

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
Cátedra de Ecotoxicología

**HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL
ARROYO "LAS TUNAS" EN SU TRAYECTO POR EL
PARQUE INDUSTRIAL "GENERAL BELGRANO" DE LA
CIUDAD DE PARANÁ, ENTRE RÍOS, ARGENTINA**

Por

Bioquímica Gabriela Susana Fiorenza Biancucci

Tesis para la obtención del grado de Magíster en Gestión Ambiental

Director de Tesis

Dr. Rafael Lajmanovich

Co-directora de Tesis

Dra. Paola Peltzer

La obtención de un postgrado conlleva la realización de cursos, elaboración del proyecto, su ejecución y la escritura final. Todo esto concluye en un arduo esfuerzo que se suma a las tareas cotidianas que realizamos.

Es este, uno de los motivos por el que quiero agradecer a todas y cada una de las personas que de una manera u otra me han apoyado durante este tiempo y gracias a las cuales hoy, este título es una realidad.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	
1.1. Marco Legal	1-9
1.1.1. Generalidades	1-3
1.1.2. Argentina y la Legislación Ambiental.....	3-5
1.1.3. Legislación de la Provincia de Entre Ríos.....	5-6
1.1.4. Legislación municipal. Código Ambiental Paraná.....	6-7
1.1.5. Normativas internacionales aplicables a industrias locales.....	7-8
1.1.6. Producción más limpia	9
1.2. Industrias y Riesgo.....	9-14
1.2.1. Caracterización Riesgo industrial.....	13-14
1.3. Parque Industrial .Características y definición de los parques y áreas industriales en la Provincia de Entre Ríos.....	14-22
1.3.1 Parque Industrial General Belgrano (Paraná).....	18-22
1.4. Medio Agua: Arroyo Las Tunas.....	22-24
1.5. Hipótesis y Objetivos.....	25
CAPÍTULO 2: DISEÑO METODOLÓGICO Y RESULTADOS	
2.1. Área de estudio y selección de sitios de muestreo.....	26-32
2.1.1. Descripción de los sitios	28-32
2.2. Parámetros físicoquímicos y microbiológicos.....	33
2.2.1. Equipos, kits y metodologías	33

2.3. Bioensayos con larvas de anfibios.....	34-35
2.4. Biomarcadores.....	36-38
2.4.1. GST.....	36-37
2.4.2. Test de micronúcleos.....	38
2.5. Análisis estadísticos	38

CAPÍTULO 3: RESULTADOS

3.1. Marco Legal	39
3.2. Caracterización de Riesgo de industrias del PIGB.....	40-41
3.3. Determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas.....	41-43
3.4. Bioensayos.....	43-44
3.5. Bioindicadores.....	44-4
3.5.1. GST.....	44-46
3.5.2. Micronúcleos.....	47

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Generalidades.....	48-50
4.2. Análisis de los muestreos realizados durante los años 2006-2007.....	50-54
4.3. Comentarios finales.....	55-57

BIBLIOGRAFÍA.....	58-68
--------------------------	--------------

ANEXOS

1.1. Avaluos de la Secretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad de Paraná.....	69-72
1.2 Industrias PIGB.....	73-74
2.1. Determinación de GST en larvas de anfibios.....	75-79
4.1 Protocolo propuesto.....	80-95

LÁMINAS

1.1. Toneladas contaminantes por millón de dólares.....	13
1.2. Parques y Áreas industriales Prov. Entre Ríos.....	15
1.3.División Parques Industriales en la Provincia de Entre Ríos.....	16
1.4. Cuadro comparativo Parques Industriales públicos, Provincia Entre Ríos.....	16-17
1.5. Cuadro comparativo Parques Industriales capitales mixtos, Provincia Entre Ríos.....	17
1.6.Cuadro comparativo Parques Industriales privados, Provincia Entre Ríos.....	18
1.7. Imagen satelital Parque Industrial General Belgrano.....	20
1.8. Imagen satelital Arroyo Las Tunas y sus afluentes.....	24
2.1. Área de estudio.....	27
2.2. Imagen satelital área de estudio.....	27
2.3. Imagen satelital Sitio 1.....	28
2.4. Fotos Sitio 1.....	29
2.5. Imagen Satelital del Sitio 2.....	30
2.6. Fotos Sitio 2.....	31
2.7. Imagen Satelital Sitio 3.....	32
2.8. Foto Sitio 3.....	32
2.9. Estructura química glutation.....	37
3.1. Comparación parámetros ambientales.....	43
3.2. Comparación GST, renacuajos postbioensayo agua.....	45
3.3.. Comparación GST, renacuajos postbioensayo sedimento.....	46

3.4. Extendido sanguíneo.....	47
4.1. Mapa de la cuenca de los Arroyos “Las Tunas” y “Las Conchas” con los sitios muestreados donde se comparan los parámetros fisicoquímicos, recuento coliformes, GST y test de micronúcleos.....	52

TABLAS

1.1. Potencial contaminante de las industrias.....	14
3.1. Agrupación Industrias PIGB por rubros y riesgos.....	40
3.2. Primer Muestreo. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; sitios 1, 2 y 3.....	41-42
3.3. Segundo Muestreo. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; sitios 1, 2 y 3.....	42
3.4. Tercer Muestreo. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; sitios 1, 2 y 3.....	42

RESUMEN

Herramientas para la gestión ambiental del arroyo "Las Tunas" en su trayecto por el Parque Industrial "General Belgrano" de la ciudad de Paraná, Entre Ríos, Argentina

La preservación del ambiente posee regulación internacional desde la Convención Americana de Derechos Humanos (Pacto de San José de Costa Rica, 1978). En Argentina, con la reforma de la Constitución Nacional (1994) se lo reconoce en el art.75, inc. 22. Sin embargo, en el Parque Industrial "General Belgrano" (PIGB) de la Ciudad de Paraná se puede observar el insuficiente control de la planta de tratamiento de efluentes y su vertido en la cuenca del A° "Las Tunas".

Por estas razones, en el presente trabajo, se realizaron estudios básicos (medición de parámetros fisicoquímicos, ensayos microbiológicos, bioensayos y biomarcadores) en el A° "Las Tunas", en su trayecto por el PIGB, que permitieron obtener datos actuales sobre la calidad del agua y los sedimentos, para colaborar con la autoridad de aplicación local en el diseño de un plan de Gestión Ambiental. Para este fin, se propone un protocolo que podría ser utilizado por la Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Paraná y/o empresarios del PIGB, donde se incluye un modelo de auditoria ambiental y monitoreos periódicos basados en los estudios mencionados y normativas vigentes, como las IRAM, EPA y/o ASTM. Acorde a los resultados obtenidos, se concluye que los métodos utilizados (químicos y biológicos) fueron sensibles y sirvieron para comprobar, en las fechas estudiadas, el riesgo ecotoxicológico que se está produciendo en la cuenca del A° "Las Tunas" al atravesar el PIGB.

SUMMARY

Tools for environmental management of "Las Tunas" stream in its course through the Industrial Park "General Belgrano" in Paraná city, Entre Rios, Argentina.

Preservation of the environment has internationally regulation as Convención Americana de Derechos Humanos (Pacto de San José de Costa Rica, 1978). In Argentina with the reform of the National Constitution (1994) it is recognized in the art.75, inc. 22. However, in the case of the Industrial Park "General Belgrano" (PIGB) of Paraná city it is noticeable the insufficient control of the effluent treatment plant and its discharge in the basin of "Las Tunas" stream.

For these reasons, in this work, basic studies (measurement of physicochemical parameters, microbiological assays, bioassays and biomarkers) were carried out in the "Las Tunas" stream through its course in the PIGB, which allowed obtained current data on water and sediment quality, in order to collaborate with the local application authority in the design of an Environmental Management plan. For this purpose, a protocol that could be used by the "Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable" of Paraná and/or businessman in the PIGB is proposed. This protocol includes a model of environmental auditory and periodic monitoring based in the mentioned studies and standard methods such as IRAM, EPA and/or ASTM.

According to the results obtained, it is concluded that the methods used (chemicals and biologicals) were sensitive and led to assess, in the dates studied, the ecotoxicological risk that is taking place in the "Las Tunas" stream when crossing the PIGB.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, numerosos Parques Industriales se han ido estableciendo en la República Argentina. La Provincia de Entre Ríos, no es ajena a este avance tecnológico y posee numerosos Parques y Áreas Industriales. En esta Tesis se tratará específicamente el Parque Industrial “General Belgrano” (PIGB) que se halla en ciudad de Paraná, en las cercanías de la localidad de San Benito y es atravesado por el Arroyo (A°)“Las Tunas”. Debido a los problemas ambientales que se observan en la zona, se seleccionaron sitios de muestreo para demostrar posibles cambios en la calidad del agua y de los sedimentos del mencionado curso de agua.

1. 1. Marco Legal

1.1.1 Generalidades

El informe Brundtland, 1982, ha marcado un hito en el mundo por ser el primer instrumento jurídico que introduce el concepto de Desarrollo Sostenible¹. A su vez, no debemos olvidarnos que ya en la Conferencia de Estocolmo de 1972 se evidenciaba el nacimiento del Derecho Ambiental como una nueva rama de la disciplina jurídica en donde se esbozaban estos principios². Como consecuencia de esto, es que comienzan a formarse normativas tendientes al cuidado, protección y preservación del ambiente en el ámbito internacional. La República Argentina no ha quedado ajena a estos avances internacionales y es así, que se generaron y sancionaron leyes en relación con esta nueva temática.

En el marco del Derecho Ambiental debemos diferenciar, por un lado, la existencia de una serie de normativas internacionales de aplicación voluntaria y, por otro, la legislación ambiental internacional, nacional, provincial o municipal que son disposiciones de carácter y cumplimiento obligatorio en el ámbito del territorio que corresponda. Precisamente, el surgimiento de normativas internacionales obligatorias, obedece a que el daño ambiental no tiene fronteras. La prevención de este daño que atraviesa límites políticos, torna a estas normativas obligatorias, jurídicamente exigibles y susceptibles de fundar responsabilidades de violación de las mismas. Este principio queda originado por el acatamiento de la cooperación entre las naciones y respalda a las obligaciones generales de información, notificación y consulta.

Si se hace referencia a los principios del derecho internacional, que toma la máxima latina *sic utere tuo ut alienum non laedas* (“usa tus bienes de manera que no causes daño a los bienes ajenos”)³, se podría comenzar citando la necesidad de la Cooperación Internacional para la Protección del Ambiente: “los Estados tienen el deber de proteger el medio ambiente, no sólo con los otros Estados sino también en el territorio de su competencia, así como aquellos que no están sometidos a ninguna competencia territorial, es decir que son territorios comunes de la Humanidad para la Protección del Medio Ambiente”^{4, 5}. De él surge la obligación de las naciones de cuidar y protegerlo, siempre bajo la cooperación cosmopolita. Asimismo, la afirmación de la obligación de esta cooperación emana en la Declaración de Río de 1992, Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre Medio Ambiente y Desarrollo (La Cumbre de la Tierra), e introduce la necesidad de preservar, cuidar y proteger el ambiente^{6, 7}.

Como se mencionara en los párrafos anteriores, tanto el Derecho Ambiental como el Internacional tienen ingerencia sobre el “Ambiente” y ambos Derechos pueden verse ya

relacionados en el año 1978 en el pacto de San José de Costa Rica: Convención Americana de Derechos Humanos.⁸

1.1.2. Argentina y la legislación ambiental

Hasta el año 1994 la Constitución Argentina no incluía ninguna normativa específica en relación con el campo ambiental, ya que la misma fue sancionada en 1853, donde esta temática no existía o bien era desconocida. Vale hacer igual referencia a las posteriores reformas constitucionales de los años 1860, 1866, 1898 y 1957⁹. En la reforma de 1994 se incorpora en el Capítulo II el artículo 41 que en su primera parte ya menciona este Derecho: “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo...”. Para poder gozar un ambiente saludable es necesario el deber de todos a cuidarlo y este Artículo otorga, a su vez, a las autoridades gubernamentales la tarea de establecer leyes tendientes a lograr dicha finalidad.

