

Análisis del impacto de la actividad industrial sobre el recurso hídrico

Cuenca del arroyo Las Catonas
Región Metropolitana
de Buenos Aires

Carlos Alberto Ruggerio

Tesis de Licenciatura en Ecología Urbana

Rubén J. Lombardo (Director)

INSTITUTO DEL CONURBANO



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

INDICE

Introducción	3
1. Análisis de la problemática	4
2. Métodos y fuentes de información	8
2.1 Organismos Internacionales	8
2.2 Organismos Nacionales	12
2.3 Organismos Provinciales	14
2.4 Organismos Municipales	16
2.5 Discusión	17
3. Estudio de la cuenca del arroyo Las Catonas	18
3.1 Descripción del área de estudio	18
3.2 Método	20
3.3 Resultados y discusión	24
3.4 Conclusiones	33
4. Comentarios finales y recomendaciones	35
Agradecimientos	36
Bibliografía	37
Anexos	39
Anexo I - Factores IPPS. Sólo emisiones a los recursos hídricos.	39
Anexo II - Factores publicados por el IDEAM de Colombia. Consumo de agua por actividad industrial.	41
Anexo III - Clasificación de los establecimientos industriales en la cuenca del arroyo Las Catonas según parámetros IPPS e IDEAM	43
Anexo IV - Clasificación de los establecimientos industriales en la cuenca del arroyo Las Catonas según parámetros IPPS e IDEAM (Escenario de tendencia)	45

Introducción

Muchos de los impactos más significativos que el hombre ha producido sobre el ambiente tienen su origen en las actividades industriales. Esto ha quedado claramente expuesto en las diversas transformaciones del ecosistema terrestre a nivel local, regional y global que se produjeron desde los inicios de la revolución industrial y que se acentúan en las últimas décadas.

Las actividades industriales contemporáneas comprenden una gran diversidad de procesos de transformación y/o aprovechamiento de materia y energía que tienen como correlato la producción de bienes y servicios para el consumo y una variedad de externalidades como: residuos de diversos tipos (sólidos, líquidos y/o gaseosos) que se devuelven de manera controlada o no al ambiente; transformaciones de la topografía, de las condiciones físico-químicas del agua, del suelo y del aire; alteraciones en los ecosistemas produciendo la extinción de especies autóctonas y la intromisión de especies invasoras, desequilibrios energéticos y alteración de los ciclos biogeoquímicos; fenómenos de alcance global como el efecto invernadero, la lluvia ácida y la disminución de la capa de ozono, entre otros.

Se pueden citar algunos casos de gran trascendencia que ilustran los impactos y efectos de la actividad industrial sobre el ambiente y la población humana, tales como: lo sucedido en la Bahía de Minamata en Japón entre 1932 y 1964, donde se vertieron a las aguas aproximadamente 27 toneladas de compuestos con mercurio; el escape de gases en Seveso (Italia en 1976), que se produce al estallar una válvula de seguridad de una industria química liberando al ambiente TCDD (2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina), una dioxina extremadamente tóxica; y la tragedia de Bhopal en India, sucedida durante la noche del 2 de diciembre de 1984 donde fueron liberados, provenientes de una fábrica de pesticidas, aproximadamente 40 TN de gases letales. Todos estos han tenido consecuencias catastróficas y han involucrado no sólo efectos negativos sobre el ambiente, sino también la pérdida de miles de vidas humanas (Castañaga 2003).

Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de contar con estudios e información que permitan prever los posibles impactos del emplazamiento y/o el desarrollo de las actividades industriales. Por esto es que gobiernos e instituciones de todo el mundo han desarrollado diversos instrumentos y mecanismos (protocolos, tratados y otros) e impulsan el desarrollo de planes para mitigar, minimizar o evitar las diversas externalidades ambientales negativas de la industria. Una demostración de esto es la inclusión de la problemática en el "Programa 21" de la Organización de Naciones Unidas, originado en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (UNCED) en Río de Janeiro en 1992.

Atendiendo a lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivos relevar tales instrumentos y la información necesaria para su aplicación a nivel local, y a partir de estos, prediagnosticar el impacto de la actividad industrial sobre el recurso hídrico en la cuenca del arroyo Las Catonas, ubicada en el Partido de Moreno de la Provincia de Buenos Aires.

El documento está estructurado en cuatro secciones: en primer lugar se realiza una discusión de la problemática refiriéndose principalmente a las causalidades y posibles efectos sobre el ambiente y la población, y a la influencia de los distintos escenarios económicos y tecnológicos; en segundo lugar se analizan las fuentes de información y los métodos relevados que permiten diagnosticar el impacto de la actividad industrial sobre los recursos hídricos tanto a nivel local como regional; en tercer lugar se presenta el estudio de la cuenca del arroyo Las Catonas; y por último, se presenta una sección de comentarios finales y recomendaciones.

1. Análisis de la problemática

La contaminación de los recursos hídricos es un fenómeno complejo que involucra diversas actividades humanas además de las industriales. Esto se evidencia en la información presentada por la Junta Central de Control de la Contaminación de la India, que realizó en los años 1981-1982 un estudio integral para clasificar las aguas del río Ganges según su uso. En el estudio se incluyeron 25 pueblos que se asientan en el delta del río y como resultado se determinó que “el 75% de la carga contaminante provenía de las aguas residuales municipales sin tratar” (fuente no industrial) y que “todas las industrias representaron sólo el 25% de la contaminación total (en algunas áreas como Calcuta y Kanpur el residuo industrial era tóxico y difícil de tratar)”. Otra evidencia es la información presentada por el Departamento de Ambiente y Recursos Naturales de Filipinas realizado en el año 1991, el cual arrojó como resultado que la contaminación industrial representa el 45% de la contaminación total del río Pasig, mientras que los desechos líquidos domésticos no tratados son responsables del 45%, y el 10 % restante corresponde a contaminación por residuos sólidos (CEPIS OPS/OMS 1984).

Los efluentes residuales domésticos están constituidos principalmente por materia orgánica proveniente de la eliminación de las excretas y de las aguas residuales de la higiene doméstica, por lo que pueden tratarse con tecnologías relativamente simples. Las complicaciones aparecen con la escala de vertido y con el recurso que se usa como sumidero.

En los casos en que el vertido se realiza a aguas superficiales como ríos, arroyos y lagunas, cuando la escala es menor, es posible utilizar la capacidad natural del recurso para autodepurarse, en caso contrario, se deben utilizar plantas de tratamiento para la degradación bacteriana de la materia orgánica antes del vertido.

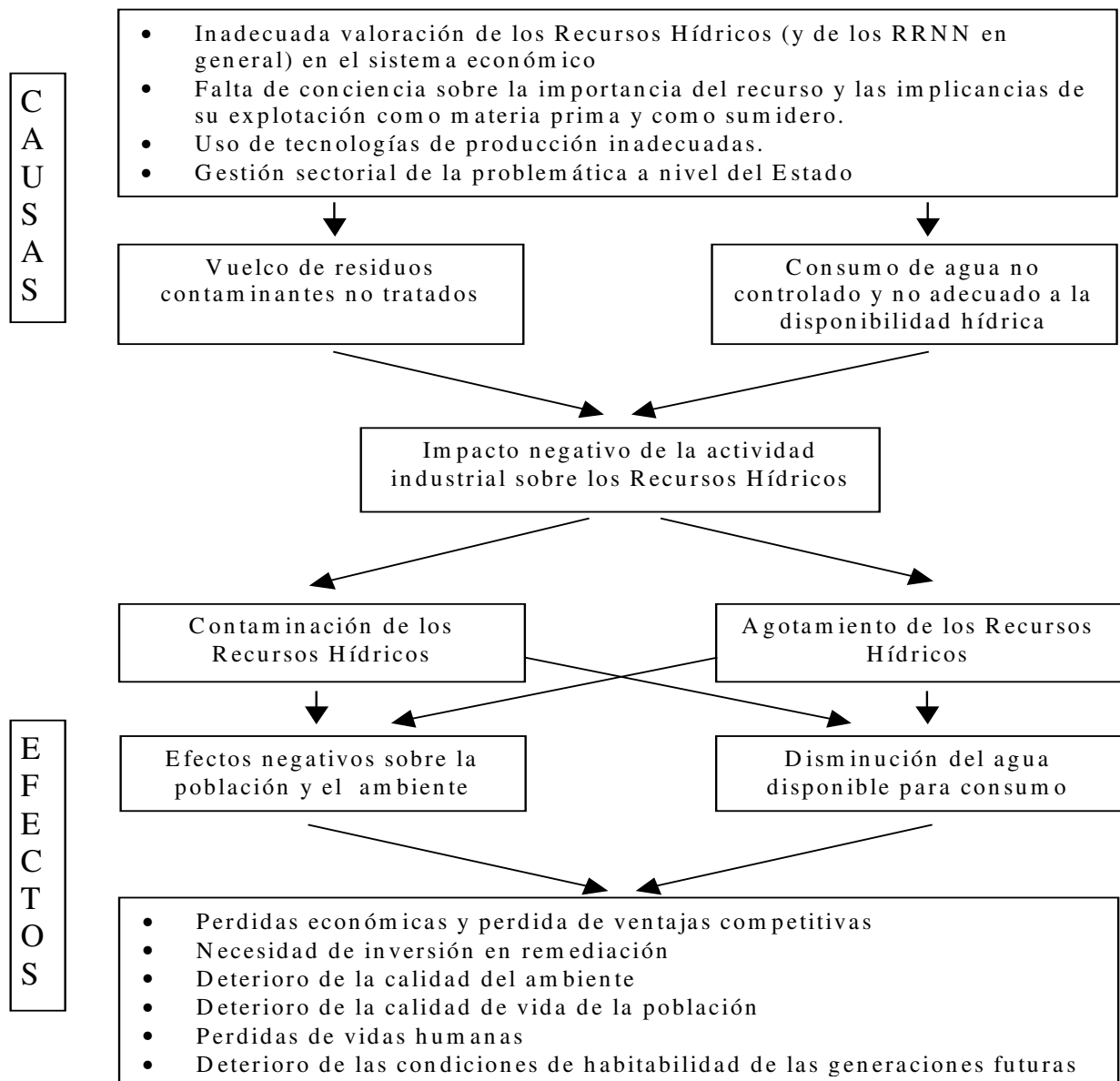
Para el caso del vertido a los recursos subterráneos corre la misma lógica que para las aguas superficiales si la escala es menor, aunque no se debe hacer un vuelco directo sino utilizar cámaras sépticas y pozos de aspersion para la degradación de la materia orgánica. Si la escala es mayor, como un área urbana, es necesario utilizar redes de colección cloacal y plantas de tratamiento acordes a las dimensiones del vertido para evitar situaciones como la del acuífero de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), el cual presenta altos niveles de contaminación con nitratos particularmente en las zonas urbanas (ver Santa Cruz *et al* 1197, Auge *et al* 2002), por lo que se requieren tecnologías más complejas para su remediación debido a su confinamiento, especialmente si se utilizará su agua para consumo humano y producción de alimentos.

No obstante lo anterior, para los residuos de origen industrial, especialmente cuando estos contienen metales pesados, sustancias no biodegradables y/o persistentes, la situación siempre es mucho más compleja, ya que es necesario utilizar tecnologías sofisticadas y de alto costo para su remediación, el proceso puede llevar años de operación y los contaminantes no se eliminan sino que se confinan en un ambiente controlado. Esto se evidencia en lo ocurrido en la Bahía de Minamata (Japón), en dónde una industria química que usaba acetaldehído como insumo para fabricar plásticos, medicamentos y perfumes arrojó, entre 1932 y 1964, aproximadamente 27 toneladas de líquidos residuales que contenían altas concentraciones de mercurio. Remediar esta situación implicó que la prefectura de Kumamoto llevara adelante un plan con las siguientes actividades: la colocación en el año 1966 de una red para evitar que los peces contaminados llegaran al mar, la remoción durante 1974 y 1990 de 1.500.000 metros cúbicos de sedimentos que fueron dispuestos en un relleno de 58 hectáreas, y la realización de mediciones periódicas

de los niveles de mercurio en peces y moluscos hasta el año 1997 cuando fueron declarados aptos para el consumo humano y la red fue retirada. Los efectos sobre la población y el ecosistema que se produjeron en Minamata son considerados catastróficos (Castañaga 2003).

Casos como el anterior ponen en evidencia las dificultades que implica remediar los efectos negativos de la actividad industrial sobre los recursos hídricos. Asimismo, demuestran que estas situaciones constituyen problemáticas complejas en la que intervienen diversos actores e intereses. Para entender esto, se elaboró el diagrama causa-efecto que se presenta en la Figura 1, en el que se consideró a la industria como una unidad de producción que involucra dos cuestiones principales en su relación con el recurso hídrico: el consumo de agua y el vertido de efluentes líquidos.

Figura 1. Diagrama Causa-Efecto de la problemática



Fuente: elaboración propia

Utilizando el diagrama, es posible analizar la problemática asociada a una industria hipotética radicada en la RMBA que explota el recurso hídrico tanto para el consumo de

agua como para sumidero de sus efluentes residuales (por ejemplo, una industria dedicada a la elaboración de cerveza o bebidas malteadas).

Si tenemos en cuenta las condiciones de operación del común de las industrias en la región, es de suponer que desde el inicio de sus actividades ha extraído agua del recurso subterráneo para la elaboración de sus productos y ha eliminado sus efluentes en un curso de agua cercano a sus instalaciones sin realizar tratamiento alguno (esto ha sido así para la gran mayoría de las industrias del conurbano bonaerense y sólo algunas de ellas han implementado plantas depuradoras y sistemas de gestión ambiental después de años de no hacerlo). Si a esto sumamos la existencia de otros establecimientos que operan de la misma forma y una urbanización creciente, claramente nos encontramos en una situación de deterioro del curso de agua superficial y del recurso subterráneo. En el primer caso debido a la contaminación con materia orgánica producto del vuelco directo, en el segundo caso, la extracción de agua para consumo del recurso subterráneo provocaría conos de depresión que potenciarían la migración de los contaminantes superficiales hacia él (ver Santa Cruz *et al* 1997, Auge 2004).

Un *modus operandi* con estas características tendría varias causas, pero pueden sintetizarse algunas fundamentales: la falta de control y de un plan de gestión del recurso por parte del Estado; el abaratamiento de costos de producción por parte de la firma para maximizar las ganancias; y la falta de presión social, tanto al sector público como a la industria, para que se implementen medidas de mitigación y control, debido a un desconocimiento sobre los efectos de la contaminación y a una débil conciencia ambiental. A su vez, una causa abarcativa de las anteriores radica en una inadecuada valoración de los RRNN en el sistema económico, por la omisión de las externalidades ambientales en los costos de producción, lo que genera mecanismos que se retroalimentan entre sí y desencadenan en las cuestiones antes dichas.

En párrafos anteriores se han mencionado algunos casos reales que pueden dar cuenta de los posibles efectos negativos que tendría la contaminación de los recursos hídricos sobre la población que hace uso de los mismos, ya sea para actividades de recreación con contacto directo o actividades de subsistencia como el consumo de agua y la pesca. Aunque este caso en particular también provocaría efectos negativos para la misma industria, que se vería obligada a adoptar sistemas de tratamiento para el agua que utiliza como materia prima, e incluso, en un caso extremo, a mudar sus instalaciones a regiones donde el acuífero tuviera mejor calidad, con los costos que esto implicaría.

Influencia de la tecnología y del contexto político-económico

Entre las diferentes ramas de la industria existen una variedad de alternativas tecnológicas para la producción de un mismo bien o servicio y la utilización de una u otras depende fuertemente de las condiciones económicas (condiciones de mercado y financieras), el grado de desarrollo tecnológico del país en el que se encuentra la industria y las regulaciones y la intervención del Estado, entre otras.

Estas variaciones no permiten, en la mayoría de los casos, la extrapolación entre países o regiones de factores que cuantifican intensidad de contaminación, volúmenes de vertidos o emanaciones por rama de actividad industrial, por lo que se dificulta enormemente el trabajo de diagnóstico ya que se deben realizar auditorías *in situ* que incluyen encuestas, muestreos y mediciones con instrumental complejo y muchas veces no disponible.

No obstante lo anterior, algunas ramas de producción se caracterizan por requerir una cantidad intensiva de agua en la elaboración de sus productos, así como también por la producción en escala de efluentes residuales. Ellas son claramente identificadas en la bibliografía consultada e incluyen actividades agro-productivas, mineras y una variedad de industrias manufactureras. Por esto, en algunos casos es posible una extrapolación de la información para realizar análisis cualitativos que brinden una indicación *a priori* de la situación en un área geográfica determinada, y que constituya el paso inicial para realizar investigaciones focalizadas y más profundas. Esto representa una gran ventaja para aquellos Estados que tienen que administrar recursos escasos y que tienen una infraestructura limitada para la fiscalización y el control del impacto ambiental de las actividades industriales.

Clasificación de las actividades industriales

La identificación de la actividad de una industria suele generar ambigüedades, sobre todo cuando en una misma existen diversas líneas de producción. Para evitar estas cuestiones y para lograr una uniformidad a nivel mundial que permita realizar comparaciones y otros estudios de interés entre la actividad industrial de distintos países o regiones, la Organización de Naciones Unidas (ONU) ha instrumentado una codificación denominada “Clasificación Industrial Internacional Uniforme” (CIIU)¹. Ésta permite una clasificación a distintos niveles de desagregación de acuerdo a la cantidad de dígitos que se utilicen, siendo la de mayor detalle la que contempla 6 dígitos y está disponible en sucesivas publicaciones de la Organización y en su sitio web (<http://unstats.un.org>).

¹ En inglés: International Standard Industrial Classification (ISIC)

2. Métodos y fuentes de información

En relación a la información disponible para analizar el impacto de la actividad industrial sobre los recursos hídricos, es de destacar la falta de especificidad y de estudios ingenieriles a nivel local que permitan determinar, tanto los vertidos de las industrias (en cantidad y tipo de vertido), como el consumo de agua utilizado en los procesos de producción.

Esto se evidencia en los estudios revisados que abordan la temática para la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) que se basan, mayoritariamente, en dos fuentes de información: la proveniente de auditorias realizadas a industrias y la recabada por distintos organismos oficiales a través de declaraciones juradas u otros tipos de documentos en los que los establecimientos industriales remiten información de su actividad, instalaciones y demás cuestiones vinculadas.

Las auditorias se realizan, generalmente, mediante una selección previa de las industrias de acuerdo a su escala y su actividad (muestra representativa). Estos estudios involucran costos muy elevados y trabajos de campo complejos, por lo que se realizan excepcionalmente. Para el caso de la RMBA, sólo se detectaron dos estudios de estas características. Uno de ellos elaborado por la Unidad de Coordinación del Proyecto Río de la Reconquista (UNIREC 1999), informe interno en el que se detalla una serie de auditorias a industrias localizadas en el Río de la Reconquista; y otro sí de acceso público, aunque de características más limitadas, en el que se estudió la contaminación por metales pesados de las aguas del sistema fluvial Matanza-Riachuelo (Stephenson et al 1998).

En tanto a la información oficial recabada como parte de un trámite de habilitación o de cumplimiento de la normativa vigente, habría que considerar el grado de fidelidad de lo declarado, ya sea porque los establecimientos falsean los datos para evitar tasas impositivas o la implementación de medidas de seguridad muchas veces costosas y/o por la falta de control *in situ* por parte de las instituciones demandantes.

A continuación, se detallan las fuentes de información y los métodos de diagnóstico relevados mediante revisión bibliográfica y entrevistas a informantes clave.

