



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

## **SECTOR AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO**

### **PERFIL DE PROPUESTA: SISTEMAS DE GESTIÓN DE EFLUENTES Y LÍQUIDOS CONTAMINADOS**

#### **1. Antecedentes**

En el caso de efluentes contaminados, las industrias suelen descargar sus efluentes con distintos niveles de tratamiento de su carga contaminante, o sin tratamiento alguno, en los cuerpos de agua próximos a su localización, incluyendo –en casos especialmente graves de incumplimiento de las normas ambientales- en las napas freáticas mediante perforaciones *ad hoc*.

El potencial contaminante de los efluentes industriales depende del sector productivo, y reviste particular intensidad en industrias tales como curtiembres, galvanoplastías, industria lácteo-casearia, y frigoríficos, mataderos e industrias conexas. Así, las curtiembres contribuyen estimativamente con 36.800 kg/día de demanda biológica de oxígeno (DBO), el 50 % del total vertido en la Cuenca, mientras las procesadoras de alimentos (Frigoríficos, Elaboradoras de Bebidas y Lácteos) con estimativamente 33.800 kg/día de DBO, el 46 % del total vertido en la Cuenca. Los vertidos de tóxicos también son sustantivos: las Curtiembres contribuyen estimativamente con 5 kg/día de Cromo VI, el 60 % del total vertido en la Cuenca, y con 121 kg/día de Sulfuros, el 62 % del total vertido en la Cuenca. Las Galvanoplastías contribuyen con una parte sustantiva del vertido de Cadmio, Níquel, Zinc, Hierro, Cobre, Aluminio y Arsénico.

Las curtiembres son industrias muy contaminantes que involucran la producción de aguas servidas con alto contenido de carga orgánica, sales y ácidos, así como también la descarga de sustancias tóxicas tales como cromo III, amonio, sulfuros y residuos de pesticidas utilizados para la preservación de pieles. La degradación de materia orgánica produce fuertes olores y la emisión de compuestos orgánicos volátiles resultante de los procesos de acabado, también son comunes en estas industrias. Además, las industrias de este sector en general hacen uso ineficiente del agua y disponen inadecuadamente los residuos (pelo, recortes, viruta, restos de pintura, envases).

Los frigoríficos mayormente desarrollan su actividad utilizando tecnología obsoleta, producen aguas servidas con alto contenido orgánico que también puede contener patógenos como *Salmonella* y bacteria *Shigella*, huevos parásitos y quistes "*amoebic*" que representan un riesgo para la salud humana. En general disponen inadecuadamente los residuos sólidos, abusan en la utilización del agua y exhiben deficiencias o falta de documentación inherente



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

a las instalaciones de gestión de efluentes. Las industrias lácteas también generan grandes cantidades de residuos orgánicos que requieren tratamiento previo a la descarga de sus efluentes a los cuerpos receptores. Las industrias elaboradoras de comidas u y bebidas producen altos niveles de residuos y efluentes con carga orgánica. Los contaminantes son aceites y grasas, coliformes y sólidos suspendidos, que comprometen la demanda química de oxígeno.

La actividad de las galvanoplastías incluye el uso de solventes y agentes de desgaste como soda cáustica y ácidos concentrados; en muchos casos se encuentran cianuro y otros químicos en los efluentes. Asimismo, la utilización de solventes y tratamientos en caliente pueden resultar en la emisión de compuestos orgánicos volátiles y la descarga de metales pesados incluyendo cromo, cadmio, níquel, zinc y cobre.

En el caso de la Cuenca Matanza Riachuelo, las concentraciones de sustancias químicas en el agua, tales como mercurio, zinc, plomo, cromo y contaminantes orgánicos superan hasta en 50 veces los máximos permitidos, la mayoría provenientes de estas industrias, las que Esta situación se debe en parte a que el poder de control y fiscalización en la Cuenca ha sido insuficiente y, por otro lado, el desarrollo empresario ha crecido sustancialmente tornando este escenario altamente complejo.