En nuestro país, hacia finales de la década de los '90, se creó la “Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano” (SeRNyAH) bajo la coordinación del Poder Ejecutivo Nacional según el Decreto N°2419/91¹⁰ y con el objetivo de “asistir al Presidente de la Nación en las acciones relacionadas con la promoción, protección, recuperación y control del medio ambiente y la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables, en el ámbito Nacional y en el de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires en coordinación con las provincias, municipios, organismos gubernamentales nacionales y extranjeros y no gubernamentales que desarrollen actividades concurrentes, a fin de lograr una óptima relación del hombre con su medio físico y biológico”. Paralelamente, el Decreto 177/92 establece que la SeRNyAH es la

autoridad de aplicación de las Leyes 22421/81 (Protección de Fauna Silvestre), 22428/81 (Fomento y Conservación de los Suelos), 23922/89 (Aprueba Convenio de Basilea), 24040/91 (Control de fabricación y comercialización de sustancias agotadoras de la Capa de Ozono), 24051/91 (Régimen de Desechos Peligrosos), leyes nacionales o normas relacionadas con la protección, mejoramiento y defensa de los recursos forestales ¹¹. Actualmente en el organigrama de la Nación Argentina se creó la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SeAyDS), según Decreto 1919/06.

Posteriormente, el 17 de diciembre se promulgó la Ley N° 24.051, reglamentada por el Decreto N° 831/93 ¹² que regula la generación, manipulación, tratamiento, transporte y disposición final de residuos peligrosos, y en los artículos 27-28-29 se considera la responsabilidad del generador del daño.

Otra Ley relacionada con el ambientes es la N° 25.612: “Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios”, promulgada parcialmente el 25 de julio de 2002. Luego, por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1343/02, se promulgó el texto quedando observados el Capítulo de Responsabilidad Penal y el primer párrafo del Art. 60 ^{13,14}. Sus objetivos son: garantizar la preservación ambiental, la protección de los recursos naturales, la calidad de vida de la población, la conservación de la biodiversidad, y el equilibrio de los ecosistemas; minimizar los riesgos potenciales de los residuos en todas las etapas de la gestión integral; reducir la cantidad de los residuos que se generan; promover la utilización y transferencia de tecnologías limpias y adecuadas para la preservación ambiental y el desarrollo sustentable, y la cesación de los vertidos riesgosos para el ambiente.

También es necesario citar la Ley N° 25675, “Ley General del Ambiente” o “Ley de Presupuestos Mínimos”, que fue sancionada el 6 de noviembre de 2002 y promulgada, parcialmente, el 27 de noviembre del mismo año. La misma ratifica el acta constitutiva del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), suscripta el 31 de agosto de 1990, en la ciudad de La Rioja y el Pacto Federal Ambiental, suscripto el 5 de junio de 1993, en la ciudad de Buenos Aires. Esta ley hace mención al “Principio Precautorio: en donde existan amenazas de daños graves o irreversibles no se usará la falta de certeza científica total como razón para posponer la adopción de medidas costo-efectivas para prevenir el deterioro medioambiental” (Río, 1992 ⁷) pero también agrega: la “falta de certeza científica”, es decir, excluye la palabra “absoluta” y le otorga, en esta Ley Nacional, un alcance más amplio. Igualmente incluye la participación ciudadana, específicamente haciendo referencia a la información de los habitantes en lo concerniente al ambiente.

Además, existen una serie de convenios internacionales ratificados por nuestro país a través del dictado de Leyes Nacionales, por ejemplo: Protocolo de Kyoto en el año 1993, Ley N° 24.295 (Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático), Ley N° 24.375 (Aprobación de un Convenio sobre la Diversidad Biológica), por citar algunas.

1.1.3. Legislación de la Provincia de Entre Ríos.

- Leyes Provinciales:

✓ Ley Provincial N° 6260 y su Decreto reglamentario N° 5837/91

La ley Provincial N° 6260 de “Prevención y Control de la Contaminación Ambiental” fue publicada en el Boletín Oficial (BO) el día 9 de noviembre de 1978 (Decreto reglamentario N° 5837, año 1991). Los principales participantes de las mesas consensuadas para su redacción fueron los empresarios. En ella se puede observar que si bien su título menciona palabras tales como “prevención”, “control” y “ambiente”, en su contenido no se originan

normativas que vinculen estos términos, sino que se orienta a medidas relacionadas con la importación internacional o interprovincial y con la generación y producción local de insumos.

✓ Ley Provincial N° 6726 y su Decreto reglamentario N° 2254/90.

Esta Ley de Promoción Industrial tiene como objetivos elevar la tasa de crecimiento de las industrias en la provincia, contribuir a lograr y mantener niveles de empleo, fomentar la iniciativa privada y los costos competitivos, asegurar el óptimo uso de los servicios y estimular las actividades en miras a la exportación. Para poder lograrlo, el Poder Ejecutivo concede reducción y/o diferimento de impuestos provinciales por períodos de hasta 10 años. A su vez, podrá realizar acuerdos sobre los beneficios generales que por ley se aplican a las empresas que se radiquen en lugares que, según criterio de la autoridad competente, considere convenientes promocionar.

✓ Decretos relacionados a Ambiente y Normas de Calidad y Certificación

- Decreto N° 1438/1996. El mismo adhiere al sistema nacional de Normas, Calidad y Certificación que fue creado por el Poder Ejecutivo de la Nación (PEN 1474/94).

- Decreto N° 5394/1996. Esta normativa ratifica a la Dirección General de Desarrollo, Ecología, y Control Ambiental como autoridad para aplicar la Ley N° 6260.

1.1.4. Legislación Municipal. Código Ambiental de la ciudad de Paraná.

El Código Ambiental de la ciudad de Paraná, ordenanza N° 7717, fue sancionado el 11 de octubre de 1995 y promulgado el 26 de octubre del mismo año. Establece una serie de principios y objetivos, dentro los cuales se puede citar el reconocimiento de los límites del derecho individual, la oportunidad del control del medio ambiente y de los recursos naturales. A su vez, hace referencia a que el control, preservación y mejoramiento del

ambiente es de interés para todos los ciudadanos y nombra a la Municipalidad de Paraná como administrador de los bienes comunes o públicos comprometiéndola a trabajar para la atención, mejoramiento y preservación del ambiente y declarándolos objetivos prioritarios e insoslayables.

En los últimos años, el Subsecretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Municipalidad de Paraná, Horacio Enriquez, durante su período de gobierno (2004-2007), realizó reuniones con organizaciones no gubernamentales (ONG), para comenzar con la actualización del Código Ambiental de Paraná, considerando que el mismo fue sancionado hace diez años. El funcionario, conjuntamente con las ONG, recalcaron que es necesario reglamentar “herramientas claves para la Gestión Ambiental (GA), el estudio de evaluación de impacto ambiental y la audiencia pública”^{15,16}. También cabe mencionar, que esta Secretaría de Paraná, avaló el proyecto de tesis como parte de su gestión administrativa, según nota que se adjunta en el Anexo 1.1

1.1.5. Normativas internacionales ambientales aplicables a las industrias locales

Las empresas que operan dentro de la Nación Argentina y que son “industrias nacionales”, para poder ingresar dentro del comercio internacional deben cumplir normas ambientales tales como la British Standard 7750/92. Ésta es reconocida como el primer instrumento válido para la implantación de Sistemas de GA y es la precursora de las normas ISO (International Standard Organization) 14000 y también se puede hacer referencia al reglamento 1836/93 de la Comunidad Económica Europea (CEE)^{17,18}.

Las normas "ISO 14000" constituyen un sistema normativo obligatorio para evaluar la calidad ambiental, es decir, que cualquier empresa que decida iniciar su proceso de

certificación en forma voluntaria deberá tener la capacidad de certificarlas. Estas normas regulan, no solo los Sistemas de GA, sino que tratan los temas vinculados a los programas de ecoetiquetado, de auditorías ambientales, de análisis del ciclo de vida, de desempeño organizacional, entre otras cosas ¹⁸.

A título ilustrativo, podemos mencionar las Normas Serie ISO vigentes en la República Argentina:

- Guía ISO 14000 sobre Protección del Medio Ambiente.
- Guía ISO 14001 sobre Sistema de GA.
- Guía ISO 14010 sobre Auditorías Ambientales. Principios Básicos para su realización.
- Guía ISO 14011 sobre Auditorías Ambientales. Procedimientos de Auditoría de Sistemas de GA.
- Guía ISO 14012 sobre Auditorías Ambientales. Criterios para la Calificación de Auditorías.

Una empresa que certifique la norma ISO 14000 gozará de beneficios tales como un sistema de gerenciamiento ambiental organizado y estandarización de la auditoría ambiental interna. Asimismo, podrá declarar públicamente que la empresa cumple con la legislación ambiental y ayudará a cumplirla, disminuyendo los conflictos penales como civiles en relación con el ambiente. Los elementos que deberá implementar la empresa para certificar son política ambiental, planeamiento, implementación y operación, estructura y responsabilidad, acciones de control y correctivas, monitoreo, mediciones .

1.1.6. Producción más limpia

Actualmente y con el fin de reducir los impactos ambientales que las industrias generan, las autoridades y las propias empresas están tratando de encontrar la forma de evitar la producción de residuos considerados como peligrosos, básicamente a través de lo que se conoce como la “Producción más Limpia” . Este concepto se basa en la implementación de medidas destinadas a evitar, reducir y tratar los desperdicios y las emisiones. Estas políticas que están surgiendo fueron, por un lado, el resultado de una legislación ambiental más estricta, y por el otro lado, se destaca una mayor atención por parte de los clientes y del público en general¹⁹. La necesidad de expandir fronteras y obtener clientes a nivel mundial constituyó la asociación de las empresas con la ecología, marcando una ventaja diferencial para quedar o no dentro del ‘mercado internacional’ donde se incrementaron los consumidores ‘ecológicamente conscientes’, ya que como se percibe, por ejemplo con el cambio climático, la naturaleza se va afectando. Al presente muchas industrias están en la búsqueda de certificación, planes de GA y el cumplimiento con el registro y la aceptación de todas las normativas internacionales para así poder obtener una posición ventajosa en cuanto a sus posibilidades, sobre todo aquellas relacionadas con la exportación. El cumplimiento con estas normas, por otro lado, ayudará a romper las barreras arancelarias.

1.2. Industrias y Riesgo

Las actividades productivas comprenden una gran variedad de operaciones con potenciales riesgos ambientales que requieren un manejo adecuado; como lo son, entre otras, el transporte, la generación de energía y la eliminación de desperdicios. En los últimos años en la República Argentina, distintas leyes han impulsado la creación de Parques Industriales, en este sentido, la provincia de Entre Ríos cuenta con un número creciente de estos emprendimientos.

Se puede observar que existen distintas definiciones de riesgo, según la disciplina que analice el concepto. El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria de la Organización Mundial de la Salud (CEPIS) define al riesgo como el resultado de una evaluación, generalmente probabilística, que supone que las consecuencias o efectos de una determinada amenaza puedan exceder valores prefijados ²⁰. De manera similar, la Organización Internacional del Trabajo (OIT o sus siglas en inglés: ILO) define al riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseable en un período de tiempo no específico al cual se lo multiplica por las consecuencia adversas del evento ²¹.

Este contexto resulta apropiado para remarcar la diferencia entre riesgo, (*Risk*), y peligro (*Hazard*). Como se mencionó en el párrafo anterior, riesgo significa la probabilidad de que ocurra un peligro específico. En cambio, peligro es una amenaza, una injuria, potencial a los humanos, a su bienestar y al medio ²². Se podría hacer una comparación considerando dos industrias que utilizan los mismos procesos (desde el inicio de la fabricación de determinado producto hasta la eliminación de los efluentes). Por ejemplo, una industria elimina los efluentes en el río Paraná y la otra al A^o “Las Tunas”. El principal peligro sería la contaminación por esos residuos. Pero el riesgo sería menor en la primera ya que el río presentaría un mayor poder de dilución de los contaminantes a diferencia del arroyo donde estaríamos con un riesgo superior. Otros autores, a su vez, al definir el peligro incluyen variables tales como: el impacto, la magnitud del evento en la sociedad y el ambiente, y los contextos sociopolíticos dentro de los cuales transcurren ^{23, 24}. Es evidente que los riesgos urbanos y rurales están socialmente contruidos o aceptados, siendo los individuos de una sociedad quienes contribuyen a modificarlos.

En la actualidad, se integra otro concepto, el de vulnerabilidad de una sociedad. Este concepto se ha ido gestando socialmente y en donde el fenómeno tecno-industrial al que se expone la población no escapa de este análisis y se puede decir que la cotidianeidad la oculta ²⁵. Paralelamente, Maskrey en 1994 ²⁶, define a la vulnerabilidad como el medio para traducir procesos cotidianos de separación socioeconómica y política social hacia una identificación específica de aquellas a las que estaría expuesta al riesgo en un ambiente con amenazas. En este sentido indica que la población podría ser incapaz de absorber el impacto de las amenazas, cambios repentinos, y así, poder recuperarse según condiciones de vulnerabilidad tales como la vivienda insegura, ubicación de asentamientos en áreas expuestas a una amenaza específica, bajos ingresos, nivel precario de bienes materiales y reservas y la ausencia de medidas de protección social; indistintamente sean a nivel comunal o de la sociedad en general, surgiendo los patrones de desarrollo de vulnerabilidad.