2.1 Organismos Internacionales

2.1.1 WHO offset publication n° 62

Como se mencionó, la problemática industrial es un tema de agenda de organismos internacionales, los que han desarrollado una serie de herramientas y guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental o diagnósticos ambientales que contemplan la actividad industrial. Uno de ellos es el manual publicado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) titulado “Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación de Aire, Agua y Suelo” (CEPIS OPS/OMS 1984) que constituye una traducción de “WHO offset publication n° 62”.

Tal como lo dice el propio documento, el “libro describe un procedimiento para hacer una evaluación general rápida de la cantidad de contaminantes de aire, agua y suelo producidos en una región o país”. Asimismo, los métodos propuestos “han sido adaptados para su uso en países en desarrollo, donde frecuentemente es difícil obtener cierto tipo de información”

En el documento, en el que se dedican varios apartados a identificar las fuentes de contaminación industrial, se advierte que “mientras que todas las actividades industriales producen desechos y algo de contaminación, relativamente pocas industrias (sin sistemas de tratamiento de desechos o control de la contaminación) son responsables de la mayor parte de las cargas de desechos y la contaminación generada en un área determinada”. Asimismo, destaca que “la selección cuidadosa de las principales industrias altamente productoras de desechos y contaminación, puede simplificar grandemente la preparación de la evaluación, al tiempo que se considera además, la mayor parte de los desechos y contaminación producidos”.

El manual propone como método de análisis la determinación de las fuentes de contaminación más importantes. Para esto brinda una serie de cuadros que identifican las actividades que se sospecha tienen un impacto significativo en el ambiente del área de estudio. Entre ellas se encuentran una diversidad de actividades industriales que se clasifican de acuerdo al CIU y a factores de contaminación o factores de emisión. Estos últimos, indican la cantidad de un contaminante o de una combinación de contaminantes emitidos al ambiente por una industria por unidad de materia prima consumida, dependiendo del tipo de industria o del método de cálculo para el factor de contaminación.

Así, con la identificación de las actividades que se realizan en el área de estudio y con datos que den una indicación de la escala de producción de las mismas, se pueden identificar de manera preliminar áreas en las que se podría estar produciendo un impacto significativo sobre los recursos agua, aire y suelo. Según el documento, para la elaboración de los factores propuestos, se realizó una exhaustiva revisión de literatura que permitió identificar factores de contaminación teniendo en cuenta el tipo de actividad. Estos se volcaron en cuadros que facilitan identificar aquellas actividades que son potencialmente contaminantes.

Estos factores incluyen una aproximación a los efluentes generados por diversas actividades manufactureras que puede ser utilizada para un análisis del impacto industrial sobre el recurso hídrico. Para esto es necesario contar con datos que indiquen o aproximen el volumen de producción o de materia prima utilizada por un establecimiento, información no siempre disponible y sobre todo si la delimitación del área de estudio no se realiza según los límites establecidos de manera administrativa. Esto porque tal información suele publicarse por jurisdicción.

No obstante lo anterior, las tablas anexadas en el documento constituyen una recopilación de información de distintas fuentes y no están expresadas en una misma unidad como puede ser Kg de efluentes por TN de producto. Esto conlleva una serie de inconvenientes si se quiere categorizar las actividades de una manera homogénea. Asimismo, dado que el documento fue elaborado con información de la década de 1970, los valores establecidos conllevan una desactualización importante si se tiene en cuenta el avance tecnológico.

2.1.2 Industrial Pollution Projection Systems

Una alternativa más reciente a la descrita anteriormente es la propuesta del equipo de Infraestructura y Ambiente del Grupo de Investigación y Desarrollo del Banco Mundial, denominada Industrial Pollution Projections System² (Hettige *et al* 1994).

De acuerdo al organismo, el Industrial Pollution Projections System (IPPS) surge como respuesta a la falta de información en los países en desarrollo que permita determinar

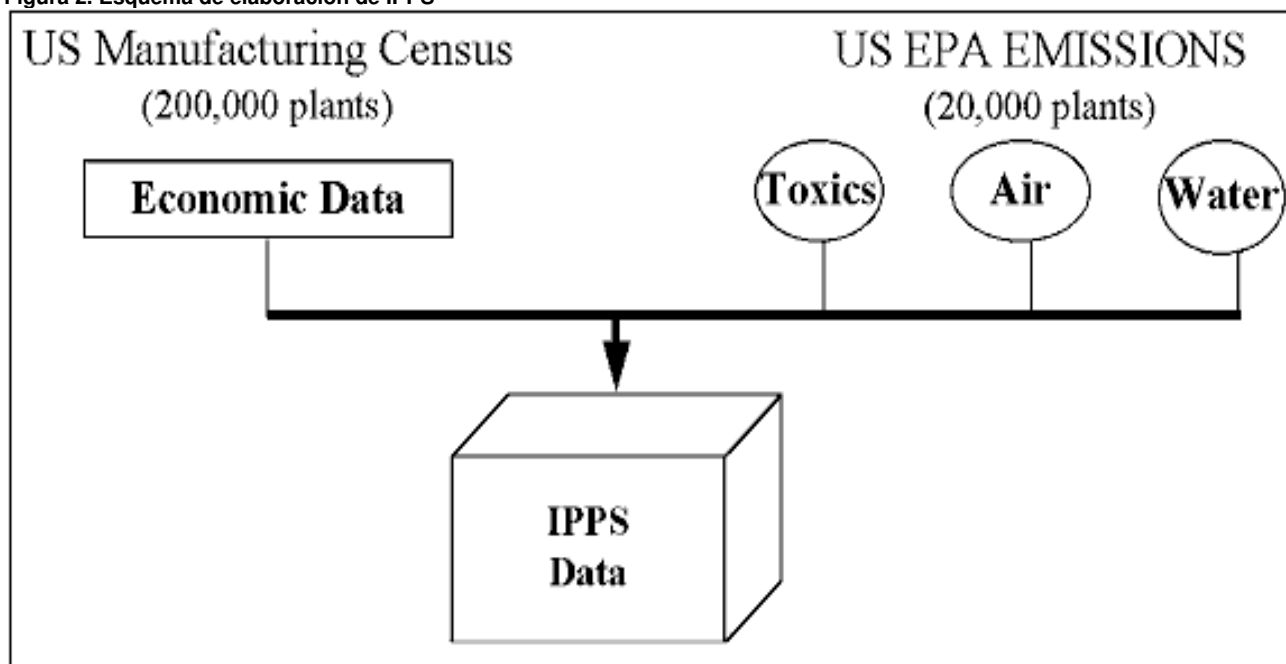
² Para una referencia de la utilización de este método ver: DHI 2000; Aguayo 2001; Aidaba y Cororaton 2002; entre otros.

prioridades, estrategias y planes de acción tendientes a regular el impacto ambiental del sector industrial. Asimismo, considera que estos países usualmente sufren la carencia de equipos e instrumental para monitorear las emisiones tóxicas al aire, al agua y al suelo, situación que se ve más desfavorecida por la falta de personal capacitado y por el empleo de metodologías muchas veces cuestionadas.

IPPS fue diseñado para estimar la carga total de contaminantes que emiten los distintos establecimientos industriales manufactureros teniendo en cuenta su escala de producción y su rama de actividad. Para esto se han calculado una serie de factores de emisión a partir de datos provenientes del U.S. Manufacturing Census y de la U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

El U.S. Manufacturing Census mantiene una base de datos denominada Longitudinal Research Database (LRD) que contiene información proveniente de los censos realizados por el organismo a la totalidad de los establecimientos manufactureros de los Estados Unidos (aproximadamente 200.000 plantas) y del Annual Survey of Manufactures (ASM), que investiga información más detallada de un grupo de compañías especialmente seleccionadas. Por otra parte, la EPA mantiene una serie de bases de datos³ con información de aproximadamente 20.000 establecimientos industriales en las que se incluyen cuestiones como tipo y cantidad de contaminantes emitidos al aire, agua y suelo. Combinando la información perteneciente a los dos organismos se calcularon los factores de emisión que constituyen al IPPS (Ver Figura 2).

Figura 2. Esquema de elaboración de IPPS



Fuente: <http://www.worldbank.org/nipr/ipps/ippsweb.htm>

Tales factores especifican la carga contaminante que genera una actividad industrial (según clasificación CIIU rev. 2) en kilogramos por unidad de producción o por cantidad de personal empleado. A su vez, los factores están desagregados para poder determinar la carga expresada en Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos en Suspensión, tóxicos metálicos y tóxicos no metálicos tanto a los recursos hídricos, como a la atmósfera y el suelo (Ver Anexo I). A continuación se explica brevemente que expresan estos factores.

³ The Toxics Release Inventory (TRI), the Aerometric Information Retrieval System (AIRS), the National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES), y the Human Health and Ecotoxicity Database (HHED).

- La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) expresa la cantidad de oxígeno disuelto consumido (durante un período de tiempo determinado, usualmente 5 días) por bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica presente en una muestra estandarizada. Los contaminantes orgánicos en el agua son oxidados por microorganismos naturales provocando una reducción del oxígeno disuelto. Esto puede afectar seriamente la vida acuática ya que muchas especies de peces y otros organismos son sensibles a los cambios en la concentración de oxígeno. Asimismo, un aumento de la concentración de materia orgánica en un cuerpo de agua puede producir un proceso acelerado de eutroficación (crecimiento acelerado de algunas especies de algas que consumen el oxígeno disuelto provocando un ambiente anaeróbico, con la consecuente muerte de las mismas algas y del resto de las formas de vida aeróbicas).
- Se considera Sólidos Totales en Suspensión (STS) a pequeñas partículas sólidas suspendidas en las aguas residuales que pueden disminuir significativamente el paso de la luz y la migración de nutrientes provocando un deterioro en la vida de las plantas acuáticas y de los microorganismos purificadores presentes en cuerpos de agua como ríos y lagos, así como también facilitar el desarrollo de microorganismos patógenos, aumentando el riesgo de la proliferación de enfermedades. Asimismo, si los STS son partículas orgánicas que sedimentan formando fangos o lodos, su progresiva descomposición puede provocar una disminución del oxígeno disuelto en agua y generar gases nocivos.
- Tóxicos no metálicos (TNM): en esta categoría se incluyen químicos de emisiones industriales que son peligrosos para los seres humanos ya sea por una exposición inmediata o por que se acumulan en los tejidos. La intoxicación puede producirse por ingesta, inhalación, contacto con aguas contaminadas o por el consumo de animales y plantas en los que se bioacumulan los distintos químicos. Esto puede producir: daños en los órganos internos y el sistema nervioso, problemas para la procreación y defectos en nacimientos, cáncer e incluso la muerte. La concentración y el tiempo de exposición necesarios para causar estos efectos puede variar ampliamente de acuerdo al tipo de contaminantes y a la condición del afectado.
- Tóxicos Metálicos (TM): constituyen una variedad de metales que tienen la característica de bioacumularse en los tejidos de distintos seres vivos. Debido a esto, bajas concentraciones en el aire, el agua y el suelo se introducen rápidamente en la cadena alimenticia (esto se potencia con los metales que pueden ser convertidos a formas orgánicas por bacterias). Estos metales son particularmente peligrosos porque suelen ser persistentes en el ambiente y su ingesta puede causar daños cerebrales y defectos en los nacimientos, entre otros. Algunos de los metales que son comúnmente medidos y particularmente peligrosos son: mercurio, arsénico, cromo, níquel, zinc, cadmio, plomo y cobre.

Dado que los factores expresados en IPPS fueron desarrollados a partir de datos colectados en establecimientos industriales de los Estados Unidos, puede cuestionarse su aplicación en países en vía de desarrollo básicamente por dos razones: diferencias en las tecnologías utilizadas para la producción, las que modificarían los factores de emisión y diferencias económicas que pueden provocar, entre otras cosas, la no utilización de tecnologías de mitigación o minimización de efectos contaminantes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha evaluado la aplicación de IPPS en países con diferentes niveles de desarrollo a partir de información recabada por las agencias de protección ambiental de: Brasil, China, Finlandia, Indonesia, Corea, México, Países Bajos, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán (China), Tailandia y Estados Unidos. Esta información es producto de los monitoreos de las emisiones industriales que realizan las mencionadas agencias y se complementó con información económica respecto de la cantidad de empleados por sector industrial para estimar las emisiones en kilogramos por día por empleado. Dado que los países en desarrollo tradicionalmente han comenzado los programas de control de contaminación industrial con regulaciones de las emisiones orgánicas a los cuerpos de agua, fue en este área en la que se logró una mayor cantidad de resultados. Como conclusión de este trabajo, se llegó a establecer que si bien cuantitativamente los factores de emisión pueden variar de acuerdo a las condiciones económicas y tecnológicas, la importancia relativa de los distintos sectores industriales en la carga total de contaminación producida se mantiene prácticamente constante entre los diferentes países (Hettige *et al* 1997).

2.1.3 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia

El IDEAM, es el organismo del Estado Nacional de Colombia que tiene a su cargo la gestión de los recursos hídricos en dicho país. Asimismo, es un organismo dedicado a la producción de información y el desarrollo de métodos e instrumentos para realizar tal actividad.

Entre la diversidad de información disponible en el sitio web del IDEAM, se encuentra un documento denominado "Metodología de Cálculo del Índice de Escasez" (Rivera *et al* 2004). Este trabajo tiene como particularidad el desarrollo de una metodología para estimar un indicador que dé cuenta de la disponibilidad del recurso hídrico en base a una cuantificación de la oferta y la demanda del mismo. Para la cuantificación de la demanda, se incluye un apartado que contempla el consumo de agua por actividad industrial según CIU rev. 2 (4 dígitos).

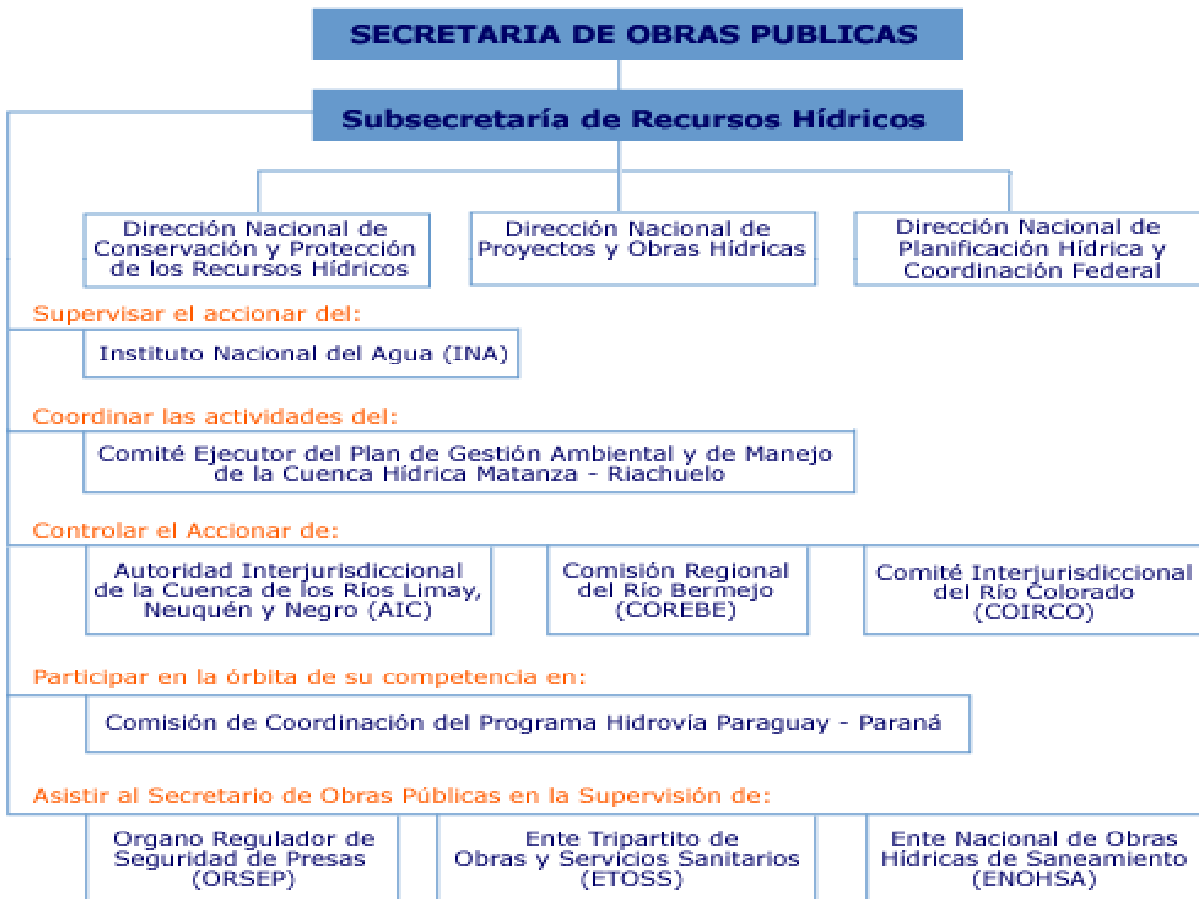
Esta información constituye un complemento a la brindada por IPPS, aunque la fuente citada por los autores del documento mencionado indica una desactualización importante. No obstante lo anterior, fue la única fuente que pudo detectarse con tales características de clasificación (ver Anexo II).

2.2 Organismos Nacionales

A nivel nacional, la Subsecretaría de Recursos Hídricos, perteneciente a la Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, es la institución que nuclea la gestión de los recursos hídricos y de ella dependen una serie de organismos y programas destinados para esta función (ver Figura 3) .

Entre los organismos vinculados a la Subsecretaría, se encuentra el Instituto Nacional de Agua (INA), el que cuenta con una división de Control de la Contaminación que concentra información respecto de los vertidos de industrias en la región. Éste solicita a los establecimientos un detalle de los vertidos a través de una declaración jurada, información que no es auditada por la institución por carecer de presupuesto para esta actividad. Asimismo, la normativa que establece las competencias del INA, especifica que la institución sólo tiene ingerencia sobre los establecimientos que realicen sus vertidos a colectora cloacal.

Figura 3. Organigrama de la Secretaría de Obras Públicas de la Nación



Fuente: http://www.obraspublicas.gov.ar/hidricos/organiz_institucional.htm

Otras instituciones a nivel nacional que producen y concentran información de la actividad industrial son: el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC); el Ministerio de Economía y Producción de la Nación; y el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. Estas instituciones abordan la cuestión desde ópticas relacionadas con aspectos económicos y generan información fundamental para analizar la evolución de las actividades e incluso para utilizar algunos métodos de diagnóstico según se detalla más adelante.

Debe tenerse en cuenta que el acceso a la información concentrada en estos organismos suele ser restringida por diversos aspectos vinculados a la Legislación Nacional incluso para otros organismos del Estado, a pesar de la existencia de la Ley Nacional Nº 25.831 de régimen de libre acceso a la información pública ambiental, que en su Artículo 2º establece que “se entiende por información ambiental toda aquella información en cualquier forma de expresión o soporte relacionada con el ambiente, los recursos naturales o culturales y el desarrollo sustentable. En particular: a) el estado del ambiente o alguno de sus componentes naturales o culturales, incluidas sus interacciones recíprocas, así como las actividades y obras que los afecten o puedan afectarlos significativamente; b) las políticas, planes, programas y acciones referidas a la gestión del ambiente.”

