

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO SANTIAGO Y LA SALUD PÚBLICA EN LA REGIÓN.



Presa El Ahogado, municipio de El Salto, Jalisco.



GREENPEACE



ANTECEDENTES DEL PROBLEMA AMBIENTAL EN EL ALTO SANTIAGO



Vista del Río Grande de Santiago, municipio de Poncitlán, Jalisco.

La contaminación de los cuerpos de agua es una preocupación a nivel mundial, e incluso, es considerada por algunos como un problema ambiental epidémico. En México, el problema de la contaminación afecta las cuencas Lerma-Chapala-Santiago, Balsas, Bravo, Grijalva, Papaloapan y las comprendidas en las regiones hidrográficas Golfo Norte, Pacífico Norte y Golfo Centro. A nivel nacional, actualmente se descarga a los ríos un volumen de 243 metros cúbicos por segundo (m³/s) de aguas residuales municipales y 188.7 m³/s de industriales, de las cuales, reciben tratamiento sólo un 40.5 por ciento de las primeras y menos del

16 por ciento de las segundas. Por otra parte, sólo se monitorean una docena de sustancias y parámetros para medir la calidad del agua cuando se vierten cientos de sustancias químicas en los ríos de México.

Además, la falta de un marco normativo claro en el manejo integrado del agua ha incidido negativamente en la capacidad de las instituciones para monitorear, supervisar y aplicar leyes de regulación ambiental que frenen la contaminación. Lo anterior sin dejar de mencionar que los factores sociales y económicos tienen un impacto en la protección de los recursos naturales.

Tradicionalmente el agua ha sido vista

como un recurso sólo de uso, ya sea agrícola, doméstico o industrial, y en ese contexto, su gestión parece haber dejado de lado la protección de dicho recurso, cuya importancia primordial radica en mantener la integridad de los ecosistemas. El resultado: sobreexplotación y contaminación.

Un ejemplo emblemático es el caso del Río Grande de Santiago. Desde 2002, los habitantes de los municipios de El Salto y Juanacatlán en el estado de Jalisco han denunciado la contaminación del río por las descargas industriales y de las aguas residuales de la ciudad de Guadalajara, así como el aumento de enfermedades y la disminución de su calidad de vida.



Vista de la cascada El Salto de Juanacatlán, entre los municipios de El Salto y Juanacatlán, Jalisco.



Cortina de la Presa El Ahogado, municipio de El Salto, Jalisco. Se observa la formación de espuma y la presencia de animales de granja.

En 2007 se presentó ante el Tribunal Latinoamericano del Agua el caso del deterioro y contaminación del Río Grande de Santiago y la situación de riesgo que conlleva para la salud de los habitantes de la zona. Al año siguiente ocurrió la muerte del niño Miguel Ángel López Rocha, presuntamente a causa de una intoxicación por arsénico, tras caer en el río, desatándose una confrontación mediática entre la comunidad y el gobierno estatal sobre la responsabilidad de la contaminación del río y la muerte del menor.

En 2009, la Comisión Estatal de Derechos Humanos de Jalisco (CEDHJ) emitió la recomendación 1/2009, dirigida al gobernador

del Estado, al director de la Comisión Estatal del Agua, y otras autoridades de 14 municipios, instando a controlar definitivamente la contaminación. A finales de 2010, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SEMADES), en coordinación con la Secretaría de Salud de Jalisco y la Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA Jalisco), publicaron el decreto del Polígono de Fragilidad Ambiental (POFA) de la Cuenca El Ahogado, cuyo objetivo fue atender las recomendaciones de la CEDHJ de 2009. Casi tres años después se puso en operación la planta de tratamiento de aguas residuales "El Ahogado". Con la instalación de dicha in-

fraestructura, el gobierno declaró que se aseguraba la recuperación y restauración ecológica de la presa "El Ahogado", con lo que se atendería la demanda social urgente de saneamiento de los cuerpos de agua y se propiciaría el desarrollo de la flora y fauna acuática.

Sin embargo, el descontento de las comunidades afectadas por la contaminación del Río Grande de Santiago y del Arroyo El Ahogado persiste hasta la fecha porque no se ha atendido la salud de la población.

La literatura sobre el problema de contaminación en El Salto es abundante. La CEA Jalisco, por ejemplo, publica mensualmente toda la información de los estudios de la calidad del agua desde 2009, así como un sistema de consulta de las cuencas comprendidas en el estado. No obstante, la información carece de un análisis integral y es escasa respecto a los datos de salud. En consecuencia, las preguntas fundamentales para todo caso de contaminación que represente una situación de riesgo ambiental y de salud siguen sin respuesta: ¿existe un riesgo por exposición a sustancias químicas en la zona?, ¿qué se sabe de ese riesgo? y ¿quiénes son los más vulnerables? ¿quiénes son los responsables de la contaminación de estas aguas? ¿qué sustancias químicas están presentes en el río como consecuencia de las descargas industriales?

Para aproximarnos a responder a las preguntas anteriores, en este trabajo nuestro principal objetivo fue analizar los factores de riesgo ambiental y de salud en la Cuenca del alto Santiago, con énfasis en la contaminación del agua.



Vista de la planta de tratamiento El Ahogado y los generadores de biogás. Municipio de El Salto, Jalisco.

DISEÑO DEL ESTUDIO

La zona de estudio comprendió el tramo entre las ciudades de Ocotlán y la zona de Matatlán, además del tributario Arroyo El Ahogado (Fig. 1). El

trabajo se planeó en tres etapas: 1) documentación del problema ambiental en la zona de estudio; 2) ubicación de las fuentes de descarga de contaminantes; y verificación en campo de

algunos de los parámetros de calidad de agua; y 3) identificación de los padecimientos con alta ocurrencia en la zona para establecer vínculos entre los datos ambientales y de salud.

4

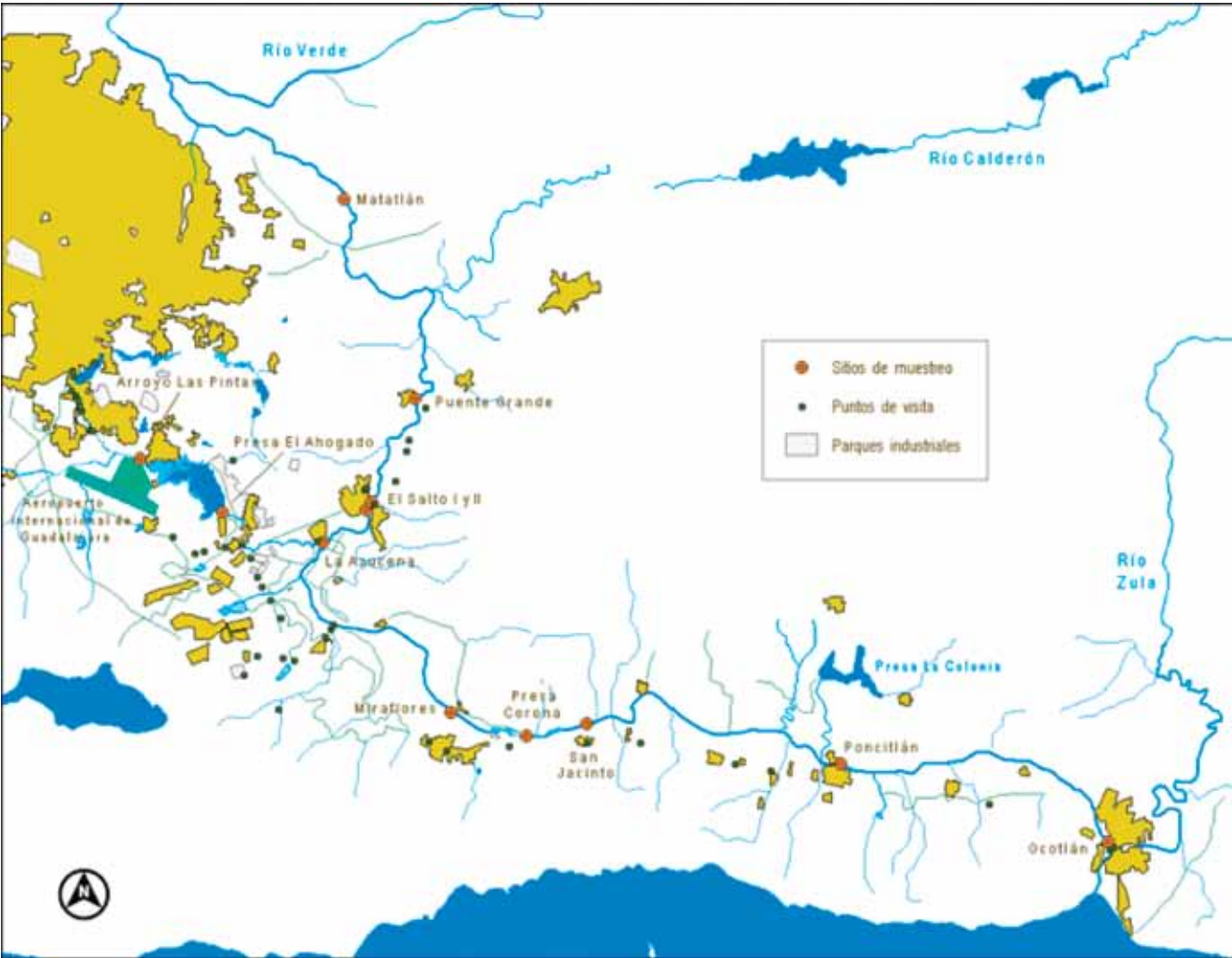


Figura 1. Puntos visitados, sitios de muestreo, parques industriales y generalidades de la zona de estudio.