Desde 1885, ya había comenzado a vislumbrarse en la percepción del riesgo como atributo del hombre cuando Nietzsche ²⁷ planteó que la condición que motiva la vida del ser humano era el vivir en peligro y estar en permanente riesgo. El control total sobre el riesgo, seguridad total, conduciría al hombre a la apatía espiritual. Pero, al comenzar a evaluar la percepción del riesgo (*Risk Assessment*) y la gestión del riesgo (*Risk Management*) se presenta la necesidad de aunar los criterios de las distintas áreas de estudios. En este contexto el comportamiento humano tiene relación directa con la utilización de los sentidos: gusto, olfato, vista, tacto y audición. Lo que el organismo percibe a través de ello puede determinar que un individuo aprecie las distintas cualidades y calidades de los objetos, unidades y/o entidades que lo rodean. Es así, que los sentidos se transformarían en indicadores de calidad y aceptabilidad, definiendo si un agua, por ejemplo, es buena o no ²⁴.

Las Agencias Internacionales, entre ellas La Agencia de Protección Ambiental de EEUU, (USEPA), según cita Douglas ²⁸, desde hace dos décadas, han estado organizando congresos sobre percepción de riesgo en la salud. Para estas agencias regulatorias, estos temas son asuntos conflictivos donde es difícil colocar fronteras, derechos y lograr “cuantificar” el riesgo en su totalidad. A su vez, las leyes encuentran obstáculos en la instauración de un marco legal pertinente, debido a que las problemáticas ambientales son influenciadas por las fluctuantes políticas en este sentido.

Finalmente, los avances tecnológicos surgidos como respuesta de la revolución industrial, el crecimiento urbano y la superpoblación han hecho que el hombre modifique sus asentamientos. Esto ha llevado a que, en las últimas décadas, numerosos estudios se realicen en relación con el riesgo industrial, considerando que es una problemática que ha adquirido relevante importancia debido al aumento de las actividades industriales y el desarrollo de tecnologías modernas. Por ejemplo, en un estudio ²⁹ que cubre ocho países (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, México y Perú; que representan aproximadamente el 80% del valor agregado y de las exportaciones de América Latina), se generó la gráfica de toneladas de contaminación producidas por distintas industrias como se observa en la lámina 1.1.

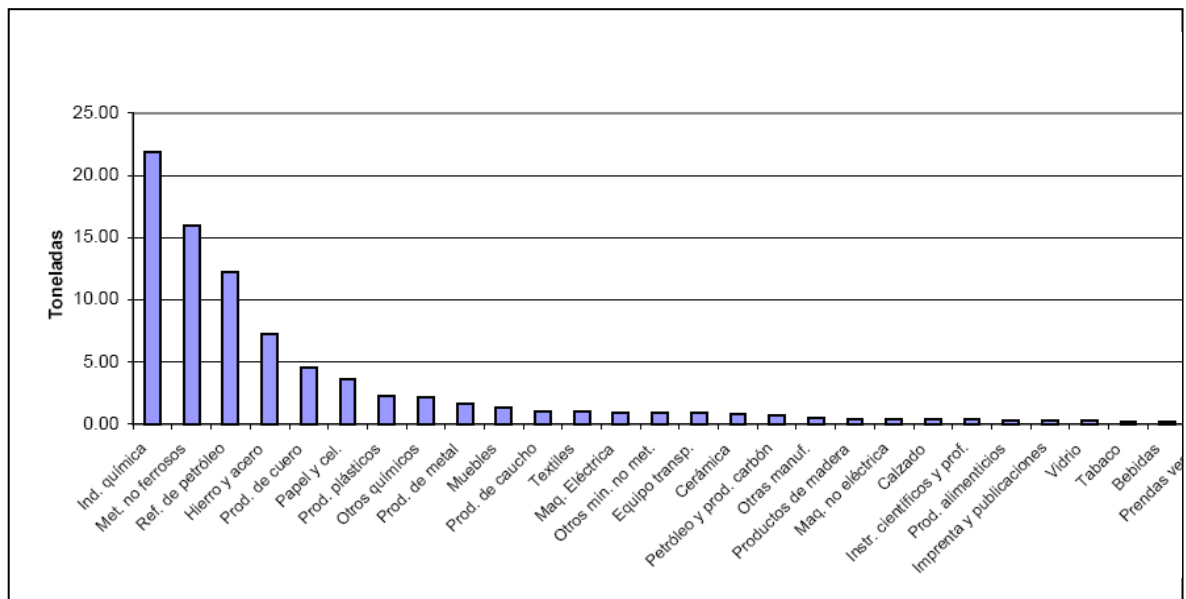


Lámina 1.1. Toneladas de contaminación por millón de dólares producidos en 1987

Fuente: IPPS, Banco Mundial.

1.2.1. Caracterización de Riesgo Industrial.

Considerando el reporte elaborado por el Banco Mundial ³⁰, Chudnovsky y Chidiak en 1995 ³¹, confeccionan un cuadro (se observa en la Tabla 1.1) en el cual colocan a las industrias según su potencial contaminante. Se basaron en las emisiones sectoriales totales por unidad de valor de producción agregada luego de ser ponderadas linealmente según su grado de riesgo para la salud humana.

ALTO POTENCIAL CONTAMINANTE
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Refinación de petróleo ✓ Fábrica sustancias químicas industriales básicas ✓ Industrias de cuero ✓ Industrias básicas de hierro, acero ✓ Metálicos no ferrosos ✓ Fábricas pastas para papel ✓ Imprenta y conexos
MEDIO POTENCIAL CONTAMINANTE
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Productos alimenticios ✓ Fábrica prendas de vestir ✓ Otros productos químicos ✓ Fábricas textil ✓ Productos metálicos ✓ Otras industrias manufactureras
BAJO POTENCIAL CONTAMINANTE
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Máquinas no eléctricas ✓ Material de transporte ✓ Bebidas ✓ Productos de caucho ✓ Construcciones máquinas eléctricas ✓ Fábricas equipos profesionales y otros

Tabla 1.1.: Potencial contaminante de algunas industrias.
Fuente: Chudnovsky, Chidiak. 1995 ³¹

1.3. Parques Industriales. Características y definición de los Parques y Áreas Industriales en la provincia Entre Ríos.

Según la legislación vigente en la provincia de Entre Ríos, se considera Parque Industrial a una extensión de terreno destinada para la radicación de industrias con infraestructura y espacio físico previamente definido y que posee áreas con servicios comunes entre las restantes fábricas establecidas en el mismo lugar como ser: tratamiento efluentes, toma-distribución agua, servicios de primeros auxilios, un ente administrador que organiza y

podría tener funciones de control (público, privado o mixto). Mientras que se considera Área Industrial al espacio de terreno cuyo fin es el asentamiento industrial y el espacio físico asignado que se organiza con anterioridad al asentamiento y posee infraestructuras básicas para los servicios comunes ³². Como exigencia, los Parque Industriales, según la Ley N° 6260 de prevención y control de la contaminación por parte de las industrias (1978) ³³ y su Decreto reglamentario N° 5837 (1991)³⁴, deberán tener tratamientos de sus efluentes para preservar el medio ambiente. Actualmente, en la provincia de Entre Ríos podemos encontrar seis Parques Industriales y diecinueve Áreas Industriales (Lámina 1.2). A su vez, en Entre Ríos los Parques Industriales se dividen en públicos, mixtos y privados, según se observa en la lámina 1.3; y en las láminas 1.4, 1.5 y 1.6 se mencionan los datos de ubicación-terreno, servicios básicos, efluentes e industrias, obtenidos de la Unión Industrial de Entre Ríos ³².

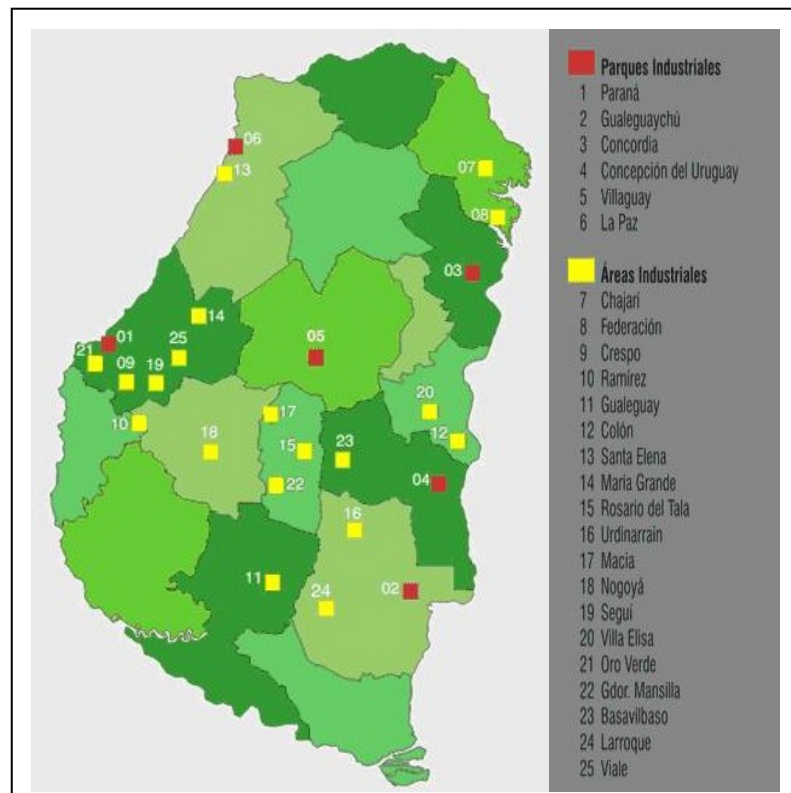


Lámina. 1.2. Parques y Áreas Industriales de la provincia de Entre Ríos
Fuente: Dirección general de Promoción Industrial y PyMes. Gobierno Entre Ríos

PARQUES INDUSTRIALES		
PÚBLICOS	MIXTOS	PRIVADOS
Paraná	Villaguay	Gualeduaychú
Concordia		La Paz
Concepción del Uruguay		

Lámina 1.3: División Parques Industriales en la provincia Entre Ríos

	UBICACIÓN TERRENO	SERVICIOS BÁSICOS	TRATAMIENTO DE EFLUENTES	TIPO DE INDUSTRIAS
C O N C O R D I A	-RN 14, a 10 km. del centro de Concordia. -100 ha parceladas y con cerco perimetral de seguridad.	AGUA: Captación de agua subterránea: - 3 perforaciones, con equipos de bombeo, - un tanque de H°A° de 500 m ³ y red de distribución interna. ENERGÍA.ELÉCTRICA.: - Cooperativa Eléctrica de Concordia, - red interna de distribución e instalación de iluminación. GAS -Estación reguladora de presión y cañerías de distribución interior	-Planta de depuración de efluentes industriales y cloacales	- Paneles aglomerados y laminados. -Fábrica resinas ureicas. - Bebidas a base de jugos cítricos. -Lácteos: quesos y leche fluida. -Creosotado de postes de eucaliptus. -Aserradero. -Hormigón, cementos. - Caños, paneles para la construcción. - Frigorífico. -Metalúrgica. - Gases, oxígeno, CO ₂ .
C O N C E P C I O N D E L	- Sobre RN 14 e intersección RN 39, a 7 km del centro y 9 km del puerto de Concepción del Uruguay. - 221 ha (32 has zona franca, y 48ha son zona de reserva. - El predio se halla parcelado y con cerco perimetral de seguridad.	AGUA - provisión individual - existe una perforación sobre el Arroyo de la China a tercera napa (70 m) con bomba instalada (30 m ³ /h). - Esta proyectada una cisterna para uso común.- ENERGÍA.ELÉCTRICA: - estación transformadora en media tensión 33/13,2 KV - tendido de red eléctrica interna en media y baja tensión.	- Tratamiento: se realiza en forma individual. Esta proyectada una red colectora y planta de depuración de efluentes cloacales e industriales para utilización conjunta.	- Laboratorio INTI. - Pigmentos para pinturas y tintas. - Tratamiento piezas de acero y metales - Chapas asfálticas. - Envases de cartón corrugado. - Aserradero y carpintería industrial. - Núcleos para alimentos balanceados. - Arroceros, secadero de cereales. - Fraccionamiento de gas licuado en cilindros

U R U G U A Y		GAS: - Estación reguladora de presión de 14 = 4 kg /cm ²		
P A R A N Á	Se detallan en 1.3.1.			