Asimismo, en el Artículo 3º establece que “el acceso a la información ambiental será libre y gratuito para toda persona física o jurídica, a excepción de aquellos gastos vinculados con los recursos utilizados para la entrega de la información solicitada. Para acceder a la información ambiental no será necesario acreditar razones ni interés determinado. Se deberá presentar formal solicitud ante quien corresponda, debiendo constar en la misma la

información requerida y la identificación del o los solicitantes residentes en el país, salvo acuerdos con países u organismos internacionales sobre la base de la reciprocidad.”

2.3 Organismos Provinciales

2.3.1 Secretaría de Política Ambiental del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires

Una de las fuentes utilizada para analizar la situación industrial en la RMBA es la información recabada por la Secretaría de Política Ambiental (SPA) del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires (ver Alsina y Herrero 2000). Tal información surge en cumplimiento de la Ley Provincial N° 11.459 de Radicación Industrial y sus decretos y resoluciones complementarias.

Como lo indica su Artículo 1º, la ley es de aplicación a “todas las industrias instaladas, que se instalen, amplíen o modifiquen sus establecimientos o explotaciones dentro de la jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires”. Si bien en el artículo mencionado se hace alusión a “todas las industrias”, en el Artículo 2º se precisa que se entenderá por “establecimiento industrial a todo aquel donde se desarrolla un proceso tendiente a la conservación, reparación o transformación en su forma, esencia, calidad o cantidad de una materia prima o material para la obtención de un producto final mediante la utilización de métodos industriales”.

Tales establecimientos, tendrán que tramitar ante la autoridad de aplicación correspondiente un Certificado de Aptitud Ambiental. El certificado se adquiere tras una serie de tramites administrativos que contemplan, entre otras cosas, una declaración jurada que debe ser realizada por un auditor autorizado por la misma autoridad de aplicación y que contempla el relevamiento de la información especificada en el Decreto Reglamentario N° 1741/96 tendiente a clasificar los establecimientos en tres categorías “de acuerdo a la índole del material que manipulen, elaboren o almacenen, a la calidad o cantidad de sus efluentes, al medio ambiente circundante y a las características de su funcionamiento e instalaciones”.

Tal categorización resultará de la aplicación del Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) que queda definido por:

- La clasificación de la actividad por rubro (Ru), que incluye la índole de las materias primas, de los materiales que manipulen, elaboren o almacenen, y el proceso que desarrollen.
- La calidad de los efluentes y residuos que genere (ER).
- Los riesgos potenciales de la actividad, a saber: incendio, explosión, químico, acústico y por aparatos a presión que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante (Ri).
- La dimensión del emprendimiento, considerando la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie (Di).
- La localización de la empresa, teniendo en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee (Lo).

El Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) se expresa por medio de una ecuación polinómica de cinco términos:

$$NCA = Ru + ER + Ri + Di + Lo$$

De acuerdo a los valores del NCA las industrias se clasificarán en:

- Primera categoría: hasta 11
- Segunda categoría: más de 11 y hasta 25
- Tercera categoría: mayor de 25

Asimismo, “aquellos establecimientos que se consideran peligrosos porque elaboran y/o manipulan sustancias inflamables, corrosivas, de alta reactividad química, infecciosas, teratogénicas, mutagénicas, carcinógenas y/o radioactivas, y/o generen residuos especiales de acuerdo con lo establecido por la Ley 11.720, que pudieran constituir un riesgo para la población circundante u ocasionar daños graves a los bienes y al medio ambiente, serán consideradas de tercera categoría independientemente de su Nivel de Complejidad Ambiental.”

La información resultante de la aplicación de la ley se almacena en expedientes archivados en la SPA que no se encuentran sistematizados ni digitalizados en su totalidad, por lo que se dificulta enormemente realizar trabajos que involucran una cantidad considerable de establecimientos como los que implica un estudio regional.

Por otro lado, la categorización que resulta de la aplicación del NCA conlleva el problema de permitir desagregar la información que éste resume sin tener acceso a los expedientes, por lo que no pueden sacarse conclusiones que reflejen la realidad si se estudia una cuestión particular como es el volumen de residuos líquidos vertidos por un establecimiento o actividad industrial, por lo que un análisis considerando sólo la categorización establecida como de 1º, 2º y 3º es al menos insuficiente. Asimismo, el registro de industrias categorizadas disponible en la SPA no tiene en cuenta el cierre de establecimientos, por lo que debe ser constatada la vigencia de cada industria al momento de realizar el análisis; y no se codifica la actividad de la industria, por ejemplo por CIU, cuestión que no permite realizar análisis por sector industrial a menos que se revisen los formularios o registros en la base de datos verificando la descripción de la actividad que tampoco está tabulada estrictamente.

2.3.2 Autoridad del Agua (ADA) de la Provincia de Buenos Aires

La Ley 12.257 (Código de Aguas) de la Provincia de Buenos Aires en su artículo 3º, indica:

- a. Créase un ente autárquico de derecho público y naturaleza multidisciplinaria que tendrá a su cargo la planificación, el registro, la constitución y la protección de los derechos, la policía y el cumplimiento y ejecución de las demás misiones que este Código y las Leyes que lo modifiquen, sustituyan o reemplacen.
- b. Por vía reglamentaria se dispondrá su organización y funcionamiento sobre la base de la descentralización operativa y financiera.
- c. Cumplirá sus objetivos, misiones y funciones bajo la dependencia directa del Poder Ejecutivo.
- d. Se denominará Autoridad del Agua y será designada por el Poder Ejecutivo.

Asimismo, el artículo 4º establece como funciones del Organismo:

- a. Asistir al Poder Ejecutivo en el ejercicio de las atribuciones a que se refiere el artículo 2º del presente Título.
- b. Otorgar los derechos y cumplir todas las funciones que este Código le encomiende genérica o específicamente.

- c. Reglamentar, supervisar y vigilar todas las actividades y obras relativas al estudio, captación, uso, conservación y evacuación del agua. Para cumplir esa función establecerá las especificaciones técnicas que deberán satisfacer las observaciones y mediciones, la recopilación y publicación de información hídrica, las labores, las obras y la prestación de servicios a terceros. Podrá someter esas actividades a su autorización previa y ordenar la remoción de las obras o cosas ejecutadas en su contravención. Asimismo podrá removerlas cuando la demora en hacerlo pusiese en peligro la vida o la salud de las personas o perjudicase a terceros.
- d. Para cumplir sus funciones, la Autoridad del Agua y sus agentes autorizados tendrán acceso a la propiedad privada, previo cumplimiento de los recaudos legales pertinentes. En tales supuestos podrá requerir el auxilio de la fuerza pública.
- e. Promover programas de educación formal e informal sobre el uso racional del agua.
- f. Coordinar un espacio interinstitucional con los órganos de administración provincial competentes en materia de agua con el objeto de:
- g. Coordinar y compartir información sobre el estado del recurso agua.
- h. Informar respecto de prioridades y la compatibilización de los distintos usos del agua.
- i. Planificar sus acciones respectivas con relación al agua.

A su vez, el Artículo 24 establece que el ADA deberá llevar obligatoriamente los siguientes registros:

- a. Empresas perforadoras
- b. Profesionales responsables de las perforaciones
- c. Obras hidráulicas
- d. Vertidos industriales

Sin duda, si se quiere abordar la problemática del agua en la Provincia de Buenos Aires, el ADA es el Organismo del Estado al que se debería acudir en primera instancia y dadas su atribuciones y obligaciones, éste debería contar con información suficiente para analizar, al menos como trabajo de prediagnóstico, el impacto de la actividad industrial sobre los recursos hídricos. No obstante esto, el organismo no cuenta con un área de publicaciones o algún medio de divulgación de la información que concentra. Asimismo, el Departamento de Inspección y Control de Recursos, informó que los datos respecto a la explotación del recurso por parte de las industrias son suministrados por estas mismas a través de declaraciones juradas en cumplimiento de las normativas impuestas por el ADA, por lo que puede inferirse que la información resultante tendrá las mismas limitaciones planteadas anteriormente para este tipo de fuente.

2.4 Organismos Municipales

La Ley provincial N° 11.459 presentada anteriormente establece que en todos los casos el trámite de categorización debe comenzarse en el municipio en el que se ubica el establecimiento, siendo éste el habilitado para otorgar el certificado de aptitud ambiental a aquellos que resulten de 1º categoría (de acuerdo al convenio entre el municipio y la SPA, pueden incluso habilitar a los establecimientos de 2º y 3º categoría). Asimismo, en sus ordenanzas, los municipios suelen contemplar controles y exigencias para la radicación de industrias. Por esto, es usual que lleven un registro de la actividad industrial en su territorio, tanto en términos económicos como en aquellos vinculados al medio ambiente. Sin

embargo, la información suele estar desactualizada y muchas veces se torna inaccesible debido al funcionamiento característico de los organismos estatales de la región.

2.5 Discusión

Si se analiza el marco institucional y normativo, tanto de la Provincia de Buenos Aires, como del Estado Nacional, se observa que existen instituciones y reglamentaciones abocadas específicamente al estudio del recurso hídrico -que contemplan la actividad industrial- tales como: la SPA, el ADA de la provincia y la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación que nuclea instituciones como el INA y el INDEC, entre otras. No obstante esto, como se ha mencionado, la información que concentran tales Organismos tiene limitaciones por la forma en que es recabada y por la no constatación de la misma mediante auditorías u otras intervenciones similares que se realicen de manera sistémica y periódica.

Como correlato de lo anterior, en la Provincia de Buenos Aires podemos encontrar situaciones en las que varios establecimientos industriales concentrados en una misma zona, que pertenecen a un mismo propietario o grupo económico y en los que se realizan distintas etapas de producción de un mismo bien, son declarados como independientes uno del otro para evitar una categorización del tipo 3º según la Ley Provincial N° 11.459 de Radicación Industrial (se disminuye la escala del establecimiento en superficie ocupada, cantidad de empleados, energía consumida, efluentes emitidos, etc.) y evitar trámites costosos y demás cuestiones que establece la normativa. Por lo tanto, si se asume la categorización de las industrias según la ley mencionada como indicador del impacto sobre el ambiente, se incurre en un error, ya que si se considerara el impacto que producen los establecimientos en su conjunto, claramente categorizarían como tipo 3º. Si a esto agregamos la posible omisión o transgiversación de la información declarada y la imposibilidad de desagregar los impactos por tipo de recurso (aire, agua y suelo), estamos en una situación en la que el indicador puede diagnosticar resultados completamente irreales o irrelevantes.

Tal como se pudo constatar en las entrevistas a informantes clave, la anterior es una situación común en el conurbano bonaerense. Asimismo, la información que concentran estos Organismos se almacena generalmente en expedientes precarios y confidenciales que no son de acceso, incluso, para otras instituciones del Estado, o los trámites para acceder a ellos suelen ser dificultosos, conllevar tiempos excesivamente largos y muchas veces son truncados por exigencias de convenios interinstitucionales que nunca logran llevarse a cabo.

Por lo anterior, es que la información proporcionada por el Banco Mundial (IPPS), el IDEAM de Colombia, el INDEC, u otros organismos que realizan publicaciones, se convierte en indispensable y muchas veces la única disponible para estudios como el que se plantea en este trabajo.

3. Estudio de la cuenca del arroyo Las Catonas

En este apartado, se presenta el análisis del impacto de la actividad industrial sobre los recursos hídricos en la cuenca del arroyo Las Catonas, ubicada en el partido de Moreno, Pcia. de Buenos Aires.

La cuenca fue delimitada a partir de la identificación de líneas divisorias de aguas en imágenes satelitales y cartografía del Instituto Geográfico Militar (Herrero *et al* 2003). De la misma forma se delimitaron las subcuencas del sistema (Herrero 2005), las que se consideraron como unidad de análisis.

El por qué de la elección del área de estudio se fundamenta en las siguientes cuestiones principales:

- a. la existencia de información cartográfica y de caracterización general desarrollada por el Área Ecología Urbana de la UNGS como parte del proyecto "Manejo integrado de las cuencas hídricas en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Georreferenciación de la información sobre el estado de las cuencas y análisis de la sustentabilidad ecológica para la gestión del recurso en la región"⁴;
- b. la cuenca es parte del sistema fluvial del Río de la Reconquista que constituye una de las tres cuencas más importantes de la Región Metropolitana de Buenos Aires, y en ella se asientan una diversidad de establecimientos industriales interrelacionados de manera directa con las actividades urbanas y de producción agrícola;
- c. la situación del partido de Moreno en tanto a sus condiciones socioeconómicas, productivas y de ordenamiento del suelo, entre otras, puede considerarse como característica de varios partidos del conurbano bonaerense; y
- d. se considera que un análisis a nivel de cuenca que toma como unidad las subcuencas del sistema, facilitaría encontrar solución a los problemas que se generan al considerar los límites administrativos resultantes del proceso de urbanización en la región, ya que estos no tienen o han tenido en cuenta, las dinámicas propias de los sistemas naturales. En consecuencia, la información producida de acuerdo a ellos no resulta de completa utilidad al momento de tomar decisiones y prever obras de infraestructura para prevenir fenómenos como inundaciones y contaminación de los recursos o para mitigar efectos negativos de la urbanización, entre otros.

3.1 Descripción del área de estudio

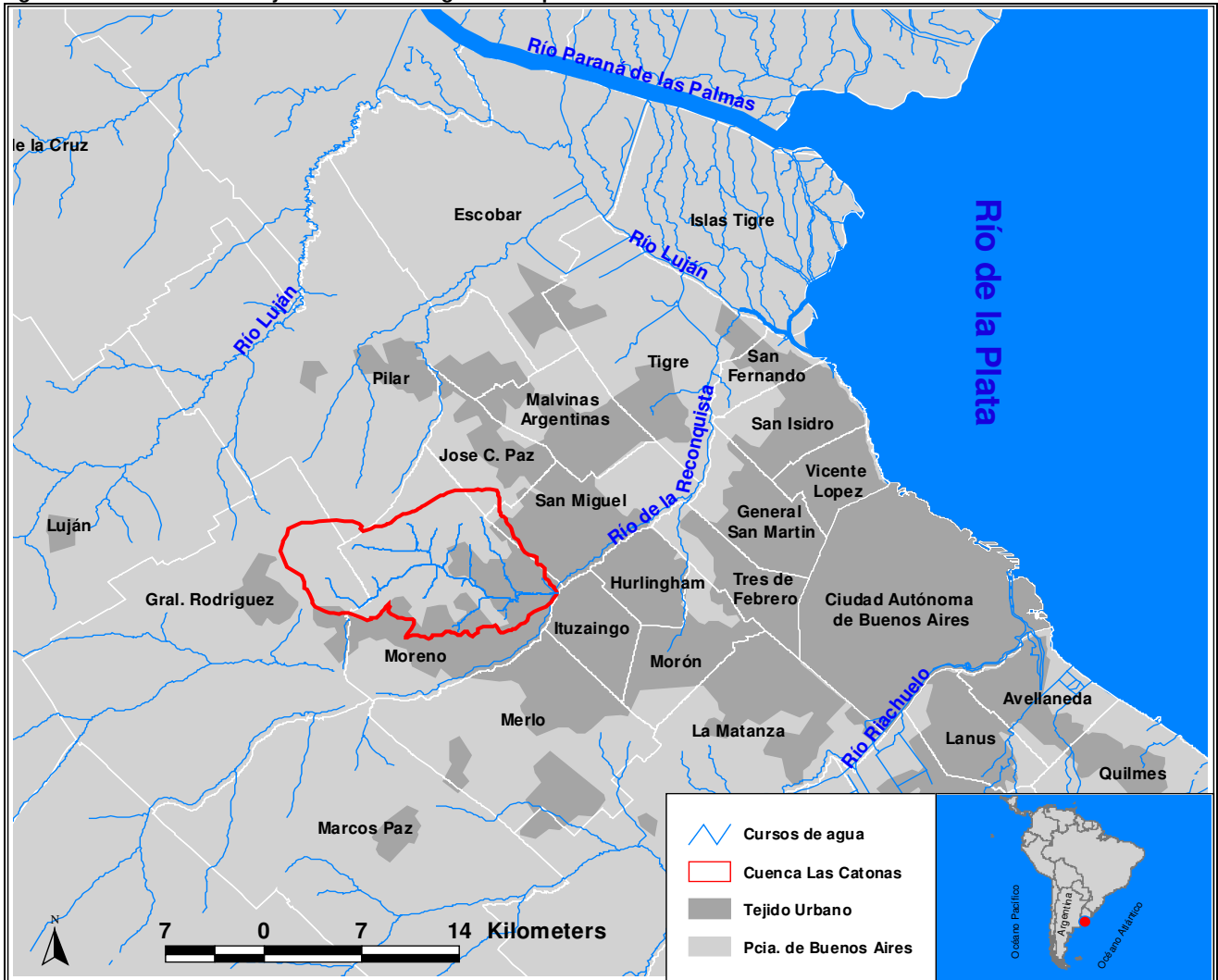
3.1.1 Ubicación geográfica y características generales

La cuenca del arroyo Las Catonas se ubica en el NE de la Provincia de Buenos Aires y forma parte del sistema fluvial del Río de la Reconquista, con un curso de agua principal de 18 km de longitud y una superficie de avenamiento aproximada de 180 km². Su extensión comprende prácticamente la totalidad del partido de Moreno y en menor medida los de Gral. Rodríguez, Pilar y José C. Paz, los que forman parte de la Región Metropolitana de Buenos

⁴ Proyecto aprobado por la Universidad Nacional de General Sarmiento, acreditado ante el Ministerio Nacional de Educación y subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción científica y Tecnológica (PICT '99 1-06624), Buenos Aires, Argentina.

Aires (RMBA). El arroyo Las Catonas tiene como afluentes el arroyo Los Perros y la cañada Las Catonas en su margen sur y otros cuatro cursos de agua sin nombre en su margen norte, constituyéndose así en el principal colector del área (ver Figura 4).

Figura 4. Subcuenca del arroyo las Catonas-Región Metropolitana de Buenos Aires



Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía base de LABSIG UNGS.

La región presenta un clima húmedo, con valores medios mensuales de precipitación de 1024 mm/año, temperatura media anual de 17 °C y evapotranspiración potencial de 843 mm/año, condiciones que dan un exceso hídrico de 190 mm/año distribuido de abril a noviembre y repartido entre el escurrimiento superficial y la infiltración. La topografía tiene características suavemente onduladas y su geomorfología se presenta modificada por la urbanización y las obras civiles que han modificado el funcionamiento del sistema hidrológico superficial. Asimismo, el área presenta un déficit importante en términos de infraestructura para la provisión de agua potable y la colección de excretas (Herrero y Fresina 2003).

3.1.3 Sistema hidrogeológico

El área forma parte de una extensa región hidrogeológica de aproximadamente 240.000 km² que abarca el noroeste de Buenos Aires, centro de Santa Fe y este de Córdoba y está conformada por tres unidades: sección periparaniana (superior), sección paraniana (media) y sección hipoparaniana (inferior). La sección periparaniana está constituida por dos subsecciones:

- a. El acuífero Pampeano, limitado inferiormente por sedimentos acuitardos, está formado por sedimentos limos arenosos y arcillosos, castaños y pardos de origen eólico y con intercalaciones de tosca. Su espesor y profundidad varían en el tiempo y según la ubicación geográfica, encontrándose en la zona entre 15 y 30 mbnm. Debido a su estrecha conexión con la superficie es vulnerable a las actividades antrópicas y presenta altos índices de contaminación orgánica en gran parte de su extensión.
- b. El acuífero Puelche, limitado inferiormente por sedimentos acuicludos, está formado por arenas cuarzosas y friables amarillentas finas con lentes de arcillas verdes. Es un acuífero semiconfinado de alta productividad cuyo techo está formado por un estrato acuitardo de entre 3 y 15 m de espesor. Esto conlleva un intercambio entre éste y el Pampeano, cuestión que potencia la filtración de contaminantes. Su profundidad en la zona varía entre 40 y 70 mbnm y constituye la principal fuente de agua para consumo.