Los datos de la calidad del agua provienen de distintos informes y reportes técnicos, principalmente de la CEA Jalisco, pero también de la SEDESOL, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), entre otros. Asimismo, consultamos la información publicada a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)

para ubicar fuentes de contaminación fija en la zona y también las bases de datos del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) respecto a la morbilidad y mortalidad en la zona (Tabla 1). En dos ocasiones visitamos la zona de estudio. En febrero de 2012 recorrimos la zona para registrar algunos de los parámetros de

calidad de agua en 12 estaciones de muestreo; seis que coinciden con las establecidas por la CEA Jalisco y seis complementarias para un mayor detalle de muestreo en la zona. En cada estación colectamos muestras de agua por triplicado y cuantificamos en el lugar los niveles de 23 parámetros físico químicos, incluyendo cuatro metales pesados.

Tabla 1. Tipos de datos analizados.

Agua	Fuentes de contaminación	Salud	Trabajo de campo
Registros históricos de la calidad de agua y sedimentos (1990-2012).	Asentamientos humanos, zonas industriales.	Registros históricos (1990-2010) de morbilidad y mortandad por municipio.	Visita a zona del alto Santiago.
	Tipos de contaminantes, y magnitud en las descargas industriales al Río Grande de Santiago.	Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) de enfermedades por tipo: 45 enfermedades; 52 tipos de malformaciones y 88 tipos de tumores malignos.	Monitoreo in situ de 23 parámetros de calidad del agua en 12 estaciones de muestreo.



Actividades de la toma de muestras y medición de parámetros de calidad de agua.

TRABAJO DE CAMPO

CALIDAD DEL AGUA EN EL ALTO SANTIAGO



Espuma volatilizándose en el Arroyo El Ahogado, a 20 metros del fraccionamiento La Azucena.

La información que reunimos muestra que la contaminación del río se ha agravado en la última década, particularmente desde 2004 a la fecha, el deterioro es preocupante. Los indicadores de calidad de agua, como son los parámetros de demanda química (DQO) y bioquímica de oxígeno (DBO5), rebasaron los límites aceptables para la protección a la vida acuática en 2005 y 2008, respectivamente (Figs. 2A y 2B). Al analizar el comportamiento global de la mayoría de parámetros en la zona de estudio, fue evidente que la zona de

la presa El Ahogado ha presentado los niveles más altos (Fig. 2C). En cuanto a contaminantes como los metales pesados, se registra un aumento de la concentración tanto en los sedimentos como en la columna de agua. En años recientes, en Ocotlán y la zona de la presa El Ahogado, el bario, cromo, hierro, mercurio y zinc se han detectado por arriba del límite máximo establecido en la Ley federal de derechos de agua 2009 (LDF 2009) (Fig. 3). Por otro lado, en el muestreo realizado, se midieron los parámetros de calidad de agua y éstos mostraron un comportamiento simi-

lar a lo reportado históricamente. Mediante un análisis estadístico de conglomerados, obtuvimos que las estaciones de muestreo se agrupan en tres conjuntos; la confluencia y la cascada comparten muchas características de la mala calidad del agua (Fig. 4). La presa El Ahogado, el arroyo del mismo nombre y la cascada contienen la peor calidad de agua, lo que concuerda con los estudios de la CEA Jalisco (Figs. 5A-D). Además, encontramos que la concentración de aluminio, níquel, cromo y zinc estaba por arriba de los límites de la LFD 2009 (Fig. 5A-B).



Espuma abundante en el Arroyo El Ahogado después de la cortina de la Presa El Ahogado.



Arroyo El Ahogado después de la cortina de la Presa El Ahogado. Los animales frecuentemente deambulan en los alrededores del arroyo, lo que aumenta el riesgo de exposición a sustancias tóxicas.

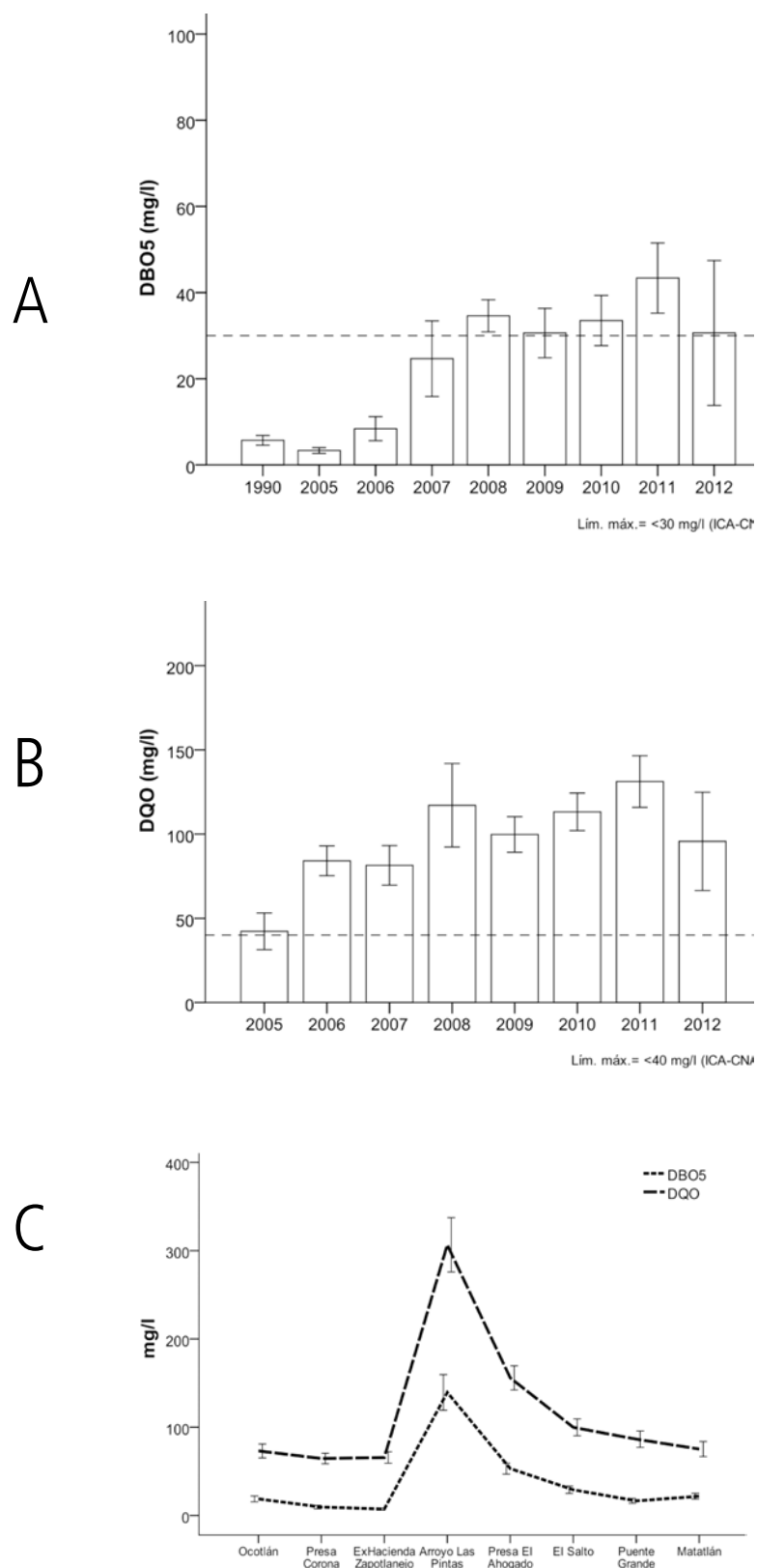


Figura 2. Niveles anuales promedio (y error estándar) de A) demanda bioquímica de oxígeno, B) demanda química de oxígeno y C) Niveles promedio (y error estándar) de ambos parámetros por estación de muestreo en el periodo completo.