Lámina 1.4. Cuadro comparativos de los Parques Industriales con capital público en la provincia de Entre Ríos

	UBICACIÓN TERRENO	SERVICIOS BÁSICOS	TRATAMIENTO DE EFLUENTES	TIPO DE INDUSTRIAS
V I L L A G U A Y	Sobre RN 18, a 2 km del acceso principal a Villaguay - 71,7 ha totales., 25,5 ha corresponden a la primer etapa de desarrollo ya concretado.	<p>AGUA</p> <ul style="list-style-type: none"> -electrobomba sumergible de 10 HP a una profundidad de 80 m; - torre metálica de 10m de altura, con escalera y tanque de chapa de acero de 15.000 l para reserva de agua con baliza reglamentaria, -casilla para la instalación del tablero comando y clorinador y 1500 m de cañería de P.V.C. para la distribución del agua. <p>ENERGÍA.ELÉCTRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Transformador de 130 KW de potencia con distribución de energía por cableado aéreo. <p>GAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Planta reductora de presión de 20/4 Kg/cm² con una capacidad instalada de 2000 m³/h. -Red de distribución interna desarrollada en una primer etapa. 	Lagunas de oxidación.	<ul style="list-style-type: none"> - Molienda de sal. - Molino arrocero. -Extracción y fraccionamiento de miel -Elaboración de productos lácteos - Metalúrgica -Elaboración de alimentos balanceados para aves. -Vigas pretensadas para puentes

Lámina 1.5. Cuadro del Parque Industrial con capitales mixtos en la provincia Entre Ríos (RN: ruta nacional)

	UBICACIÓN TERRENO	SERVICIOS BÁSICOS	TRATAMIENTO DE EFLUENTES	TIPO DE INDUSTRIAS
G U A L E G U A Y C H Ú	RN 14, a 7 km. del centro de Gualeguaychú. - 214 ha totalmente parceladas, con cerco perimetral de seguridad de 7.500 m.	<p>AGUA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -subterránea, 5 pozos profundos con bombas sumergibles y equipos de bombeo de 120 m³/h; -tanque de almacenamiento de HA a 30m de altura con 350m³ de capacidad y red de distribución interna, 9 km a través de caños de 60 a 350 mm. <p>ENERGÍA.ELÉCTRI-CA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cooperativa Consumo Electricidad y Afines de Gualeguaychú Ltda. <p>GAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estación reguladora de presión instalada en una parcela interna, -capacidad de 7500 m³/h, reducción de presión de 70 a 15 Bar y red de distribución interna 	<ul style="list-style-type: none"> - Red colectora de efluentes cloacales e industriales y planta de depuración compacta de dichos efluentes líquidos, por agitación aeróbica y con capacidad de hasta 250 m³/h, funcionamiento automático. - efluentes sólidos son de responsabilidad directa de cada una de las empresa 	<ul style="list-style-type: none"> - Jugos cítricos – Leche fluida -Colorantes y conservadores para industria alimenticia. -Fundición plomo. -Equipos de calderería. -Metalúrgica pesada. -Bridas para gas y petróleo. Hierro forjado. -Cámaras y cubiertas para bicicletas y moto. -Detergente líquidos y en polvo. -Productos veterinarios y para uso humano. -Bolígrafos y encendedores descartables -Tintorería industrial. -Fraccionamiento detergente y otros productos químicos. -Secado de maderas. -Secado de cereales. - Productos para potabilización de agua. - Fabricación de silicato de sodio. - Acoplados y carrocería para camiones. -.Muebles de algarrobo y roble. -Autoelevadores, máquinas agrícolas. -Fraccionamiento para Unilever. -Reciclado de papel, cartón y plásticos. -Software para computación. -Fabricación de silicato de sodio. -Industria textil. -Fabricación de aceites de soja. -Química fina y extractiva.
L A P A Z	- 4 km de La Paz y a 2 km de la RN 12 y RP1. - 63 ha	<p>AGUA y ENERGÍA. ELÉCTRICA (llegan al acceso del parque)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Agua potable municipal. -Energía eléctrica (media tensión) <p>GAS: s/d</p>		<ul style="list-style-type: none"> -Muebles de algarrobo. -Ladrillos cerámicos. -Aserradero, pallets. -Productos Lácteos.

Lámina 1.6. Cuadro comparativos de los Parques Industriales privados en la provincia Entre Ríos. (RP: ruta provincial, H.A: hormigón armado)

1.3.1. Parque Industrial General Belgrano (Paraná)

El PIGB, [31° 46' 15" S y 60° 27' 17" W (lámina 1.7.)], está ubicado en la intersección de las Rutas Nacionales (RN) N°18 y N° 12. Se encuentra a 7 km de la ciudad de Paraná

(capital de la provincia de Entre Ríos), a 10 km. del puerto, a 5 km del aeropuerto y a 7 km del Ferrocarril Mesopotámico General Urquiza, constituyendo uno de los polos productivos más importantes en el desarrollo de la región ³⁵.

Actualmente, en el PIGB, se radican 31 empresas que se detallan en el Anexo 1.2. Este predio posee 122 hectáreas urbanizadas y parceladas conectadas por la red de caminos secundarios, provinciales y rutas nacionales hacia los países limítrofes como Uruguay, Brasil, Bolivia, Chile y Paraguay, constituyéndose en un referente importantísimo en el contexto del Mercosur. El terreno tiene un valor estimado de 2293 pesos/m² para los primeros 5000 m²; 2017 pesos/m² de 5000-10000 m² y 1724 pesos/m² para el excedente. Cuenta con suministro de energía eléctrica en media tensión con estación transformadora, red interna de distribución en media y baja tensión e instalación de iluminación interna. El abastecimiento del agua está dado por una perforación y almacenamiento en un tanque elevado de hormigón armado de 350 m³ de capacidad con una red de distribución interna. Este complejo posee instalaciones de gas natural mediante una línea de alimentación al Parque Industrial por una cañería de 6 pulgadas de diámetro y 10 bar (kg/cm²) de presión, con una capacidad de suministro de 5.000 m³/hora. El consumo actual de agua ronda los 1.000 m³/hora ³⁶.



Lámina 1.7. Imagen satelital del Parque Industrial General Belgrano³⁵

El PIGB dispone de las siguientes obras de infraestructura y de servicios comunes:

- Red vial interna pavimentada en gran proporción.
- Comunicaciones: Líneas de teléfono y fax.
- Parquización interna.
- Servicio público de recolección de residuos.
- Líneas de transporte urbano de pasajeros.
- Estación para pesaje de camiones con balanza de 60 toneladas.
- Servicio contra incendio.
- Destacamento del cuerpo de bomberos.
- Edificio para servicios comunes, que consta de una sala de primeros auxilios, correo, sucursal bancaria y sede del personal de vigilancia.

En relación con los beneficios tributarios municipales, existe una exención por 10 años de impuestos y tasas municipales, con el 100 % para los 5 primeros años y el 50 % para los años restantes. Provincialmente, existen medidas de carácter de promoción dentro del sistema industrial que tienden a otorgar líneas de créditos, avales de garantías y facilidades. La provista de agua, energía y comunicaciones poseen precios preferenciados, las mejoras realizadas dentro del área, llegan a alcanzar reintegros de hasta el 50% (construcción caminos, redes eléctricas, etc.). En este Parque hay un personal de aproximadamente 930 personas trabajando activamente.

Las empresas acogidas a este régimen de promoción industrial, y que construyan viviendas permanentes, tanto para su personal como sus familiares, gozan de beneficios adicionales como el otorgamiento de tierras, exenciones impositivas, prioridad en el suministro de servicios, avales y/o créditos, según la ley provincial 6726 ³⁷ de Régimen de Promoción Industrial Provincial y su decreto reglamentario ³⁸. Asimismo, se benefician las industrias que amplíen al menos en un 40% de su capacidad teórica: “la ampliación de líneas de fabricación integrales destinadas a la elaboración de nuevos productos y a aquellas que adopten nuevos procesos productivos distintos a los que poseía demandando para ello de una inversión no inferior al 30% del activo fijo actualizado de la empresa”. También participan de este régimen las plantas paralizadas por más de tres años consecutivos.

La planta de tratamiento de residuos del PIGB fue construida en el año 1975 y actualmente está en desuso, ya que quedó fuera de servicio al poco tiempo de finalizada, debido a la corrosión del equipo electromecánico. En 1992, las autoridades municipales llamaron a una licitación pública para reparar los equipos dañados y solucionar este problema. Un año más tarde, se originó una nueva rotura que fue remediada mediante un “by pass”, y es así, que desde ese momento se estarían descargando los residuos del Parque

directamente al Arroyo A° “Las Tunas”. En 1994, el municipio, refaccionó la misma (costo de la obra: \$200.000) pero quedó nuevamente en desuso. Desde entonces, el estado intentó desligarse de las responsabilidades de reparación y mantenimiento de la planta de tratamiento, exigiéndolo el costo de la misma a las Empresas. La respuesta de las mismas ante esta propuesta fue el cierre de las fuentes de trabajo. Hasta el año 2001, no ha habido ninguna comunicación oficial de que el A° “Las Tunas” se este saneando³⁹.

En el año 2006 (28-jun) el Director de Desarrollo, Ecología y Control Ambiental, Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Justicia y Obras Públicas de la provincia de Entre Ríos, (2004-2007), Ing. Gabriel Moguilner, confirmó que el Gobierno provincial realizará la obra de saneamiento a través del dragado y canalización del A° “Las Tunas”⁴⁰. Es de destacar que estas obras solamente facilitan el escurrimiento de las aguas, pero no solucionan el problema principal que es el volcado de efluentes no tratados.

1.4. Medio agua: “A° Las Tunas”

El agua es un valioso recurso natural ampliamente utilizado por las industrias, ya que se emplea no solo como fuente de energía, sino también como parte del proceso materia prima, vehículo en la eliminación de desechos, limpieza de envases, equipos, por citar algunos ejemplos. Si bien, es un recurso renovable, puede llegar a estar contaminado por las actividades mencionadas anteriormente y ser nocivo para los organismos vivos que lo utilizan. En este contexto, los ríos y arroyos, son sistemas abiertos cambiantes a lo largo del espacio y del tiempo sometidos a la influencia del clima y las características de la cuenca⁴¹ en donde la actividad humana afecta e incide sobre este equilibrio dinámico, llegando a modificarlo y en algunos casos esta alteración puede ser irreversible.

Las redes fluviales de Entre Ríos se originaron en un período climático único durante el período Pleistoceno Superior. A su vez, un patrón tectónico de bloques, visible en los cursos mayores y menores determinó el cauce actual de éstos. Análogamente, se observan asimetrías de las cuencas y subcuencas en relación con los colectores ⁴². Cabe mencionar que actualmente se ha producido un gran impacto antrópico en los arroyos, principalmente por el desmonte y arado de sus cuencas que alternaron el cambio de las cubiertas originales de bosques. Esto trajo aparejado, crecientes más violentas y estiajes más largos y secos. Es notable ver que en algunos interfluvios se originaron cárcavas y que la erosión de los suelos produce áreas con pendiente media a alta, así como también erosión lateral con traslado meándrico en los cauces de los arroyos. Los picos de crecientes de los últimos años cubren las terrazas bajas con depósitos arenosos en un espesor que alcanza 0,50 a 1,50 m; según los casos.

El A° "Las Tunas" marca el límite oriental del Municipio de Paraná (Entre Ríos). Nace en el km 11 de la RP 131 y recorre aproximadamente 15 km hasta confluir en el A° "Las Conchas", que desemboca en el río Paraná en su tramo medio. En su recorrido atraviesa el PIGB ⁴³ y sus principales afluentes son el A° "Saucesito" y el A° "Las Piedras" (Lámina 1.8. ³⁵).

Estudios realizados en el año 2005 por Pave y Marchese ⁴⁴ utilizando invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua demostraron que existe una gran contaminación orgánica en el A° "Las Tunas" en los sedimentos. Los valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) altos y la menor densidad, riqueza y diversidad de estos organismos no se pudieron recuperar a lo largo del curso del arroyo.

