociadas a fuentes domésticas

Parámetro	Valor	Carga por unidad
DBO <sub>5</sub>	54	g/persona/d
DQO	108	g/persona/d
SST	54	g/persona/d
N-NTK	9,5	g/persona/d
P Total	1,1	g/persona/d

Fuente: JET y DINAMA, 2010

6. En el siguiente cuadro se pueden observar las cargas de contaminación por DBO generadas (antes del tratamiento) y luego de ser tratadas para las poblaciones urbanas y rurales. La DBO total se estima en 20.973 kg/día. Tal como se expuso más arriba, la eficiencia promedio de las plantas de tratamiento existentes (incluidas aquellas que no tienen sistemas de tratamiento) es del 64%, y se vierten unos 1.960 kg/día de DBO a partir de estos sistemas.

7. Los datos correspondientes a la población que no está conectada a los sistemas de alcantarillado es escasa, pero generalmente cuentan con tanques sépticos o sistemas básicos similares para contener las aguas residuales, las que vierten a los canales de drenaje cercanos, cursos de agua o infiltran a la tierra. Si suponemos que la eficiencia del tratamiento en estos casos alcanza el 35%, la carga de DBO después del tratamiento es de 7.860 kg/día para la población urbana sin conexión y 2.275 kg/día para la población rural. A juzgar por estas cifras, un aumento de las tasas de conexión en las zonas urbanas reduciría las cargas de contaminación, pero para esto se necesitan más intercambios de ideas entre OSE y DINAMA. Nótese que no toda la carga de DBO de estas fuentes alcanza el río Santa Lucía. Probablemente una gran parte de la carga de DBO proveniente de fuentes rurales y urbanas se asimile en pequeños canales en el suelo.

Cuadro A3.5 Cargas de DBO estimadas para fuentes domésticas

Categoría	Población	Carga de DBO generada		Carga de DBO después del tratamiento	
	habitantes	kg/día	%	kg/día	%
Población urbana con conexión al sistema de alcantarillado	99.663	5.382	26%	1.958	16%
Población urbana sin conexión al sistema de alcantarillado	223.929	12.092	58%	7.860	65%
Población rural	64.802	3.499	17%	2.275	19%
Total	388.394	20.973	100%	12.092	100%

\*1: Eficiencia de remoción supuesta del 25%, "Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution (OMS, 1993)"

Fuente: JET y DINAMA, 2010

8. En el Cuadro A3.6 se resumen las cargas de contaminación para nitrógeno Kjeldahl total (nitrógeno Kjeldahl total-N) generadas y luego de ser tratadas. Los datos sobre cargas contaminantes de nitrógeno, fósforo y otros contaminantes asociados son fuentes domésticas son aún más escasos que los datos para DBO. Es sabido que la eficiencia de remoción de nitrógeno en los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales, como ser lodos activados y el Tanque Imhoff es bastante baja, aunque es posible remover algo de nitrógeno por medio de la sedimentación y otros procesos. En principio se debería medir la eficiencia a partir de las cargas contaminantes de las aguas residuales entrantes, y del efluente luego de ser tratado. Sin embargo, la información disponible era bastante limitada, por lo cual se estimaron en 15% para los sistemas de alcantarillado comunitario y 7,5% para los tanques sépticos. Se observó que la carga contaminante total de fuentes domésticas es de 3.690 kg/día, y la carga contaminante total después del tratamiento es de 3.342 kg/día.

Cuadro A3.6 Cargas estimadas de nitrógeno Kjeldahl total de fuentes domésticas

Categoría	Población	Carga total de nitrógeno Kjeldahl		Carga de nitrógeno Kjeldahl total después del tratamiento	
	personas	kg-N/día	%	kg-N/día	%
Población urbana con conexión al sistema de alcantarillado	99.663	947	26%	805	24%

	Población	Carga total de nitrógeno Kjeldahl		Carga de nitrógeno Kjeldahl total después del tratamiento	
Población urbana sin conexión al sistema de alcantarillado	223.929	2.127	58%	1.968	59%
Población rural	64.802	616	17%	569	17%
Total	388.394	3.690	100%	3.342	100%

Nota: La eficiencia promedio del tratamiento del sistema de alcantarillado se estimó en 15%

Fuente: JET y DINAMA, 2010

9. En el Cuadro A3.7 se resumen las cargas contaminantes del fósforo total (fósforo total) generadas y después de ser tratadas. También en este caso se contó con datos limitados, y hubo que estimar las cargas de contaminación después del tratamiento. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales de OSE en la cuenca no cuentan con sistemas de remoción de fósforo (o no los utilizan), pero es posible remover hasta un 10% del fósforo total en la sedimentación primaria, y un 20% adicional por medio de procesos de lodos activados (OMS, 1993). Por este motivo se toma como supuesto una remoción del 20% para el sistema de alcantarillado y del 10% para el sistema de tanques sépticos. Se observó que la carga de fósforo total generada es de 427 kg/día y que disminuye a 374 kg/día luego del tratamiento.

Cuadro A3.7 Cargas estimadas de fósforo total de fuentes domésticas

Categoría	Población habitantes	Carga de fósforo total generada		Carga de fósforo total después del tratamiento	
		kg-P/día	%	kg-P/día	%
Población urbana con conexión al sistema de alcantarillado	99.663	110	26%	88	23%
Población urbana sin conexión al sistema de alcantarillado	223.929	246	58%	222	59%
Población rural	64.802	71	17%	64	17%
Total	388.394	427	100%	374	100%

Nota: La eficiencia promedio del tratamiento en el sistema de alcantarillado se estimó en 20%

La eficiencia promedio del tratamiento en tanques sépticos y otros sistemas utilizados por la población que no está conectada a la red se estimó en 10%.

Fuente: JET y DINAMA, 2010

## A3.2. Tambos

### A3.2.1. Tambos en la cuenca

10. En virtud de la propuesta de modificación del Decreto 253/79, los tambos con más de 300 vacas deberán someterse a la ADI y aquellos que tengan entre 100 y 300 vacas deberán presentar la Declaración Jurada. A pesar de que los criterios de selección de los tambos a regular se encuentran aún en etapa de negociación, es necesario comprender la situación de los tambos en la cuenca. Según datos de DIEA (2009), en Uruguay hay 2.791 tambos, que cubren una superficie de 7.526 km<sup>2</sup>, con 672.126 vacas lecheras. La densidad de población vacuna en los tambos alcanza un promedio de 0,9 cabezas/há, y

oscila entre 1,3 cabezas/há en establecimientos pequeños y menos de 0,5 cabezas/há para establecimientos grandes. Aunque no se cuenta con datos precisos para cada tambo, se calcula que en el país hay unos 700 tambos con más de 300 vacas cada uno. Si DINAMA regulara estas fuentes, su volumen de trabajo aumentaría de forma drástica.

Cuadro A3.8 Tambos en Uruguay

Tamaño del tambo	Cantidad de tambos	Área del tambo	Total de vacas	Promedio de vacas por tambo
há	-	km <sup>2</sup>	cabezas	cabezas
< 50	406	126	16.865	42
50-199	1.409	1.481	184.973	131
200-499	620	1.923	192.003	310
500-999	222	1.583	129.302	582
1000-2499	112	1.562	115.754	1,034
≥2500	22	851	33.229	1,510
Total	2.791	7.526	672.126	241

Fuente: DIEA, 2009

11. El concepto de tambo utilizado para el estudio de DIEA, cuya finalidad fue caracterizar la situación de la producción de leche en Uruguay, parece ser comparable al concepto de tambo utilizado en la propuesta de modificación del Decreto 253/79, que apunta a controlar la contaminación proveniente de las instalaciones de ordeño y demás instalaciones de los tambos, donde hay gran concentración de vacas. De todos modos, si se pretende utilizar el término “tambo” como unidad para regular la contaminación del punto de vista legal, es necesario plantear una definición clara.
12. Dado que no fue posible obtener información detallada acerca de los tambos de la cuenca del río Santa Lucía, se utilizó la información provista por DICOSE para estimar la distribución de los tambos en la cuenca, según se puede apreciar en la figura siguiente. Se encuentran mayoritariamente en Florida y San José.

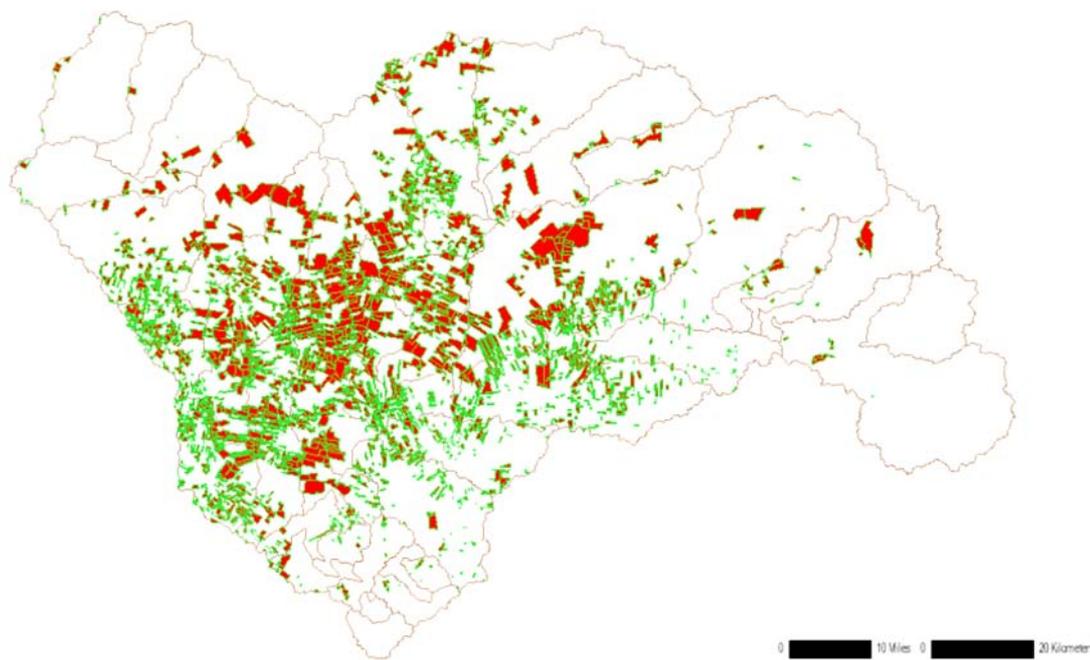


Figure A3.1 Ubicación de los tambos en la cuenca del río Santa Lucía

13. Según estos datos, en la cuenca hay 292.938 vacas lecheras asociadas con 1.376 padrones de DICOSE, que cubren una superficie de 2.082 km<sup>2</sup> o 16% del área. Esto significa que cerca del 44% de las vacas lecheras del Uruguay están concentradas en la cuenca del río Santa Lucía. Cerca del 40% de las propiedades tienen un área de entre 0 y 50 hectáreas, y sus características difieren de los datos de DEIA (2009), en que el tamaño más común de los tambos es de 50 a 199 hectáreas. Esto se debe en parte a que los datos de DICOSE se calculan a partir de los padrones de propiedad registrados por dicha entidad, y no por establecimiento. Existen casos en los que varios propietarios de establecimientos pequeños con padrones de DICOSE diferentes comparten las instalaciones de ordeño, o casos en los que dos o tres instalaciones de ordeño se asocian con un solo padrón de DICOSE.
14. A pesar de estas dificultades, debe haber un vínculo claro entre el padrón de DICOSE y la propiedad del establecimiento, y, a los fines del presente informe, se tomó el padrón basado en la propiedad como unidad de análisis. Según los datos, hay entre 25 y 200 vacas por padrón. En la cuenca del río Santa Lucía hay 260 padrones con más de 300 vacas y 445 que tienen entre 100 y 300.