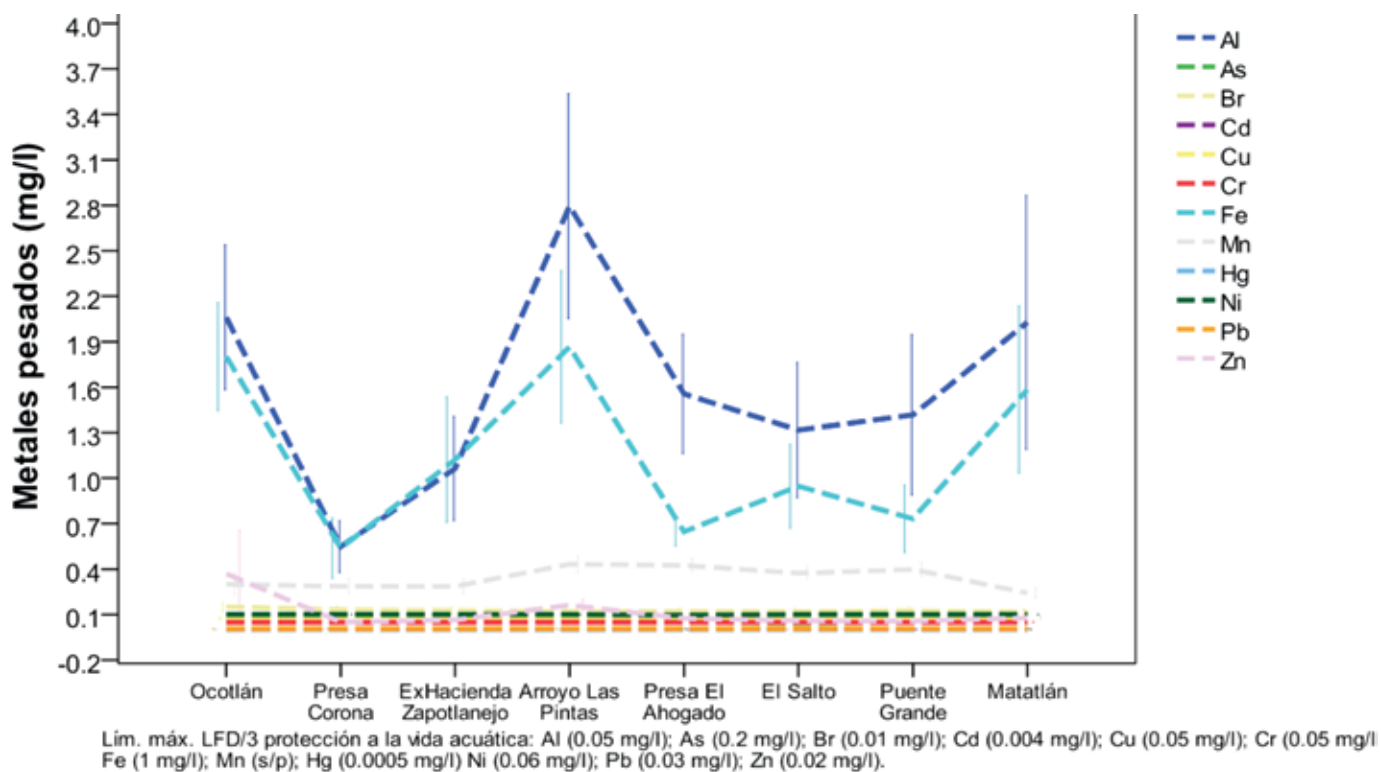


Figura 3. Concentración promedio (y error estándar) de metales pesados en el pen el periodo 2009-2012

Similitud (%)

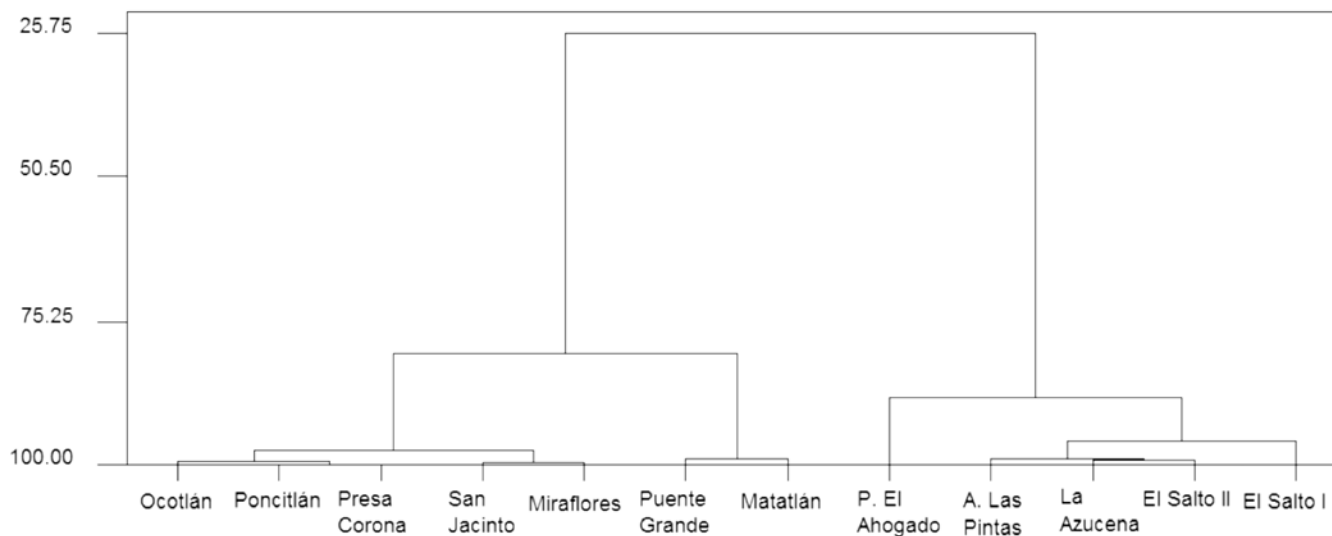
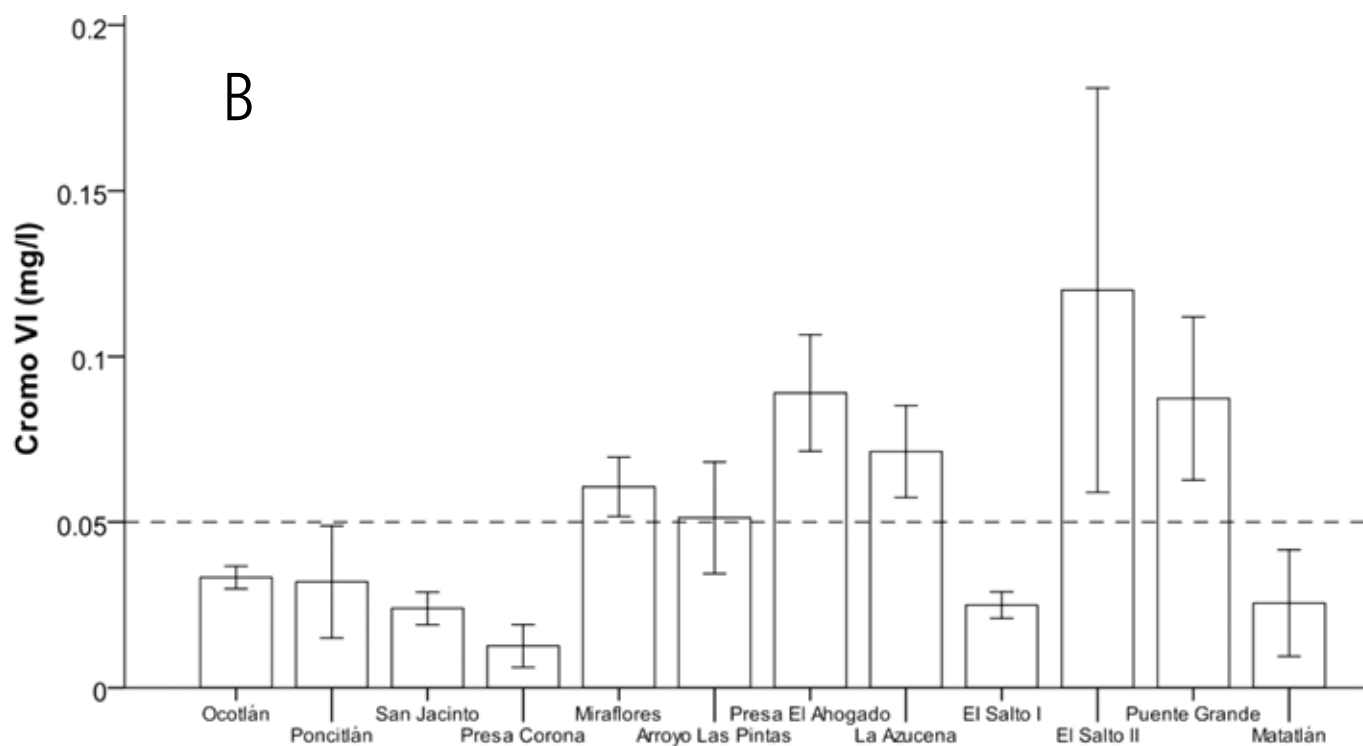
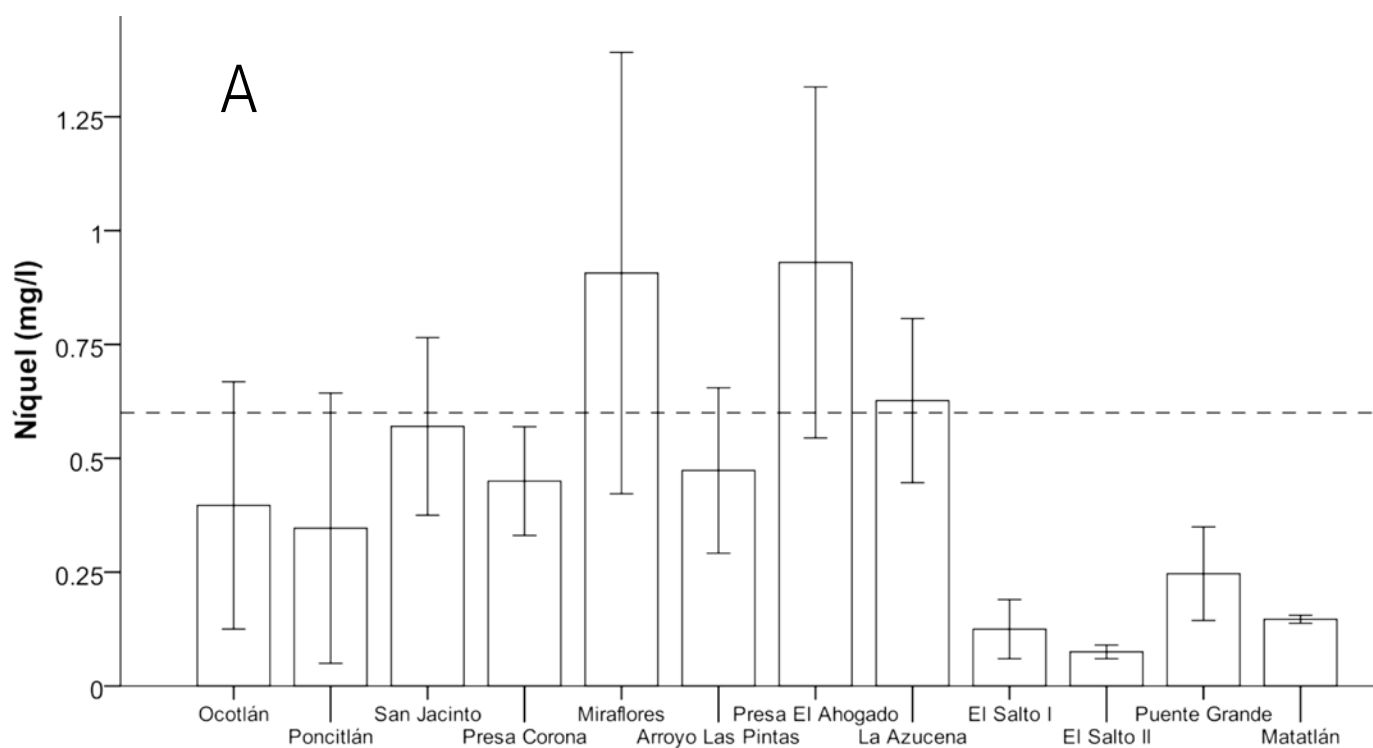