A esta complejidad se suma el hecho de que los sectores industriales identificados, en su gran mayoría de PyMEs y en muchos casos emprendimientos familiares, cuentan con un escaso o nulo conocimiento de las buenas prácticas ambientales, lo que sumado a recursos insuficientes para incorporar nuevas tecnologías, hace que el cumplimiento de la normativa ambiental vigente quede relegado.

Por otra parte, las aglomeraciones urbanas producen efluentes (líquidos cloacales), que en el caso de las comunidades más vulnerables y expuestas, cuyas viviendas se encuentran en áreas marginales en las proximidades de cursos de agua contaminados, son frecuentemente descargados sin tratamiento alguno ("crudos").

En estos casos, el proceso concerniente a la reducción del contenido contaminante de los efluentes urbanos (líquidos cloacales) e industriales de distinta naturaleza, consiste en una serie de etapas organizadas según una secuencia ordenada que se enumera a continuación en forma sinóptica:

1. Caracterización físico-química del efluente (medición de caudal, muestreo, análisis);
2. Seguimiento de las variaciones temporales (monitoreo, elaboración estadística);



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

3. Captura de datos, procesamiento, ulterior elaboración (representación gráfica, geo referenciamiento, correlación, modelización);
4. Definición de los criterios a aplicar en la selección de soluciones (tecnologías, procesos, proveedores, costos, plazos, otros) para el tratamiento del efluente);
5. Identificación de soluciones factibles para el tratamiento del efluente con el fin de reducir su carga contaminante;
6. Evaluación de las soluciones identificadas en términos de ventajas y desventajas comparativas;

En la actualidad el tratamiento de efluentes contaminados en nuestro país adolece de una serie de debilidades derivadas de las limitaciones en la caracterización de los efluentes, las limitaciones en materia de captura y procesamiento eficaz de la información, la insuficiente articulación de actores (Institutos tecnológicos, CONICET, universidades, ONGs, otros), que conducen frecuentemente a la importación de soluciones científico-tecnológicas que, además de los elevados costos e incidencia en la balanza externa, no brindan respuesta satisfactoria a las demandas de las industrias por haber sido desarrolladas para contextos distintos y no responder adecuadamente a los requerimientos nacionales.

En el caso de la mitigación de cuerpos hídricos contaminados, la contaminación presente en un determinado cuerpo hídrico (lago, laguna, río, arroyo, pileta de almacenamiento temporario) depende de múltiple factores, entre los que las descargas contaminantes revisten generalmente una importancia preeminente, aunque no deben subestimarse otras causas.

Entre ellas, puede mencionarse como ejemplo, el efecto circunstancial pero significativo, de contaminaciones masivas provocadas por situaciones anómalas cuyas consecuencias inciden tanto en el incremento de la carga contaminante existente, como en el impacto perjudicial del fenómeno que genera la emergencia sobre la infraestructura y las medidas de mitigación (generalmente previstas y diseñadas para condiciones normales).

En ciertos casos se manifiestan efectos multiplicadores indeseables por la acción cooperativa de impactos de origen natural y de origen antrópico<sup>1</sup>.

Muchas industrias utilizan el sistema de almacenamiento temporario de líquidos contaminados en piletas y/o lagunas, con la consiguiente

---

<sup>1</sup> Considérese en este sentido el caso límite del reciente accidente de Fukushima: tsunami + accidente nuclear.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

generación de pasivos ambientales, que comportan además el riesgo de ulterior contaminación del subsuelo y de las napas freáticas por percolación.

En estos casos debe procederse en modo de asegurar la disponibilidad de una adecuada descripción del cuerpo hídrico y de su caracterización, con el objeto de definir el modo de intervención, con especial referencia a la reducción de la carga contaminante y la recuperación/reciclado de recursos recuperables (materiales, energía, etc.).

Justamente a partir de tal descripción, se orienta la identificación de soluciones encuadradas en la reducción de la contaminación (remediación/mitigación), el diseño de infraestructura de evaluación, contención y reducción de riesgos (sistemas de alerta, geo-membranas de impermeabilización, otros) y el monitoreo y seguimiento del desempeño ambiental del sistema pergeñado.