Cuadro A3.9 Número estimado de tambos en la cuenca del río Santa Lucía

Dimensiones de los establecimientos	Número de establecimientos
100 – 300 vacas	445
Más de 300 vacas	260

Nota: A partir de datos de los padrones de DICOSE

### A3.2.2. Cargas de contaminación

15. Tal como se plantea más abajo en la sección sobre fuentes difusas, una vaca lechera pesa en promedio unos 550 kg, y las cargas de contaminación por kilogramo de vaca son 1,6 g-DBO/día/cabeza, 0,45 g-nitrógeno Kjeldahl total/día/cabeza y 0,094 kg/día/cabeza. Sobre esta base, las cargas de contaminación brutas que genera el sector lechero alcanzan 257.786 kg-DBO/día, 72.502 kg-nitrógeno Kjeldahl total/día y 15.145 kg-TP/día.

Cuadro A3.10 Cargas de contaminación estimadas provenientes de las vacas lecheras

Contaminante	Número de animales	Peso total	Unidad de carga	Carga de contaminación generada
	cabezas	toneladas	g/kg-animal/día	kg/día
DBO	292.938	161.116	1,6	257.786
Nitrógeno Kjeldahl total			0,45	72.502
TP			0,094	15.145

Nota: con el supuesto de 550 kg/head

16. Nótese que estas son las cargas de contaminación totales generadas en todo el tambo, incluidas las pasturas. Las cargas de contaminación vertidas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de los tambos constituyen una fracción de estas cifras, ya que (i) gran parte de las cargas de contaminación se vierten en las pasturas y se asimilan al suelo; y (ii) las aguas residuales que ingresan al sistema de tratamiento desde las instalaciones de ordeño y demás instalaciones deben pasar por el sistema de tratamiento antes de ser vertidas al medio ambiente. Por otra parte, sólo un 10% de la carga de contaminación de las vacas lecheras es sustancial. Desafortunadamente, en la actualidad no se cuenta con valores estimados de las cargas de contaminación vertidas por los sistemas de tratamiento de aguas residuales de los tambos, aunque sí está disponible el estudio que se presenta a continuación.

### A3.2.3. Tratamiento de los efluentes de los tambos

17. En 2008 DINAMA e IMFIA realizaron un relevamiento en 37 tambos ubicados en la zona suroeste del país (DINAMA e IMFIA, 2008), de los cuales 19 se encontraban dentro de la cuenca del río Santa Lucía. En dicho informe se estudió el tratamiento de los desechos generados dentro y alrededor de las instalaciones de ordeño.
18. La calidad del efluente final, expresada en términos de DBO y DQO varía ampliamente de un establecimiento a otro. El siguiente cuadro muestra los valores medidos para cada parámetro en 18 de los 19 tambos. Los valores se basan en muestras tomadas el día que se realizó cada visita. Las muestras deberían ser representativas del desempeño del proceso a largo plazo.

Cuadro A3.11 Diferencias entre la DBO y DQO en los tambos

	Mínima	Media	Máxima
DBO (mg/l)	50	198	400
DQO (mg/l)	340	1.319	2.840

Fuente: DINAMA e IMFIA, 2008

19. A continuación se presentan los porcentajes estimados correspondientes a la eficiencia de cada proceso de tratamiento para la reducción de la DBO5. Se parte del supuesto que las aguas residuales que ingresan al sistema tienen una concentración de DBO5 de 2.400 mg/l.:

Cuadro A3.12 Eficiencia del proceso de tratamiento

Proceso de tratamiento	Eficiencia (%)
Remoción de todas las formas de sólidos	25
Laguna anaeróbica	65
Laguna facultativa	87
Segunda laguna facultativa	70

Fuente: DINAMA e IMFIA, 2008

20. Al comparar la reducción teórica y la reducción estimada utilizando las concentraciones de DBO supuestas para el caudal entrante y medidas para el caudal de salida, se obtiene un promedio de eficiencia de los tambos de la cuenca del Santa Lucía del 98% con un rango de 86% a 128%.
21. El estándar de DBO para efluentes vertidos a los cursos de agua de superficie es de 60mg/l, y tres de los tambos relevados en la cuenca del Santa Lucía vierten a cursos de agua superficiales. Las concentraciones de DBO medidas en los efluentes de estos tres tambos fueron 350, 310 y 230 mg/l, cuatro a seis veces el estándar permitido. En un tambo se registraron concentraciones de nitrógeno amoniacal y fósforo total de 93,4 y 12,4 mg/l respectivamente. Nótese que el estándar de vertido para nitrógeno amoniacal es de 5mg/l y 0,025 mg/l para el fósforo.
22. La mayor parte de los tambos relevados en la cuenca del Santa Lucía disponen de los efluentes por infiltración, el efluente fluye hacia las pasturas. El flujo del efluente no está bien controlado en los tambos, ya que los efluentes se vierten en varios puntos en lugar de hacerlo por medio de una red de distribución. Esto puede redundar en que la carga hidráulica no sea homogénea y que el estancamiento del agua en el suelo facilite las condiciones anaeróbicas en niveles topográficos que de otro modo estarían ocupados por zonas no saturadas. En estas condiciones, el efluente pasará a la zona saturada sin ser modificado, y contaminará el agua subterránea.
23. Actualmente no existe un estándar que reglamente la concentración de DBO5 para los efluentes que se descargan directamente a la tierra. En la modificación del Decreto 253/79 se propondrá que el proceso de disposición esté sujeto a restricciones para la carga de DBO. Sería una carga de 50 kg/há/día con una carga hidráulica máxima de 300mm/semana (la carga hidráulica anual no debería exceder los 10m).
24. Las concentraciones mínima, promedio y máxima de DBO en efluentes infiltrados en los tambos relevados en la cuenca del Santa Lucía fueron de 50, 178 y 400mg/l respectivamente. Si estas concentraciones se aplicaran en las tasas máximas de 300mm/semana, la carga mínima, promedio y máxima de DBO5 sería de 21, 76 y 171

kg/há/día respectivamente, y serían proporcionalmente más bajas en los tambos con menores cargas hidráulicas.

25. La propuesta de modificación del Decreto 253/79 no plantea límites para las cargas de nitrógeno que se infiltran al suelo.
26. En el informe se identifica una serie de contaminantes que se encontrarían en los residuos que ingresan a los sistemas de tratamiento, a saber:
- Desinfectantes
  - Detergentes
  - Drogas de uso veterinario
  - Jeringas usadas
  - Glifosato (N-(fosfometil) glicina)

### A3.3. Feedlots

27. Dada la concentración de ganado en los feedlots, éstos deben ser controlados por DINAMA en virtud del Decreto 258/10. Se estableció que los feedlots para más de 1.000 cabezas de ganado se controlarán por medio de SADI y aquellos que tengan más de 5.000 cabezas estarán sujetos a AAP. Desafortunadamente la información acerca de los feedlots es escasa, en parte debido a su naturaleza semi-zafral. Es necesario continuar los esfuerzos de investigación para aclarar la situación. No existe inventario de feedlots en el país y el MGAP está actualmente analizando la situación basándose en lo que establece el Decreto 258/10. Entretanto, DINAMA ha preparado recientemente un informe de diagnóstico sobre feedlots y ha comenzado la investigación de sus aspectos medioambientales.

### A3.4. Desechos animales

28. En el cuadro siguiente se resumen las cantidades de animales (vacas lecheras, ganado no lechero, aves y porcinos) de la cuenca y los pesos estimados de los mismos. En la cuenca hay unas 1,100,000 vacas lecheras y ganado no lechero.

Cuadro A3.13 Número de animales en la cuenca del río Santa Lucía

Especie	Número de animales	Peso por animal	Peso total
	cabezas	kg/animal	Tonelada
Vacas lecheras	292.938	550	161.116
Ganado no lechero	811.951	400	324.780
Pollos	9.180.327	0.9	8.262
Ovinos	431.194	75	32.340
Porcinos	149.080	12-150	9.074

Fuente: Estimación del número de animales a partir de datos de DIEA-MGAP, Anuario 2008,

29. En el Cuadro A3.14 se resumen las cargas de contaminación estimadas generadas por tonelada de animal por día.

**Cuadro A3.14 Unidades de carga de contaminación asociadas a los animales**

Especie	Unidad de carga de contaminación (kg/tonelada animal/día)		
	DBO	Nitrógeno Kjeldahl total	Fósforo total
Vacas lecheras	1,6	0,45	0,094
Ganado no lechero	1,6	0,34	0,02
Pollos	1,1	1,1	0,3
Ovinos	0,89	1,12	0,17
Porcinos	3,1	0,52	0,18

Fuente: Ritter, 2001 (veáse JET y DINAMA para más detalles)

30. En el Cuadro A3.15 se resumen las cargas de contaminación asociadas con la cría de ganado. El ganado no lechero, las vacas lecheras y los ovinos aportan más del 90% de las cargas generadas asociadas con la cría de ganado en la cuenca. Por su parte, las granjas avícolas y de porcinos se encuentran más cerca de los centros urbanos, y no se debería desestimar la importancia de la contaminación del agua y los problemas de olores asociados a esta clase de granjas.

**Cuadro A3.15 Cargas de contaminación estimadas procedentes de los animales de granja.**

Especie	Número de animales	Carga de contaminación (kg./día)					
	cabezas	DBO		Nitrógeno Kjeldahl total		Fósforo total	
Vacas lecheras	292.938	257.800	31%	72.500	31%	15.140	28%
Ganado no lechero	811.951	519.600	62%	110.400	47%	29.880	55%
Pollos	9.180.327	9.100	1%	9.100	4%	2.480	5%
Ovinos	431.194	28.800	3%	36.200	16%	5.630	10%
Porcinos	149.080	28.100	3%	4.700	2%	1.630	3%
Total	-	843.400	100%	232.900	100%	54.760	100%

Fuente: JET y DINAMA, 2010

### A3.5. Fertilizantes

31. Si bien el MGAP regula la importación y el registro de fertilizantes, no existe información acerca de su uso en la cuenca del río Santa Lucía. Por lo tanto, estas cantidades se estimaron a partir de los volúmenes de aplicación típicos y de los datos de uso de la tierra. En el cuadro siguiente se resumen las tasas típicas de aplicación de fertilizantes en Uruguay.