La sección Paraniana está constituida por la formación Paraná compuesta por areniscas y arcillas azulverdosas con carbonato de calcio y fragmentos de fósiles marinos. Su espesor varía entre los 70 y 190 mbnm. Es acuicludo en la sección superior y semiconfinado a confinado en la sección inferior. No es adecuado para el consumo humano por sus altos valores de concentración salina, aunque puede ser explotado para uso industrial.

La sección Hipoparaniana está constituida por la formación olivos, formado por areniscas y arcillas rojizas con carbonato de calcio y gran cantidad de yeso. Es un acuífero confinado a acuitardo en su parte superior y confinado en su parte inferior. Por ser de baja productividad y de alto tenor salino, no es utilizado para consumo. Su sección inferior se asienta en el basamento hidrogeológico (Herrero y Fresina 2003).

3.2 Método

En base a la revisión bibliográfica, se determinó realizar el análisis del impacto de la actividad industrial sobre los recursos hídricos en el área de estudio utilizando los siguientes indicadores: los factores de emisión de contaminantes por actividad industrial publicados por el Banco Mundial en Industrial Pollution Projections System (IPPS); los factores de consumo de agua por actividad industrial publicados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia; y la categorización de los establecimientos industriales del área según su Nivel de Complejidad Ambiental (NCA), establecido por la legislación de la provincia de Buenos Aires según la Ley Provincial N° 11.459 de Radicación Industrial y sus decretos complementarios. Se utilizaron estos indicadores por la imposibilidad de acceder a información pública de auditorías a los establecimientos industriales.

Dado que prácticamente toda la zona de estudio está comprendida en el Partido de Moreno, se verificó la existencia de información en el municipio que pudiera ser de utilidad para el análisis. Como resultado, el Instituto de Desarrollo Urbano Ambiental y Rural (IDUAR), institución que opera dentro del gobierno municipal, proporcionó una base de datos con las industrias radicadas en el partido. Esta información data del año 2001 y consta de un listado que incluye la ubicación de los establecimientos, una descripción de la actividad realizada y la categorización según NCA para las industrias que realizaron el trámite de radicación industrial.

Por otra parte, dado que la zona de estudio no cuenta con servicio de colectora cloacal, no existe información relevada por el Instituto Nacional del Agua (INA) ni de otras instituciones

mencionadas con la excepción de la recabada por la Secretaría de Política Ambiental (SPA) de la provincia de Buenos Aires, la cual se encuentra en proceso de digitalización e informatización. Por lo tanto, se trabajó con la información proporcionada por el IDUAR de Moreno, siendo ésta la más actualizada disponible.

3.2.1 Identificación de las industrias y usos del suelo en la cuenca

Para la determinación de los usos del suelo en la cuenca, se realizó un mapa mediante SIG utilizando cartografía base del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Nacional de General Sarmiento (LABSIG UNGS).

La identificación de las industrias ubicadas en la cuenca se realizó mediante SIG. En primer lugar se georreferenciaron las industrias del partido de Moreno incluidas en el listado proporcionado por el IDUAR, luego se identificaron aquellas que se ubican en la cuenca.

3.2.2 Clasificación de las industrias

Los factores IPPS se utilizaron para categorizar cada establecimiento de la cuenca de acuerdo a su cuota sobre el total de los efluentes residuales que serían emitidos a los cursos de agua por todas las industrias ubicadas en el área de estudio. De la misma forma se utilizaron los factores de consumo de agua por actividad industrial publicados por el IDEAM de Colombia. Tales factores no se utilizaron para cuantificar la carga contaminante o el consumo de agua debido a que datos como la cantidad de empleados, el valor agregado o el volumen de producción por establecimiento, no pudieron ser constatados en ninguna de las fuentes de información relevadas (en la mayoría de los casos la información se consigna con un nivel de agregación cuya unidad es la provincia). Si se pudo constatar que la SPA de la provincia cuenta, al menos, con la cantidad de empleados por industria ya que este dato es necesario para el cálculo del NCA, sin embargo, esta información no se encuentra disponible actualmente debido a que está siendo sistematizada.

Dado que los factores IPPS indican residuos generados por actividad manufacturera según CIIU rev. 2 (4 dígitos) expresados en kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Totales en Suspensión (STS), Tóxicos Metálicos (TM) y Tóxicos No Metálicos (TNM) cada 1000 empleados, se calculó su equivalente en kg por empleado de manera de tener un índice relativo que permita comparar las actividades entre sí según su impacto. En cambio, los factores publicados por el IDEAM de Colombia indican consumo de agua por actividad manufacturera según CIIU rev. 2 (4 dígitos) expresados en m³ por tonelada de producto, por lo que se los utilizó directamente.

Para determinar el grado de impacto de cada establecimiento en la cuenca, se utilizó el método que se detalla a continuación. En primer lugar, se clasificaron las industrias según CIIU rev. 2 (4 dígitos) teniendo en cuenta la descripción de la actividad consignada en el listado proporcionado por el IDUAR de Moreno. Luego, a cada establecimiento se le asignó el valor indicado por los factores IPPS modificados (Kg/empleado) y los factores publicados por el IDEAM teniendo en cuenta su actividad productiva. A continuación, se calculó la importancia relativa del establecimiento como generador de efluentes y consumidor de agua determinando su cuota en la carga total producida por todas las industrias identificadas en la cuenca⁵.

⁵ Algunas actividades no cuentan con todos los factores de emisión IPPS, por lo tanto, una actividad puede ser clasificada como generadora de DBO y no de STS, por ejemplo.

$$Cuota_i = \frac{C_i * 100}{\sum_{i=1}^n C_i}$$

Donde C_i indica el consumo de agua o la generación de efluentes para cada establecimiento industrial i y n el total de estos.

Luego, se categorizaron los establecimientos con valores de 1 a X según el valor de su cuota como generador de efluentes y consumidor de agua utilizando análisis de frecuencia para identificar rangos que permitan agruparlos de acuerdo a su potencial impacto.

3.2.3 Clasificación de las subcuencas y georreferenciación de los resultados

Las subcuencas se categorizaron de acuerdo a la potencial carga que reciben si se considera que las industrias ubicadas en ellas eliminan sus efluentes a los cuerpos de agua superficial o al acuífero⁶ y consumen agua de los mismos. Esto se realizó según la ecuación siguiente:

$$ValorParámetro_{(subcuenca)} = \sum_{i=1}^s (Cuota_i)$$

Donde i indica cada establecimiento industrial en la subcuenca y s el total de ellos.

Los parámetros calculados fueron DBO, STS, TM, TNM, consumo de agua y categorización según SPA. Con los valores resultantes se realizaron análisis de frecuencia para cada parámetro con el fin de identificar rangos que permitan agrupar las distintas subcuencas de acuerdo a su grado de compromiso.

Luego, se georreferenciaron los resultados (utilizando SIG) generando mapas que permiten visualizar con un gradiente de colores el grado de compromiso de cada subcuenca y con un símbolo de tamaño variable los establecimientos industriales según la categoría que resultó de la clasificación presentada en el apartado 3.2.2 para los distintos parámetros considerados.

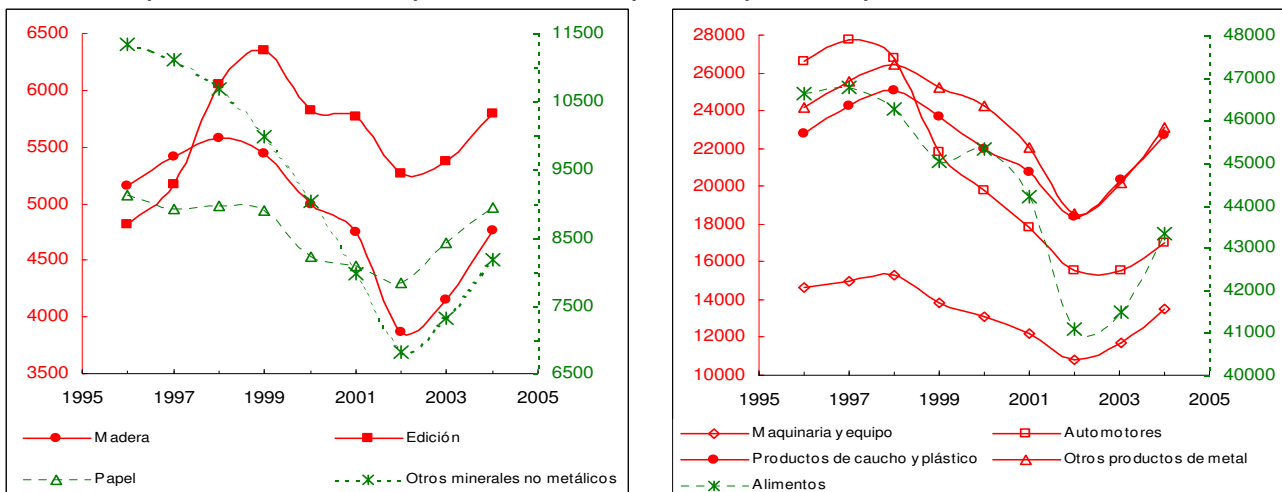
3.2.4 Escenario de tendencia

Posteriormente, se construyó un escenario de tendencia con una escala temporal prospectiva de 3 años, tomando como referencia información del Ministerio de Trabajo de la República Argentina que indica la evolución de la cantidad de empleados por actividad industrial en el conurbano bonaerense en el período 2002 a 2004⁷. Se tomó este período porque el análisis de dicha información para el período 1996 a 2004 refleja un punto de inflexión en el 2001-2002 en el que el empleo alcanza valores mínimos y comienza una paulatina recuperación (ver Figura 5). Esto coincide con una grave crisis institucional, política y económica acaecida en el país en el mismo período.

⁶ Debe tenerse en cuenta que, dadas las características del sistema hidrológico de la cuenca Las Catonas y del Río de la Reconquista en general, existe una retroalimentación entre las aguas superficiales y subterráneas (Auge 2004)

⁷ Una alternativa a esta información es la producida por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC), publicada en su sitio web, que desarrolla un estadístico denominado Estimador Mensual Industrial (EMI). La desventaja principal de éste con respecto a la información del Ministerio de Trabajo es que sus resultados se expresan para todo el territorio nacional y no se realiza una desagregación por provincias u otras unidades jurisdiccionales. Otra alternativa será la información que resulte del Censo Nacional Económico desarrollado en el año 2004, la cual no ha sido aún publicado por el INDEC.

Figura 5. Evolución anual de la cantidad de empleados en el conurbano bonaerense según rubro industrial. La escala de la derecha corresponde a la cantidad de empleados de las líneas punteadas y la de la izquierda a las líneas continuas.



Fuente: Elaboración propia en base a información del Ministerio de Trabajo de la República Argentina

Los datos producidos por el Ministerio de Trabajo se presentan en formato CIU rev. 3 y con un nivel de agregación de 2 dígitos, por lo que se estableció un criterio de homologación entre estos, los factores IPPS y la clasificación de la actividad de la industria según CIU rev. 2. Los valores utilizados para construir el escenario de tendencia se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. información para el cálculo del escenario de tendencia

Actividades industriales en la cuenca según CIU rev. 2 (4 dígitos)	Equivalencia CIU rev. 3 (2 dígitos)		Cantidad de empleados por rama de actividad		
	Código	Descripción	2002	2003	2004
3111	15	Alimentos	41087	41496	43317
3113					
3115					
3117					
3121					
3122	20	Madera	3865	4151	4766
3311					
3320	21	Papel	7827	8424	8937
3412					
3420	22	Edición	5261	5375	5792
3513	24	Productos químicos	21972	23303	25194
3522					
3523					
3529					
3559	25	Productos de caucho y plástico	18352	20382	22683
3560					
3699	26	Otros minerales no metálicos	6818	7310	8176
3812	28	Otros productos de metal	18522	20207	23073
3813					
3819					
3829					
3831	29	Maquinaria y equipo	10779	11737	13530
3843	34	Automotores	15571	15513	17033

Fuente: elaboración propia en base a información del Ministerio de Trabajo de la República Argentina

Con los valores de cantidad de empleados por rama de actividad expresados en la Tabla 1, se realizaron análisis de regresión lineal para el período 2002-2004 de cada sector y se utilizó como indicador de tendencia la pendiente del modelo ponderada por el número medio de empleados (2002-2004) de la actividad correspondiente. Asimismo, se comprobó la bondad del ajuste lineal con el coeficiente de correlación de Pearson. A partir de esto, se utilizó el factor de tendencia para simular la variación de la escala de las industrias ya radicadas en la cuenca respetando su ubicación original y sin introducir nuevos

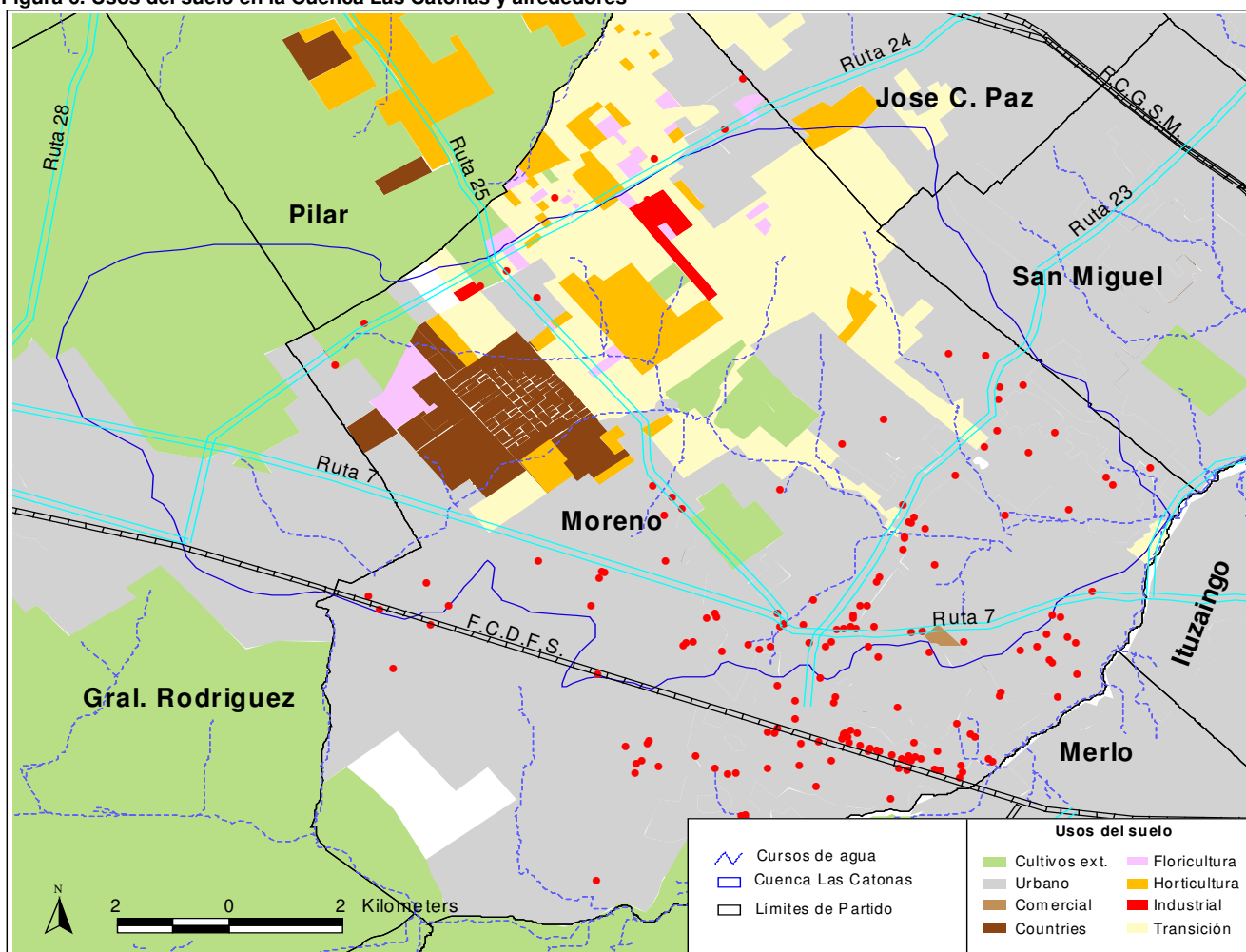
establecimientos. Luego, se repitió la clasificación de las subcuencas y la georreferenciación de los resultados (punto 3.2.3) utilizando los valores obtenidos para el escenario tendencial, con el fin de realizar una comparación cualitativa de la situación de la cuenca en el año 2001 con respecto a la situación proyectada a partir del escenario de tendencia para el año 2004.

3.3 Resultados y discusión

3.3.1 Identificación de las industrias y usos del suelo en la cuenca

La Figura 6 muestra la localización de las industrias consignadas en el listado proporcionada por el IDUAR de Moreno y los principales usos del suelo de la cuenca y sus alrededores. Para los partidos de José C. Paz, San Miguel, Pilar y Gral. Rodríguez no se logró obtener información más actualizada que la publicada por la Secretaría de política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires en el año 1998. En la misma no se indica la presencia de establecimientos en la zona comprendida por la intersección del área de estudio y los partidos José C. Paz y San Miguel y, a su vez, dicha área es reducida con respecto a la extensión total de la cuenca (4% del área total) y no contiene zonas de uso industrial, por lo que es poco probable que se localicen industrias en el período considerado. Lo mismo se aplica al área de estudio correspondiente al partido de Pilar (1,6% del área total), agregando que en este caso el suelo está destinado a la producción de cultivos extensivos. Para el área de estudio correspondiente al Partido de General Rodríguez (18,5% del área total) la situación es similar a la del partido de Pilar.