Figura 4. Dendrograma del análisis de conglomerados jerárquicos.



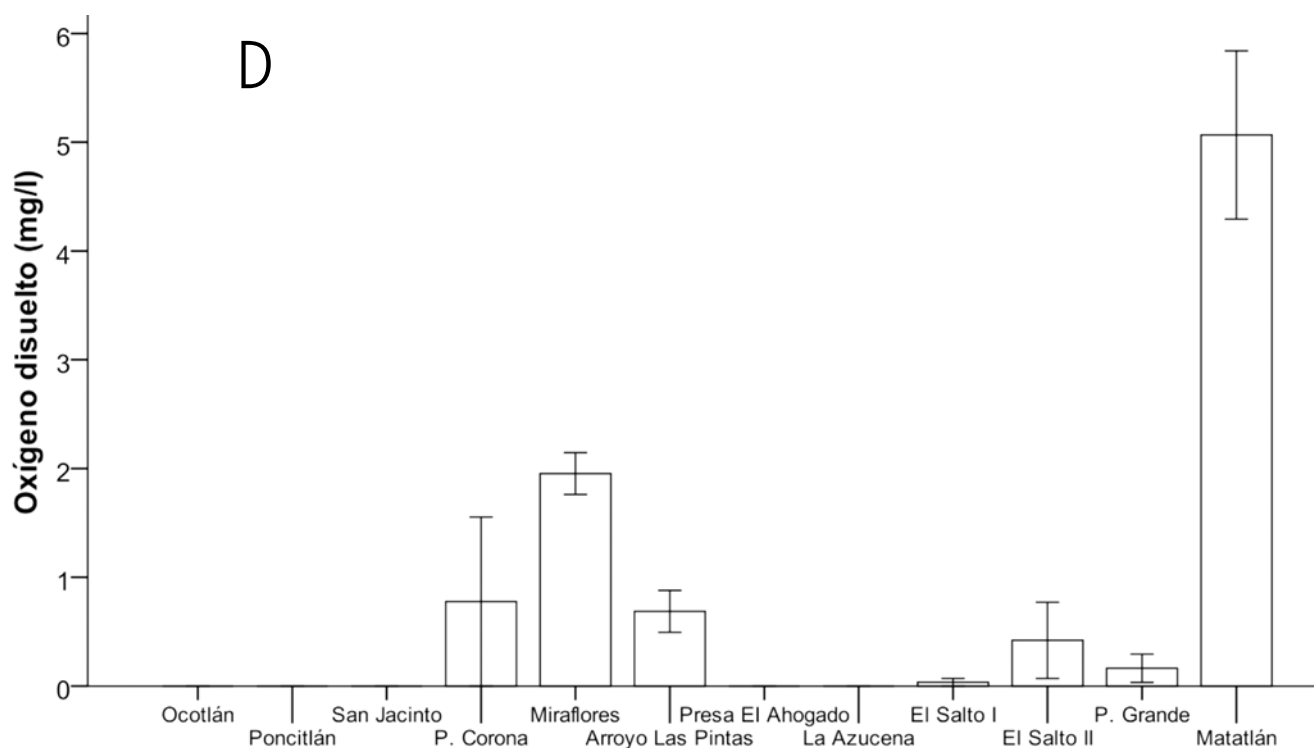
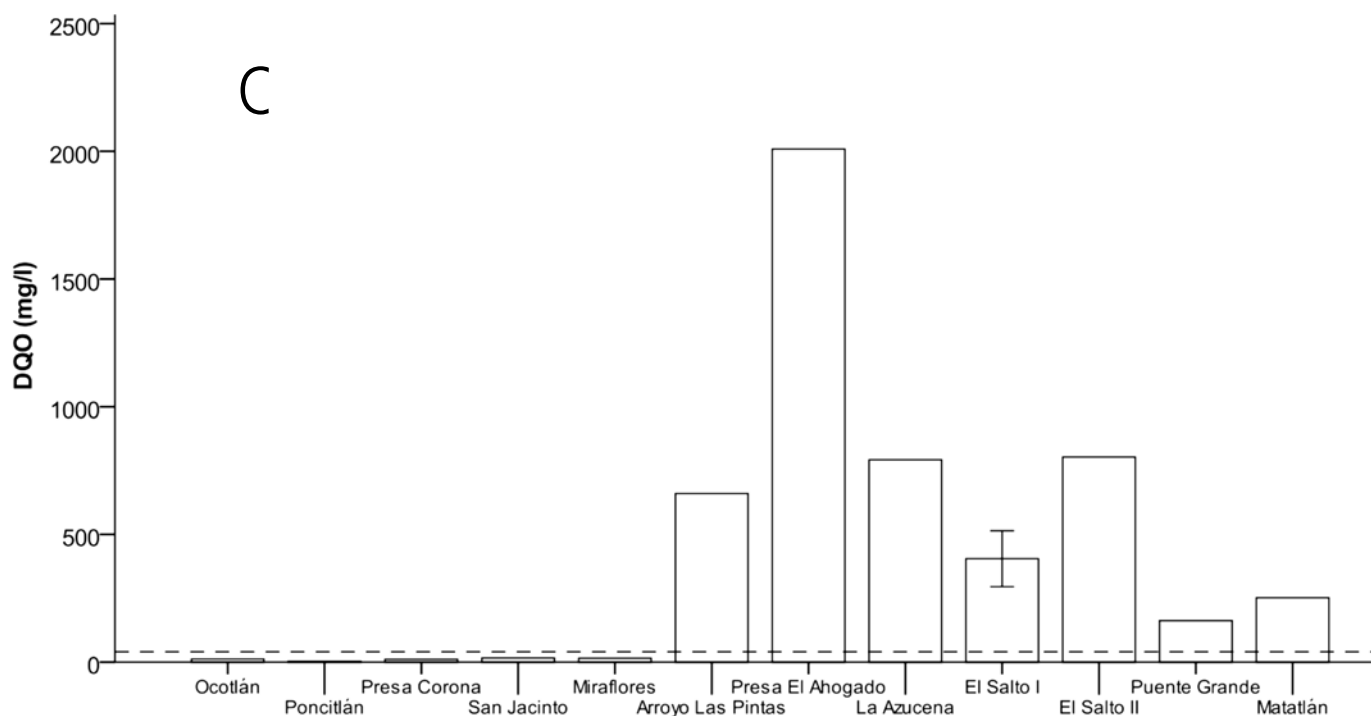