Cuadro A3.16 Tasas típicas de aplicación de fertilizantes en Uruguay

Cultivo	N (kg/há/año)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/há/año)	K <sub>2</sub> O (kg/há/año)
Cebada	60	70	-
Cítricos	80	80	40
Porotos secos	30	50	20
Frutas (otras)	80	80	30
Uvas	80	60	20
Praderas y pasturas	10	45	-
Maíz	40	60	10
Avena	60	40	10
Papas	20	80	20
Leguminosas	80	80	20
Arroz	80	80	20
Sorgo	10	60	30
Caña de azúcar	150	80	120
Girasol	60	60	40
Vegetales	80	80	20
Trigo	60	80	20

Fuente: FAO, Fertilizer Use by Crop, Fifth Edition, 2002 (a partir de datos de 1998)

32. Existen tres conjuntos de datos de usos de la tierra: el mapa de regiones agrícolas de RENARE, los datos de clasificación de usos de la tierra de DICOSE, y un mapa de usos de la tierra recientemente desarrollado por DINOT-RENARE-DINAMA en el marco del programa One de las Naciones Unidas (One-UN). Desafortunadamente, se trata de tres sistemas de clasificación diferentes y resulta imposible comparar los datos. El mapa de usos de la tierra del programa One-UN es el más detallado, pero no distingue entre pasturas fertilizadas y no fertilizadas. Los datos de DICOSE discriminan entre pasturas naturales, praderas, pasturas mejoradas y pasturas fertilizadas, pero la información que aporta en términos de horticultura y otros usos de la tierra es limitada. Por ello se realizó la estimación a partir de los datos de RENARE.
33. También resultó difícil estimar las tasas de aplicación, en parte porque los usos de la tierra en la cuenca son mixtos. En el caso de las pasturas utilizadas para producción de ganado de carne, se partió del supuesto de que sólo se utilizan fertilizantes en las pasturas mejoradas, lo que representa un 26% del área total de la cuenca. En general la producción de ganado de carne se basa en pasturas naturales, y este porcentaje parece un poco elevado. Para las pasturas utilizadas en la producción de ganado lechero, se trabajó a partir del supuesto que el 50% de las mismas están fertilizadas, dado que el 46% de las pasturas para producción de leche del país son mejoradas (DIEA, 2003). Para poder calcular los volúmenes correspondientes a tierras sin cultivar, cursos de agua y otros usos de la tierra que no entran dentro de la clasificación, se estableció un valor de 80% o menos. De igual manera, las tasas de aplicación en tierras mixtas se ajustaron según el porcentaje de áreas de aplicación.
34. En el cuadro siguiente se resumen los resultados de la estimación. Nótese que los resultados difieren mínimamente de los del informe sobre contaminación por fuentes difusas (JET-DINAMA, 2010), ya que los datos sobre usos de la tierra, en particular las áreas de pasturas mejoradas, son diferentes.

Cuadro A3.17 Volúmenes estimados de aplicación de fertilizantes con nitrógeno y fósforo en la cuenca del río Santa Lucía

Uso de la tierra	Área		% área	Tasa de aplicación de N (kg/há/año)	Total de N aplicado (tonelada/año)	Tasa de aplicación de P (kg/ha/año)	Total de P aplicado (tonelada/año)
	há	%					
Agricultura- ganado de carne	56.544	4%	10	40	226	26	148
Agricultura-ganado lechero	7.893	1%	10	40	32	26	21
Citrus	8.088	1%	80	80	518	35	226
Forestación	59.922	5%	-	-	-	-	-
Frutícolas - Vides	62.944	5%	80	80	4.028	26	1.319
Ganado lechero y de carne	171.810	13%	-	-	-	-	-
Ganado de carne con pasturas mejoradas igual o por debajo de 10%	69.535	5%	30	10	209	20	410

Uso de la tierra	Área		% área	Tasa de aplicación de N (kg/há/año)	Total de N aplicado (tonelada/año)	Tasa de aplicación de P (kg/há/año)	Total de P aplicado (tonelada/año)
	há	%					
Ganado de carne con pasturas mejoradas por encima de 10%	273.217	21%	60	10	1.639	20	3.221
Horticultura	78.242	6%	80	80	5.007	35	2.186
Horticultura-árboles frutales -Viñedos	11.310	1%	80	80	724	26	237
Ganado lechero	254.853	19%	40	10	1.019	20	2.003
Ganado lechero y de carne	247.698	19%	20	10	495	20	973
Urbano	28.944	2%	-	-	-	-	-
Total (tonelada/año)	1.331.000	100%	-	-	13.898	-	10.744
Total (kg/día)			-	-	(38.100 )	-	(29.400)

Fuente: Datos re-estimados a partir de los datos de JET y DINAMA, 2010.

35. A partir de este cálculo, los volúmenes de fertilizantes con nitrógeno y fósforo aplicados en la cuenca del río Santa Lucía se estiman en 38.100 kg-N/día y 29.400 kg-P/día, respectivamente. La horticultura, los árboles frutales y vides parecerían realizar aportes importantes, especialmente de nitrógeno. No obstante, los fertilizantes que se aplican a las pasturas pueden ser sustanciales, especialmente en sus aportes de fósforo. Se debe tener en cuenta que este cálculo fue realizado con muy poca información. Los resultados deberían ser validados por expertos en temas agropecuarios.

### A3.6. Escorrentía urbana

36. La carga de contaminación asociada a la escorrentía urbana se estimó a partir del tamaño del área urbana, (289,44 km<sup>2</sup>), la concentración media del evento y el volumen estimado de escorrentía.

37. La concentración media del evento es la concentración típica del contaminante en la escorrentía, promediada en razón del tiempo, definida como la carga de contaminación total asociada con la escorrentía, dividida por el volumen total de la misma. En principio, la concentración media del evento en una zona urbana depende de varios factores, tales como la densidad de la población urbana (1.118 habitantes por km<sup>2</sup> en la cuenca del río Santa Lucía), actividades industriales, volumen del tráfico, impermeabilidad, duración de las tormentas, lapso entre tormentas, etc. No obstante, dado que no se cuenta con dicha información, y teniendo en cuenta que nuestro objetivo consiste en realizar una estimación aproximada de las cargas de contaminación asociadas a la escorrentía urbana, los valores que figuran en el cuadro que sigue son supuestos.

38. El volumen de escorrentía urbana se estimó a partir de la precipitación promedio (1.150 mm según los datos de DNM de 1961-1990), y se supuso un coeficiente de escorrentía de 0,4. En el cuadro siguiente se muestran las cargas de contaminación que

resultan de dichos cálculos, clasificadas en DBO, nitrógeno Kjeldahl total, NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub> y fósforo total.

Cuadro A3.18 Cargas de contaminación estimadas por escorrentía urbana

Contaminantes	Concentración media del evento	Área km <sup>2</sup>	Escorrentía ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año	Carga de contaminación
	mg/L			kg/día
DBO	9	289,44	133,1	3.280
Nitrógeno Kjeldahl total	1,5			547
NO <sub>2</sub> -N+ NO <sub>3</sub> -N	0,68			248
Fósforo total	0,33			120

Nota: Se supone una precipitación promedio de 1.150 mm y un coeficiente de escorrentía de 0,4. La carga de nitrógeno total se estima como la suma del nitrógeno Kjeldahl total y NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N = 795 kg/día; la Concentración media por episodio se basa en datos de U.S. EPA, 1983; Adaptado por Novotny, 1992  
Fuente: JET y DINAMA, 2010.

### A3.7. Deposición atmosférica

39. Zunckel et al. (2002) estudiaron la composición de las aguas de lluvia en Cerro Largo y Treinta y Tres en el período 1999-2000. Los datos de dicha investigación se utilizaron para estimar la deposición húmeda de nitrógeno inorgánico y fósforo en el área, a falta de datos para la cuenca del río Santa Lucía. La concentración promedio de nitrógeno total (suma de las concentraciones de NO<sub>3</sub>-N y NH<sub>4</sub>-N) y la concentración promedio de fósforo total (concentración de PO<sub>4</sub>-P) de 70 muestras en Aceguá fue de 0,42 0,063 mg/L, respectivamente. Las concentraciones registradas en Melo (41 muestras) y Treinta y Tres (43 muestras) fueron similares a las de Aceguá.

40. Si se toma como base un volumen de precipitación de 1.150 mm/año, las cargas anuales asociadas de nitrógeno total y fósforo total se estiman en 480 kg-N/km<sup>2</sup>/año y 72 kg-P/km<sup>2</sup>/año, respectivamente, y las cargas anuales de nitrógeno total y fósforo total a la cuenca del río Santa Lucía serían de 6,4 x 10<sup>6</sup> kg/año y 0,96 x 10<sup>6</sup> kg/año, respectivamente.

Cuadro A3.19 Carga de contaminación estimada para la deposición atmosférica

Contaminante	Concentración promedio en aguas de lluvia	Carga total a la cuenca del río Santa Lucía	Carga anual por área
Nitrógeno total	0,42 mg-N/L (NO <sub>3</sub> : 0,195 mg-N/L) (NH <sub>4</sub> : 0,225 mg-N/L)	6,43 x 10 <sup>6</sup> kg/año (17.600 kg/día)	480 kg-N/km <sup>2</sup> /año
Fósforo total	0,063 (mg-P/L) (PO <sub>4</sub> : 0,063 mg-P/L)	0,965 x 10 <sup>6</sup> kg/año (2.640 kg/día)	72 kg-P/km <sup>2</sup> /año

41. No existe información sobre deposición seca, pero en el este de los Estados Unidos la deposición total de nitrógeno generalmente duplica el nivel de deposición húmeda. De ser este el caso, la carga total anual de nitrógeno total en el área del Santa Lucía sería de alrededor de 1.000 kg-N/km<sup>2</sup>/año. Esta tasa se aproxima a las registradas en los Estados Unidos, Europa y Japón, que se ubican generalmente en el orden de los 500 a 2.000 kg-N/km<sup>2</sup>/año (véanse Boyer et al., 2002; Puckett, 1994; Wada, 1990). Este resultado coincide también con la tasa de deposición de nitrógeno orgánico total en la región de Uruguay y el sur de Brasil (750 – 1.000 kg-N/km<sup>2</sup>/año) basado en el modelo del presupuesto mundial de nitrógeno (Galloway, et al., 2004). Se desconoce la carga de fósforo total, aunque sí se sabe que la carga de fósforo total medida se encuentra dentro del rango típico (20 – 250 kg-P/km<sup>2</sup>/año) observada en los Estados Unidos y en Japón (véanse, Redfield, 1998; Wada, 1990).
42. Si bien las cargas estimadas de nitrógeno y fósforo parecen ser razonables, el estudio realizado por Zunckel et al. (2002) es la única fuente de información para la región, y no hay información disponible acerca de deposición seca, de formas orgánicas de los nutrientes, y deposición de plaguicidas y demás contaminantes. Es necesario continuar los esfuerzos de investigación para realizar estimaciones más confiables de las cargas de contaminación asociadas a la deposición atmosférica.

### **A3.8. Síntesis de las cargas de contaminación de fuentes puntuales y difusas**

43. En el cuadro siguiente se resumen las cargas de contaminación provenientes de diferentes categorías de fuentes de contaminación en la cuenca del río Santa Lucía. A partir del análisis de las cargas de contaminación a nivel de la fuente se puede concluir lo siguiente:
- Los desechos animales y los fertilizantes son las principales fuentes de contaminación de la cuenca.
  - Las cargas de contaminación de origen atmosférico son la tercera categoría y no deberían obviarse.
  - Existen otras fuentes de nutrientes, tales como la fijación de nitrógeno de las leguminosas, que podrían ser importantes, pero no se tuvieron en cuenta para este análisis.
  - Las cargas de contaminación de fuentes domésticas e industriales no son tan importantes en comparación con las otras fuentes. No obstante, estas cargas de contaminación están altamente concentradas y generan contaminación localizada en el área ubicada inmediatamente aguas abajo de la fuente, por lo que resulta necesario caracterizarlas.