Figura 6. Usos del suelo en la Cuenca Las Catonas y alrededores

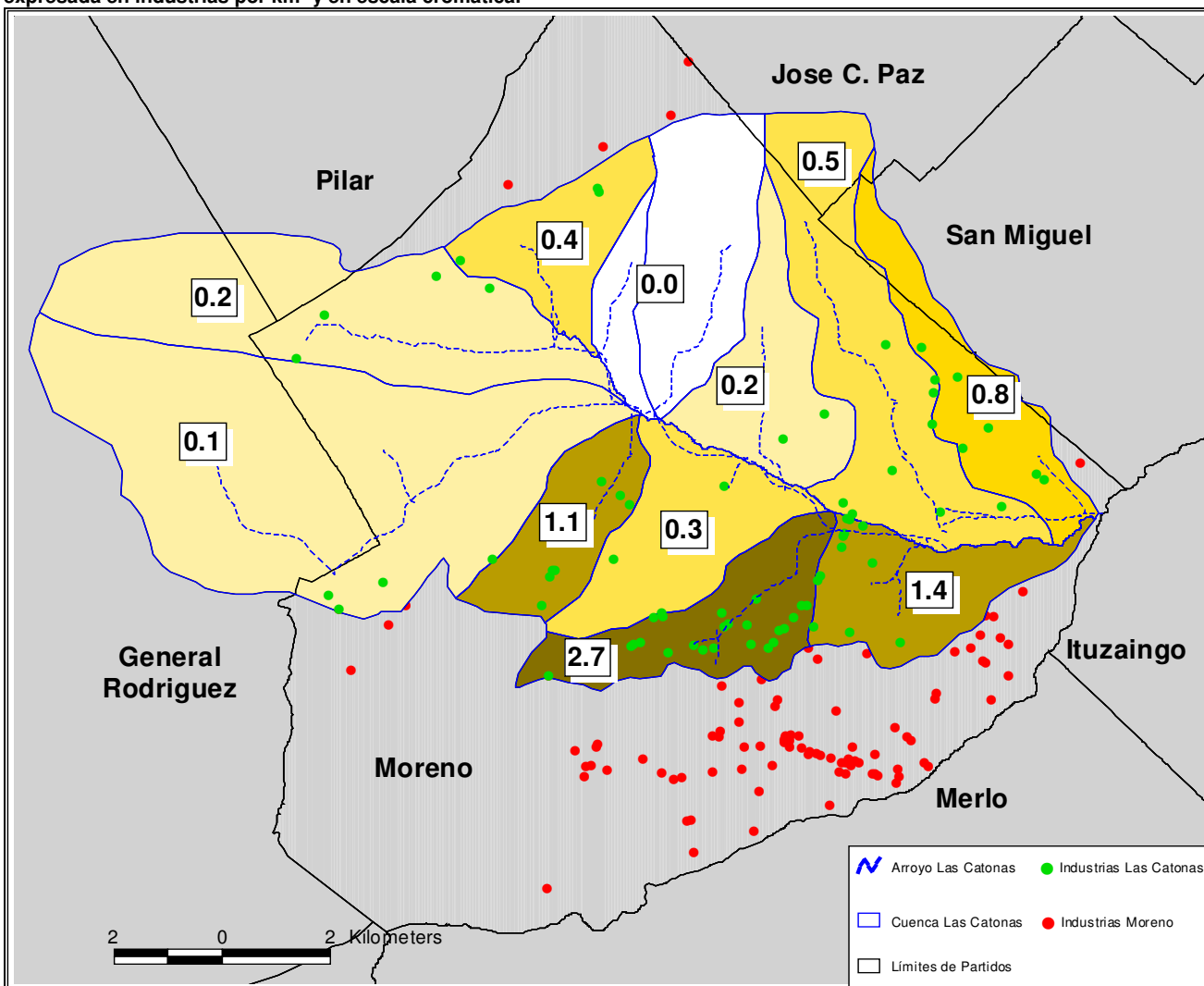


Fuente: elaboración propia a partir del listado de industrias del IDUAR de Moreno y cartografía base de LABSIG UNGS y Herrero et al 2003.

En la cuenca predomina el uso urbano con presencia de countries o barrios cerrados, luego se observa una zona de transición en la que confluyen usos urbanos y rurales diversos, mientras que las zonas rurales exclusivas son destinadas principalmente a la horticultura y los cultivos extensivos. El uso industrial es discontinuo y los establecimientos se ubican principalmente en las zonas urbanas y en las proximidades de las vías de comunicación (rutas y ferrocarril).

En la Figura 7 se identifican las industrias del partido de la cuenca del arroyo Las Catonas.⁸ Asimismo, se indica la densidad industrial de cada subcuenca (industrias/km²) con un gradiente de colores representativo (a mayor intensidad de color mayor densidad industrial).

Figura 7. Industrias en la cuenca del arroyo Las Catonas y el Partido de Moreno. Densidad industrial por subcuenca expresada en industrias por km² y en escala cromática.



Fuente: elaboración propia a partir del listado de industrias del IDUAR de Moreno y cartografía base de LABSIG UNÑGS y Herrero 2005.

En el partido de Moreno se identificaron 172 establecimientos industriales, 73 de ellos se ubican dentro del área de estudio y el resto en otras subcuencas del sistema fluvial del Río

⁸ Cinco de las industrias consignadas en el listado del IDUAR del Partido de Moreno no tenían categorización según NCA y estaban caratuladas como “evaluación de prefactibilidad”. Se constató en la SPA que las mismas no concretaron el trámite de categorización y no pudo ser confirmada su existencia actual o anterior, por lo que se eliminaron para el resto del estudio.

de la Reconquista. Las subcuencas con mayor densidad industrial (2,7 y 1,4 Industrias/km²) son las ubicadas al sudeste de la cuenca. Esto coincide con la ubicación de las áreas urbanas y la confluencia de las Rutas Nacionales 7, 23 y 25 (ver Figura 6). Las subcuencas con menor densidad industrial son las ubicadas al noroeste, área en la que predomina la producción agropecuaria y zonas de transición entre áreas rurales y urbanas.

En la Tabla 2 se presenta la cantidad de establecimientos en la cuenca agrupados de acuerdo a su actividad según CIIU rev. 2 (4 dígitos), y homologados y agrupados según CIIU rev. 3 (2 dígitos). La abreviatura N.E.P en la descripción de la actividad significa: No Especificado en otra Parte.

Se puede observar que las actividades predominantes corresponden a los rubros: alimentos, productos de caucho y plástico, productos químicos y productos metálicos, con una cantidad de establecimientos de 25, 12, 11 y 10 respectivamente; los que constituyen el 79,5 % del total.

Tabla 2. Cantidad de establecimientos industriales en la cuenca Las Catonas según actividad.

Actividad CIIU rev. 2 (4 dígitos)	Descripción	Cant.	Equivalencia CIIU rev. 3 (2 dígitos)		Cant.
			Código	Descripción	
3111	Matanza de ganado, preparación y conservación de carnes	2	15	Alimentos	21
3113	Envasado y conservación de frutas, legumbres y vegetales en general	1			
3115	Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca	1			
3117	Fabricación de productos de panadería	1			
3121	Elaboración de productos alimenticios diversos	15			
3122	Elaboración de alimentos preparados para animales	1			
3559	Fabricación de productos de caucho N.E.P	2	25	Productos de caucho y plástico	12
3560	Fabricación de productos plásticos	10			
3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales	1	24	Productos químicos	11
3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	1			
3523	Fabricación de jabones y preparados de limpieza, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador e higiene	1			
3529	Fabricación de productos químicos N.E.P	8			
3812	Fabricación de muebles y accesorios, principalmente metálicos, excepto laminados	2	28	Otros productos de metal	10
3813	Fabricación de elementos estructurales metálicos	1			
3819	Fabricación de productos metálicos N.E.P, excepto maquinaria y equipo	6			
3829	Construcción de maquinas, aparatos y equipos N.E.P, excepto la maquinaria eléctrica	1			
3311	Aserraderos, talleres de acepilladuría y otros talleres para trabajar madera	4	20	Madera	7
3320	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos y de plástico moldeado	3			
3699	Fabricación de productos minerales N.E.P	6	26	Otros minerales no metálicos	6
3412	Fabricación de envases y cajas de papel y de cartón	1	21	Papel	1
3420	Imprentas, editoriales e industrias conexas	1	22	Edición	1
3831	Construcción de maquinaria y aparatos eléctricos industriales	1	29	Maquinaria y equipo	1
3843	Fabricación de vehículos automotores	1	34	Automotores	1
3909	Otras industrias manufactureras diversas	1			1

Fuente: Elaboración propia a partir del listado de industrias del IDUAR de Moreno.

3.3.2 Clasificación de las industrias

En el Anexo III se presenta el resultado de la clasificación de los 73 establecimientos de la cuenca según los parámetros IPPS, IDEAM y la categorización por NCA. Las actividades

relacionadas con la producción de bebidas gaseosas, soda y envasado de agua para consumo (código 3134 según CIIU rev. 2) se consideraron como Elaboración de productos alimenticios diversos (código 3121 según CIIU rev. 2) ya que no se indican factores IPPS o IDEAM para las mismas.

En la Tabla 3 se presentan las 5 actividades industriales que producirían el mayor impacto en la cuenca según la clasificación especificada en el Anexo III. Para cada parámetro IPPS e IDEAM se indican las actividades según código CIIU rev. 2 y su descripción y una columna indicando el impacto (IMP) en porcentaje ponderado por el impacto total de todos los establecimientos de la cuenca para el mismo parámetro. Asimismo, se indican los porcentajes totales de cada actividad para cada parámetro.

Es de destacar que para todos los parámetros considerados hay una actividad que prevalece sobre el resto con un porcentaje mayor o igual al 45% y la suma de las 5 actividades consignadas concentran más del 80% del impacto total.

Tabla 3. Actividades (CIIU rev. 2 - 4 dígitos) que tienen un mayor impacto según factores IPPS y consumo de agua (IDEAM).

IPPS									IDEAM					
DBO			STS			TNM			TM			Consumo Agua		
CIIU	Descripción	IMP [%]	CIIU	Descripción	IMP [%]	CIIU	Descripción	IMP [%]	CIIU	Descripción	IMP [%]	CIIU	Descripción	IMP [%]
3311	Aserraderos, talleres de acepilladuría y otros talleres para trabajar madera	4,8	3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales	3,4	3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	4,1	3560	Fabricación de productos plásticos	8,0	3121	Elaboración de productos alimenticios diversos	6,0
3113	Envasado y conservación de frutas, legumbres y vegetales en general	5,8	3311	Aserraderos, talleres de acepilladuría y otros talleres para trabajar madera	4,0	3115	Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca	9,0	3121	Elaboración de productos alimenticios diversos	10,5	3420	Imprentas, editoriales e industrias conexas	6,4
3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales	6,0	3819	Fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo	9,6	3819	Fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo	9,0	3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales	11,2	3559	Fabricación de productos de caucho N.E.P	9,0
3115	Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca	10,2	3559	Fabricación de productos de caucho N.E.P	10,0	3529	Fabricación de productos químicos N.E.P	31,2	3819	Fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo	19,2	3529	Fabricación de productos químicos N.E.P	22,4
3560	Fabricación de productos plásticos	58,0	3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	66,3	3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales	34,7	3529	Fabricación de productos químicos N.E.P	45,6	3560	Fabricación de productos plásticos	45,0
Total		84,8	Total		93,3	Total		88,0	Total		94,5	Total		88,8

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 3 se observa que la Demanda Bioquímica de Oxígeno es producida preponderantemente (58,0%) por los establecimientos vinculados a la "fabricación de productos plásticos" y en menor medida (10,2%) por los establecimientos dedicados a la "fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca".

En tanto al impacto en términos de producción de Sólidos Totales en Suspensión, la actividad preponderante (66,3%) es la “fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos”. Luego se ubican la “fabricación de productos de caucho N.E.P” (10,0%) y la “fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo” (9,6%).

En el caso de la producción de Tóxicos No Metálicos son dos las actividades con mayor impacto: la “fabricación de productos químicos N.E.P” (31,2%); y la “fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales” (34,7%). Luego se ubican los establecimientos relacionados con la “fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca” y la “fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo”, cada uno con un 9% del porcentaje total.

Por otro lado, el impacto provocado por la producción de Tóxicos Metálicos se concentra principalmente en la “fabricación de productos químicos N.E.P” (45,6%) y en menor medida en la “fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo” (19,2%), la “fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales” (11,2%) y la “elaboración de productos alimenticios diversos” (10,5%).

Asimismo, la “fabricación de productos plásticos” es responsable del 45% del consumo de agua, mientras que la “fabricación de productos químicos N.E.P” y la “Fabricación de productos de caucho N.E.P” son responsables del 22,4% y el 9,0% respectivamente.

En la Tabla 4 se presentan los 4 principales rubros industriales clasificados según CIU rev. 3 (2 dígitos) y según su potencial impacto (IMP) sobre el recurso hídrico, éste último indicado como porcentaje del impacto total de todos los establecimientos de la cuenca para cada parámetro IPPS e IDEAM.

Los rubros que producirían un mayor impacto sobre el recurso hídrico son los que agrupan establecimientos vinculados con: la “fabricación de productos químicos” y la “fabricación de productos de caucho y plástico”. En un segundo nivel se ubican la “fabricación de alimentos” y la “fabricación de productos de metal diversos (N.E.P)”.

Tabla 4. Actividades (CIU rev. 3 - 2 dígitos) que tienen un mayor impacto según factores IPPS y consumo de agua (IDEAM).

IPPS									IDEAM					
DBO			STS			TNM			TM			Consumo Agua		
CIU	Descripción	IMP [%]	CIU	Descripción	IMP [%]	CIU	Descripción	IMP [%]	CIU	Descripción	IMP [%]	CIU	Descripción	IMP [%]
20	Madera	4,8	15	Alimentos	4,0	25	Productos de caucho y plástico	1,6	25	Productos de caucho y plástico	8,7	22	Edición	6,4
24	Productos químicos	6,0	28	Otros productos de metal	9,6	28	Otros productos de metal	11,7	15	Alimentos	11,5	15	Alimentos	8,6
15	Alimentos	16,0	25	Productos de caucho y plástico	10,0	15	Alimentos	14,9	28	Otros productos de metal	20,6	24	Productos químicos	23,1
25	Productos de caucho y plástico	58,0	24	Productos químicos	69,7	24	Productos químicos	70,0	24	Productos químicos	57,5	25	Productos de caucho y plástico	54,0
Total		84,8	Total		93,3	Total		98,2	Total		98,3	Total		92,1

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los valores de la Tabla 4 en términos de vertido de DBO y Consumo de Agua, la “fabricación de productos de caucho y plástico” concentra más del 50 % del impacto total, mientras que para la generación de STS, TNM y TM el rubro predominante es la “fabricación de productos químicos” con porcentajes de 69,7, 70,0 y 57,5 respectivamente. A su vez, en estos rubros están comprendidos 23 de los establecimientos ubicados en la cuenca, 12

corresponden a la “fabricación de productos de caucho y plásticos” y 11 a la “fabricación de productos químicos” (ver Tabla 2) lo que representa el 16,5% y el 15,0% del total respectivamente.

Si se considera lo anterior y que el rubro “Alimentos” que concentra 21 establecimientos (28,8% del total) aparece para todos los parámetros con valores de impacto inferiores al 16%, se deduce que la cuota de cada actividad como generadora de efluentes o consumidora de agua prevalece frente a la cantidad de establecimientos en la ponderación del impacto total en la cuenca.

En la Tabla 5 se presenta la categorización de los establecimientos con valores de 1 a X según el valor de sus cuotas como generadores de efluentes (factores IPPS) y consumidores de agua (factores IDEAM). Asimismo, se indica el total de establecimientos en cada categoría (tener en cuenta que un establecimiento no fue categorizado según IPPS porque no existen factores para su actividad y otros siete no fueron categorizados según consumo de agua porque no existen factores IDEAM para sus actividades).

Tabla 5. Categorización de establecimientos según parámetros IPPS e IDEAM.

Parámetro	Categorías	Cantidad de establecimientos	
I P P S	D B O	1	52
		2	6
		4	1
		6	12
		11	1
	S T S	1	60
		2	8
		4	1
		5	2
	T N M	67	1
		1	54
		2	6
		3	1
		4	8
		5	1
	T M	9	1
		35	1
1		55	
2		1	
4		6	
I D E A M	C o n s u m o d e A g u a	6	8
		5	12
		6	1
		7	1
		12	1

Fuente: elaboración propia.

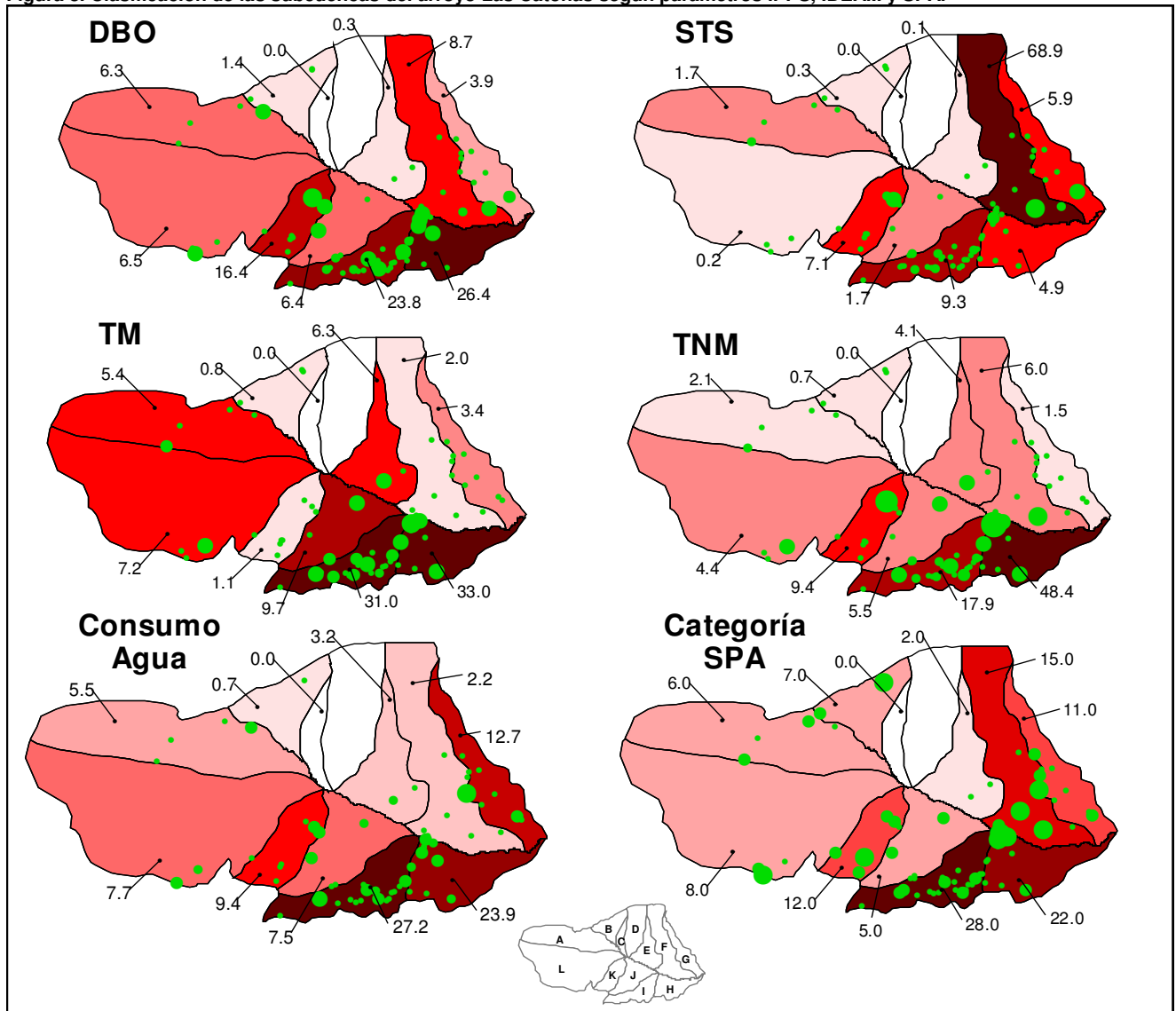
En la tabla se puede observar que prevalecen las actividades con categorías de impacto más bajas. Para el caso de DBO hay 52 establecimientos (71,2% del total) con categoría 1, mientras que para STS, TNM, TM y Consumo de Agua hay 60 (82,2%), 54 (73,9%), 55 (75,3%) y 44 (60,3%) establecimientos respectivamente.

No obstante lo anterior, existen establecimientos con una categoría que denota un impacto muchas veces mayor que los de categoría 1. Así es el caso de los establecimientos con categoría 11 según DBO, 67 según STS, 35 según TNM, 12 según TM y 7 según Consumo de Agua. Esto indica, por ejemplo, que el caso del establecimiento de categoría 67 para STS ocasionaría un mayor impacto que los 60 establecimientos con categoría 1 para el mismo parámetro.