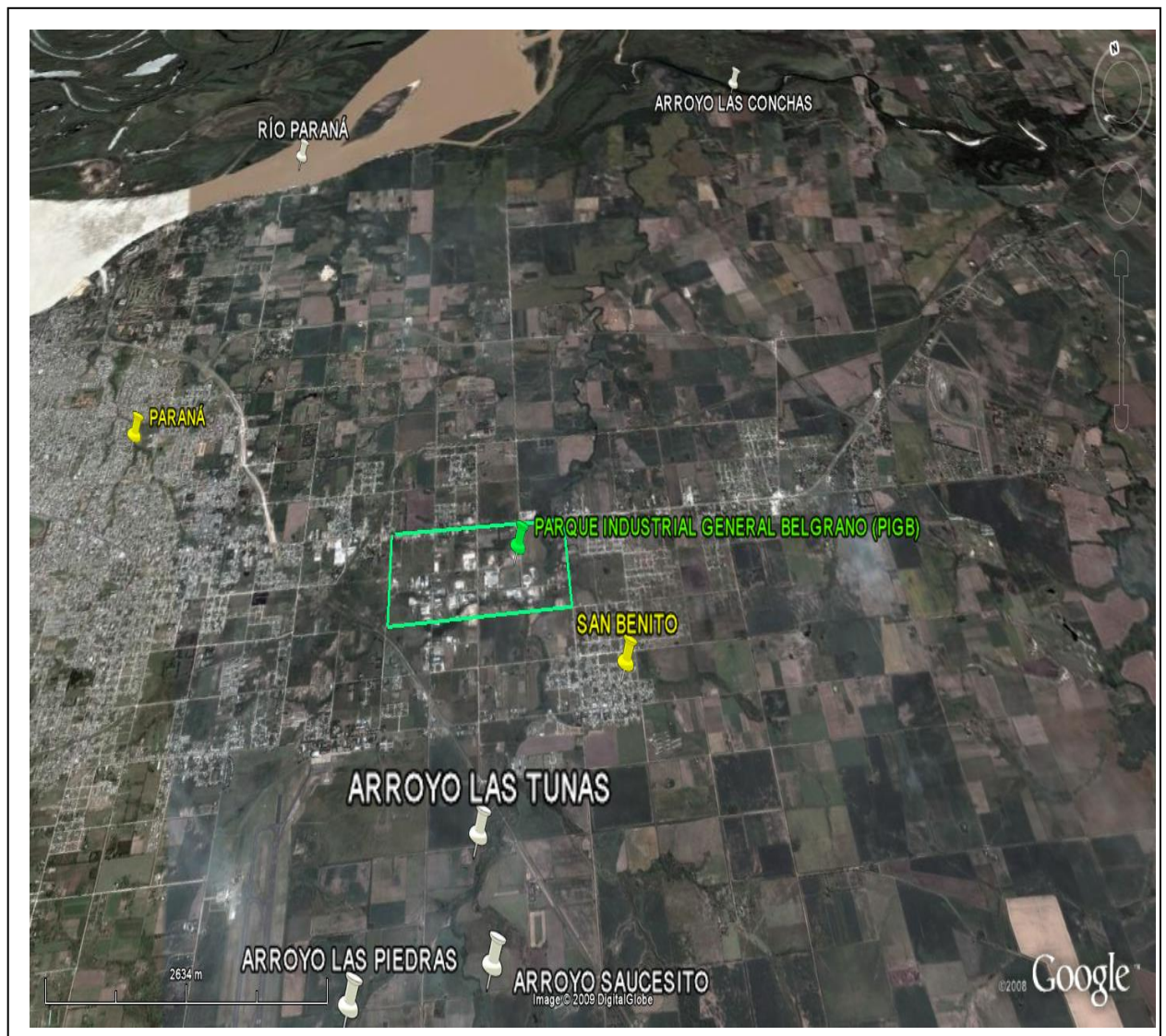


Lámina 1.8. Imagen satelital del A° “Las Tunas” y sus afluentes (A° “Las Piedras” y A° “Saucesito”) hasta desembocar en el A° “Las Conchas”.

1.5. Hipótesis y Objetivos

- Hipótesis: La calidad del agua y de los sedimentos del A° “Las Tunas” se ve alterada por el volcado de efluentes del PIGB.

- Objetivos:

General: Realizar estudios básicos en el A° “Las Tunas”, en su trayecto por el PIGB de la ciudad de Paraná (Entre Ríos-Argentina), que permitan diagramar estrategias preliminares de GA.

Secundarios:

1. Obtener datos actuales sobre la calidad del agua y los sedimentos.
2. Diseñar bioensayos, seleccionar especies indicadoras y efectos a evaluar, según el art. 34 del Decreto 831/93 (BO 27630, 1993), que reglamenta la ley nacional 24051 (BO 27307, 1992) para colaborar con la autoridad de aplicación local en el diseño de un plan de GA integral para el monitoreo y saneamiento del A° “Las Tunas”.
3. Redactar un protocolo para ser utilizado por la Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la ciudad de Paraná y/o empresarios del Parque Industrial, que permita realizar monitoreos periódicos sobre la calidad del agua y los sedimentos del A° “Las Tunas”.
4. Contribuir con los gestores de políticas públicas en la actualización del Código de Ambiental de la ciudad de Paraná.

CAPÍTULO 2

DISEÑO METODOLÓGICO

La calidad de agua en arroyos y ríos se puede determinar mediante baterías de análisis químicos, físicos y biológicos que requieren una correcta selección de los sitios de muestreos (accesibles y permanentes en el tiempo). A los efectos de garantizar la calidad de los resultados y minimizar los errores, antes de comenzar el muestreo, se diseñó un plan para responder a los objetivos incluyendo elementos específicos acerca de los sitios, técnicas y número de muestras ^{45, 46, 47, 48, 49, 50}. En el presente trabajo, las tomas de datos fueron realizados durante los años 2006-2007 en los meses de abril, agosto y enero. Paralelamente se realizó un análisis sobre la aplicación de las normativas vigentes y se caracterizó a las industrias del PIGB según el riesgo, en base a la clasificación de Chudnovsky y Chidiak (1995) ³¹.

2.1. Área de estudio y selección de sitios de muestreo.

Los sitios se seleccionaron utilizando imágenes satelitales, se fotografiaron y se georeferenciaron con un geo-posicionador satelital (GPS Garmin XL45). En la lámina 2.1, se aprecia el mapa de la República Argentina, con la provincia de Entre Ríos y se delimitan los tres lugares elegidos para realizar los muestreos representativos del A^o “Las Tunas” al atravesar el PIGB y a continuación se observa la imagen satelital ³¹ del área de estudio (Lámina 2.2).

La selección de los puntos de muestreo se basó en que fueran susceptibles a mostrar cambios en la calidad del agua y de los sedimentos del A^o “Las Tunas”. De esta manera se eligieron tres sitios.

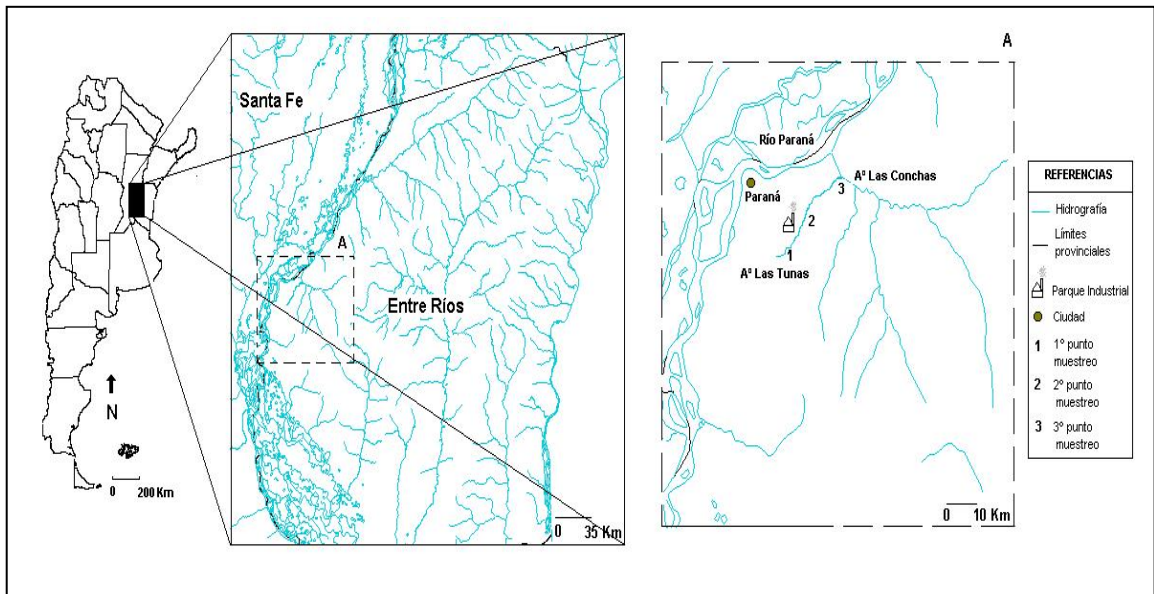


Lámina 2.1.: Área de estudio ⁵¹



Lámina 2.2. Imagen satelital del área de estudio ³⁵
(Sitios de muestreos marcados con color celeste; ciudades en amarillo y el PIGB en verde)

2.1.1. Descripción de los sitios

- Sitio 1: Previo a su ingreso a la zona industrial: San Benito, S:31° 47'0.32" /W: 60 ° 27.2'10.0" (Lámina 2.3).

En su primer tramo, el A° “Las Tunas” atraviesa la Ciudad de San Benito, formando una zona de recreación y el agua se encuentra semi estancada. Luego continúa su recorrido NE bordeando el PIGB. Como se observa en la lámina 2.4, es una zona con predominio de árboles: *Acer negundo* (fresno), *Ligustrum lucidum* (ligustro), *Melia azedarach* (paraíso), y el cauce del arroyo atraviesa un lecho de cemento con escasa presencia de vegetación herbácea. La perturbación antrópica en este sitio se limita a las actividades recreativas urbanas y suburbanas de la localidad de San Benito.



Lámina 2.3. Imagen satelital del Sitio 1 ³¹



Lámina 2.4: Fotos del Sitio 1

Sitio 2: Al finalizar el Parque Industrial, sobre el puente de la RN 18, luego de la salida de los efluentes industriales, S: 31° 45'52.52" / W: 60° 26'30.89" ³¹ (Lámina 2.5).

Este lugar fue seleccionado para el segundo punto de muestreo utilizando el puente que se encuentra sobre la RN 18. No obstante, tiene una circulación lenta de las aguas con algunas turbulencias y estancamientos, el lecho también presenta piso de cemento, es muy tortuoso y con restos de desechos en general (Lámina 2.6). En este Sitio se registraron numerosas evidencias de contaminación acuática terrestre de origen antrópico (basurales, vertido de efluentes, lavado pluvial de campos linderos) ²¹. La vegetación predominante es arbustina con *Baccharis* spp (chilcas), encontrándose árboles aislados (por ejemplo: *Erithryna-crista galli*, *Acacia caven*) y escasa vegetación herbácea en el litoral acuático.



Lámina 2.5. Imagen Satelital del Sitio 2 ³¹



Lámina 2.6. Fotos del Sitio 2

- Sitio 3: Zona de mezcla del A^o “Las Tunas” con el A^o “Las Conchas”, S: 31° 41.36.52” /W: 60° 23’30.02” (Lámina 2.7)³¹.

En este lugar, se encuentra la confluencia del A^o “Las Tunas” y el A^o “Las Conchas” (afluente del Río Paraná). Aquí, el curso de agua se ensancha y se caracteriza por un paisaje abierto. La vegetación en este Sitio corresponde a la ecorregión Deltas e Islas del Río Paraná con elementos de linaje chaqueño ⁵² (Lámina 2.8).



Lámina 2.7. Imagen satelital del Sitio 3 ³¹



Lámina 2.8. Foto del Sitio 3

2.2. Parámetros físicoquímicos y microbiológicos registrados

Estas mediciones *in situ* se realizaron con kits comerciales que tienen la ventaja de ser rápidos, sencillos y se adaptan a trabajos en campo. Los parámetros físicoquímicos que se seleccionaron fueron: temperatura (C°), conductividad (uS/cm), pH, indicadores químicos de procesos de degradación de materia orgánica, oxígeno disuelto, color, olor y turbidez.