Cuadro A3.20 Síntesis de las cargas de contaminación estimadas vertidas al medio ambiente

Fuente de contaminación		DBO	Nitrógeno total	Fósforo total
		kg/día	kg/día	kg/día
Fuentes puntuales	Domésticas	12.092	3.342	374
	Industriales*	2.520	1.920	189
Fuentes difusas	Desechos animales	843.400	232.900	54.760
	Fertilizantes	N/D	38.100	29.400
	Zona urbana	3.280	795	120
	Atmósfera	N/D	17.600	2.640

Nota: \* Véase la Sección A2.6.2 del Anexo 2. fuentes industriales, en esta sección no se incluyen datos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Nota: Los resultados difieren mínimamente de los presentados en JET y DINAMA (2010)

44. Nótese que estas cifras representan los volúmenes de cargas contaminantes generadas y emitidas al medio ambiente en la Cuenca, y NO las cargas contaminantes que causan la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Asimismo, dependiendo de dónde se viertan, pueden ser asimiladas y recicladas en el medio ambiente, como es el caso de los nutrientes de los fertilizantes químicos que se aplican en los campos y son absorbidos por el follaje, consumidos por el ganado, excretados en forma de desechos animales y se tornan parte de la deposición atmosférica. La dinámica y las consecuencias ambientales de estos contaminantes dependen de cómo y dónde sean liberados al ambiente, y para poder comprender la dinámica y las consecuencias hacen falta más estudios.

#### Referencias bibliográficas

- Boyer, E., Goodale, C.L., Jaworski, N.A. and Howarth, R.W., Anthropogenic nitrógeno fuentes and relationships to riverine nitrógeno export in the northeastern U.S.A., *Biogeochemistry* 57/58: 137–169, 2002.
- DIEA, La lechería comercial en Uruguay, Contribución a su conocimiento, 2003
- DIEA, La producción lechera en el Uruguay, Año 2007, Serie Encuestas No.278, 2009
- DINAMA and IMFIA, Gestión de Efluentes en Establecimientos Lecheros – Informe Final, 2008
- FAO, Fertilizer use by crop, Fifth Edition, 2002
- Galloway, J.N., Dentener, F.J., Capone, D.G., Boyer, E.W., Howarth, R.W., Seitzinger, S.P., Asner, G.P., Cleveland, C.C., Green, P.A., Holland, E.A., Kark, D.M., Michaels, A.F., Porter, J.H., Townsend, A.R., and Vorosmarty, C.J., Nitrogen cycles: past, present, and future, *Biogeochemistry* 70: 153–226, 2004.
- JET y DINAMA, Informe de situación sobre fuentes de contaminación difusa en la cuenca del río Santa Lucía, 2010

- Puckett, L.J., Nonpoint and point fuentes of nitrógeno in major watershed of the United States, Water-Refuentes Investigations Report 94-4001, U.S. Geological Survey, 1994.
- Redfield, G.W., Quantifying deposición atmosférica of fósforo: A Conceptual model and literature review for environmental management, Technical Publication WRE #360, Water Refuentes Evaluation Department, South Florida Water Management District, 1998.
- Wada, Y., Model Analysis of Nonpoint Fuente Pollution (in Japanese), Gihodo Publ., 1990.
- WHO, Assessment of Fuentes of Air, Water, and Land Pollution, 1993
- Zunckel, M., Saizar C. and Zarauz J., Rainwater composition in northeast Uruguay, Atmospheric Environment, 37:1601-1611, 2003.



## ANEXO 4

### AVANCE DEL ESTUDIO PILOTO

## Índice

<b>A4. Avance del estudio piloto.....</b>	<b>4-1</b>
A4.1. Diseño del estudio piloto .....	4-1
A4.1.1. Antecedentes y objetivos .....	4-1
A4.1.2. Componentes y metas del estudio piloto.....	4-1
A4.1.3. Cronograma del estudio piloto .....	4-2
A4.2. Relevamiento de las condiciones actuales de la industria frigorífica.....	4-2
A4.2.1. Frigoríficos estudiados .....	4-2
A4.2.2. Producción .....	4-3
A4.2.3. Consumo de agua .....	4-4
A4.2.4. Consumo de energía.....	4-6
A4.2.5. Recuperación de sangre .....	4-6
A4.2.6. Tratamiento de efluentes.....	4-6
A4.3. Calidad del efluente vertido .....	4-7
A4.3.1. pH.....	4-7
A4.3.2. DBO <sub>5</sub> .....	4-7
A4.3.3. Nitrógeno amoniacal .....	4-8
A4.3.4. Nitrógeno nitrato .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
A4.3.5. Nitrógeno Kjeldhal total .....	4-9
A4.3.6. Fósforo total.....	4-10
A4.3.7. Aceites y grasas .....	4-11
A4.4. Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales .....	4-11
A4.5. Diseño a nivel de anteproyecto de las instalaciones de la planta de tratamiento de efluentes .....	4-12
A4.5.1. Introducción.....	4-12
A4.5.2. Criterios y condiciones para el diseño.....	4-12
A4.5.3. Consideraciones iniciales acerca del mejoramiento de las instalaciones de tratamiento de efluentes.....	4-13

## Índice de Cuadros

Cuadro A4.1	Componentes de las actividades del estudio piloto .....	4-1
Cuadro A4.2	Características de los productos de los frigoríficos.....	4-4
Cuadro A4.3	Consumo de agua por unidad productiva .....	4-4
Cuadro A4.4	Instalaciones de tratamiento de efluentes en los frigorífico estudiados .....	4-6
Cuadro A4.5	Relación entre DBO <sub>5</sub> y nitrógeno Kjeldhal total.....	4-10
Cuadro A4.6	Parámetros.....	4-12

## Índice de Figuras

Figura A4.1	Ubicación de los frigoríficos .....	4-3
Figura A4.2	Número de cabezas de ganado procesadas por mes .....	4-3
Figura A4.3	Consumo de agua por peso de animal procesado .....	4-6
Figura A4.4	Valores de pH de los efluentes vertidos al medio ambiente.....	4-7
Figura A4.5	Concentración de DBO <sub>5</sub> vertida a los cursos de agua .....	4-8
Figura A4.6	Concentración de nitrógeno amoniacal vertido al curso de agua .....	4-8
Figura A4.7	Concentración de nitrógeno nitrato vertido al curso de agua.....	4-9
Figura A4.8	Concentraciones de nitrógeno Kjeldhal y nitrógeno amoniacal en los efluentes vertidos .....	4-9
Figura A4.9	Concentración del fósforo total en los efluentes vertidos.....	4-10
Figura A4.10	Concentración de aceites y grasas en los efluentes vertidos .....	4-11
Figura A4.11	Proceso anaerobio, anóxico, aerobio para la remoción de materia orgánica, N y P .....	4-13

## A4. AVANCE DEL ESTUDIO PILOTO

### A4.1. Diseño del estudio piloto

#### A4.1.1. Antecedentes y objetivos

1. El procesamiento de productos cárnicos es uno de los sectores industriales más importantes de Uruguay. Sus efluentes generalmente contienen altos niveles de DBO, DQO, Nitrógeno, Fósforo, patógenos, aceites y grasas y otros contaminantes. La mayor parte de las plantas procesadoras de productos cárnicos del país ya cuentan con instalaciones de tratamiento de efluentes. No obstante, muchas de estas plantas no cumplen con los estándares de calidad de efluentes establecidos por el Decreto 253/79 (véase el Anexo 2). Es en este contexto que DINAMA y JET decidieron implementar el "Estudio piloto para el mejoramiento de las plantas de tratamiento de la industria frigorífica" dentro del marco del Proyecto, para obtener conocimientos prácticos e información que permitan mejorar el desempeño ambiental de estas plantas.
2. Los objetivos del estudio piloto son los siguientes:
  - (1) Evaluar la situación actual y los problemas relacionados con la gestión ambiental de los frigoríficos de la cuenca del río Santa Lucía, con especial énfasis en la remoción de nutrientes de los efluentes, y estudiar los pasos a seguir para lograr la mejoría;
  - (2) Preparar un conjunto de Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales que sirva de guía para mejorar el tratamiento de los efluentes y demás prácticas de gestión ambiental; y
  - (3) Realizar el diseño básico de una planta de tratamiento de efluentes y a estimación de costos correspondiente para un frigorífico seleccionado como caso de estudio para examinar las opciones técnicas y los costos de mejorar el tratamiento de efluentes.
3. CSI Ingenieros es la empresa consultora local a cargo del estudio piloto, (en adelante "equipo de consultores locales"), seleccionada por medio de una licitación abierta. El equipo de consultores locales está implementando el estudio piloto en atención a los términos de referencia preparados por DINAMA y JET.

#### A4.1.2. Componentes y metas del estudio piloto

4. El estudio piloto se articula en los siguientes tres componentes: i) Relevamiento de las condiciones actuales de la industria frigorífica de la cuenca del río Santa Lucía; ii) Preparación de Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales; y iii) Diseño de una planta de tratamiento de efluentes para mejorar el desempeño ambiental. En el cuadro siguiente se resumen los componentes y las actividades principales del estudio piloto.

Cuadro A4.1 Componentes de las actividades del estudio piloto

Componente	Actividades principales
Relevamiento de las condiciones actuales de la industria frigorífica de la cuenca del río Santa Lucía	(1) Revisión de la información disponible en DINAMA
	(2) Relevamiento de generalidades acerca de la industria frigorífica
	(3) Relevamiento de las condiciones de las instalaciones de tratamiento de efluentes
	(4) Muestreo y análisis de efluentes

<b>Componente</b>	<b>Actividades principales</b>
	(5) relevamiento de las condiciones de gestión de desechos y otras actividades de gestión ambiental
	(6) Relevamiento de campo del impacto ambiental de las áreas que rodean los frigoríficos
Preparación de Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales	(1) Revisión de las guías existentes para la gestión y tratamiento de efluentes y gestión ambiental en la industria frigorífica publicados en Uruguay, otros países y por organizaciones internacionales
	(2) Preparación de una lista preliminar de Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales
	(3) Desarrollo de Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales para frigoríficos
Diseño de una planta de tratamiento de efluentes para mejorar el desempeño ambiental.	(1) Selección del frigorífico para la actividad de diseño
	(2) Diseño de una unidad de tratamiento de efluentes para mejorar el desempeño ambiental
	(3) Estimación de costos de construcción, operación y mantenimiento

#### **A4.1.3. Cronograma del estudio piloto**

5. El equipo de consultores locales ha finalizado el relevamiento de las condiciones actuales de la industria frigorífica y se encuentra en la etapa de preparación de los Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales y diseño de la planta de tratamiento de efluentes para el frigorífico seleccionado. A continuación se presenta una síntesis del avance del estudio piloto realizada a partir del informe intermedio entregado por el equipo de consultores locales a mediados de setiembre de 2010, así como los resultados de las conversaciones entre DINAMA, el equipo de consultores locales y JET.