En el caso de los cuerpos hídricos, la metodología de mitigación de la contaminación presenta un itinerario procedural que se presenta a continuación en forma sinóptica:

1. Caracterización físico-química del cuerpo hídrico (evaluación del volumen, muestreo, análisis);
2. Seguimiento de las variaciones temporales (monitoreo, elaboración estadística);
3. Captura de datos, procesamiento, ulterior elaboración (representación, correlación, modelización);
4. Definición de los criterios a aplicar en la selección de soluciones (tecnologías, procesos, proveedores, costos, plazos, otros) para el tratamiento del efluente;
5. Identificación de soluciones factibles para el tratamiento del cuerpo hídrico con el fin de reducir su carga contaminante;
6. Evaluación de las soluciones identificadas en términos de ventajas y desventajas comparativas;
7. Elección de la solución más favorable;
8. Implementación de la solución seleccionada;
9. Seguimiento y constatación del desempeño de la solución aplicada;
10. Conclusiones y recomendaciones para la mejora de la solución aplicada.

Finalmente, en la recomposición ambiental de cuencas, debe considerarse que un impacto antrópico relevante, consecuencia de un desarrollo industrial sin adecuada protección del ambiente, es la contaminación generalizada de los cursos de agua, que alcanza niveles preocupantes en el caso del tejido productivo incidente en las grandes ciudades, muchas veces localizadas en



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

cuencas que actúan como sistema de disposición final de los pasivos generados por el tejido productivo.

En el caso de ecosistemas particularmente complejos, como es el caso de algunas cuencas de nuestro país, debe tenerse en cuenta que la caracterización de la carga contaminante responde a la acumulación histórica de impactos de descargas industriales (incluyendo el correspondiente a industrias que pueden haber dejado de funcionar), al que se suma el efecto de las descargas urbanas e industriales actuales, con sus pertinentes fluctuaciones.

Al impacto original provocado por el vuelco de agentes contaminantes sin tratamiento (o con tratamiento insuficiente) debe sumarse la interacción entre las sustancias químicas presentes y de éstas con los componentes del ecosistema (cuerpo hídrico, fangos, fondo compacto, flora, fauna) que debe ser conocida y descripta en forma satisfactoria, como *conditio sine qua non* para establecer la estrategia integral de recomposición ambiental.

En este caso, el proceso de recomposición consiste esquemáticamente en lo siguiente:

1. Descripción de la situación ambiental de la Cuenca (cuerpos hídricos, márgenes, flora, fauna, etc.);
2. Seguimiento de las variaciones temporales (monitoreo, elaboración estadística);
3. Captura de datos, procesamiento, ulterior elaboración (representación, correlación, modelización);
4. Definición de los criterios a aplicar en la selección de soluciones (tecnologías, procesos, proveedores, costos, plazos, otros) para el tratamiento del efluente;
5. Identificación de soluciones factibles para la recomposición de los ecosistemas relevantes;
6. Evaluación de las soluciones identificadas en términos de ventajas y desventajas comparativas;
7. Elección de las soluciones más favorables;
8. Implementación de las soluciones seleccionadas;
9. Seguimiento y constatación del desempeño de las soluciones aplicadas;
10. Conclusiones y recomendaciones para la mejora de las soluciones aplicadas.

La estrategia que se propicia está basada en la colaboración entre los actores significativos, que sin renunciar a sus legítimos intereses sectoriales confluyen en el diseño y aplicación de un modelo innovativo



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

que posibilita la efectiva disponibilidad de conocimiento científico-tecnológico al servicio del ambiente y el desarrollo sustentable, el desarrollo de tecnologías nacionales de alto valor agregado, la utilización de estas tecnologías como núcleo medular de las buenas prácticas ambientales y el saneamiento de pasivos ambientales relevantes.