Figura 5. Valor promedio (y error estándar) de A) Níquel, B) cromoVI, C) demanda química de oxígeno y D) oxígeno disuelto. Las líneas punteadas muestran el límite establecido en la Ley Federal de Derechos (LFD 2009).

Si bien a lo largo del recorrido del río varios de los parámetros evaluados como la DQO sugieren un proceso natural de reducción gradual de la contaminación (Fig. 6). Es cla-

ro el impacto que tiene el arroyo sobre el río pues rebasa la capacidad natural de amortiguamiento. El arroyo aporta concentraciones altas de contaminantes y materia orgá-

nica que se ven reflejados en los parámetros físico químicos que evaluamos.

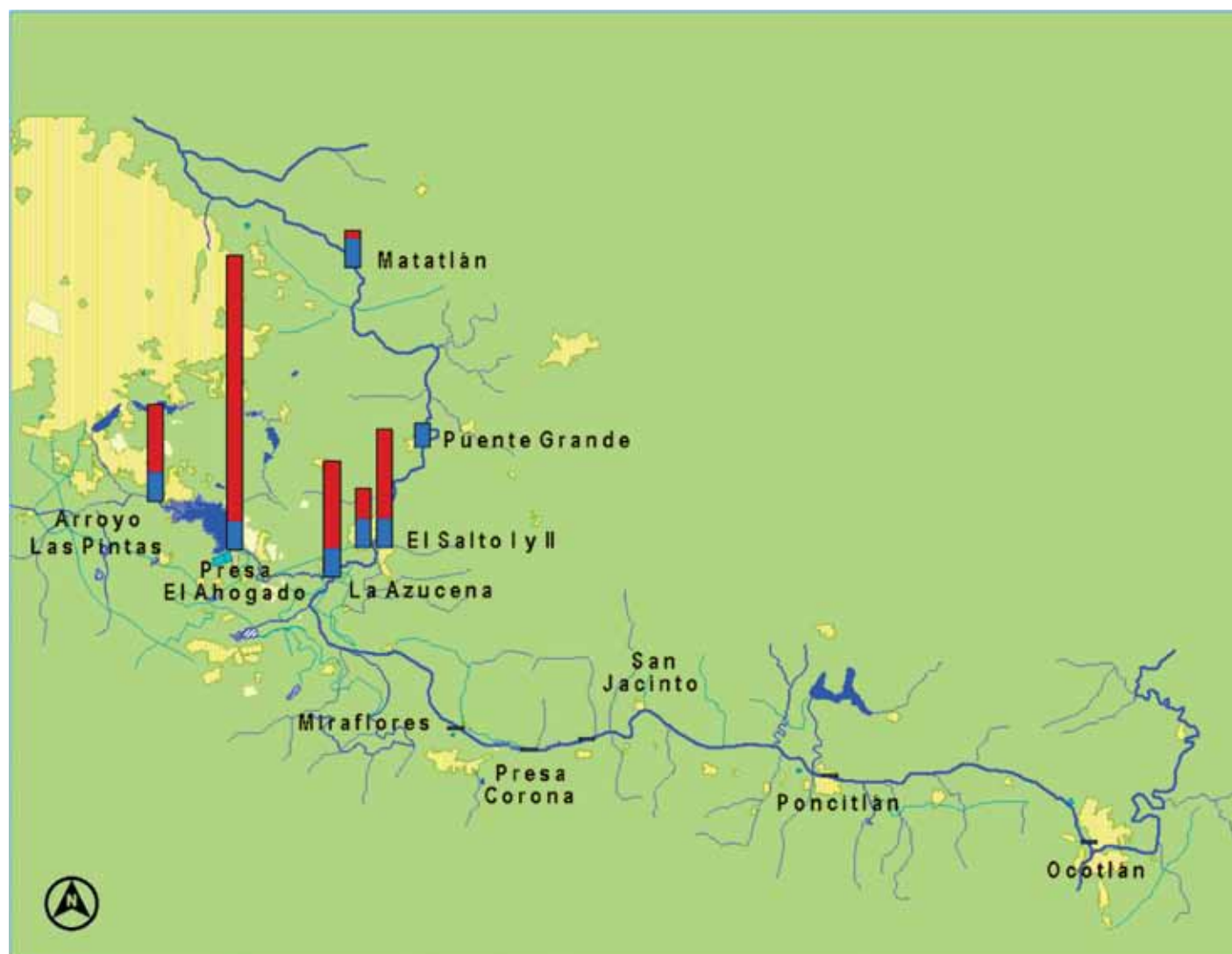


Figura 6. Niveles de demanda química de oxígeno. En rojo se muestran los niveles por arriba del límite (200 mg/l).

INDUSTRIA Y SITIOS DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

Respecto a las fuentes fijas de contaminación en el área, obtenidas a partir del Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC), encontramos que del total de 34 sustancias emitidas en el estado de Jalisco repor-

tadas en 2005, sólo ocho corresponden a descargas al agua.

Durante el periodo 2004-2009 se reportaron en la zona de estudio descargas al agua de níquel, cromo, plomo, arsénico, cadmio, mercurio y cianuro de forma sostenida, y de

manera muy esporádica tricloroetileno, dibutilftalato, formaldehído, cloruro de metileno, fenol, piridina y cloroformo. El número de industrias en la zona que reportaron como mínimo una sustancia en al menos uno de los años fue de entre 208 y 233 en el periodo

2004-2009. Identificamos también las descargas de aguas municipales en la zona de estudio, reportadas en una base de datos de la CONAGUA. La información anterior da cuenta de la intensa actividad industrial en la zona, particularmente en los municipios de Ocotlán, El Salto y la ciudad de Guadalajara (Fig. 7).