#### **A4.2. Relevamiento de las condiciones actuales de la industria frigorífica**

##### **A4.2.1. Frigoríficos estudiados**

6. DINAMA, en colaboración con JET, seleccionó ocho frigoríficos ubicados en la cuenca del río Santa Lucía para estudiar las condiciones actuales de la industria frigorífica, basándose en los siguientes criterios:
  - Posible impacto de los efluentes en el medio ambiente;
  - Información disponible sobre el desempeño de la planta de tratamiento de efluentes;
  - Replicabilidad de la situación analizada a la industria de la carne y tipos de proyectos a escala nacional;
  - Posibilidad de incorporar tecnologías nuevas o diferentes, que incluyan la remoción de nutrientes.
7. Los ocho frigoríficos seleccionados representan a las industrias frigoríficas de la cuenca de mayor escala y activas. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los ocho frigoríficos objeto del estudio de campo. Aunque hay un frigorífico que no se encuentra en la cuenca del río Santa Lucía sino en la Cuenca del Arroyo Pando, se incluyó en el estudio porque utiliza humedales artificiales como sistema adicional para la remoción de contaminantes.

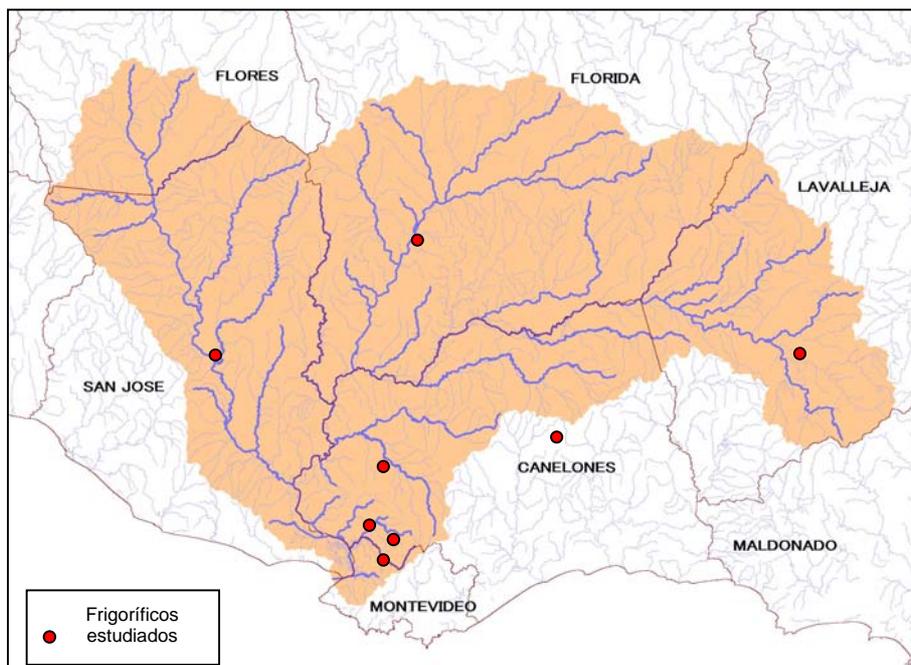
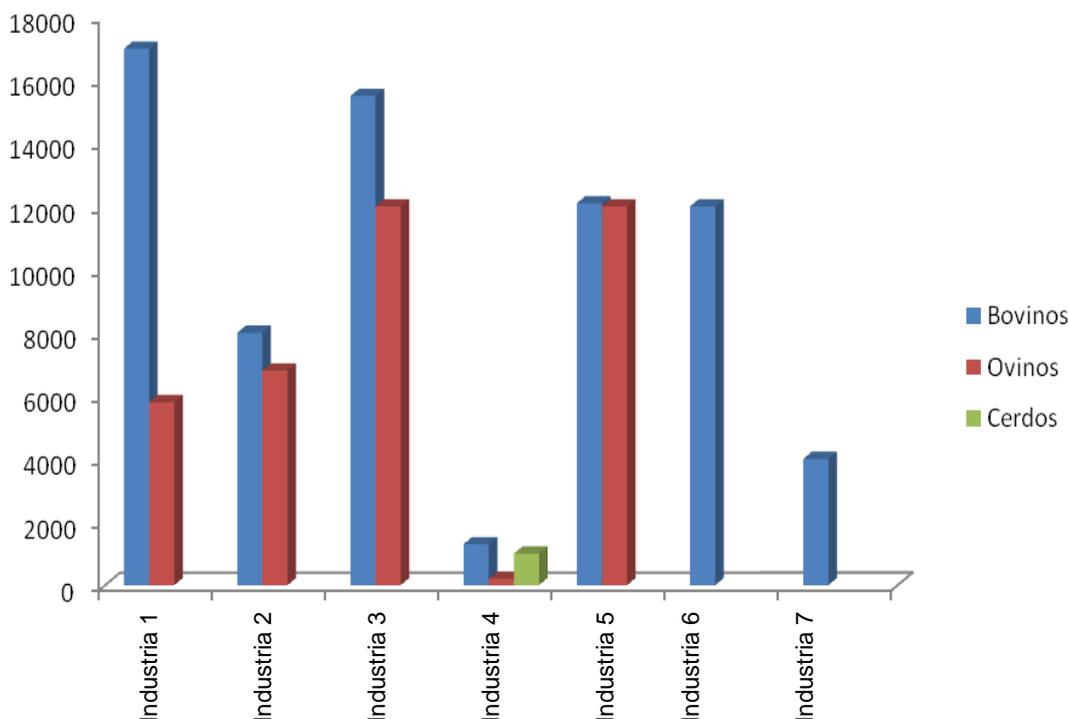


Figura A4.1 Ubicación de los frigoríficos

#### A4.2.2. Producción

8. En la siguiente figura se puede observar el volumen de producción mensual promedio de cada frigorífico. El frigorífico 3 es el de mayor magnitud, procesa unas 27.000 cabezas de ganado bovino y ovino por mes, mientras que el frigorífico 4 es el más pequeño, con una producción de alrededor de 2.500 cabezas de ganado bovino y ovino y de porcinos por mes. El frigorífico 8 no aparece en la figura porque solamente procesa aves, con un volumen de producción cercano a las 425.000 aves por mes.



Fuente: CSI, Informe Intermedio del Estudio Piloto, 2010

Figura A4.2 Número de cabezas de ganado procesadas por mes

9. En el siguiente cuadro se resumen las características de los productos de cada frigorífico.

**Cuadro A4.2 Características de los productos de los frigoríficos**

Frigorífico	Proceso	Especie	Productos principales	Faena ritual
Frigorífico 1	Faena Desosado	Bovinos Ovinos	Medias reses Cortes	Sí
Frigorífico 2	Faena Desosado	Bovinos Ovinos	Medias reses Cortes	Sí
Frigorífico 3	Faena Desosado Rendering Producción de harina de sangre	Bovinos Ovinos	Medias reses Cortes Harina de carne/hueso Sebo Harina de sangre	Sí
Frigorífico 4	Faena	Bovinos Ovinos Porcinos	Medias reses	No
Frigorífico 5	Faena Desosado Rendering Producción grasa comestible	Bovinos Ovinos	Medias reses Cortes Harina de carne/hueso Sebo Grasa comestible	No
Frigorífico 6	Faena Desosado Carne cocida	Bovinos	Medias reses Cortes	Sí
Frigorífico 7	Faena Desosado	Bovinos	Medias reses Cortes	N/D
Frigorífico 8	Faena Inyección para espiedo Producción de empanados	Aves	Chickens Nuggets, Milanese Chicken for espiedo	Sí

Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

#### **A4.2.3. Consumo de agua**

10. El agua resulta esencial para mantener el nivel de higiene necesario en las plantas. No obstante, es importante la reducción del uso del agua desde el punto de vista ambiental. El volumen de agua consumida varía de una planta a la otra dependiendo de la escala de la producción, del proceso utilizado, el diseño de las instalaciones, la proveniencia del agua (si se trata de aguas subterráneas o de OSE), etc. En el siguiente cuadro se presenta una comparación del consumo de agua de los ocho frigoríficos, junto con datos de referencia internacionales.

**Cuadro A4.3 Consumo de agua por unidad productiva**

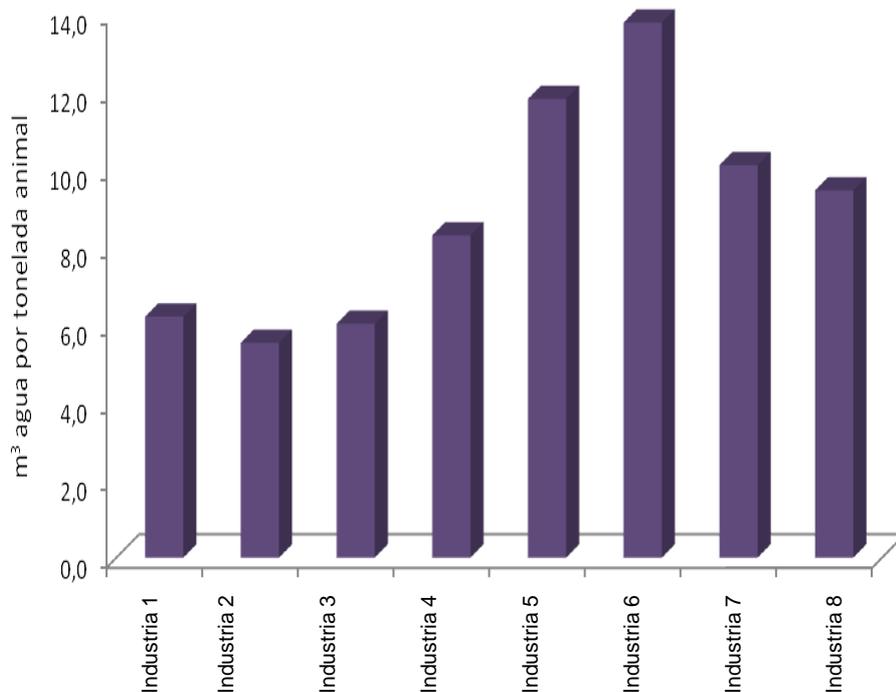
Frigorífico	Consumo de agua promedio por cabeza de ganado (L/cabeza)	Consumo de agua promedio por peso de animal (m3/t)
Frigorífico 1	1.645	6,2
Frigorífico 2	1.130	5,5
Frigorífico 3	1.270	6,0
Frigorífico 4	3.000	8,3
Frigorífico 5	2.280	11,8
Frigorífico 6	a confirmar	a confirmar
Frigorífico 7	no disponible	no disponible
Frigorífico 8	22	9,5

Frigorífico	Consumo de agua promedio por cabeza de ganado (L/cabeza)	Consumo de agua promedio por peso de animal (m3/t)
<b>Datos de referencia internacionales</b>		
Ministerio de Medio Ambiente, Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cárnico, 2005		1 – 6,4
UNEP, Agencia Danesa de Protección Ambiental, <i>Cleaner Production Assessment in Meat Processing, 2000.</i>		2 - 15
Instituto Finés de Medio Ambiente, <i>Finnish Expert Report on Best available Techniques in Slaughterhouses and Installations for the Disposal or Recycling of Animal Carcasses and Animal Waste, 2002.</i>		2 - 17
Enterprise Ireland, <i>Sustainable Practices in Irish Beef Processing, 2009.</i>	2,190	

Notas: se considera que los animales pesan aproximadamente: 340 kg bovinos, 91 kg porcinos, 45 kg ovinos y 2,3 kg aves

Fuente: CSI, Informe Intermedio del estudio piloto, 2010

- Los datos internacionales de referencia para bovinos, ovinos, porcinos y aves cubren espectros amplios. El valor más bajo observado por el Instituto Finés de Medio Ambiente es para porcinos, mientras que el más elevado corresponde a aves.
- Es posible concluir que el uso de agua en los frigoríficos estudiados es mayor que el uso de agua mínimo de los datos internacionales de referencia, y algunos consumen cantidades sustanciales de agua si se las compara con otras y con los datos internacionales. En la siguiente figura se puede apreciar el volumen del consumo de agua por tonelada de animal procesado.