3.3.2 Clasificación de las subcuencas y georeferenciación

En la Figura 8 se presenta la clasificación de las subcuencas de acuerdo a la potencial carga que reciben si se considera que las industrias ubicadas en ellas eliminan sus efluentes a los cuerpos de agua superficial o al acuífero y consumen agua de los mismos (ver apartado 3.2.3). Se expresa el resultado obtenido de la aplicación de la ecuación especificada en 3.2.2 para cada subcuenca numéricamente y con escala cromática (a mayor intensidad de color mayor grado de compromiso). Asimismo, se representan las industrias con símbolos de tamaño gradual según su categoría determinada mediante la ponderación de su cuota como generadora de efluentes o consumidora de agua (ver Tabla 5).

Figura 8. Clasificación de las subcuencas del arroyo Las Catonas según parámetros IPPS, IDEAM y SPA.



Fuente: elaboración propia a partir de factores IPPS e IDEAM, Categoría SPA, listado de industrias del IDUAR de Moreno y cartografía base de Herrero 2005

De la Figura 8 se deduce que en todos los casos las cuencas menos comprometidas son C y D, ya que no hay establecimientos industriales en ellas. A su vez, se observa que las subcuencas H e I son las más comprometidas para los parámetros DBO, TM, TNM, consumo de agua y categoría SPA. Esto coincide con lo indicado en la Figura 7 para densidad industrial, donde H e I presentan valores de 1,4 y 2,7 industrias/km² respectivamente. No obstante esto, su nivel de compromiso varía entre parámetros: para el caso de TM, TNM y DBO la más comprometida es H, mientras que para el caso de STS, Consumo de Agua y categoría SPA es I. La subcuenca F resultó la más comprometida para STS a pesar de tener una densidad industrial relativamente baja (0,5 industrias/km²) y tener niveles de compromiso menores para el resto de los parámetros.

El diagnóstico resultante de la categorización SPA, aparece claramente como un integrador de los resultados de todos los parámetros considerados e incluso es representativo de la densidad industrial. No obstante esto, si se consideran los resultados para TNM, TM y DBO vs. Categoría SPA, se invierte el grado de compromiso para las cuencas H e I. Esto puede entenderse por la presencia de industrias más contaminantes en H que en I según los parámetros IPPS mencionados.

En la Tabla 6 se presenta, a la izquierda de cada celda, la cantidad de establecimientos en cada subcuenca según las categorías indicadas en la Tabla 5 y, a la derecha de cada celda, el impacto que estos producen en su conjunto según parámetros IPPS, consumo de agua de IDEAM y categoría SPA. Las subcuencas se identifican con letras (ver Figura 8).

Tabla 6. Cantidad de establecimientos industriales por subcuenca y por categoría según parámetros IPPS, IDEAM y SPA

Párametro	Categoría de industria	Subcuencas												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
I P P S	DBO	1	3 0,5	3 1,4			2 0,3	5 0,2	6 0,3	7 1,8	16 2,7	2 0,6	5 0,3	3 0,7
		2						2 2,7		1 1,18	3 3,58			
		4							1 3,55					
		6	1 5,8					1 5,8		4 23,5	3 17,5	1 5,8	1 5,8	1 5,8
		11											1 10,2	
	STS	1	3 0,0	3 0,3			2 0,1	6 1,0	6 0,9	11 1,5	18 2,7	2 0,1	5 0,1	4 0,2
		2	1 1,6					1 1,6			4 6,5	1 1,6	1 2,0	
		4								1 3,37				
		5							1 4,98				1 4,98	
		67						1 66,3						
	TNM	1	3 0,6	3 0,7			1 0,2	7 1,9	7 1,5	8 2,0	15 2,0	1 0,2	6 0,3	3 0,5
		2	1 1,5								4 5,9	1 1,5		
3										1 2,3				
4						1 3,9			3 11,7	2 7,8	1 3,9		1 3,9	
5							1 4,1							
TM	9											1 9,0		
	35								1 34,7					
	1	3 2,1	3 0,8			1 0,7	8 2,0	7 3,4	8 4,7	14 5,7	1 0,8	7 1,1	3 1,5	
	2									1 1,2				
	4	1 3,2								4 12,8	1 3,2			
I D E A M	CONSUMO DE AGUA	6				1 5,7			3 17,0	2 11,4	1 5,7		1 5,7	
		12							1 11,2					
		1	3 1,1	1 0,7			1 0,4	8 2,2	5 1,8	6 2,2	14 2,9	1 0,2	4 0,4	1 0,4
		3					1 2,8			3 8,3	2 5,5	1 2,8		1 2,8
		5	1 4,5						1 4,5	3 13,4	3 13,4	1 4,5	2 9,0	1 4,5
SPA	SPA	6							1 5,3					
		7						1 6,4						
		1	2 2,0				2 2,0	3 3,0	4 4,0	6 6,0	18 18,0	1 1,0	3 3,0	1 1,0
3	3	2	2 4,0	2 4,0				3 6,0	2 4,0	2 4,0	5 10,0	2 4,0	3 6,0	2 4,0
		1	1 3,0					2 6,0	1 3,0	4 12,0			1 3,0	1 3,0

Fuente: elaboración propia a partir de factores IPPS e IDEAM, Categoría SPA y del listado de industrias del IDUAR de Moreno

La información de la tabla permite explicar la diferencia entre las categorías de las subcuencas H e I para distintos parámetros. En el caso de DBO, TM y TNM la predominancia de la cuenca H se debe a que, si bien tiene densidad industrial sustancialmente menor que I (50% aproximadamente), sus industrias tienen un impacto muchas veces mayor. Esto se evidencia claramente para TNM ya que en la subcuenca H hay una industria de categoría 35 que tiene un impacto mayor (34,7) que la suma de todas las industrias de la cuenca I, en donde 15 industrias suman un impacto de 2,0.

Asimismo, explica la diferencia en la categorización de la subcuenca F para los distintos parámetros. Para el caso de STS aparece claramente como la más comprometida debido a la presencia de una industria con categoría 67 que tiene un impacto muchas veces superior al resto de los establecimientos ubicados en otras subcuencas. Durante el desarrollo del trabajo se constató que en la actualidad el establecimiento no se encuentra en operación, aunque sí lo hizo durante años, razón por la que puede constituir un pasivo ambiental a estudiar.

3.2.3 Escenario de tendencia

En la Tabla 7 se presenta el resultado del cálculo del factor de tendencia para las actividades industriales de la cuenca, clasificadas según código CIU rev. 2 (4 dígitos) y

homologadas a CIU rev. 3 (2 dígitos). Asimismo, se indica el valor de la pendiente obtenido con el modelo lineal y el coeficiente de correlación de Pearson.

Tabla 7. Resultado del cálculo del factor de tendencia

Actividad CIU rev. 2 (4 dígitos)	Descripción CIU rev. 3 (2 dígitos)	Pendiente	Coficiente de Pearson	Factor de Tendencia
3831	Maquinaria y equipo	1376	0,97	0,115
3812	Otros productos de metal	2276	0,99	0,110
3813				
3819				
3829				
3559	Productos de caucho y plástico	2165	1,00	0,106
3560				
3311	Madera	451	0,98	0,106
3320				
3699	Otros minerales no metálicos	679	0,99	0,091
3513	Productos químicos	1611	0,99	0,069
3522				
3523				
3529				
3412	Papel	555	1,00	0,066
3420	Edición	266	0,95	0,048
3843	Automotores	731	0,85	0,046
3111	Alimentos	1115	0,94	0,027
3113				
3115				
3117				
3121				
3122				

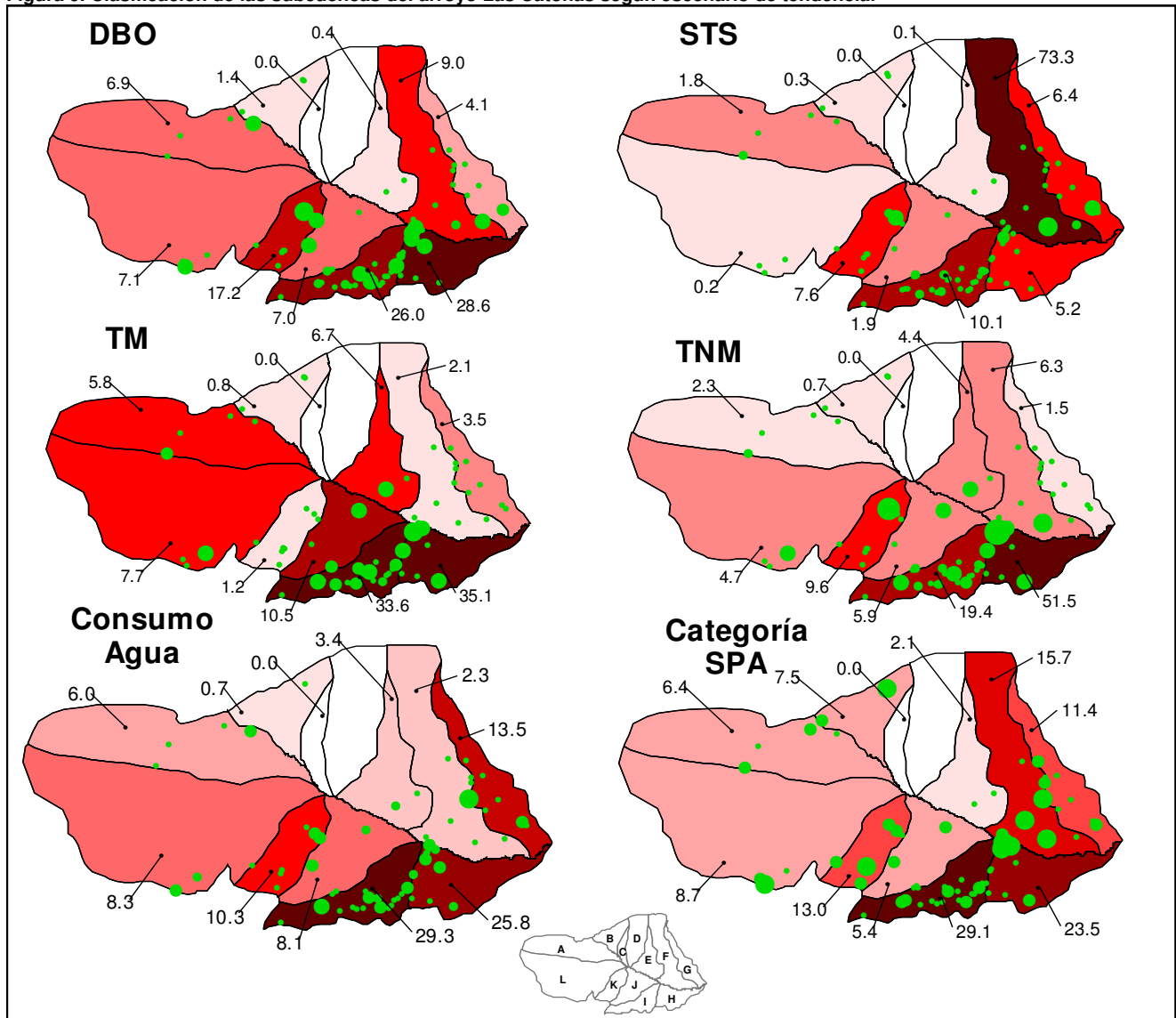
Fuente: elaboración propia en base a información del Ministerio de Trabajo de la República Argentina

La construcción del escenario permitió observar un incremento en la cantidad de empleados de todos los rubros industriales ubicados en el área de estudio destacándose los siguientes según su factor de tendencia: “Maquinaria y equipo” (0,115); “Otros productos de metal” (0,110); “Productos de caucho y plástico” (0,106); “Madera” (0,106); y “Otros minerales no metálicos” (0,091). Con valores intermedios de incremento se encuentran los rubros que agrupan a las actividades vinculadas a la fabricación de productos químicos (0,069) y a la fabricación de papel (0,066). A su vez, las actividades relacionadas con la producción de alimentos registraron el menor incremento (0,027).

De acuerdo a la Tabla 4, los rubros “Otros productos de metal”, “Productos de caucho y plástico” y “Productos químicos”, constituyen 3 de los 5 rubros que mayor impacto tienen sobre el recurso. Por lo tanto, su crecimiento debe considerarse especialmente en las medidas de control de la contaminación en la cuenca. Asimismo, el crecimiento del rubro “Alimentos”, aunque leve, constituye un alerta por su alto impacto en DBO y TNM. Por el contrario, el crecimiento del rubro “Madera” no debería provocar un alerta en términos ambientales si se considera que en la zona se asientan básicamente aserraderos y carpinterías, las cuales no tienen un alto impacto por generación de efluentes o consumo de agua.

En el Anexo IV se presenta la clasificación de los 73 establecimientos de la cuenca según los parámetros IPPS e IDEAM y la categorización SPA resultantes del escenario de tendencia proyectado. En base a esta clasificación y a la metodología planteada para la categorización de las subcuencas, se realizó la proyección para el año 2004 de los valores presentados en la Figura 8. Los mismos se presentan en la Figura 9.

Figura 9. Clasificación de las subcuencas del arroyo Las Catonas según escenario de tendencia.



Fuente: elaboración propia a partir de factores IPPS e IDEAM, Categoría SPA, cartografía base Herrero 2005, información del Ministerio de Trabajo de la República Argentina y listado de industrias del IDUAR de Moreno.

Al comparar los resultados de las figuras 8 y 9, no se observan cambios radicales en las condiciones de las subcuencas ya que mantienen su categorización en términos relativos. Esto se puede atribuir principalmente a dos cuestiones. La primera es que los índices de tendencia para las distintas actividades industriales del área no presentaron diferencias significativas ya que el rubro “Alimentos”, que registró el menor incremento en cantidad de empleados, se diferencia en un 8,8% respecto del rubro “Maquinaria y equipo” que registró el mayor incremento. La segunda, es que en el lapso de tiempo proyectado, no hubo modificaciones significativas en la oferta de servicios e infraestructura básica en el área de estudio que alteraran la tendencia del proceso de localización industrial, por lo que no se modificó la ubicación original de las industrias en la elaboración del escenario de tendencia.

3.4 Conclusiones

Del análisis de los usos del suelo (figuras 6 y 7) se concluye que las industrias se ubican predominantemente en las áreas urbanas y en la confluencia de las vías de comunicación. Esto se puede atribuir principalmente a que la disponibilidad de servicios e infraestructura básica constituyen una atracción para la localización de los establecimientos, aunque también se debe tener en cuenta que los establecimientos han funcionado como factores de

atracción para la urbanización en sus inmediaciones, de manera que ambas cuestiones se retroalimentan. Asimismo, la situación indica que la gestión local no ha implementado una política de localización industrial que contemple el riesgo al que está expuesta la población por las posibles externalidades negativas de la actividad industrial. Esta situación, típica en el conurbano bonaerense, se potencia cuando se tiene en cuenta que en la zona no existen servicios de provisión de agua potable y evacuación de aguas residuales por red, sino que tanto las industrias como los hogares se abastecen de las aguas subterráneas que, a su vez, contaminan con sus propios desechos.

Del análisis de los usos del suelo también surge que la cuenca Las Catonas se extiende más allá de los límites jurisdiccionales. Considerando esto y teniendo en cuenta que, por el sentido natural de escurrimiento de las aguas, los efluentes de los establecimientos terminarán en los cursos correspondientes a las subcuencas en las que se ubican (en el área no existen sistemas de recolección de aguas residuales), se destaca la necesidad de métodos Interjurisdiccionales para la gestión de los recursos hídricos y la problemática industrial.

Por otra parte, basándose en los resultados de la clasificación de las industrias en la cuenca según los distintos parámetros de IPPS e IDEAM y comparando estos con la categoría establecida por la SPA, se concluye que un método de análisis que contemple de manera desagregada el impacto industrial según contaminantes, ofrece ventajas significativas en la identificación de los establecimientos que generan un mayor compromiso sobre el recurso. Esto tiene una importancia crucial si se tiene en cuenta que los métodos de remediación varían significativamente, tanto en tecnología como en costos, de acuerdo al tipo de contaminante.

Cabe destacar que el hecho de contar con parámetros para categorizar las industrias según su actividad (código CIIU), permite tener información *a priori* de las externalidades que deben considerarse y profundizarse en Auditorías Ambientales o Evaluaciones de Impacto Ambiental⁹. Además, es posible realizar estudios a nivel regional refiriéndose a rubros industriales (tablas 3 y 4), ya que una clasificación como el CIIU permite hacer estas operaciones con relativa facilidad. Es importante destacar que no existen parámetros como IPPS o como los publicados por el IDEAM que se hallan generado de estudios de las industrias de la región.

La georeferenciación de los resultados considerando la subcuenca como unidad de análisis, constituye información de base sustancial para el diseño de medidas de intervención precisas (como plantas de tratamiento específicas) en los diferentes cursos de agua para resguardar su calidad. Además resulta de utilidad para la planificación, dado que permite analizar el emplazamiento de nuevos establecimientos teniendo en cuenta la situación ambiental existente: si en una zona teóricamente libre de producción de tóxicos metálicos, se instala un nuevo establecimiento que produce y elimina a los cursos de agua este tipo de contaminantes, se estaría complejizando el escenario de intervención para remediación o mitigación en el futuro.

Por otra parte, el crecimiento de las actividades industriales que evidencia el escenario de tendencia indica que ha aumentado el potencial grado de compromiso de la cuenca debido a la mayor producción de efluentes residuales y al mayor consumo de agua. Esto debe tenerse presente en el diseño de las políticas orientadas a la gestión del recurso hídrico y la regulación de la actividad industrial.

⁹ En particular, los factores IPPS expresados en kg de carga por empleado pueden ser utilizados por la gestión local para elaborar un prediagnóstico más preciso si se releva la cantidad de empleados de cada establecimiento, información que no pudo adquirirse para este trabajo.

4. Comentarios finales y recomendaciones

Una de las conclusiones que se destaca de la realización de este trabajo es la falta de información pública respecto a la problemática industrial en la RMBA y en las jurisdicciones que forman parte de la cuenca del arroyo Las Catonas en particular. Esto se evidencia en que los estudios de campo son muy escasos y desactualizados y no existe información pública de control o seguimiento producida por instituciones del Estado, tal como: cantidad de industrias por actividad según código CIIU, empleados o valor agregado por actividad y por municipio e impactos resultantes del emplazamiento de nuevos establecimientos o del funcionamiento de los existentes, entre otros. Esta situación, que es común a muchas otras problemáticas de nuestro país, acarrea consecuencias incalculables tanto en términos ambientales como en términos económicos, sociales y políticos, principalmente por la imposibilidad de planificar y poner en práctica mecanismos de mitigación y/o remediación de las externalidades negativas producidas por las industrias y tomar medidas precautorias para evitar los efectos negativos sobre la población.

A pesar de ello, no se ha hallado evidencia de que existan en la actualidad políticas o medidas de acción tendientes a revertir el problema, sino que por el contrario, las instituciones involucradas, más allá de las buenas intenciones de algunos de los funcionarios que las integran, parecen hacer caso omiso a las recomendaciones de especialistas tanto del ámbito académico como de instituciones internacionales involucradas en la temática. Esto lleva a reflexionar sobre la necesidad de: ordenar, más allá de los límites jurisdiccionales y de las competencias de cada institución, los mecanismos de cooperación y divulgación intra e interinstitucionales; utilizar las alternativas disponibles para la divulgación de la información a la comunidad en general; y promover el desarrollo de investigaciones que brinden información precisa respecto del impacto ambiental que provocan las actividades industriales.