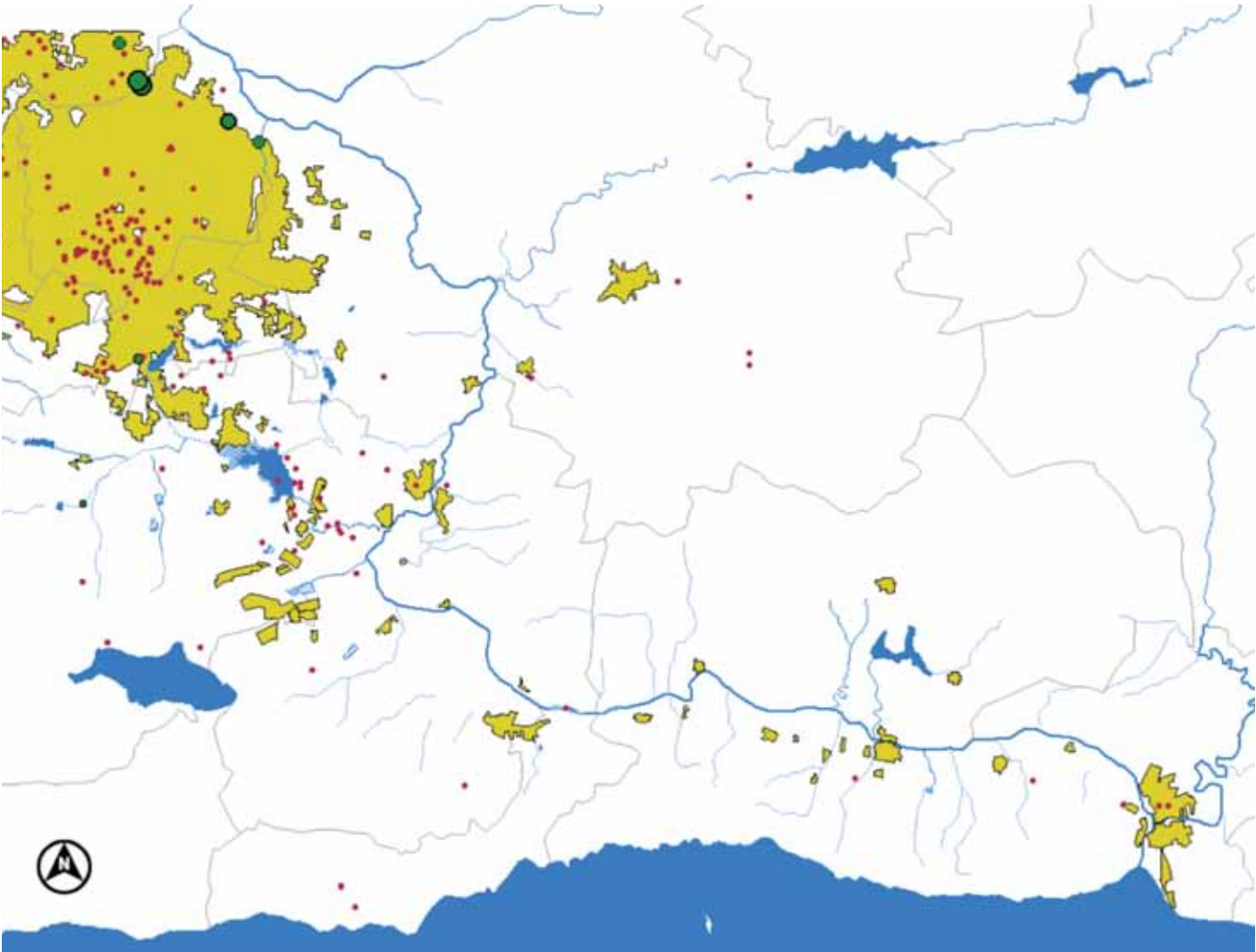


Figura 7. Industrias con georeferencia en el RETC en la zona de estudio en el período 2004-2009 (puntos rojos) y puntos de descarga municipal reportados por la CONAGUA (puntos verdes). El tamaño del símbolo representa el volumen de descarga.



Chimeneas de una fábrica en el pueblo de Ocotlán, la ciudad de Ocotlán, Jalisco.

De acuerdo con la información contenida en el RETC, las 10 industrias con reportes más elevados de descarga de metales pesados y cianuro son CIBA Especialidades Químicas , (hoy Huntsman Internacional de México), Grupo Celanese, Cervecería Modelo de Guadalajara, Nestlé México, Hilasal Mexicana, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, Casa Cuervo, IBM de México, y Servicios Estrella Azul de Occidente (Fig. 8).

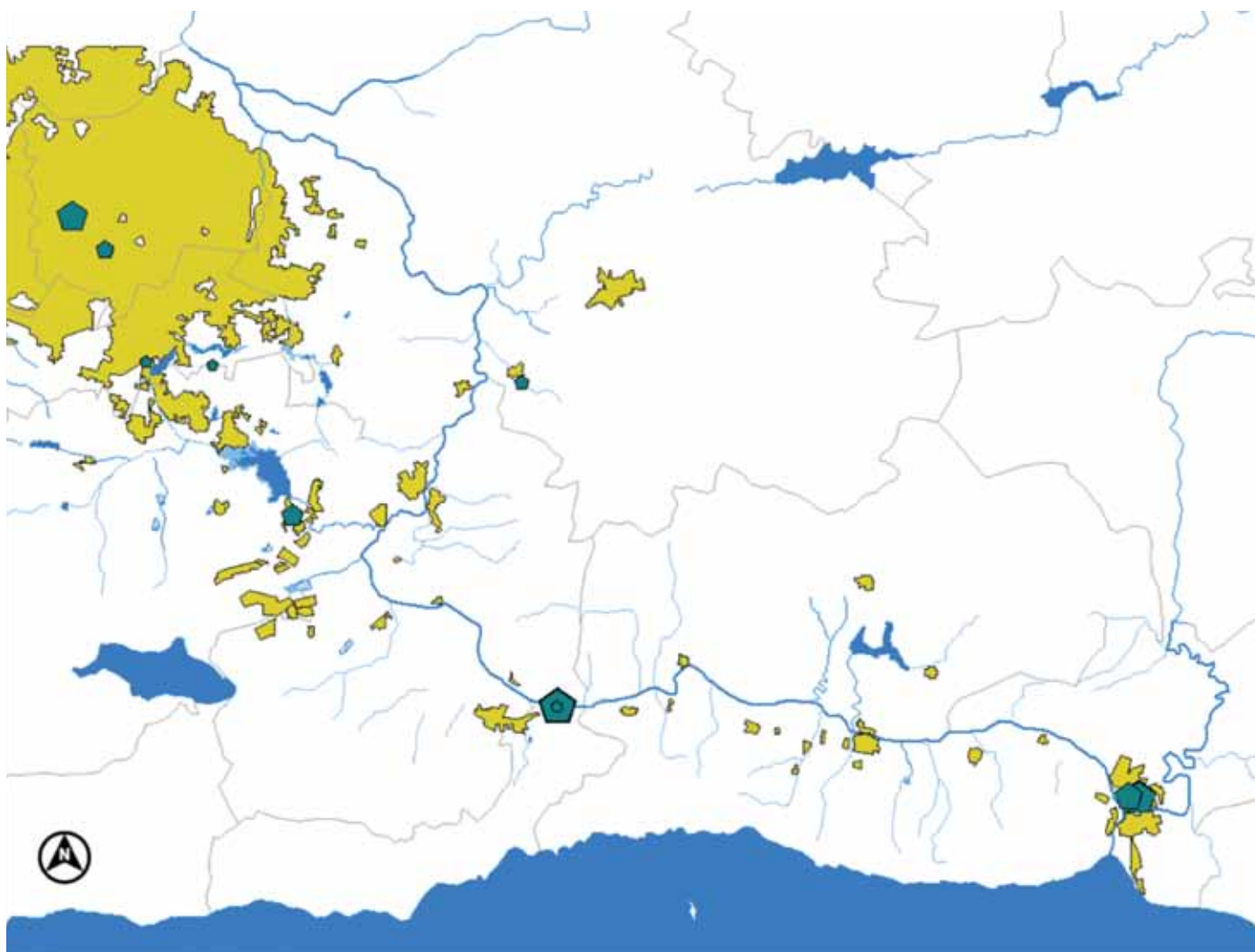


Figura 8. Ubicación de industrias con mayores descargas de metales pesados y cianuro en la zona de estudio durante el período de 2004-2009. El tamaño del símbolo representa el volumen de descarga promedio.

SALUD DE LOS HABITANTES EN LA RIBERA DEL RÍO GRANDE DE SANTIAGO

La contaminación de cuerpos de agua, además de afectar a la biota, reduce la disponibilidad del agua para distintos usos y se asocia con el incremento en la incidencia de enfermedades en las poblaciones humanas, por exposición a sustancias, contaminación de alimentos por riego o por su capacidad como reservorio de vectores. Al menos 18 millones de niños menores de cinco años mueren cada año por enfermedades relacionadas con la contaminación en ríos y lagos. En la zona de la presa El Ahogado y en la cascada El Salto ha persistido durante años la contaminación, lo que supone un factor de riesgo local a la salud humana. Las comunidades en la ribera han manifestado la existencia de sig-

nos de afectación a su salud. Los malestares y padecimientos reportados por habitantes de los municipios de El Salto y Juanacatlán han sido documentados y acreditados por organismos encargados de la protección y defensa de los derechos humanos como la Comisión Estatal de Derechos Humanos y el Tribunal Latinoamericano del Agua.

La información obtenida se limitó a los datos de mortalidad puesto que el SINAIS no cuenta con los datos de morbilidad a nivel municipal. En este sentido, nuestro análisis podría estar subestimando la problemática de salud en la zona. Encontramos que en el cuatrienio de 2007 a 2010, se presentó una mayor tasa de mortalidad de-



Familia del fraccionamiento La Alameda. Los habitantes se encuentran en medio del parque industrial y a un costado de la Presa El Ahogado.

bido a diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, enfermedad renal hipertensiva, estado asmático e insuficiencia renal no especificada en el municipio de Juanacatlán, mientras que en el municipio de El Salto se observa un incremento en las tasas de mortalidad a causa de enfermedad renal hipertensiva, insuficiencia renal crónica e insuficiencia renal no especificada. Debido a que las poblaciones en la zona son menores a 100,000 habitantes, para evitar un efecto por el tamaño poblacional, en otro nivel de análisis, ajustamos los datos para incrementar la población de riesgo considerada, agregando unidades espaciales vecinas. En este análisis, encontramos que los munici-

pios de la región centro (El Salto-Juanacatlán-Ixtlahuacán de los Membrillos) y la región sureste del Río Grande de Santiago (Ocotlán) presentaron las tasas de mortalidad específica (TME) más altas en enfermedades como las infecciosas intestinales, hipertensivas y crónicas de las vías respiratorias superiores en el período 1998-2010 (Fig. 9 A-D).