Fuente: CSI, Informe Intermedio del Estudio Piloto, 2010

**Figura A4.3 Consumo de agua por peso de animal procesado**

13. De los ocho frigoríficos que forman parte del estudio, el frigorífico 5 y el frigorífico 6 tienen líneas de procesamiento adicionales: procesamiento de grasa comestible y elaboración de carne cocida, respectivamente. Estos procesos aumentan el consumo de agua en comparación con los demás. Con la excepción de los frigoríficos 5 y 6, el frigorífico 8 es el mayor consumidor de agua debido a la gran cantidad de aves que procesan por día.

**A4.2.4. Consumo de energía**

14. En los frigoríficos relevados se utiliza energía eléctrica, proporcionada por UTE, y energía calórica producida en calderas que utilizan leña, fuel oil y gas como combustible. Las calderas generan vapor de agua para el proceso.

**A4.2.5. Recuperación de sangre**

15. Cinco de los 8 frigoríficos realizan el proceso de recuperación de sangre. Una vez recuperada, la envían a una planta local perteneciente a la empresa Despro para fabricar harina de sangre. En el frigorífico 3, la sangre recuperada se procesa por medio de una torre de aspersión.

**A4.2.6. Tratamiento de efluentes**

16. En el cuadro siguiente se resume el estado actual de las instalaciones de tratamiento de efluentes de cada frigorífico.

**Cuadro A4.4 Instalaciones de tratamiento de efluentes en los frigorífico estudiados**

Frigorífico	Tratamiento primario		Tratamiento secundario	Destino del efluente	
	Aguas verdes	Aguas rojas			
Frigorífico 1	Desarenador	Zaranda	2 interceptores de aceites y grasas	2 lagunas anaerobias	Arroyo San José
		2 interceptores de aceites y grasas		5 lagunas facultativas	
	Sedimentador – separador de barros				
Frigorífico 2	Zaranda			1 laguna facultativa	Canal – Arroyo Las Piedras
	Digestor			1 laguna aireada	
	Desengrasador aireado			3 lagunas facultativas	
Frigorífico 3	Zaranda	Tamiz rotatorio		1 laguna anaerobia	Tierra
	Tamiz rotatorio			3 lagunas facultativas	Las Conchillas canal
Frigorífico 4	Estercolero	2 interceptores de grasas		1 laguna anaerobia 3 lagunas facultativas	Espadanal canal – Arroyo Campanero Grande
Frigorífico 5	Zaranda		2 interceptores de grasas	2 lagunas anaerobias (paralelas)	
			Reja	2 lagunas facultativas (paralelas)	
			4 interceptores de grasas	12 humedales paralelos	
Frigorífico 6	Tamiz parabólico		Reja	2 lagunas de sedimentación	Canal – Canelón Grande
			Interceptor de grasas	1 laguna anaerobia	
				2 lagunas facultativas	

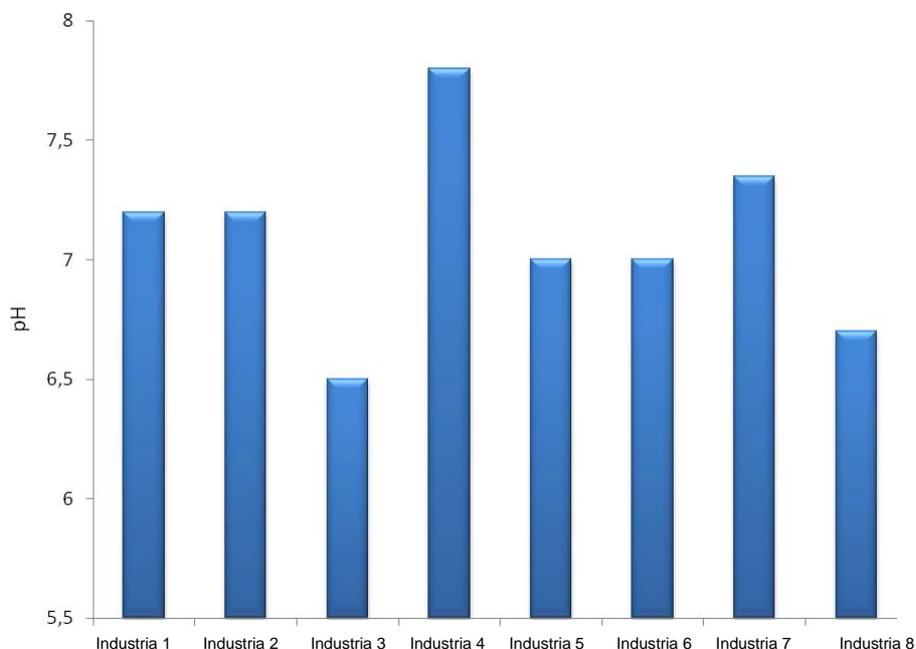
Frigorífico	Tratamiento primario		Tratamiento secundario	Destino del efluente
	Aguas verdes	Aguas rojas		
Frigorífico 7	2 estercoleros (paralelos) Filtro y lecho de estercolero	Reja Interceptor de aceites y grasas Digestor anaerobio Lechos percoladores	2 lagunas anaerobias (series) 2 lagunas facultativas (series)	Arroyo Juncal – Santa Lucía Chico
Frigorífico 8	Tamiz rotatorio Tamiz parabólico Interceptor de grasas		No hay vertido	Alcantarillado

Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

### A4.3. Calidad del efluente vertido

#### A4.3.1. pH

17. La siguiente figura muestra los valores de pH de los efluentes vertidos por los ocho frigoríficos. Los datos corresponden a los resultados del muestreo realizado por el equipo de consultores locales en los relevamientos de campo, excepto para el frigorífico 7, cuyos datos corresponden al Informe Ambiental de Operación presentado a DINAMA en 2009. Los valores de pH en los efluentes de todos los frigoríficos se encuentran dentro del rango de valores permitidos por el Decreto 253/79 y su propuesta de modificación.



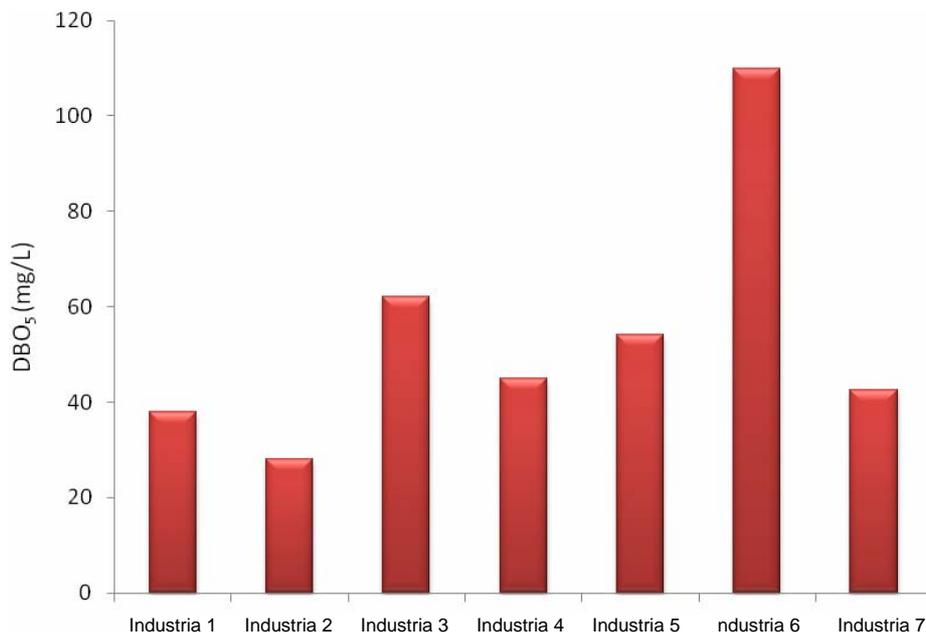
Fuente: CSI, Informe intermedio del Estudio Piloto, 2010

Figura A4.4 Valores de pH de los efluentes vertidos al medio ambiente

#### A4.3.2. DBO<sub>5</sub>

18. En la figura siguiente se pueden observar las concentraciones de DBO en los efluentes. Una vez más, los datos corresponden a los resultados del muestreo realizado durante el relevamiento de campo, excepto para el frigorífico 7, cuyos datos se basan en el Informe Ambiental de Operación. La figura no contiene datos del frigorífico 8 ya que éste vierte sus efluentes a la red de alcantarillado y no resulta comparable. En virtud del Decreto 253/79 y sus modificaciones, las concentraciones máximas permitidas de DBO<sub>5</sub> en efluentes vertidos a los cursos de agua y a la red de alcantarillado son de 60 mg/L y 350 mg/L, respectivamente. Los frigoríficos 3 y 6 exceden la concentración permitida de DBO<sub>5</sub> al curso de agua. Aunque la figura indica que los otros cinco frigoríficos cumplen con el estándar para DBO<sub>5</sub> en efluentes, los valores se encuentran muy cerca del límite de

60 mg/L. Según los resultados del análisis de cargas de contaminación realizado por JET a partir de los datos de MIIDEA, muchos frigoríficos vierten efluentes que exceden el estándar para DBO<sub>5</sub> (véase el Anexo 2).

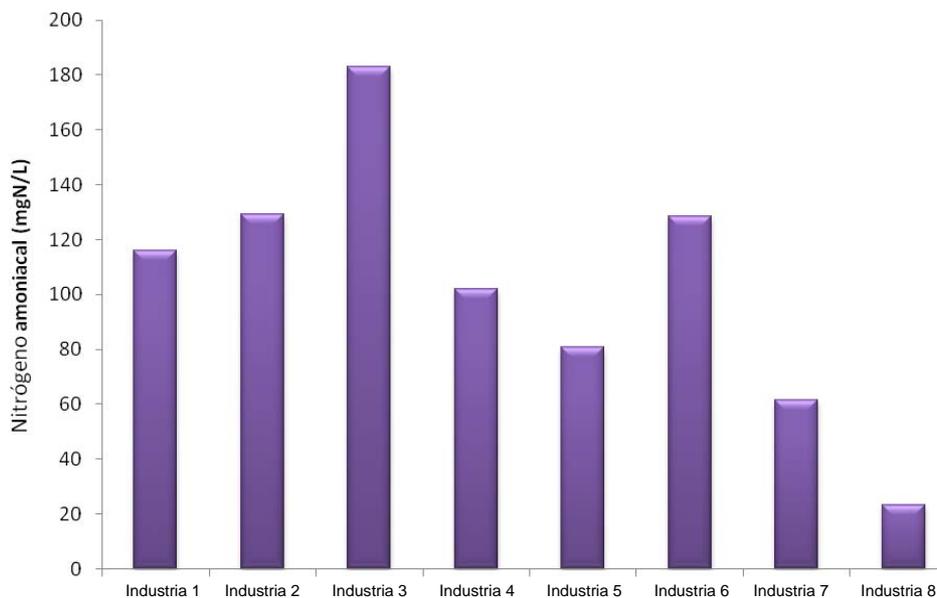


Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

Figura A4.5 Concentración de DBO<sub>5</sub> vertida a los cursos de agua

#### **A4.3.3. Nitrógeno amoniacal**

19. Ninguna de estas ocho plantas cuenta con una planta de tratamiento terciario o instalaciones de tratamiento de nitrógeno o amoníaco. Todas estas plantas vierten efluentes que exceden la concentración máxima permitida para nitrógeno amoniacal (5 mgN/L).