Dada la insuficiencia de información antes mencionada, en este trabajo fue necesario indagar en métodos indirectos para estimar el impacto industrial sobre el recurso hídrico en la cuenca Las Catonas. Esta actividad permitió detectar dos trabajos que aportan información que se considera sustancial y coherente para tales fines, ya que permite realizar un prediagnóstico de dos cuestiones fundamentales vinculadas a la problemática: la producción de efluentes contaminantes y el consumo de agua. Por un lado, los factores publicados por miembros del Development Research Group del Banco Mundial en su trabajo "Industrial Pollution Projection System" (Hettige *et al* 1996), permiten estimar la emisión de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales en Suspensión, Tóxicos No Metálicos y Tóxicos Metálicos (expresada en kilogramos cada 1000 empleados o por valor agregado) producida por las principales actividades manufactureras según CIIU rev. 2 (4 dígitos). Por otro, los factores citados por el IDEAM de Colombia en su trabajo "Metodología de cálculo del índice de escasez", indican consumo de agua por TN de producto y por actividad manufacturera según CIIU rev. 2 (4 dígitos).

Se relevaron diversos trabajos en los que los factores IPPS han sido utilizados a nivel regional, para categorizar la incidencia de los distintos rubros industriales en la contaminación de los recursos agua, aire y suelo. Sin embargo, en estos trabajos no se contempla el consumo de agua como factor sustancial del impacto industrial y tampoco se consideran los establecimientos industriales como unidad de análisis, por lo que su utilidad para la gestión local es relativa. Por esto, en este trabajo se complementaron tales factores con los publicados por el IDEAM de Colombia, para luego aplicarlos a cada establecimiento de la cuenca y obtener así un mayor nivel de detalle y una caracterización más completa de la problemática.

El método aquí elaborado y utilizado para el estudio de la cuenca del Arroyo Las Catonas, no sólo permitió jerarquizar los distintos establecimientos que en ella se ubican según su potencial impacto, sino también detectar las subcuencas teóricamente más afectadas. Si bien los resultados obtenidos no pueden asumirse como concluyentes dado que los factores fueron construidos con información que no se ajusta exactamente a los procesos productivos que se utilizan en las industrias locales, coinciden en términos generales con los resultados obtenidos al utilizar la categorización de la Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires y agregan la ventaja de desagregar la información por tipo de contaminante y por consumo de agua. En consecuencia, se considera que constituyen un primer paso fundamental para orientar los esfuerzos y los recursos en la realización, cuando fuese necesario, de auditorías o Evaluaciones de Impacto Ambiental específicas según las características del lugar y de las actividades que en él se desarrollan.

Asimismo, la utilización del sistema de Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) permitió trabajar a nivel de rubros industriales y construir un escenario de tendencia para actualizar la información no disponible en las instituciones locales, lo que posibilita extrapolar el método para prediagnosticar la situación en áreas más extensas y a futuro. Teniendo en cuenta esto y que la Secretaría de política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires cuenta con expedientes que indican producción de efluentes, consumo de agua, cantidad de empleados y otros datos relevantes, es posible corregir los factores adecuándolos a las condiciones de la industria local de manera de contar con un instrumento que fácilmente permitiría evaluar en términos generales: la implementación de nuevas políticas de localización industrial (parques industriales, áreas de promoción industrial y otras), la realización de obras de infraestructura para la prevención y mitigación de la contaminación (plantas de tratamientos de efluentes, sistemas de recolección de líquidos residuales y otras) y el emplazamiento de nuevos establecimientos industriales, entre otras acciones destinadas a regular la actividad industrial en la Región Metropolitana de Buenos Aires.

Agradecimientos

Agradezco especialmente a la Sra. María Di Pace por confiarme este trabajo y al Sr. Rubén Lombardo por su dirección y compromiso. También agradezco a todos los miembros del Área Ecología Urbana y de la Universidad Nacional de General Sarmiento que prestaron su colaboración desinteresada. Particularmente a Ana Carolina Herrero por facilitarme material cartográfico indispensable, a Irene Martín y Leonardo Fernández, a la Ing. Alicia Rodríguez por su asesoramiento, a José Borello por sus aportes y comentarios, a las Ing. Sonia Roiter y Romina Golup del Instituto de Industrias de la UNGS y a las docentes Mercedes Di Virgilio y Claudia Danani.

Hago extensiva mi gratitud a las personas e instituciones que brindaron información sustancial para el caso de estudio Las Catonas, particularmente al IDUAR de Moreno, a la Sra. Stella Bonaventura de la Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires, a las autoridades y personal del Departamento de Control de la Contaminación del Instituto Nacional del Agua y al Ing. Ricardo Roizen del mismo instituto, a GTZ Argentina y OPS-OMS Argentina por la bibliografía obsequiada al área Ecología Urbana de UNGS, al responsable de la División Estadísticas de la Unión Industrial de la Provincia de Buenos Aires por su asesoramiento y al Comité Ejecutor Matanza-Riachuelo.

También agradezco profundamente a Lorena Cortez por su acompañamiento en el desarrollo de mi carrera y de este trabajo en particular.

Bibliografía

- Aguayo F. (2001). "Dirt is in the Eye of the Beholder: The World Bank Air Pollution Intensities for Mexico". [en línea]. Global Development and Environment Institute. WORKING PAPER NO. 01-07. Disponible en web: <<http://www.worldbank.org/nipr>>
- Aidaba, Rafaelita; Cororaton, Caesar (2002). "Trade liberalization and pollution. Evidence from the Philippines" [en línea]. Institute for Development Studies, Philippines. Disponible en web: <<http://www.worldbank.org/nipr>>
- Alsina, María Griselda; Herrero Ana Carolina (2000). "Relevamiento de los establecimientos industriales categorizados (Ley 11.459). Relación geográfica entre industrias de tercera categoría y grado de contaminación de debido a metales pesados". En: *Problemas de investigación, ciencia y desarrollo. Segunda jornada anual de investigación de la Universidad Nacional de General Sarmiento*. Universidad Nacional de General Sarmiento (2001). Buenos Aires, Argentina.
- Auge, Miguel (2004). "Hidrogeología ambiental. Material del sexto curso de postgrado". Cátedra de Hidrogeología. Departamento de Ciencias Geológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Auge, Miguel; Hernández, M.; Hernández, L. (2002). "Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la Provincia de Buenos Aires, Argentina". Actas del congreso "Groundwater and Human Development", Mar del Plata, 21 a 25 de Octubre 2002, Argentina.
- Castañaga, Luis (2003). "Desastres Ambientales Parte III. Grandes Catástrofes Industriales". [en línea]. Disponible en web: <<http://www.eco2site.com/informes/cat-indus.asp>>
- CEPIS, OPS/OMS (1984). "Evaluación rápida de fuentes de contaminación de aire, agua y suelo". Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud OPS/OMS. Lima, Perú. Traducción de WHO OFFSET PUBLICATION Nº 62 (1984).
- CEPIS, OPS/OMS (1999). "Control de la Contaminación del Agua. Guía para la aplicación de principios relacionados con el manejo de la calidad del agua". Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud OPS/OMS. Lima, Perú.
- DHI (2000). "Estimations of industrial emissions (Nutrients and organic matter as BOD)". [en línea]. DHI-Institute for Water and Environment (Denmark). Disponible en web: <<http://www.worldbank.org/nipr>>
- Herrero, Ana Carolina; Miraglia, Marina; Reboratti, Laura (2003). "Detección de áreas vulnerables a inundación y de mayor riesgo para la población establecida en la cuenca del arroyo Las Catonas, Pcia. de Buenos Aires, Argentina". Actas del III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Arequipa, Perú

- Herrero, Ana Carolina; Fresina, Mirta (2003). “Análisis de la presencia de *Escherichia coli* en la sección epiparaniana. Cuenca del arroyo Las Catonas, Pcia. de Buenos Aires, Argentina”. Actas del Congreso Nacional de Hidrogeología. Rosario, Argentina.
- Herrero, Ana Carolina (2005). “Análisis del riesgo poblacional en relación al recurso hídrico en una cuenca periurbana. Cuenca Las Catonas, RMBA, Argentina”. Director: Miguel Auge. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Inédito.
- Hettige, Hemamala; Martin, Paul; Singh, Manjula; Wheeler, David. (1994). “The Industrial Pollution Projection System”. [en línea]. World Bank, Policy Research Working Paper #1431. Disponible en web: <<http://www.worldbank.org/nipr>>
- Hettige, Hemamala; Mani, Muthucumara; Wheeler, David (1997). “Industrial pollution in economic development: Kuznets Revisited”. [en línea]. World Bank, Development Research Group. Disponible en web: <<http://www.worldbank.org/nipr>>
- Laplante, Benoit; Maisner, Craig (2001). “Estimating Conventional Industrial Water Pollution in Thailand”. World Bank, Development Research Group. Disponible en web: <<http://www.worldbank.org/nipr>>
- Rivera Hebert; Ramírez Rodrigo; Vanegas Raquel (2004). “Metodología de cálculo del índice de escasez” [en línea]. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia. Bogota, D.C. Disponible en web: <<http://www.ideam.gov.co>>
- Santa Cruz, J.; Amato, S.; Silva A.; Guarino, M.; Villegas D.; Cernadas M. (1997). “Explotación del deterioro del Acuífero Puelches en el Área Metropolitana de la República Argentina. Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 31. Buenos Aires, Argentina
- Stephenson, Angela; Labunska, Iryna; Stringer, Ruth; Santillo, David (1998). “Identificación y trascendencia ambiental de los contaminantes orgánicos y de los metales pesados hallados en las muestras de agua y sedimentos tomadas en la Cuenca Matanza-Riachuelo, Argentina 1997”. Laboratorio de Investigación de Greenpeace, Universidad de Exeter, Reino Unido.
- UNIREC (1999). “Subproyecto Complementario, Auditoría ambiental, Informe final, Versión Preliminar”. *Proyecto de saneamiento ambiental y control de las inundaciones en la cuenca del Río de la Reconquista*. Unidad de Coordinación del Proyecto Río de la Reconquista (UNIREC). Préstamo BID N° 797/OC-AR. Informe inédito.

Anexos

Anexo I - Factores IPPS. Sólo emisiones a los recursos hídricos.

CIU rev. 2	Descripción de la actividad	DBO (kg/1000)	STS (kg/1000)	TNM (kg/1000)	TM (kg/1000)
3111	Matanza de ganado, preparación y conservación de carnes	3257,79	4040,06	735,27	38,27
3112	Fabricación de productos lácteos	1159568,52	167020,47	3259,97	0,00
3113	Envasado y conservación de frutas, legumbres y vegetales en general	24656,19	38895,27	1489,60	10,99
3114	Elaboración de pescados, crustáceos y de otros animales marinos y de agua dulce, envasado y conservación	38527,55	65681,72	0,00	
3115	Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca	43533,66	49185,88	12977,73	3,03
3116	Productos de molienda	1,45	18,46	0,00	0,00
3117	Fabricación de productos de panadería	6,26	7,03	0,00	
3118	Ingenios y refineras de azúcar	273259,87	391791,09	198,22	0,00
3119	Elaboración de cacao y fabricación de chocolate y productos de confitería	1607,40	771,83	0,00	
3121	Elaboración de productos alimenticios diversos	274,02	108,36	347,45	35,96
3122	Elaboración de alimentos preparados para animales	185,70	270,52	277,14	0,00
3131	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	959717,59	1724930,09	8616,89	
3132	Industrias vinícolas	2683,95	1473,22	0,00	0,00
3133	Bebidas malteadas y malta	5618,97	12987,30	1210,18	1,61
3140	Preparación de tabaco y fabricación de sus productos	323,96	395,62	390,09	
3211	Hilado, tejido y acabado de textiles	4172,55	6479,70	7600,85	8,29
3212	Artículos de materiales textiles, excepto prendas de vestir	0,00	0,00	121,56	0,00
3213	Fabricación de tejidos de punto	55,66	112,08	392,81	0,00
3214	Fabricación de tapices y alfombras	976,95	1643,09	3889,10	
3215	Fabricación de cordelería			0,00	0,00
3219	Fabricación de textiles no clasificados en otra parte	0,00	239,09	35,38	15,18
3220	Fabricación de prendas de vestir, excepto calzado	0,00	0,00	0,00	0,00
3231	Curtidurías y talleres de acabado	43317,39	81801,66	15691,12	92,54
3232	Industria de la preparación y teñido de pieles	7136,28	21812,17	671,32	7,20
3233	Fabricación de productos de cuero y sucedáneos del cuero, excepto calzados y otras prendas de vestir	0,00	33,02	0,00	
3240	Fabricación de calzado, excepto el de caucho vulcanizado o moldeado, o de cuero	2645,53	2594,05	1,36	
3311	Aserraderos, talleres de acepilladura y otros talleres para trabajar madera	5041,72	23773,82	54,88	2,42
3312	Fabricación de envases de madera, caña y artículos menudos de caña	116,94	209,47	0,00	0,00
3319	Fabricación de artículos de madera y de corcho N.E.P			3,63	0,00
3320	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos y de plástico moldeado	0,09	0,77	31,30	0,00
3411	Fabricación de pulpa de madera, papel y cartón	1497824,42	5087181,90	131720,96	854,42
3412	Fabricación de envases y cajas de papel y de cartón	5166,14	8870,18	408,69	0,00
3419	Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón N.E.P	19037,23	18778,18	480,35	36,51
3420	Imprentas, editoriales e industrias conexas	173,36	94,89	0,91	0,06
3511	Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos	569462,00	880209,19	427270,40	3887,76
3512	Fabricación de abonos y plaguicidas	7120,45	1385540,58	17594,85	108,26
3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales	25343,20	81895,88	49803,99	615,33
3521	Fabricación de pinturas, barnices y lacas	27,26	114,53	449,06	9,26
3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	6433,39	1612919,67	5906,23	14,97
3523	Fabricación de jabones y preparados de limpieza, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador e higiene	15131,93	21372,77	718,49	31,45
3529	Fabricación de productos químicos N.E.P	1195,49	1725,33	5610,94	311,79
3530	Refinerías de petróleo	113721,23	570735,23	32933,53	1410,78
3540	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón	2974,66	3651,37	1578,50	31,82

Fuente: Hettige *et al* 1994

Anexo I (Continuación) - Factores IPPS. Sólo emisiones a los recursos hídricos.

CIU rev. 2	Descripción de la actividad	DBO (kg/1000)	STS (kg/1000)	TNM (kg/1000)	TM (kg/1000)
3551	Fabricación de llantas y neumáticos-cámaras	1,54	683,34	206,38	19,40
3559	Fabricación de productos de caucho N.E.P	25,85	121183,42	15,88	10,38
3560	Fabricación de productos plásticos	24841,80	536,83	221,81	45,83
3610	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	1315,83	3265,14	28,58	15,82
3620	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	80,15	567,22	937,12	3,25
3691	Fabricación de productos de arcilla para la construcción	21,36	381,15	72,57	37,07
3692	Fabricación de cal, cemento y yeso	109,32	239708,05	3999,32	0,19
3699	Fabricación de productos minerales N.E.P	1297,41	1903,32	114,76	2,99
3710	Industrias básicas de hierro y acero	954,99	14069644,07	25299,11	1847,36
3720	Recuperación y fundición de cobre y aluminio	260854,30	3770670,33	10218,08	362,34
3811	Fabricación de cuchillería, herramientas manuales y artículos de ferretería en general	0,00	19,05	102,06	7,47
3812	Fabricación de muebles y accesorios, principalmente metálicos, excepto laminados	0,00	32,66	54,43	0,22
3813	Fabricación de elementos estructurales metálicos	56,06	77,02	3267,23	64,85
3819	Fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo	1380,69	39742,04	2114,19	176,05
3821	Construcción de motores y turbinas	120,97		486,70	17,53
3822	Construcción de maquinaria y equipo para la agricultura	0,00	330,44	617,34	5,70
3823	Construcción de maquinaria para trabajar los metales y la madera	7,12	6263,97	146,06	0,78
3824	Construcción de maquinaria y equipos especiales para la industria en general	378,98	309,89	152,86	1,63
3825	Fabricación de maquinas de oficina, calculo y contabilidad	0,14	46,86	6,35	1,04
3829	Construcción de maquinas, aparatos y equipos no clasificados antes, excepto la maquinaria eléctrica	75,30	1773,32	689,01	9,06
3831	Construcción de maquinaria y aparatos eléctricos industriales	42,23	234,24	89,81	50,95
3832	Fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y telecomunicaciones	2031,10	2810,55	324,77	8,11
3833	Fabricación de aparatos y accesorios eléctricos de uso domestico			2,27	1,48
3839	Fabricación de aparatos y suministros eléctricos N.E.P	17,83	109,36	514,83	22,05
3841	Fabricación y reparación de navíos excepto los de caucho	5,44	17,24	9,98	5,22
3842	Construcción de maquinaria y equipo ferroviario	0,00	191,60	12,25	0,02
3843	Fabricación de vehículos automotores	25,99	130,68	246,30	4,28
3844	Fabricación de motocicletas y bicicletas	293,02	1740,16	6577,54	124,73
3845	Fabricación de aeronaves	60,15	523,08	78,47	5,25
3851	Fabricación de material profesional y científico e instrumentos de medida y de control	30,98	34,43	48,53	0,96
3852	Fabricación de aparatos fotográficos e instrumentos de óptica	22,63	13,74	2,72	0,00
3853	Fabricación y armado de relojes y piezas para dispositivos sincronizadores	0,00		0,00	0,00
3901	Fabricación de joyas y artículos conexos	0,00	1304113,17	720,76	13,01
3902	Fabricación de instrumentos de música		0,00	0,00	0,00
3903	Fabricación de instrumentos de deporte y atletismo	0,00	1033862,79	12,25	12,31
3909	Otras industrias manufactureras diversas	3,08	18,82	147,87	10,55

Fuente: Hettige *et al* 1994

Anexo II - Factores publicados por el IDEAM de Colombia. Consumo de agua por actividad industrial.