2.2.1. Equipos, kits y metodologías

- Temperatura agua: (General Brand Digital Stem Thermometer y termómetro/higrómetro digital, modelo 3078).
- Conductividad: (Hanna Instruments, UPW HI 98 309).
- pH: (Hanna Instruments, checker Pocket-pHmeter, modelo: pH-1 WP HI98151 pHep-1).
- Indicadores químicos de procesos de degradación de materia orgánica: (determinación de carga orgánica del sistema).
 - Nitratos (Test nitrates, 1.10020.0001, Merck[®]).
 - Nitritos (Test nitrites, 1.10007.0001, Merck[®] y nitrite test 0.0025-0.5 mg/l, Merck[®]).
 - Amonio (Test Ammonium, 0.2 - 3.9 mg/l NH₄-N, 1.11117.0001, Merck[®]).
 - Fósforo (Phosphat test, 10-500 mg/l, 1.10428.00001, Merck[®]).
- Oxígeno disuelto:(Oxygen test, 1-12 mg/l O₂, 1.14662.0001, Merck[®]).
- Turbidez (disco de Secchi).
- Recuento coliformes totales (Envirocheck[®] contact E).
- Color , Olor: método organoléptico.

2.3. Bioensayos con larvas de anfibios

Según Gaete y colaboradores ⁵³ los ecosistemas acuáticos son receptáculos de gran cantidad y diversidad de contaminantes químicos provenientes tanto de fuentes puntuales (efluentes industriales y domésticos), como difusas (agrícolas y forestales). Es por esto que, además de los parámetros anteriormente mencionados, para los monitoreos de los cursos de agua, tienen fundamental importancia diversos análisis como la utilización de bioensayos y el uso de biomarcadores. Estos tienen relevancia, principalmente, cuando los ríos y/o arroyos atraviesan un asentamiento o zonas industrializadas.

En este contexto, los bioensayos (agudos o crónicos), han sido utilizados por décadas como herramientas de evaluación y monitoreo en procedimientos de remediación de toxicidad ambiental y en general son sensibles y de bajo costo. Numerosos estudios han enfatizado el uso de larvas de anfibios en estos análisis, por ser de fácil manipulación en el laboratorio y permitir observar en forma directa el efecto del tóxico sobre la biota. Estas evaluaciones son de rutina en cursos de agua de la provincia de Buenos Aires ^{54, 55, 56, 57}. En Argentina, los bioensayos, son incorporados en la evaluación de calidad de aguas a partir de la ley nacional 24051 de residuos peligrosos, decreto reglamentario 831/93 y las resoluciones internas de la Secretaría de Recursos Naturales y de Ambiente Humano. Debido a que falta la adaptación de los mismos a las características particulares de los cuerpos de aguas de nuestro territorio, Ronco y Bulus Rossini ⁵⁸ comentan que se requiere del desarrollo e instrumentación de distintos temas que cubran aspectos, tales como la puesta a punto de métodos adecuados aprovechando la experiencia existente en otros países, tanto en lo metodológico como en la información de bancos de datos y selección de ensayos según las especies a utilizar, efectos a evaluar, niveles de organización, localización geográfica, objetivo de la evaluación, por citar algunos aspectos.

Para la realización de los bioensayos se utilizaron larvas de *Odontophrynus americanus* (Anura: Cicloramphidae). Este anfibio es una especie común en los ecosistemas regionales, usualmente utilizado para la realización de test de biotoxicidad y determinación de biomarcadores⁵⁹. Los especímenes fueron colectados de un área relativamente prístina y libre de contaminación ambiental (Reserva Provincial de Uso Múltiple “Parque General San Martín”, Entre Ríos). Se aclimataron en tanques de vidrio con agua de red declorinada, temperatura controlada de 22± 2 °C y fotoperíodo de 12:12 (luz-oscuridad).

Con las muestras de agua provenientes de los 3 sitios estudiados, se procedió a efectuar ensayos estáticos de toxicidad aguda de 96h de duración según el protocolo de USEPA 1989⁶⁰ con 4 (cuatro) concentraciones (por duplicado), crecientes de las distintas muestras evaluadas: C1 (12.5%), C2 (25%), C3 (50%) y C4 (100%) diluidas con agua de red declorinada, junto con el control (Co). En las pruebas se expusieron especímenes premetamorfóticos de *O. americanus* en estadios 18 a 26 según la tabla de Gosner (1960)⁶¹ en recipientes descartables de 1 litro de capacidad.

A su vez, con los sedimentos se realizaron bioensayos con el material proveniente de cada sitio de muestreo, colocando sedimento/agua declorinada en relación 1:1 (con sus respectivas réplicas)⁶².

En ambos casos la carga fue de 10 individuos/l y se registraron datos de mortalidad a las 96 hs, controlando cada 24 horas.

2.4. Biomarcadores

Si bien, la medición de los contaminantes (residuos) en los organismos, nos orienta a establecer el grado de contaminación ambiental, la utilización de los biomarcadores permite observar los efectos biológicos que en éstos se pueden haber generado. En este sentido, una de las aproximaciones cada vez más desarrolladas en los programas de vigilancia ambiental para la determinación del impacto de la contaminación sobre la salud de los ecosistemas es el análisis de biomarcadores. Este es el caso de programas internacionales tales como: Mussel Watch ⁶³; Ocean Pulse ⁶⁴ o Monitoring Program ⁶⁵.

Por biomarcador se entiende al conjunto de cambios medibles a nivel molecular, celular o morfológico. Dichos biomarcadores se asocian a un efecto tóxico, es decir son índices de exposición a contaminantes y/o lesiones inducidas. Estos se caracterizan por ser sensibles, de bajo costo y son útiles para detectar condiciones ambientales complejas, provenientes de muchos xenobióticos difíciles de separar ^{66, 67, 68}.

A los individuos sobrevivientes en los bioensayos (2.3) a las 96 hs., se le determinaron los biomarcadores que se detallan a continuación.

2.4.1 Glutation S Transferasas (GST) (EC 2.5.1.18)

En 1961, Booth y colaboradores, descubrieron que cuando se agregaba glutatión (GSH) a extractos citosólicos de hígado era hidrolizado, esto puso en evidencia la existencia de la enzima GSH transferasa ⁶⁹. El GSH cuya estructura química se ilustra (lámina 2.9) cumple funciones durante la proliferación celular, transporte de aminoácidos, reducción de disulfidos y otros compuestos químicos, protección celular contra la oxidación y reserva de cisteína.

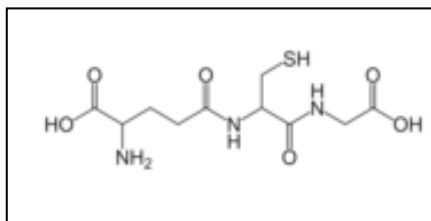


Lámina 2.9. Estructura química del glutathion
(tripeptido: γ -L-glutamyl-L-cisteinilglicina)

Existen isoenzimas que se encuentran a nivel de citosol o microsomal. Las GST citosólicas son proteínas diméricas, compuestas de 2 subunidades las cuales pueden ser homodímeros o heterodímeros. Pueden ser clasificadas de acuerdo con su estructura y especificidad de sustrato (clases: α , μ , π ó τ)⁷⁰. Existe marcada evidencia sugiriendo que la GST es crucial en la sensibilidad de las células a un amplio espectro de compuestos químicos. Una de las funciones de esta familia de enzimas es proteger las proteínas y ácido nucleicos de los efectos de xenobióticos⁷¹, catalizando la reacción (glutathionización) :



La reacción anteriormente descrita sería el primer paso en el metabolismo y detoxificación de compuestos electrofílicos ya sean carcinógenos, mutágenos, toxinas o fármacos. Al actuar como protección celular contra la injuria oxidativa, su aumento en sangre o tejidos sería una medida “in vivo” del estrés oxidativo. Se las considera como el mayor grupo de enzimas de detoxificación que se encuentran en todas las células eucariotas. El glutathion mismo es el cofactor de alta energía, y el compuesto que se rompe en el riñón produce un cis-derivado, que se acetila para producir un conjugado del ácido mercaptúrico, quien finalmente es excretado por la orina⁷². A su vez, otros estudios han demostrado que la GST es un bioindicador de exposición a contaminantes como el plomo y petroquímicos^{73, 74}. La técnica que se desarrolló y estandarizó durante el transcurso de esta tesis se adjunta en el Anexo 2.1: Determinación de GST en larvas de anfibios.

2.4.2. Test de micronúcleos

El ensayo de los micronúcleos es uno de los test de genotoxicidad más utilizados en vegetales ⁷⁵ y distintas especies animales, incluido el hombre ^{76, 77}. Como son necesarias células que se dividan para visualizar el daño cromosómico, uno de los tipos celulares utilizados son hematíes de anfibios ya que son nucleados y capaces de dividirse en el torrente sanguíneo.

Para realizar este ensayo, la sangre es obtenida por punción cardíaca de larvas de anfibios eutanzadas, con la que se realiza un extendido el que es coloreado con May-Grunwald-Giemsa ^{59, 78}. La frecuencia de micronúcleos se determinó en 1000 eritrocitos por cada individuo por un único observador. Para considerar la presencia de micronúcleos, deben presentar morfología y coloración idénticas al núcleo principal, diámetro 1/16-1/3 del mismo y no debe estar ligado o conectado a él ⁷⁹.

2.5. Análisis estadísticos

En los bioensayos y en las actividades de la enzima GST, se empleó el análisis estadístico ANOVA con posterior test de Dunnett. Para la frecuencia de los micronúcleos se utilizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para contrastar los datos control vs. grupo experimental. Los valores de $P < 0.05$ fueron considerados significativos. Estos análisis se realizaron con el programa Graphpad ⁸⁰. En los resultados significativos de los bioensayos se calculará la concentración letal 50 (CL-50), según método Probit ⁸¹ y Norma IRAM 29012-16 ⁸².

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

3.1 Marco Legal

En el análisis realizado se encontraron normativas ambientales tanto a nivel nacional, provincial (Entre Ríos) y municipal (Paraná). Gran parte de las mismas están reglamentadas en su totalidad o parcialmente. Se observa que actualmente no se ha plasmado una legislación concreta, y se percibe una escasa y desordenada utilización de las disposiciones vigentes.

En relación a las industrias y las certificaciones, y según estudios de Avances en las Plantas Radicadas en el Parque Industrial de Paraná ⁸³ (1998-2007), la casi la totalidad de las Empresas del PIGB, se encuentran en la etapa de Capacitación permanente a su personal, Diseño del Manual de Buenas Prácticas de manufactura y el Control de Puntos Críticos (HCCP). Asimismo se observa una transferencia al medio a través de jornadas de capacitación, encuentros, educación a distintos niveles y actividades en conjunto. En este aspecto se puede destacar la actividad de las industrias Cartocor, Longvie , Molinos San José.

También cabe mencionar que a diciembre de 2008, solo dos de las treinta y un industrias asentadas en el PIGB poseen certificaciones ISO 14001 y una de ellas, además posee premios por Mantenimiento Productivo Total en búsqueda de una mejora en la Gestión.

3.2. Caracterización de riesgo de las industrias del PIGB

Según la caracterización de riesgo propuesta por Chudnovsky y Chidiak (1995) ³¹, podemos agrupar las industrias del PIGB en los siguientes rubros (Tabla 3.1)

<p>1- ALIMENTOS Y BEBIDAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chacinados y embutidos (M) - Tratamiento agua y soda (M) - Molino harinero (M) - Fábrica de fideos secos (M) - Planta incubación de aves (M) - Materia prima para chacinados (M) 	<p>6- METALMECANICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rectificación motor diesel y nafta (A) - Fundiciones ferrosas (A) - Fundiciones de bronce y otros metales (A) - Fundición de acero inoxidable (A) - Aberturas metálicas (A)
<p>2- CARTONERAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cajas de cartón corrugado (M) 	<p>7- MEDICINALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apósitos y algodones medicinales (M) - Laboratorio especialidades medicinales (M) - Productos farmacológicos-cosméticos (M)
<p>3- CONSTRUCCIÓN- VIVIENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planta asfáltica y hormigón (M) - Calefones y termotanques (M) 	<p>8- PLÁSTICOS Y AFINES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Envases plásticos termocontraíble (M) - Envases polietileno (M) - Films y envases polietileno y polipropileno (M) - Inyección y reciclado de plástico - Plástico reforzado con fibra de vidrio (M)
<p>4- IMPRENTA-PAPELERAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formularios impresos (A) - Impresiones flexográficas (A) 	<p>9- PINTURAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fábrica de pinturas (A)
<p>5- MADERERO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fábrica Puertas-Aberturas. (M) - Fábrica de escaleras de maderas (M) - Muebles algarrobo (M) - Aserradero industrial/machimbre (M) 	<p>10- TEXTIL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fábrica de colchones (M)

Tabla 3.1: Agrupación industrias PIGB por rubros.
(A)= riesgo alto, (M)= riesgo moderado

De la casi totalidad de los rubros mencionados en la tabla 3.1., se pueden encontrar sustancias inflamables (sustancias que se encienden con facilidad), corrosivas (sustancias que requieren contenedores especiales debido a su capacidad de corroer los materiales normales), reactivas (materiales que requieren especial almacenamiento y manejo porque tienden a reaccionar espontáneamente con los ácidos o sus vapores) y tóxicas (metales, plaguicidas, solventes o derivados del petróleo). Además de la clasificación anterior de sustancias, en las industrias instaladas en el PIGB, existen riesgos generales relacionados con las instalaciones: eléctricos (por ejemplo: mal uso de las herramientas eléctricas, cables de transmisión elevados o alambres eléctricos caídos), estructurales (superficies resbalosas, escaleras estrechas o pozos abiertos), mecánicos (choques con equipos en movimiento, rotura de poleas, atasco de ropa en engranajes o maquinarias), temperatura (fatiga térmica en los ambientes calientes o frío excesivo), ruido (nivel de ruido ponderado en período de 8 horas mayor de 90 decibeles), deficiencia de oxígeno (niveles menor del 19.5% de oxígeno) y también se puede citar tensiones ergonómicas por diseño inadecuado de herramientas o del área de trabajo ^{84, 85}.