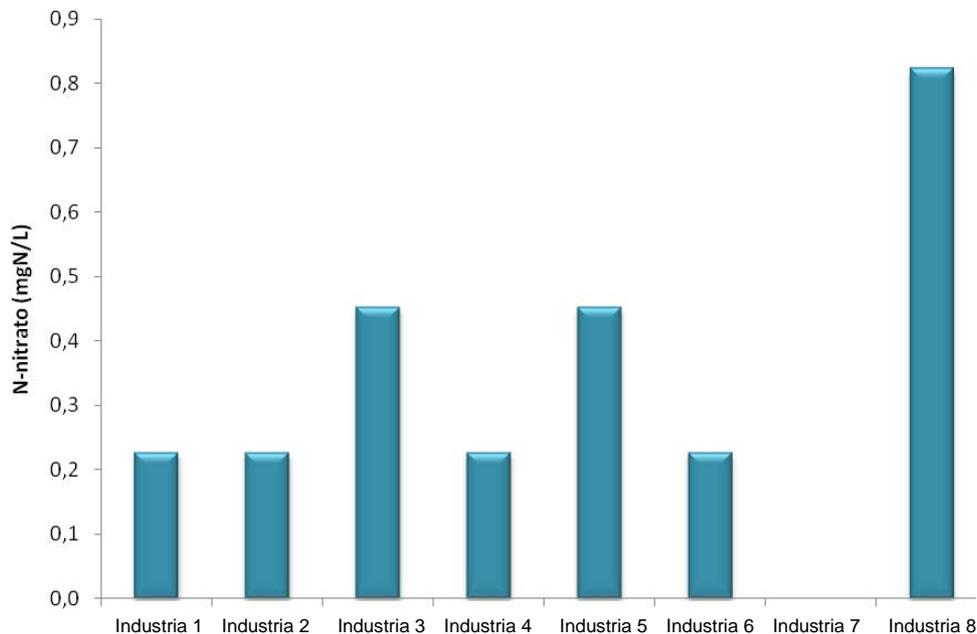
Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

Figura A4.6 Concentración de nitrógeno amoniacal vertido al curso de agua

20. Tal como se mencionó anteriormente, el frigorífico 8 vierte sus efluentes a la red de alcantarillado. No existe un estándar para el vertido de efluentes con nitrógeno amoniacal a la red de alcantarillado.

#### A4.3.4. Nitrato como Nitrógeno ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )

21. El Decreto 253/79 y sus modificaciones regula el nitrógeno nitrato en términos de la concentración de nitrógeno nitrato y nitrito (20 mgN/L). En la siguiente figura, elaborada a partir de datos del Informe ambiental del operación, se observa que las concentraciones de Nitrato como Nitrógeno en los efluentes de todos los frigoríficos se encuentran por debajo del valor establecido como límite.

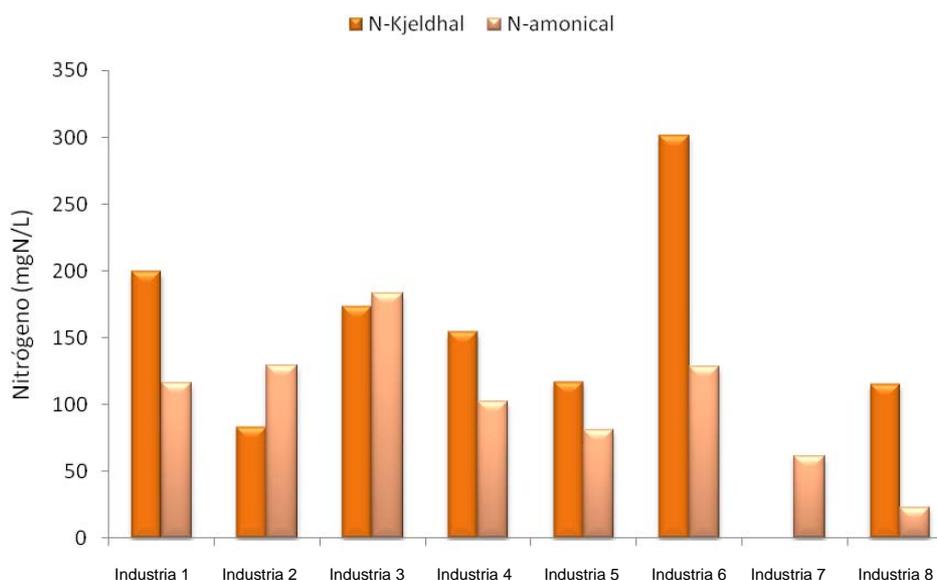


Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

Figura A4.7 Concentración de nitrógeno nitrato vertido al curso de agua

#### A4.3.5. Nitrógeno Kjeldhal total

22. El Nitrógeno Kjeldhal representa la suma del nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal. El Decreto 253/79 y sus modificaciones establece las concentraciones de nitrógeno Kjeldhal permitidas en efluentes vertidos al curso de agua y a la red de alcantarillado en 5 mgN/L y 50 mgN/L, respectivamente. Los ocho frigoríficos en cuestión exceden estos criterios.



Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

Figura A4.8 Concentraciones de nitrógeno Kjeldhal y nitrógeno amoniacal en los efluentes vertidos

23. En la figura que antecede se observa que la forma predominante de nitrógeno en los efluentes es el nitrógeno amoniacal, no el nitrógeno orgánico para todas las plantas, exceptuando los frigoríficos 6 y 8. Teniendo en cuenta que las concentraciones de nitrato y nitrito en el efluente son bajas, el primer paso para remover el nitrógeno es la oxidación del amoníaco y del nitrógeno orgánico en nitrato. El paso siguiente consiste en reducir el nitrato a nitrógeno gaseoso por medio del proceso de desnitrificación, para lo cual las bacterias desnitrificantes necesitan una fuente de carbono orgánico. Si bien la materia orgánica contenida en el efluente puede ser la fuente del carbono orgánico, si la concentración del mismo no es suficiente, es necesario agregar otra fuente de carbono tales como metanol o etanol. Para realizar esta evaluación, se estudió la relación entre DBO<sub>5</sub> y nitrógeno Kjeldhal total.

Cuadro A4.5 Relación entre DBO<sub>5</sub> y nitrógeno Kjeldhal total

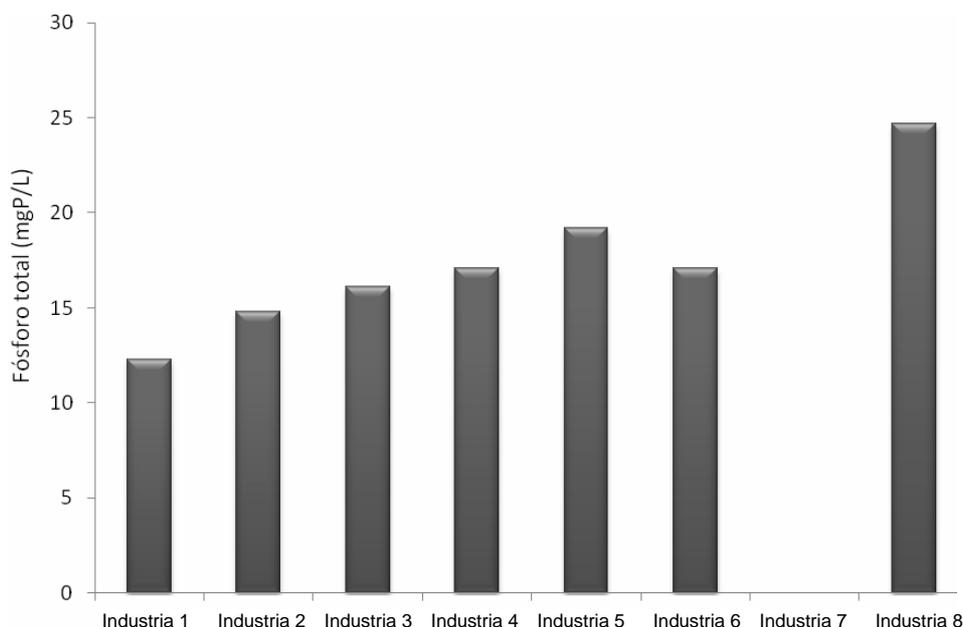
Frigorífico	DBO <sub>5</sub> /Nitrógeno Kjeldhal total
Frigorífico 1	0,2
Frigorífico 2	0,3
Frigorífico 3	0,4
Frigorífico 4	0,3
Frigorífico 5	0,5
Frigorífico 6	0,4
Frigorífico 8	9,6

Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

24. En el cuadro que antecede se observa que la concentración de carbono orgánico en los efluentes no es suficiente para el proceso de desnitrificación, excepto en el caso del frigorífico 8.

#### A4.3.6. Fósforo total

25. En la figura siguiente se observan las concentraciones de fósforo total en los efluentes que se vierten al medio ambiente.



Fuente: CSI, Informe intermedio del estudio piloto, 2010

Figura A4.9 Concentración del fósforo total en los efluentes vertidos

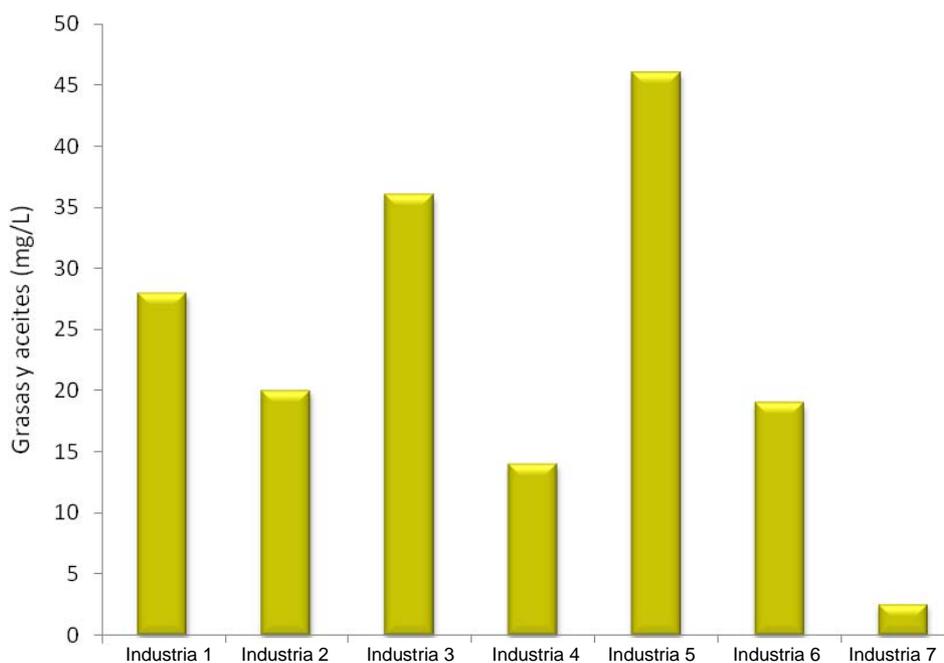
26. En la propuesta de modificación del Decreto 253/79 se establece una concentración máxima permitida de fósforo total vertido al curso de agua y a la red de alcantarillado de

5 mgP/L y 10 mgP/L, respectivamente. En la figura que antecede se puede observar que todos los frigoríficos estudiados exceden los niveles permitidos para la concentración de fósforo total.