CIU rev. 2	Descripción de la actividad	Agua (m3/TN)
3111	Matanza de ganado, preparación y conservación de carnes	13
3112	Fabricación de productos lácteos	21
3113	Envasado y conservación de frutas, legumbres y vegetales en general	8
3114	Elaboración de pescados, crustáceos y de otros animales marinos y de agua dulce, envasado y conservación	2
3115	Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca	4
3116	Productos de molienda	2
3117	Fabricación de productos de panadería	2
3118	Ingenios y refinerías de azúcar	7
3119	Elaboración de cacao y fabricación de chocolate y productos de confitería	17
3121	Elaboración de productos alimenticios diversos	8
3122	Elaboración de alimentos preparados para animales	2
3131	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	21
3132	Industrias vinícolas	21
3133	Bebidas malteadas y malta	10
3140	Preparación de tabaco y fabricación de sus productos	23
3211	Hilado, tejido y acabado de textiles	30
3212	Artículos de materiales textiles, excepto prendas de vestir	30
3213	Fabricación de tejidos de punto	33
3214	Fabricación de tapices y alfombras	33
3215	Fabricación de cordelería	10
3219	Fabricación de textiles no clasificados en otra parte	62
3220	Fabricación de prendas de vestir, excepto calzado	30
3231	Curtidurías y talleres de acabado	48
3232	Industria de la preparación y teñido de pieles	48
3233	Fabricación de productos de cuero y sucedáneos del cuero, excepto calzados y otras prendas de vestir	48
3240	Fabricación de calzado, excepto el de caucho vulcanizado o moldeado, o de cuero	5
3311	Aserraderos, talleres de acepilladuría y otros talleres para trabajar madera	0
3312	Fabricación de envases de madera, caña y artículos menudos de caña	0
3319	Fabricación de artículos de madera y de corcho N.E.P	0
3320	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos y de plástico moldeado	0
3411	Fabricación de pulpa de madera, papel y cartón	109
3412	Fabricación de envases y cajas de papel y de cartón	100
3419	Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón N.E.P	120
3420	Imprentas, editoriales e industrias conexas	120
3511	Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos	160
3512	Fabricación de abonos y plaguicidas	270
3513	Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales	8
3521	Fabricación de pinturas, barnices y lacas	8
3522	Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	8
3523	Fabricación de jabones y preparados de limpieza, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador e higiene	2
3529	Fabricación de productos químicos N.E.P	52
3530	Refinerías de petróleo	18
3540	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón	18
3551	Fabricación de llantas y neumáticos-cámaras	84
3559	Fabricación de productos de caucho N.E.P	84
3560	Fabricación de productos plásticos	84
3610	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	0
3620	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	68
3691	Fabricación de productos de arcilla para la construcción	0
3692	Fabricación de cal, cemento y yeso	
3699	Fabricación de productos minerales N.E.P	
3710	Industrias básicas de hierro y acero	77
3720	Recuperación y fundición de cobre y aluminio	77
3811	Fabricación de cuchillería, herramientas manuales y artículos de ferretería en general	4
3812	Fabricación de muebles y accesorios, principalmente metálicos, excepto laminados	4
3813	Fabricación de elementos estructurales metálicos	4
3819	Fabricación de productos metálicos N.E.P excepto maquinaria y equipo	4
3821	Construcción de motores y turbinas	4
3822	Construcción de maquinaria y equipo para la agricultura	4

Fuente: Water for industrial, New York, USA 1963, Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible. Citado por Rivera et al (2004).

Anexo II (Continuación)

CIU rev. 2	Descripción de la actividad	Agua (m3/TN)
3823	Construcción de maquinaria para trabajar los metales y la madera	4
3824	Construcción de maquinaria y equipos especiales para la industria en general	4
3825	Fabricación de maquinas de oficina, calculo y contabilidad	4
3829	Construcción de maquinas, aparatos y equipos no clasificados antes, excepto la maquinaria eléctrica	4
3831	Construcción de maquinaria y aparatos eléctricos industriales	4
3832	Fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y telecomunicaciones	4
3833	Fabricación de aparatos y accesorios eléctricos de uso domestico	4
3839	Fabricación de aparatos y suministros eléctricos N.E.P	4
3841	Fabricación y reparación de navíos excepto los de caucho	
3842	Construcción de maquinaria y equipo ferroviario	
3843	Fabricación de vehículos automotores	4
3844	Fabricación de motocicletas y bicicletas	4
3845	Fabricación de aeronaves	4
3851	Fabricación de material profesional y científico e instrumentos de medida y de control	4
3852	Fabricación de aparatos fotográficos e instrumentos de óptica	4
3853	Fabricación y armado de relojes y piezas para dispositivos sincronizadores	
3901	Fabricación de joyas y artículos conexos	4
3902	Fabricación de instrumentos de música	4
3903	Fabricación de instrumentos de deporte y atletismo	4
3909	Otras industrias manufactureras diversas	4

Fuente: Water for industrial, New York, USA 1963, Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible. Citado por Rivera *et al* (2004).

Anexo III - Clasificación de los establecimientos industriales en la cuenca del arroyo Las Catonas según parámetros IPPS e IDEAM

ID	Actividad	CIU	CIU IPPS	Categoría SPA	DBO	STS	TNM	TM	Cons. Agua
1	Recuperación de polietileno	3560	3560	2,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
2	Fca. galletitas y panificados	3117	3117	2,0	0,0015	0,0003	0,0000		0,1066
3	Fraccionadora de alcohol	3529	3529	2,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
4	Elab. de productos farináceos	3121	3121	2,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
5	Elab. de concreto asfáltico	3699	3699	2,0	0,3048	0,0783	0,0799	0,0545	
6	Embotelladora de agua	3134	3121	2,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
7	Fab. de jabones e hidrogenación de grasas y aceite	3523	3523	2,0	3,5544	0,8788	0,5002	0,5729	0,1066
8	Marcos metálicos de puertas placards	3812	3812	2,0	0,0000	0,0013	0,0379	0,0040	0,2132
9	Jugos de frutas, aguas, polvos para elab. de jugos	3134	3121	2,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
10	Elab. de harinas proteicas p/alimento de aves	3122	3122	2,0	0,0436	0,0111	0,1929	0,0000	0,1066
11	Elab. y tratado de productos metálicos	3819	3819	2,0	0,3243	1,6341	1,4719	3,2072	0,2132
12	Fab. de bolsas de polipropileno	3560	3560	1,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
13	Dosificación de áridos para elab. de hormigón	3699	3699	1,0	0,3048	0,0783	0,0799	0,0545	
14	Fca. de soda en sifones	3134	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
15	Taller de acepilladura y otros trabajos en madera	3311	3311	1,0	1,1843	0,9775	0,0382	0,0441	0,0000
16	Envasado de agua	3134	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
17	Reparación, venta y alquiler de kartings	9513		1,0					
18	Soda en sifones	3134	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
19	Cultivo, env. y conservación de frutas	3113	3113	1,0	5,7915	1,5993	1,0370	0,2001	0,4264
20	Aceites y polvos p/ la industria del cuero	3529	3529	3,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
21	Pta. fraccionadora de gas licuado	3909	3909	3,0	0,0007	0,0008	0,1029	0,1922	0,2132
22	Pisos plásticos	3560	3560	3,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
23	Fca. De laminados plásticos decorativos	3560	3560	3,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
24	Elaboración de helados	3121	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
25	Elab. y frac. de lavandina y detergente	3529	3529	1,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
26	Fab. y reparación de autopartes de carrocerías	3560	3560	1,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
27	Fab. de prod. estructurales de metal	3813	3813	1,0	0,0132	0,0032	2,2746	1,1815	0,2132
28	Fca. y envasado de jugos. Anexo envasado de agua potable	3134	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
29	Faenamiento y pelado de aves	3111	3111	3,0	0,7652	0,1661	0,5119	0,6973	0,6930
30	Taller de carpintería	3320	3320	1,0	0,0000	0,0000	0,0218	0,0000	0,0000
31	Frisado de rodillos de caucho	3559	3559	1,0	0,0061	4,9828	0,0111	0,1891	4,4776
32	Fab. De drogas y medicamentos	3522	3522	3,0	1,5112	66,3200	4,1119	0,2728	0,4264
33	Aserradero	3311	3311	2,0	1,1843	0,9775	0,0382	0,0441	0,0000
34	Fab. de resinas sintéticas	3513	3513	3,0	5,9529	3,3674	34,6731	11,2100	0,4264
35	Moldeo y frac. poliuretano rígido	3529	3529	2,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
36	Tornería mecánica	3819	3819	1,0	0,3243	1,6341	1,4719	3,2072	0,2132
37	Faenamiento y pelado de aves	3111	3111	3,0	0,7652	0,1661	0,5119	0,6973	0,6930
38	Fracc. de papel, fracc. de detergentes y lavandina	3529	3529	2,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
39	Taller de plástico reforzado	3560	3560	1,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
40	Mat. Prima para heladería, panadería y confitería	3121	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
41	Carpintería de aluminio	3812	3812	1,0	0,0000	0,0013	0,0379	0,0040	0,2132
42	Carpintería de madera y plástico	3320	3320	2,0	0,0000	0,0000	0,0218	0,0000	0,0000
43	Fab. bandas cojines y protecciones; recauchutado y vulcanizado de cubiertas	3559	3559	2,0	0,0061	4,9828	0,0111	0,1891	4,4776
44	Fab. y armado de letreros	3819	3819	1,0	0,3243	1,6341	1,4719	3,2072	0,2132
45	Fab. de agua potable y soda	3134	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
46	Fab. motores generadores y transformadores	3831	3831	2,0	0,0099	0,0096	0,0625	0,9281	0,2132
47	Fraccionamiento y metalización de películas plásticas	3560	3560	2,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
48	Herrería de obra en gral.	3819	3819	1,0	0,3243	1,6341	1,4719	3,2072	0,2132
49	Elaboración de aceites y grasas vegetales	3115	3115	2,0	10,2257	2,0224	9,0350	0,0551	0,2132
50	Elab. de bebidas no alcohólicas y aguas gaseosas	3134	3121	2,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
51	Fca. de envases de cartón corrugado	3412	3412	1,0	1,2135	0,3647	0,2845	0,0000	5,3305
52	Elab. asfalto, caños de hormigón	3699	3699	3,0	0,3048	0,0783	0,0799	0,0545	
53	Tapas para empanadas, fideos y prepizzas	3121	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
54	Cultivo proc. y envasado de hongos	1114	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264

Fuente: elaboración propia en base a factores IPPS e IDEAM de Colombia y listado de industrias del IDUAR de Moreno

Anexo III (continuación)

ID	Actividad	CIIU	CIIU IPPS	Categoría SPA	DBO	STS	TNM	TM	Cons. Agua
55	Elab. artesanal de frutas confitadas y glaseadas	3121	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
56	Empresa constructora vial y civil	3699	3699	2,0	0,3048	0,0783	0,0799	0,0545	
57	Fca. de ladrillos huecos	3699	3699	2,0	0,3048	0,0783	0,0799	0,0545	
58	Fca. de muebles de cocina	3320	3320	1,0	0,0000	0,0000	0,0218	0,0000	0,0000
59	Fca. de premoldeadas y art. Plástico	3560	3560	1,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
60	Fab. calzados plásticos	3560	3560	1,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
61	Macetas, floreros de terracota y barro (alfarería)	3699	3699	2,0	0,3048	0,0783	0,0799	0,0545	
62	Aserradero con local de venta al público y tercero	3311	3311	1,0	1,1843	0,9775	0,0382	0,0441	0,0000
63	Armado y ensamblado de gabinetes comerciales de refrigeración	3829	3829	1,0	0,0177	0,0729	0,4797	0,1650	0,2132
64	Soda en sifones	3134	3121	1,0	0,0644	0,0045	0,2419	0,6551	0,4264
65	Frac. de agua lavandina, detergentes y desodorantes	3529	3529	1,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
66	Fac. de partes de piezas y accesorios para automotores	3843	3843	1,0	0,0061	0,0054	0,1715	0,0780	0,2132
67	Aserradero	3311	3311	1,0	1,1843	0,9775	0,0382	0,0441	0,0000
68	Prensado de metales	3819	3819	1,0	0,3243	1,6341	1,4719	3,2072	0,2132
69	Preparado p/ limpieza-agua destilada	3529	3529	1,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
70	Inyección de plástico	3560	3560	1,0	5,8351	0,0221	0,1544	0,8349	4,4776
71	Fca. de detergentes, lavandina, desodorantes, etc.	3529	3529	1,0	0,2808	0,0709	3,9063	5,6800	2,7719
72	Taller de imprenta	3420	3420	3,0	0,0407	0,0039	0,0006	0,0011	6,3966
73	Matricería	3819	3819	1,0	0,3243	1,6341	1,4719	3,2072	0,2132

Fuente: elaboración propia en base a factores IPPS e IDEAM de Colombia y listado de industrias del IDUAR de Moreno

Anexo IV - Clasificación de los establecimientos industriales en la cuenca del arroyo Las Catonas según parámetros IPPS e IDEAM (Escenario de tendencia)

ID	Actividad	CIU	CIU IPPS	Categoría SPA	DBO	STS	TNM	TM	Cons. Agua
1	Recuperación de polietileno	3560	3560	2,2	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
2	Fca. galletitas y panificados	3117	3117	2,1	0,0015	0,0003	0,0000		0,1094
3	Fraccionadora de alcohol	3529	3529	2,1	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
4	Elab. de productos farináceos	3121	3121	2,1	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
5	Elab. de concreto asfáltico	3699	3699	2,2	0,3301	0,0848	0,0865	0,0590	
6	Embotelladora de agua	3134	3121	2,1	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
7	Fab. de jabones e hidrogenación de grasas y aceite	3523	3523	2,1	3,7819	0,9350	0,5322	0,6096	0,1134
8	Marcos metálicos de puertas placards	3812	3812	2,2	0,0000	0,0014	0,0417	0,0044	0,2343
9	Jugos de frutas, aguas, polvos para elab. de jugos	3134	3121	2,1	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
10	Elab. de harinas proteicas p/alimento de aves	3122	3122	2,1	0,0447	0,0114	0,1979	0,0000	0,1094
11	Elab. y tratado de productos metálicos	3819	3819	2,2	0,3564	1,7959	1,6176	3,5247	0,2343
12	Fab. de bolsas de polipropileno	3560	3560	1,1	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
13	Dosificación de áridos para elab. de hormigón	3699	3699	1,1	0,3301	0,0848	0,0865	0,0590	
14	Fca. de soda en sifones	3134	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
15	Taller de acepilladura y otros trabajos en madera	3311	3311	1,1	1,2968	1,0704	0,0418	0,0483	0,0000
16	Envasado de agua	3134	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
17	Reparación, venta y alquiler de kartings	9513							
18	Soda en sifones	3134	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
19	Cultivo, env. y conservación de frutas	3113	3113	1,0	5,9421	1,6409	1,0640	0,2053	0,4375
20	Aceites y polvos p/ la industria del cuero	3529	3529	3,2	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
21	Pta. fraccionadora de gas licuado	3909	3909	3,0	0,0007	0,0008	0,1029	0,1922	0,2132
22	Pisos plásticos	3560	3560	3,3	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
23	Fca. De laminados plásticos decorativos	3560	3560	3,3	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
24	Elaboración de helados	3121	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
25	Elab. y frac. de lavandina y detergente	3529	3529	1,1	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
26	Fab. y reparación de autopartes de carrocerías	3560	3560	1,1	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
27	Fab. de prod. estructurales de metal	3813	3813	1,1	0,0145	0,0035	2,4998	1,2985	0,2343
28	Fca. y envasado de jugos. Anexo envasado de agua potable	3134	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
29	Faenamiento y pelado de aves	3111	3111	3,1	0,7851	0,1704	0,5252	0,7154	0,7110
30	Taller de carpintería	3320	3320	1,1	0,0000	0,0000	0,0239	0,0000	0,0000
31	Frisado de rodillos de caucho	3559	3559	1,1	0,0067	5,4562	0,0122	0,2071	4,9030
32	Fab. De drogas y medicamentos	3522	3522	3,2	1,6079	70,5645	4,3751	0,2903	0,4537
33	Aserradero	3311	3311	2,2	1,2968	1,0704	0,0418	0,0483	0,0000
34	Fab. de resinas sintéticas	3513	3513	3,2	6,3339	3,5829	36,8922	11,9274	0,4537
35	Moldeo y frac. poliuretano rígido	3529	3529	2,1	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
36	Tornería mecánica	3819	3819	1,1	0,3564	1,7959	1,6176	3,5247	0,2343
37	Faenamiento y pelado de aves	3111	3111	3,1	0,7851	0,1704	0,5252	0,7154	0,7110
38	Fracc. de papel, fracc. de detergentes y lavandina	3529	3529	2,1	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
39	Taller de plástico reforzado	3560	3560	1,1	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
40	Mat. Prima para heladería, panadería y confitería	3121	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
41	Carpintería de aluminio	3812	3812	1,1	0,0000	0,0014	0,0417	0,0044	0,2343
42	Carpintería de madera y plástico	3320	3320	2,2	0,0000	0,0000	0,0239	0,0000	0,0000
43	Fab. bandas cojines y protecciones; recauchutado y vulcanizado de cubiertas	3559	3559	2,2	0,0067	5,4562	0,0122	0,2071	4,9030
44	Fab. y armado de letreros	3819	3819	1,1	0,3564	1,7959	1,6176	3,5247	0,2343
45	Fab. de agua potable y soda	3134	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
46	Fab. motores generadores y transformadores	3831	3831	2,2	0,0109	0,0106	0,0689	1,0228	0,2349
47	Fraccionamiento y metalización de películas plásticas	3560	3560	2,2	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
48	Herrería de obra en gral.	3819	3819	1,1	0,3564	1,7959	1,6176	3,5247	0,2343
49	Elaboración de aceites y grasas vegetales	3115	3115	2,1	10,4916	2,0750	9,2699	0,0565	0,2187
50	Elab. de bebidas no alcohólicas y aguas gaseosas	3134	3121	2,1	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
51	Fca. de envases de cartón corrugado	3412	3412	1,1	1,2887	0,3873	0,3021	0,0000	5,6610
52	Elab. asfalto, caños de hormigón	3699	3699	3,2	0,3301	0,0848	0,0865	0,0590	
53	Tapas para empanadas, fideos y prepizzas	3121	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
54	Cultivo proc. y envasado de hongos	1114	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375

Fuente: elaboración propia en base a factores IPPS e IDEAM de Colombia, listado de industrias del IDUAR de Moreno e información suministrada por el Ministerio de trabajo de la Republica Argentina.

Anexo IV (continuación)

ID	Actividad	CIU	CIU IPPS	Categoría SPA	DBO	STS	TNM	TM	Cons. Agua
55	Elab. artesanal de frutas confitadas y glaseadas	3121	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
56	Empresa constructora vial y civil	3699	3699	2,2	0,3301	0,0848	0,0865	0,0590	
57	Fca. de ladrillos huecos	3699	3699	2,2	0,3301	0,0848	0,0865	0,0590	
58	Fca. de muebles de cocina	3320	3320	1,1	0,0000	0,0000	0,0239	0,0000	0,0000
59	Fca. de premoldeadas y art. Plástico	3560	3560	1,1	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
60	Fab. calzados plásticos	3560	3560	1,1	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
61	Macetas, floreros de terracota y barro (alfarería)	3699	3699	2,2	0,3301	0,0848	0,0865	0,0590	
62	Aserradero con local de venta al público y tercero	3311	3311	1,1	1,2968	1,0704	0,0418	0,0483	0,0000
63	Armado y ensamblado de gabinetes comerciales de refrigeración	3829	3829	1,1	0,0195	0,0801	0,5272	0,1813	0,2343
64	Soda en sifones	3134	3121	1,0	0,0661	0,0046	0,2482	0,6721	0,4375
65	Frac. de agua lavandina, detergentes y desodorantes	3529	3529	1,1	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
66	Fac. de partes de piezas y accesorios para automotores	3843	3843	1,0	0,0064	0,0056	0,1789	0,0814	0,2224
67	Aserradero	3311	3311	1,1	1,2968	1,0704	0,0418	0,0483	0,0000
68	Prensado de metales	3819	3819	1,1	0,3564	1,7959	1,6176	3,5247	0,2343
69	Preparado p/ limpieza-agua destilada	3529	3529	1,1	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
70	Inyección de plástico	3560	3560	1,1	6,3894	0,0242	0,1691	0,9142	4,9030
71	Fca. de detergentes, lavandina, desodorantes, etc.	3529	3529	1,1	0,2988	0,0754	4,1563	6,0435	2,9493
72	Taller de imprenta	3420	3420	3,1	0,0426	0,0041	0,0006	0,0012	6,6908
73	Matrickería	3819	3819	1,1	0,3564	1,7959	1,6176	3,5247	0,2343

Fuente: elaboración propia en base a factores IPPS e IDEAM de Colombia, listado de industrias del IDUAR de Moreno e información suministrada por el Ministerio de trabajo de la Republica Argentina.