3.3. Determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas

En las Tabla 3.2, 3.3 y 3.4 se presentan los datos fisicoquímicos y microbiológicos de los sitios estudiados en el primer, segundo y tercer muestreo respectivamente.

DÍA: 21-abr-06	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3
HORA	14:11	13: 50	14: 43
TEMPERATURA AMBIENTE	23 ± 2 °C	23 ± 2 °C	23 ± 2 °C
TEMPERATURA DEL AGUA	18 ± 2 °C	18 ± 2 °C	20 ± 2 °C
HUMEDAD	43 %	43 %	33 %
NITRATO	< 10 mg/l	< 10 mg/l	< 10 mg/l
NITRITO	0.075 mg/l	< 0.025 mg/l	0.025 mg/l
AMONIO	< 0.2 mg/l NH ₄ -N	< 0.2 mg/l NH ₄ -N	< 0.2 mg/l NH ₄ -N
FOSFATO	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l
OXÍGENO DISUELTTO	6.0 mg/l	1.5 mg/l	5.0 mg/l
TURBIDEZ	20 cm	8 cm	52 cm

pH	8.30 ± 0.01	7.46 ± 0.01	8.60 ± 0.01
CONDUCTIVIDAD	340 ± 1 uS/cm	1416 ± 1uS/cm	940 ± 1 uS/cm
COLOR	marrón	oscura-violácea	Marrón
OLOR	inolora	desagradable	Inolora
COLIFORMES TOTALES	< a 1000 ufc/ml	100000 ufc/ml	< a 1000 ufc/ml

Tabla 3.2. Primer muestreo: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; Sitios 1, 2 y 3

DÍA: 27-agosto-06	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3
HORA	16:42	17:08	17:54
TEMPERATURA AMBIENTE	20 ± 2 °C	23 ± 2 °C	20 ± 2 °C
TEMPERATURA DEL AGUA	17 ± 2 °C	17 ± 2 °C	19 ± 2 °C
HUMEDAD	36 %	32 %	35 %
NITRATO	< 10 mg/l	< 10 mg/l	< 10 mg/l
NITRITO	< 0.025 mg/l	0.025 mg/l	0.025-0.050 mg/l
AMONIO	0.2 mg/l NH ₄ -N	< 0.2 mg/l NH ₄ -N	< 0.2 mg/l NH ₄ -N
FOSFATO	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l
OXÍGENO DISUELTO	3.0 mg/l	0.5 mg/l	4.0 mg/l
TURBIDEZ	25 cm	11 cm	47 cm
pH	8.20 ± 0.01	7.50 ± 0.01	8.50 ± 0.01
CONDUCTIVIDAD	826 ± 1 uS/cm	1223 ± 1 uS/cm	892 ± 1 Us/cm
COLOR	marrón	oscura-violácea	Marrón
OLOR	inolora	desagradable	Inolora
COLIFORMES TOTALES	< a 1000 ufc/ml	10000 ufc/ml	< a 1000 ufc/ml

Tabla 3.3. Segundo muestreo: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; Sitios 1, 2 y 3

DÍA: 14- enero-07	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3
HORA	10:40	11:10	12:03
TEMPERATURA AMBIENTE	32 ± 2 °C	32 ± 2 °C	35 ± 2 °C
TEMPERATURA DEL AGUA	27 ± 2 °C	28 ± 2 °C	25 ± 2 °C
HUMEDAD	33 %	35 %	39 %
NITRATO	< 10 mg/l	< 10 mg/l	< 10 mg/l
NITRITO	0.025	0.025	0.025
AMONIO	< 0.2 mg/l NH ₄ -N	2 mg/l NH ₄ -N	0.2 mg/l NH ₄ -N
FOSFATO	15 mg/l	10 mg/l	10 mg/l
OXÍGENO DISUELTO	4.0 mg/l	1.0 mg/l	5.0 mg/l
TURBIDEZ	28 cm	15 cm	43 cm
pH	8.0 0± 0.01	7.50 ± 0.01	8.50 ± 0.01
CONDUCTIVIDAD	615 ± 1 uS/cm	1383 ± 1 uS/cm	862 ± 1 uS/cm
COLOR	marrón	oscura-violácea	Marrón
OLOR	inolora	desagradable	Inolora
COLIFORMES TOTALES	< a 1000 ufc/ml	1000 ufc/ml	< a 1000 ufc/ml

Tabla 3.4. Tercer muestreo: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; Sitios 1, 2 y 3

Las aguas superficiales recogidas en los distintos muestreos y sitios presentaron mayores variaciones en el Sitio 2 (posterior al vertido de efluentes industriales), en relación con los parámetros pH, conductividad, recuento de coliformes totales y oxígeno disuelto. (Lámina 3.1).

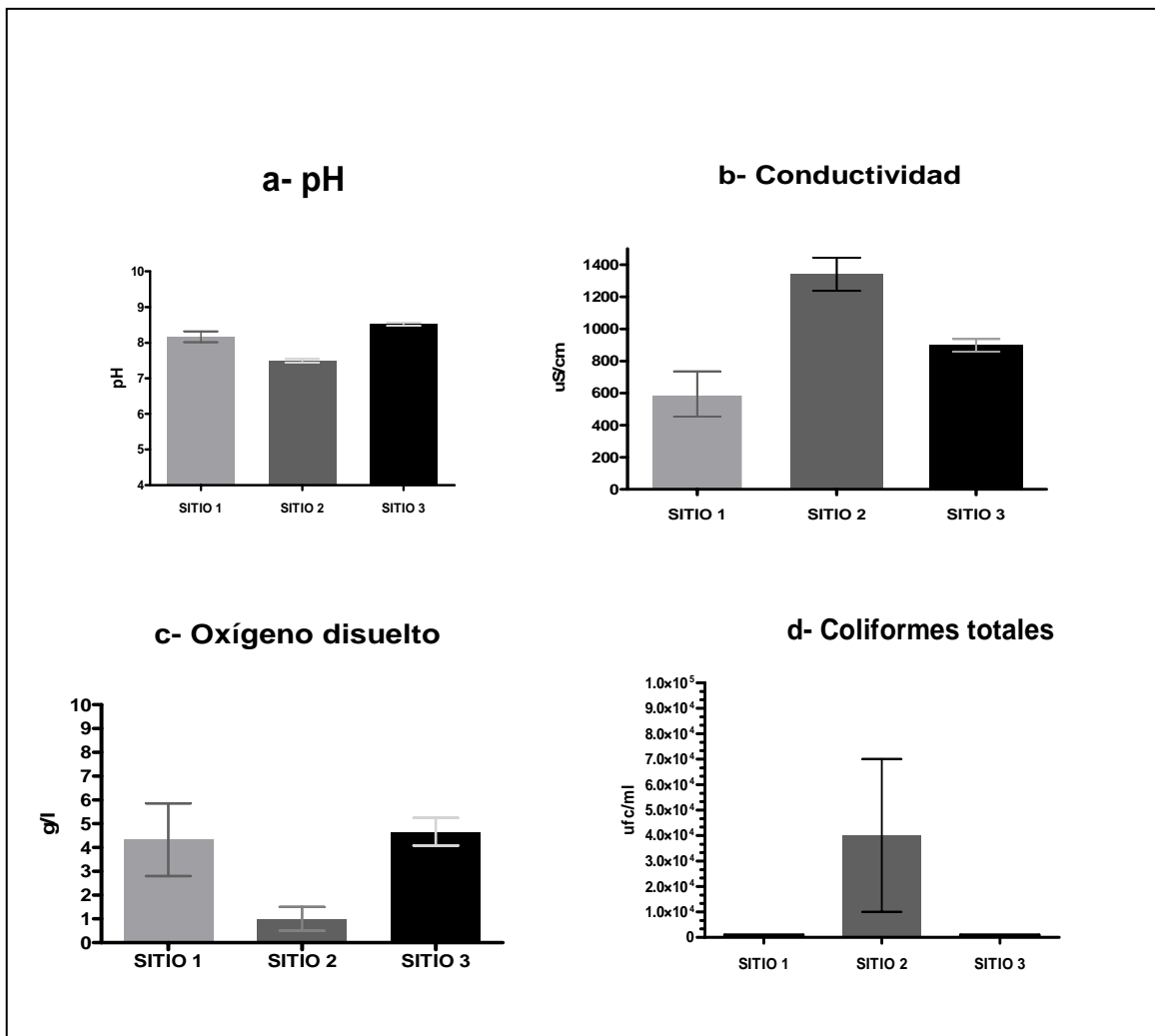


Lámina 3.1: Comparación de parámetros ambientales promedios en los 3 muestreos en sitio 1, 2 y 3. a- pH, b- conductividad, c-oxígeno disuelto, d-coliformes totales.

3.4. Bioensayos

Los bioensayos fueron realizados con las muestras de agua y sedimento en los meses de abril (2006) y enero (2007). En el muestreo de agosto (2006) no se realizaron los

bioensayos debido a que la gran sequía⁸⁶, que comenzó en este año, retrasó el ciclo reproductivo de la especie de anuro utilizada.

Los resultados obtenidos en ambos bioensayos no demostraron valores significativos de mortalidad ($P > 0.05$), tanto en los realizados en sedimentos, como en aguas provenientes de cada uno de los tres sitios de muestreo.

3.5. Bioindicadores

Las determinaciones de GST con los sobrevivientes del primer muestreo a las 96 hs (tiempo recomendado en los estudios de Rendón-Von Osten⁸⁷ y colaboradores; y Rodríguez y colaboradores⁸⁸), no fueron significativas ($P > 0.05$) en ambas muestras (agua y sedimento). Motivo éste que se modificó la frecuencia de determinaciones propuestas y se agregó la valoración enzimática a las 6 y 48 hs.

3.5.1. Glutathion S-Transferasa (GST)

Muestreo Enero 2007

- Muestra: Agua

Los valores obtenidos para la GST en los renacuajos expuestos a las distintas muestras de agua superficial del A° “Las Tunas” (Sitio 1 y 2) y del A° “Las Conchas” (Sitio 3) se presentan gráficamente en la lámina 3.2. El test utilizado para comparar múltiples variables (Test de Dunnett,) arrojó valores significativos, con $P < 0.01$ a las 48 hs.