27. De las plantas estudiadas, el frigorífico 8 es el que vierte efluentes con mayor concentración de fósforo total. Esto se debe a que esta planta, que libera sus efluentes a la red de alcantarillado, es la única que no tiene tratamiento secundario, y no cuenta con ninguna clase de mecanismo secundario para la asimilación del fósforo, como ser lagunas de tratamiento secundario. No obstante, las lagunas convencionales no son suficientes para reducir la concentración del fósforo al nivel que exige la propuesta de modificación del Decreto 253/79, para lo que es necesario aplicar tecnologías de remoción biológica o físico-química del fósforo. Este es uno de los asuntos tratados en la actividad de diseño de las instalaciones de tratamiento de efluentes.

#### **A4.3.7. Aceites y grasas**

28. En la siguiente figura se presentan las concentraciones de aceites y grasas en los efluentes de los frigoríficos estudiados. Las concentraciones máximas de aceites y grasas permitidas en virtud la propuesta de modificación del Decreto 253/79 son de 40 mg/L y 150 mg/L para vertido al curso de agua y a la red de alcantarillado, respectivamente. Con la excepción del frigorífico 5, las concentraciones de aceites y grasas se encuentran por debajo de los niveles máximos. No obstante, la concentración de aceites y grasas registrada para los frigoríficos 1, 2, 3 y 6 se encuentra cerca de esos valores.



Fuente: CSI, Informe Intermedio del Estudio Piloto, 2010

Figura A4.10 Concentración de aceites y grasas en los efluentes vertidos

#### **A4.4. Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales**

29. A partir de los resultados del estudio de campo, el equipo de consultores locales ha comenzado a desarrollar los Criterios para la Mejora de las Prácticas Ambientales, que plantean las prácticas óptimas que deberá adoptar el sector de la industria de productos cárnicos.

## A4.5. Diseño a nivel de anteproyecto de las instalaciones de la planta de tratamiento de efluentes

### A4.5.1. Introducción

30. El objetivo principal de la actividad de diseño no consiste en diseñar el sistema en detalle, sino en explorar varias opciones para mejorar un sistema de tratamiento de efluentes, y estudiar la viabilidad de tal mejora, tanto del punto de vista técnico como de costos, tomando a uno de estos ocho frigoríficos como caso de estudio.

### A4.5.2. Criterios y condiciones para el diseño

#### (4) Selección del frigorífico

31. DINAMA y JET seleccionaron uno de los ocho frigoríficos, basándose en los resultados de los relevamientos y según los siguientes criterios:

- **Situación actual de la Planta de tratamiento de efluentes:** concordancia entre el funcionamiento actual de la planta de tratamiento de efluentes y el proyecto aprobado por DINAMA.
- **Mantenimiento de la Planta de tratamiento de efluentes:** grado de mantenimiento de la diferentes unidades de la planta de tratamiento de efluentes en función de los requerimientos de cada una de ellas.
- **Capacidad para implementar los cambios proyectados:** capacidad de la empresa a realizar los cambios de su sistema de tratamiento a priori de la propuesta que presente la firma consultora.
- **Actitud de la empresa:** predisposición para realizar el proyecto y eventualmente implementarlo.
- **Impacto en el área:** mejoras en el impacto ambiental que provocaría la implementación de mejoras en la planta de tratamiento
- **Contribución a la mejora del ordenamiento territorial:** aporte a una mejora en las condiciones del territorio y sus aptitudes para el uso.

#### (5) Criterios para el diseño

32. El principal objetivo del diseño es el cumplimiento de lo dispuesto en la propuesta de modificación del Decreto 253/79. En el cuadro que sigue se presentan los parámetros y los estándares/valores de referencia a cumplir luego del tratamiento.

Cuadro A4.6 Parámetros

Parámetro	Valor	Character
pH	Entre 6,0 y 9,0	Estándar
DBO <sub>5</sub>	60 mg/L	Estándar
Sólidos suspendidos totales	150 mg/L	Estándar
Aceites y grasas	40 mg/L	Estándar
Fósforo total	5 mgP/L	Referencia
Nitrógeno Kjeldhal total	10 mgN/L	Referencia
Nitrógeno amoniacal	5 mgN/L	Referencia
Nitrato + Nitrito	20 mgN/L	Referencia
Coliformes fecales	5.000 ufc/100mL	Estándar

Fuente: CSI, Informe Intermedio del Estudio Piloto, 2010

## (6) Condiciones para el diseño

33. Para diseñar un sistema adecuado, es necesario decidir varias condiciones. Los asuntos más importantes que han tratado el equipo de consultores locales, DINAMA y JET son los siguientes:

- Filosofía general del diseño
- Calidad, volumen y fluctuación del efluente a tratar
- Nivel de modificación del sistema actual
- Niveles de operación y mantenimiento técnicamente aceptables
- Requisitos de disposición de lodos y otros asuntos
- Costos de construcción, operación y mantenimiento.

## (7) Relevamiento complementario del frigorífico seleccionado

34. A fin de obtener la información necesaria para realizar el diseño, el equipo de consultores locales realizó un relevamiento complementario del frigorífico seleccionado, que incluyó muestreos adicionales en diferentes puntos de las unidades de tratamiento de efluentes existentes para evaluar el desempeño de cada unidad de tratamiento, y para obtener información acerca de parámetros adicionales a fin de realizar cálculos del equilibrio de masas en el diseño, incluida la disponibilidad de una fuente de carbono para la desnitrificación.

### A4.5.3. Consideraciones iniciales acerca del mejoramiento de las instalaciones de tratamiento de efluentes

35. Con el fin de cumplir con los criterios para nitrógeno y fósforo en efluentes, el equipo de consultores locales recomendó un tratamiento biológico con lodos activados consistente en procesos anaerobios, aerobios y anóxicos. La siguiente figura ilustra el concepto básico de estos procesos.

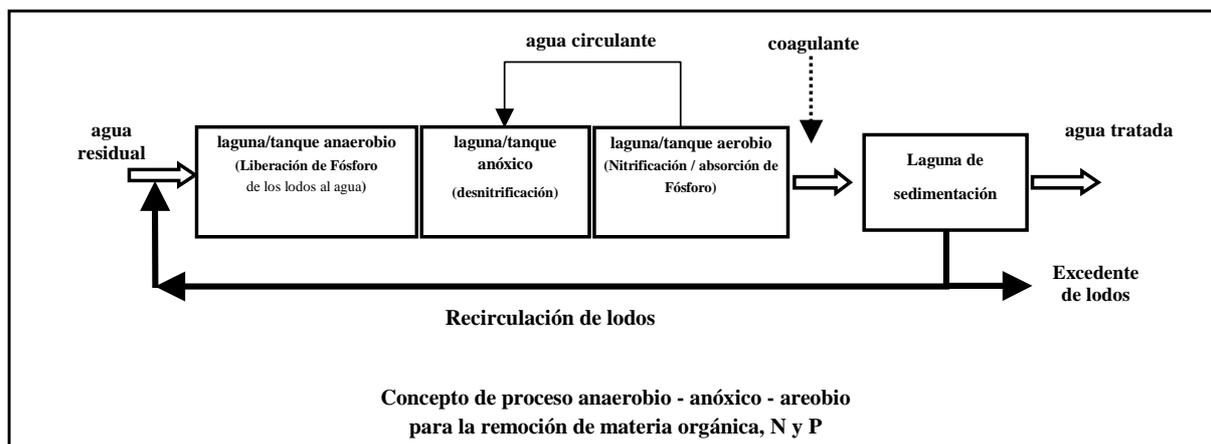


Figura A4.11 Proceso anaerobio, anóxico, aerobio para la remoción de materia orgánica, N y P

36. El tratamiento de remoción de materia orgánica, nitrógeno y fósforo comprende los siguientes pasos:

- Remoción de materia orgánica: lodos activados (tanque aerobio)
- Remoción de nitrógeno: nitrificación y desnitrificación combinadas con la circulación de líquido nitrificante (anaerobio – anóxico – aerobio),

- Remoción de fósforo: metabolización endógena y agregado de coagulantes (ingestión de fósforo en laguna/tanque aerobio y liberación de fósforo en laguna/tanque anaerobio).
37. Para el tratamiento primario, el equipo de consultores locales sugirió reemplazar la laguna de sedimentación existente por tanques de sedimentación, así como la posibilidad de utilizar la flotación por aire disuelto a presión. Se están analizando tres posibles diseños teniendo en cuenta estas alternativas. El diseño final se presentará en el Informe Final del estudio piloto.



## ANEXO 5

### AVANCES DEL PROYECTO

## AVANCES DEL PROYECTO

El 9 de noviembre de 2007 se firma entre el Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) un acuerdo para la ejecución de un Proyecto “Control de la Contaminación y Gestión de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Santa Lucía”. En marzo de 2008 y luego de una serie de reuniones entre los técnicos de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y la Agencia JICA se firma el Acuerdo para la Matriz de Diseño del Proyecto (MDP) y el Plan de Operaciones (PO) a ser llevado adelante durante el período del proyecto, v.g.: abril de 2008 - marzo de 2011.

El Proyecto está llegando a las etapas finales, y se han abordado todos los temas que estuvieron previstos en el Plan de Operaciones, con diferentes grados de avance según las circunstancias o las posibilidades institucionales.

La Dirección Nacional de Medio Ambiente y las instituciones involucradas en el Proyecto han afianzado las instancias de colaboración y relacionamiento entre ellas, lo que permite realizar un mejor manejo de las diferentes fuentes de contaminación y una mejor gestión de la cuenca, con una mayor participación de los diferentes actores.

El desafío es poder avanzar en el camino iniciado por el Proyecto y que los logros alcanzados en estos años de trabajo se vean perpetuados de acuerdo a los nuevos lineamientos trazados en el país, en particular en la instalación de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía.

**MVOTMA**

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento  
Territorial y Medio Ambiente  
Zabala 1432 / CP 11000  
Montevideo – Uruguay  
Tel.:(598 2) 917 0710\*  
Fax: (598 2) 917 0710  
[www.mvotma.gub.uy](http://www.mvotma.gub.uy)