## **2. Identificación del problema**

Se estima que los problemas de contaminación de agua dulce más importantes se producen por descarga de efluentes sin tratamiento en los cuerpos receptores. Dichos efluentes se producen en centros industriales y urbanos, y la gravedad de la contaminación crece en aquellos casos en que las grandes concentraciones urbanas e industriales generan combinaciones potenciadas y de difícil tratamiento. Por ejemplo en la Cuenca Matanza Riachuelo, que cuenta con la mayor concentración industrial del país, las industrias frigoríficas, galvanoplastia y curtiembres, que están entre los más comprometidos con la contaminación, son responsables de aproximadamente dos millones de metros cúbicos diarios de descargas industriales. Si bien la mayoría de ellas cuenta con instalaciones de tratamiento, solamente un bajo porcentaje de los establecimientos cumple con las regulaciones y normativas sobre descarga, ya sea porque existen graves carencias en materia de gestión ambiental (disposición de residuos, calidad de procesos, tratamiento de efluentes, protección ambiental y seguridad), o por la escasa capacidad de monitoreo y control de las autoridades de aplicación. Por otro lado, existe déficit en la extensión de redes de colecta cloacal y plantas de depuración previa a las descargas. Todo ello ha llevado a generar a lo largo del tiempo una creciente contaminación de los cuerpos hídricos, que puede llegar a comprometer su futura utilización.

En los últimos años la situación macroeconómica argentina ha generado un contexto que permitió que la industria crezca a tasas aceleradas. Dejando atrás la recuperación de los primeros dos años después de la crisis (2003-04), la producción industrial continuó creciendo a tasas anuales de alrededor del **9%, prácticamente triplicando el ritmo de crecimiento de la década del '90**. Asimismo, en la actualidad la expansión no se limita solamente a algunos sectores (construcción, automotriz, papel, alimentos y bebidas, químicos, metales comunes) sino que abarca un espectro mucho más amplio.

## **3. Descripción de la propuesta**



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

### **3.1. Objetivo General**

Disponer de nuevas tecnologías o modificaciones de las existentes para la adecuada captura y manejo de datos, la caracterización de la contaminación, el monitoreo y la evaluación de estrategias alternativas de tratamiento y su posterior aplicación a cuerpos hídricos y efluentes líquidos, cloacales y/o Industriales, a escala de establecimientos/poblaciones, de manera de establecer las condiciones específicas de operación y los parámetros legales requeridos para el vuelco, para garantizar niveles de contaminación aceptables en las distintas cuencas hídricas afectadas.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar sistemas integrales de captura y manejo de datos, monitoreo y evaluación de contaminación, tratamiento de líquidos y efluentes contaminados, y seguimiento de procesos de saneamiento y depuración.
- Desarrollar sistemas de tratamiento de efluentes cloacales y/o industriales a escala de establecimientos y poblaciones, adaptados a condiciones específicas de operación y teniendo en cuenta los parámetros legales requeridos para su vuelco.
- Desarrollo de capacidades en instituciones/empresas para que provean servicios para la captura y manejo de datos, la evaluación de estrategias de intervención, el monitoreo y control de contaminación en cuerpos hídricos y efluentes líquidos, y para la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones para tratamiento de líquidos contaminados y el seguimiento de su depuración.
- Resultados esperados
- Disponer de tecnologías y procesos, a nivel comercial, para la captura y manejo de datos, la evaluación de estrategias de intervención, el monitoreo de cuerpos hídricos y líquidos contaminados y para el tratamiento (biológico, químico y/o fisicoquímico) de efluentes provenientes de industrias y/o poblaciones, adaptados a condiciones específicas de operación y parámetros legales requeridos para su vuelco.
- Disponer de criterios de evaluación de las tecnologías innovadoras según distintos parámetros; por ejemplo: tipo de cuerpo hídrico o efluente, tipos y combinación de industrias contaminantes en cada sector, características hidrometeorológicas, características de operación, disponibilidad de recursos humanos y económicos, y necesidades de reutilización del recurso agua.