Por otro lado, analizamos la mortandad por tumores y malformaciones congénitas en la población de niños menores a 15 años. Encontramos que tanto en El Salto como en Juanacatlán, las tasas de mortandad por tumores malignos del sistema digestivo y marginalmente la leucemia linfoid-

de y cáncer de mama superaron la media estatal. En cuanto a las malformaciones congénitas, algunas de ellas no tienen registro dado que no son letales. Sin embargo, al comparar la suma total de mortandad por malformaciones, los datos muestran que las comunidades de El Salto, Juanacatlán y Ocotlán han presentado tasas mayores que la media estatal. Lo anterior no sólo corrobora la percepción que la población tiene respecto al riesgo a su salud en la zona, sino que representa una señal para que las instancias correspondientes actúen llevando a cabo un seguimiento epidemiológico y de atención a la salud en la zona.

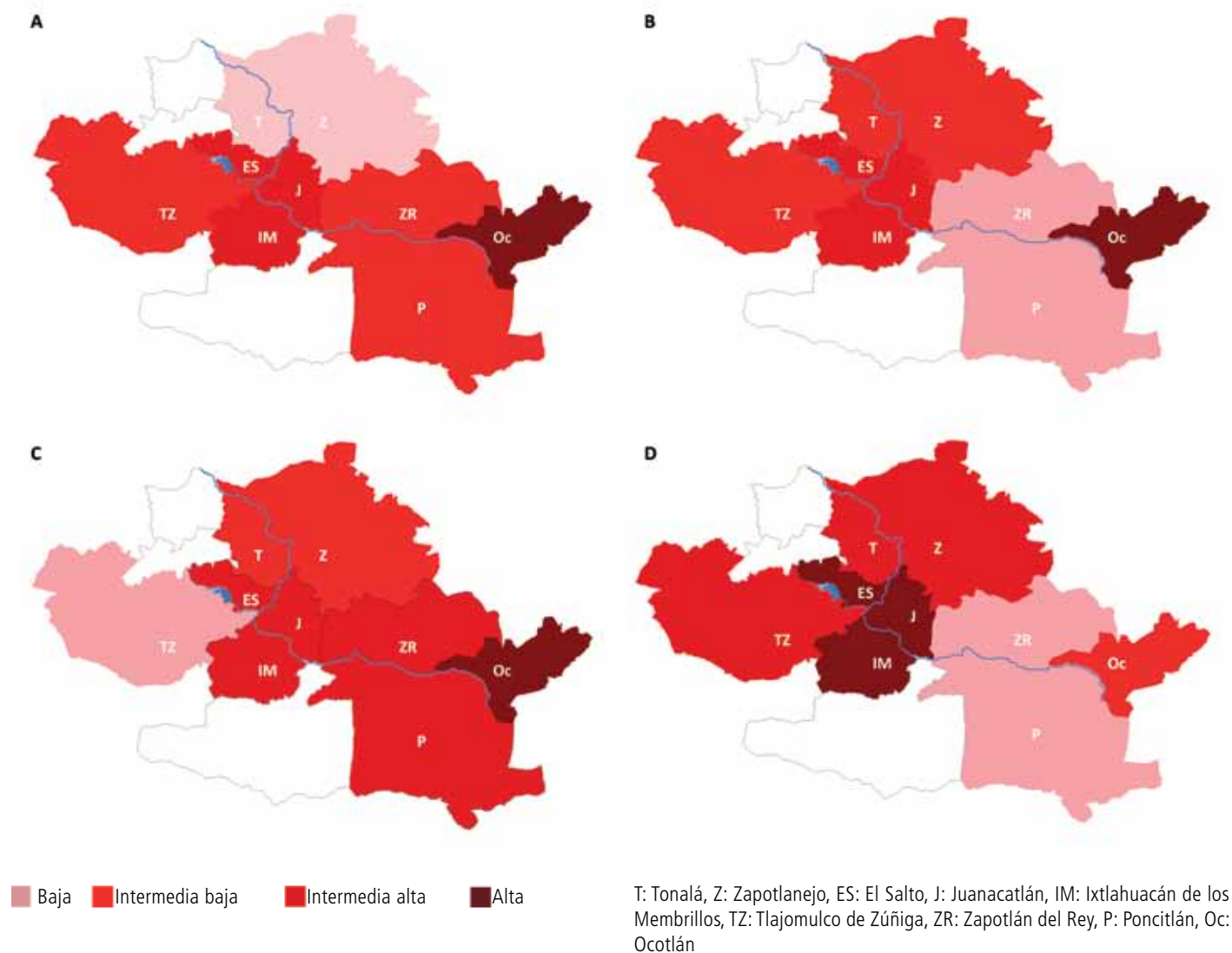


Figura 9. Representación gráfica de Tasa de mortalidad específica (TME98-10) por grandes grupos de enfermedades (A) infecciosas intestinales, (B) hipertensivas, (C) crónicas de las vías respiratorias superiores, (D) insuficiencia renal. La línea azul representa el cauce del Río Grande de Santiago.

CONCLUSIONES Y ZONIFICACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL Y DE SALUD



Vista de la cascada El Salto de Juanacatlán sobre el Río Grande de Santiago.

En este trabajo nos planteamos analizar posibles asociaciones entre los niveles de contaminación y los problemas de salud en el alto Santiago. Sin embargo, los datos disponibles son incompletos respecto a los años de registro. En consecuencia, el trabajo se enfocó en elaborar una descripción detallada de los

componentes ambientales (niveles y fuentes de contaminación en el río) y de salud (mortalidad). Identificamos zonas en el río donde los niveles de contaminación son más altos y éstas coinciden con los lugares en donde las tasas de mortandad son altas en los últimos años. Recientemente, diversos trabajos muestran que la contaminación de los ríos

por compuestos orgánicos volátiles, metales pesados, y otros contaminantes pueden afectar la salud de las comunidades ribereñas asentadas a una distancia menor de 5 kilómetros (km). Con base en lo anterior, consideramos relevante tomar en cuenta la distribución diferencial de la población con la cercanía al cuerpo de agua (Tabla 2).

Tabla 2. Proporción de la población en los primeros 5 km del Río Grande de Santiago y Arroyo El Ahogado por municipio.

Municipio	Población total (2010)	Población en primeros 5 km	Proporción (%)
Ocotlán	92,967	85,473	91.9
Poncitlán	48,408	31,706	65.5
Zapotlán del Rey	17,585	7,862	44.7
Ixtlahuacán de los Membrillos	41,060	24,384	59.4
Juanacatlán	13,218	13,188	99.8
El Salto	138,226	138,222	100.0
Tonalá	478,689	63,013	13.2
Zapotlanejo	63,636	8,388	13.2
Tlajomulco de Zúñiga	416,626	85,957	20.6

Fuente: Calculado con datos de COEPO 2010.

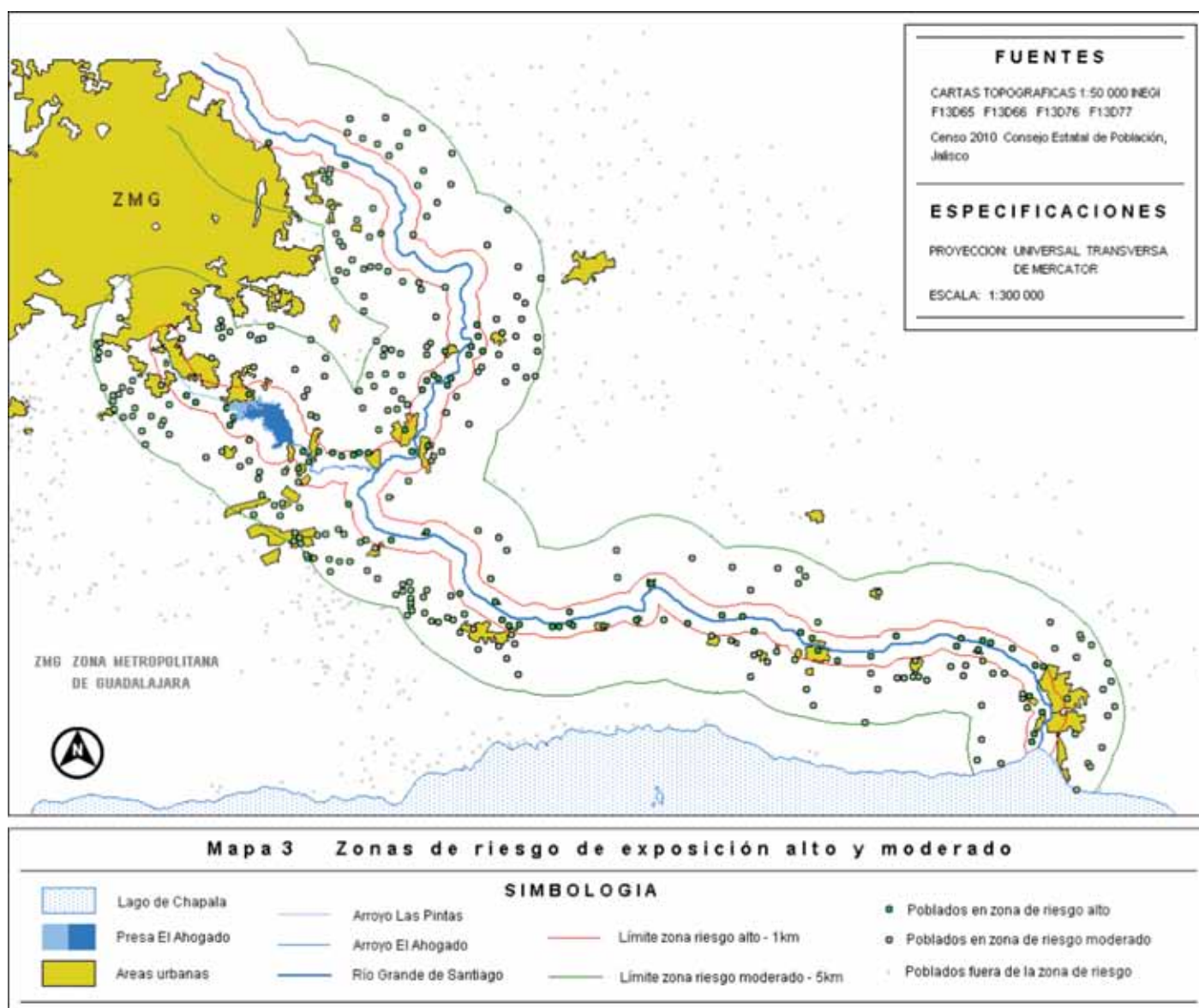
En Juanacatlán, El Salto y Ocotlán, más del 90 por ciento de sus habitantes se encuentran asentados a menos de 5 km del Río Grande de Santiago, Arroyo El Ahogado o el Río Zula. De acuerdo con la información respecto a los contaminantes presentes en el río y la presencia de industria en la zona de estudio, consideramos factible proponer una zona de riesgo alto dentro del primer kilómetro de distancia al río y una de riesgo moderado entre 1 y 5 km (Fig. 10). Es importante señalar que esta zonificación es gruesa porque no considera la variación en las magnitudes y tipos de descargas, factores geográficos o ambientales que podrían afectar la dispersión de los contaminantes, u otros. Tampoco hace consideración de la distribución espacial particular de grupos vulnerables en la zona. Sin embargo, puede ser vista como la base para estudios futuros que permitan delimitar con más detalle las zonas de riesgo.

Con base en la propuesta, encontramos que la población total de los nueve municipios que constituyen la zona de estudio ascendió a un total de 1,310,415 habitantes en 2010. Dentro de la franja de riesgo alto habi-

taban en esta misma fecha 211,331 personas, y 469,840 dentro de la franja de riesgo moderado. Estas constituyen poblaciones que deberían ser objeto de atención especial por las instancias de salud pública. La proporción de habitantes en riesgo, bajo el criterio de zonificación propuesto, es particularmente alta en los municipios de El Salto y Juanacatlán: 51 y 81 por ciento de su población, respectivamente, habitan a menos de 1 km de distancia del río; y prácticamente el 100 por ciento de sus habitantes viven a menos de 5 km. A estos dos municipios les siguen Poncitlán (65.5 por ciento a 5 km), Ixtlahuacán de los Membrillos (59.4 por ciento) y Zapotlán del Rey (44.7 por ciento). En el resto de los municipios menos del 20 por ciento de la población vive dentro de la franja de 5 km de distancia al río.

Por lo anterior, es factible que la incidencia de enfermedades letales como las que identificamos en este estudio se deba a la presencia de contaminantes en el río. Consideramos que aún es necesario aportar datos que identifiquen el vínculo entre contaminantes presentes en el río y enfermedades específicas en la población. En este sentido,

nuestra propuesta de zonificación podría ser tomada para estudios epidemiológicos en el área que tuvieran como fin vincular condiciones variantes de exposición con datos clínicos de los habitantes (metabolitos de contaminantes específicos presentes en el río, por ejemplo) recabados de primera mano. Por otro lado, resultaría de interés contrastar esta propuesta con una similar pero referida a los contaminantes atmosféricos, bajo el supuesto de que su superposición mostraría los focos de máxima exposición global a contaminantes, y sería informativa para los estudios epidemiológicos ya mencionados. Es lógico pensar que cualquier intento o esfuerzo por remediar o restaurar el ecosistema del río, resultará infructuoso mientras no se disminuya las descargas de contaminantes a niveles que permitan el restablecimiento de la estructura y función del ecosistema acuático. Es imperativo que las acciones de remediación deban basarse en restituir los servicios ambientales en función de indicadores ecológicos y sociales. Además, el proceso deberá considerar a todas las especies y niveles de organización ecológica que puedan ser usados tanto para la re-



mediación como para la implementación de programas de monitoreo. El objetivo último de la remediación o recuperación deberá proteger tanto la salud como la integridad del ecosistema afectado.

Finalmente como resultado del proceso de análisis en este proyecto, hemos formulado las siguientes recomendaciones que podrían ser tomadas para futuros trabajos y acciones en la zona:

- Para resolver el problema de contaminación es necesario reducir significativamente la descarga de contaminantes al río. Asimismo, favorecer los procesos de depuración natural del río por lo que se debe evi-

tar la construcción de diques o presas que reduzcan el flujo y dinámica natural.

- Recomendamos mantener el monitoreo de calidad del agua del Río Grande de Santiago para poder contar con indicadores que permitan evaluar el grado de contaminación y su comportamiento a través del tiempo. Sin embargo, esta actividad resulta insuficiente si no existe un procesamiento e interpretación de los datos generados. Además se debería implementar un biomonitorio mediante especies centinelas para evaluar el impacto de la contaminación en la diversidad biológica en la zona.

- Es necesario fortalecer el Registro de

Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), ampliando el espectro de sustancias químicas contempladas y, de ser posible, darle un carácter vinculante en términos legales. Esto implica un mayor control sobre las descargas de sustancias reguladas y en su caso penalizaciones.

- Es deseable realizar estudios que caractericen las rutas de exposición a través de las cuales las comunidades ribereñas pueden entrar en contacto con los contaminantes.

- Para caracterizar el vínculo entre contaminación y salud en la zona es necesario generar y hacer públicas bases de datos con

información detallada de morbilidad, a escalas geográficas por debajo de la municipal.

- Se debe facilitar la comunicación y transparencia de la problemática entre los actores involucrados. Particularmente, las comunidades locales deberán tener acceso a información que les permita tomar decisiones informadas en beneficio de su bienestar.

- La comunicación de riesgo es básica para prevenir la exposición innecesaria. Es importante implementar acciones preventivas que podrían partir de la señalización

y habilitación de barreras de protección para evitar el ingreso de personas y animales de granja a las zonas de mayor concentración de contaminantes. Se deberá implementar campañas informativas para la prevención de enfermedades y actividades que conduzcan a un riesgo de exposición.

- Encontramos que, paradójicamente, en la zona de mayor riesgo de exposición a contaminantes se ha favorecido la urbanización. Esta zona incluye a las poblaciones de San José El Quince, San José El Ver-

de, El Refugio, Zapote del Valle, San José del Castillo, La Alameda, varios nuevos fraccionamientos colindantes con la presa El Ahogado y el fraccionamiento de La Azucena. Sería deseable desacelerar esta tendencia y elaborar y seguir un ordenamiento territorial en función de estudios de evaluación de riesgo ambiente-salud.

- Es recomendable implementar acciones de restauración de la vegetación boscosa que crece a las orillas de los ríos para reducir la contaminación difusa en el cauce del río.

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO SANTIAGO Y LA SALUD PÚBLICA EN LA REGIÓN.

AUTORES:

OMAR ARELLANO-AGUILAR
LAURA ORTEGA ELORZA
PABLO GESUNDHEIT MONTERO

REVISIÓN EDITORIAL:

PIERRE TERRAS
ANGÉLICA SIMÓN

DISEÑO EDITORIAL:

ALEJANDRO ZAMUDIO

JULIO 2012, MÉXICO D.F.



GREENPEACE



Impreso en papel 50% de fibras recicladas, no derivadas de madera o provenientes de bosques con manejo sustentable, blanqueado sin cloro y libre de ácidos.