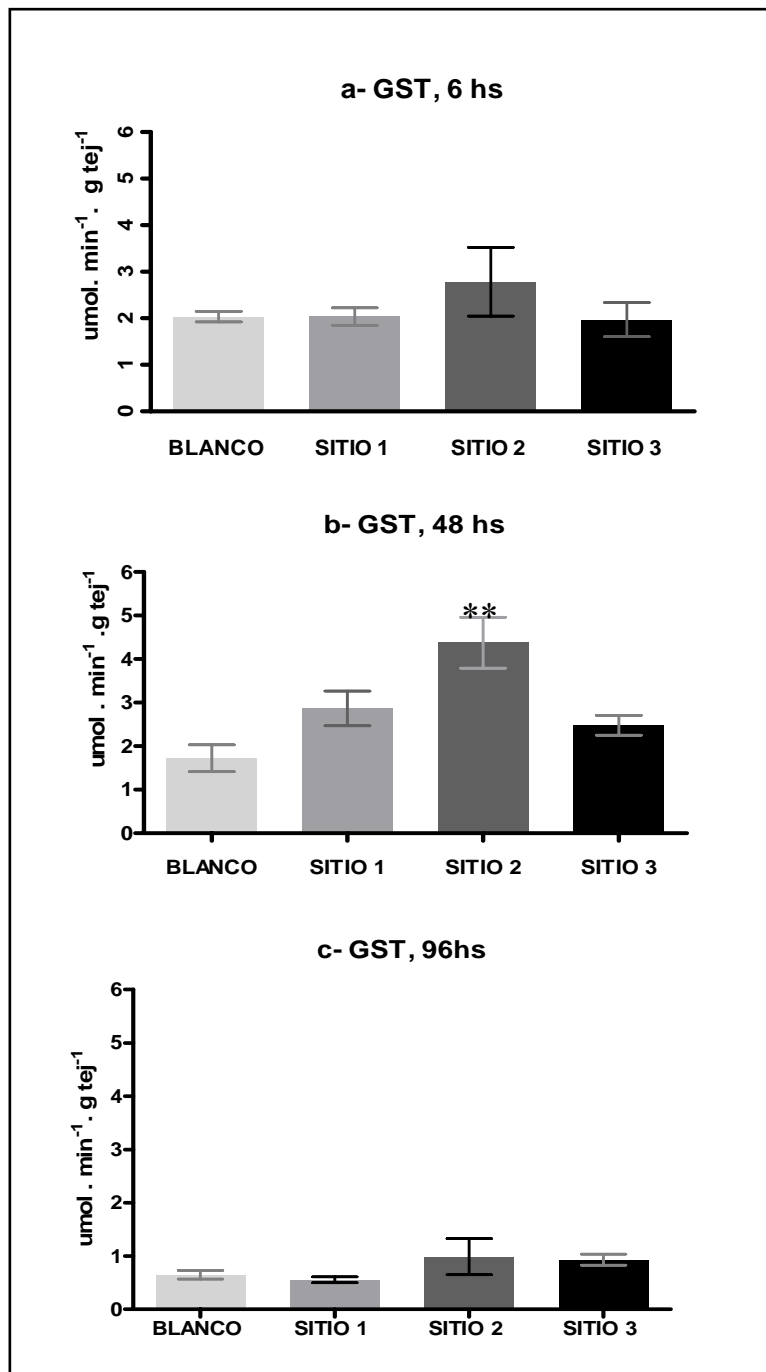


Lámina 3.2: Comparación de GST renacuajos posbioensayo agua; (a) 6 hs, (b) 48 hs y (c) 96hs. ($P < 0.01$:**), Enero 2007.

-Muestra: Sedimento

En las muestras de sedimentos se realizó la valoración de GST, en los mismos tiempos expresados anteriormente para la muestra agua y se grafica en la lámina 3.3, hallándose valores significativos a las 48 hs en el Sitio 2 ($P < 0.01$) y en el Sitio 3 ($P < 0.05$).

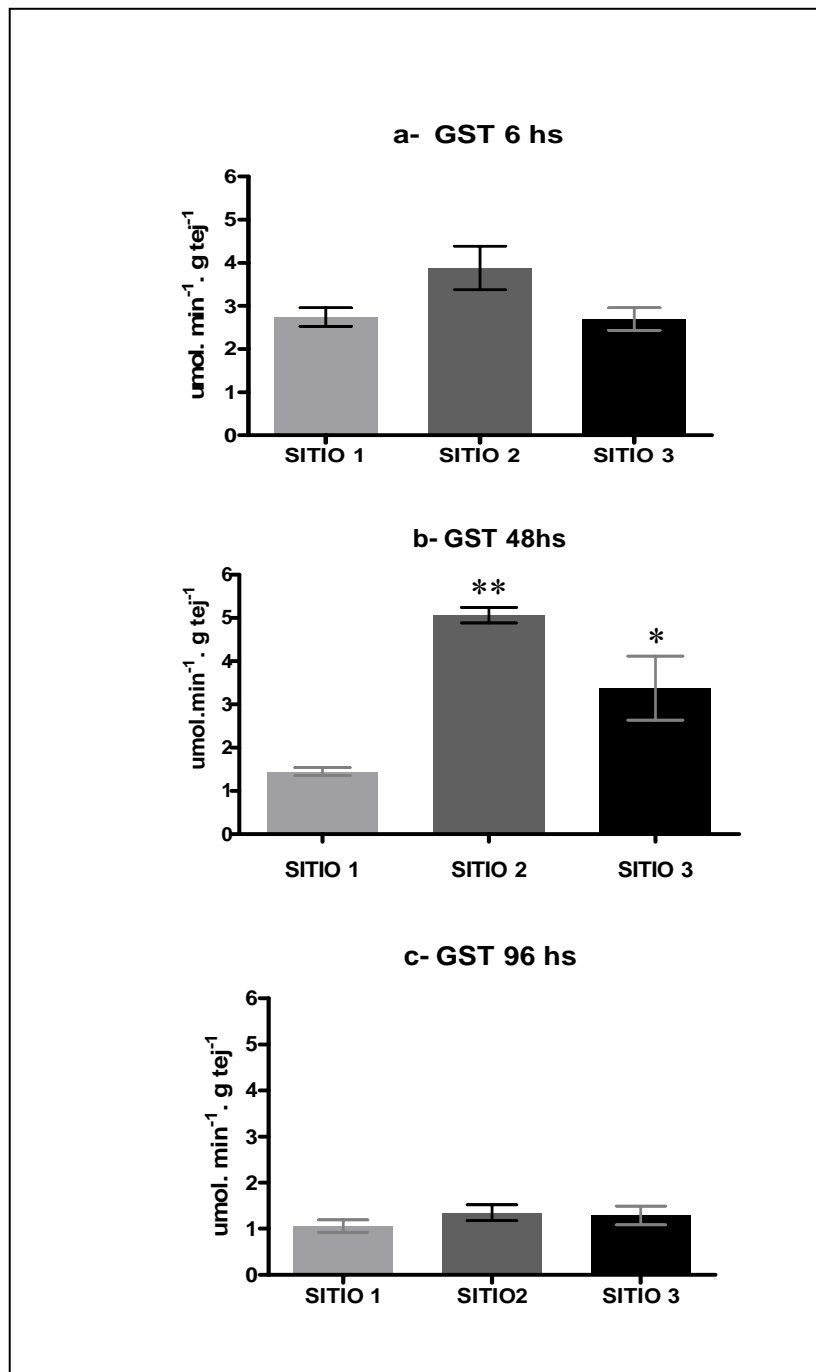


Lámina 3.3.: Comparación GST, renacuajos posbioensayo sedimento; (a) 6 hs; (b) 48hs y (c) 96 hs. ($P < 0.05$: * ; $P < 0.01$:**), Enero 2007

Del análisis de las láminas 3.2 y 3.3, se comprueba que la GST es un biomarcador sensible a las 48 hs de exposición de las larvas en ambas muestras en estudio (agua y sedimento).

3.5.2. Micronúcleos

El resultado de los test de los micronúcleos (muestras Abril 2006, a los sobrevivientes 96 hs y Enero de 2007, sobrevivientes: 6hs, 48 hs y 96 hs) tanto en muestra de sedimentos como en muestras de agua, resultaron no significativos ($KW = P > 0.05$), con una frecuencia de micronúcleos (MN) similares a las cuantificadas en los grupos controles.



Lámina 3.4.: Extendido sanguíneo en el que se observa un linfocito (L), hematíes normales (H) y con la presencia de MN (flecha). May Grunwald-Giemsa, 100x

CAPÍTULO 4

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Generalidades

Si bien en Argentina existen normativas ambientales y, considerando en pro de los intereses del ecosistema y de la salud humana, se aprecia la necesidad de elaborar y generar nuevos proyectos y propuestas de medidas orgánicas, que conduzcan a la búsqueda de un *ambiente sano*. De esta manera, se propone estimular a la sociedad y, en particular, a las empresas que forman parte de ella. De lo anteriormente expuesto, podemos deducir que es necesario el reconocimiento de un ambiente equilibrado y apto para el desarrollo sostenible y sustentable que, como lo define nuestra Carta Magna, es un “derecho natural” del cual todos y cada uno de los ciudadanos argentinos somos legítimos destinatarios y beneficiarios⁹.

El desarrollo sostenible a través de indicadores ambientales comenzó a extenderse a finales de la década de los '80, donde Canadá y a continuación los países europeos, iniciaron su implementación teniendo como base impulsora la Cumbre de la Tierra de 1992. En este sentido, para controlar el avance de la Agenda 21, la Conferencia de Río (1992)⁶ creó la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), la cual poseía el mandato de monitorear los cuidados ambientales básicos propuestos. Del análisis previamente presentado en los capítulos anteriores, se ve la necesidad de poseer instrumentos para controlar la contaminación en el PIGB en sus diferentes aspectos: económicos, sociales y biológicos (por ejemplo: bioindicadores basados en especies sensibles a las distintas sustancias tóxicas que se liberan al ambiente); siendo estos estudios vistos como un reto

que implica la producción de indicadores vinculantes y predictivos que ensamblen los tres aspectos mencionados anteriormente.

Tomando en cuenta lo expuesto en el Marco Legal expuesto, podemos inferir que en el PIGB no se cumplen las reglamentaciones vigentes, ya sea a nivel municipal, provincial, nacional e incluso internacional. Por lo tanto, es necesario realizar estudios e informes ambientales tendientes a evaluar las distintas empresas industriales y sus actividades para poder planificar y poner en marcha las medidas correctivas pertinentes.

Cada industria del PIGB trata el agua y los efluentes líquidos después del uso en forma particular. Como resultado, el grado de contaminación, es diferente primero por caudales y concentraciones y después por el entorno y/o cuerpo receptor o uso que se le va a dar al efluente tratado o no ⁸⁹. Todas las industrias del PIGB al consumir agua tendrán como residuo final efluentes líquidos que deben ser reciclados para reducir al mínimo la contaminación. La calidad de los efluentes puede variar más que la de las emisiones atmosféricas y dependerá completamente de cada proceso. Por ejemplo, en el caso del “Rubro 1” (alimentos, bebidas) se encontrará, por un lado, un alto contenido de materia orgánica en los efluentes de las empresas que se dedican a alimentos sólidos (chacinados y embutidos), mientras que las encargadas de bebidas (tratamiento agua y soda), sus desechos líquidos pueden ser alcalinos debido a la utilización de soda cáustica para el lavado de los envases.

Si bien no existe un tratamiento único para los residuos líquidos de las fábricas, es pertinente plantear lineamientos generales para un tratamiento efectivo. En este sentido y como primera medida, sería de especial importancia *reactivar la planta de tratamiento de efluentes líquidos que posee este Parque*”

Si se recupera nuevamente la Tabla 3.1, se encuentra que en PIGB el riesgo industrial es de moderado a alto. Se puede ver en las distintas operaciones que incluyen el manejo, almacenamiento y procesamiento de sustancias que son potencialmente peligrosas, entre ellos los químicos reactivos y desechos peligrosos. También hay que recordar, que Smith ²³ remarca que los peligros tecnológicos se ven incrementados por la presencia del hombre. El evento que originaría el desastre, por ejemplo en una fundición ferrosa, calificado como (A), podría ser tanto el agente humano (cansancio, error, olvido) como una falla tecnológica (escape de una válvula con desperfecto). Es decir, el peligro tecnológico es grande y diversamente interpretado. De este modo, la tecnología en sí misma puede variar desde la toxicidad de un sólo químico a la complejidad de una industria completa por ejemplo desde una fábrica de fideos secos hasta un molino harinero. Es así que en las industrias del PIGB podemos encontrar desde riesgos imperceptibles hasta riesgos elevados. Como consecuencia de estos análisis, se debería realizar en este Parque un análisis de Riesgos multidisciplinario a los efectos de recabar información de diversa naturaleza, para tener datos que permitan gestionar un adecuado manejo del mismo, atendiendo a la complejidad del problema, para reducir al mínimo los impactos adversos.

4.2. Análisis de los muestreos realizados durante los años 2006-2007.

- Parámetros fisicoquímicos, bioensayos y biomarcadores.

Analizando los resultados orientativos expuestos en el Capítulo 3 se puede concluir que el A⁰ “Las Tunas”, en su trayectoria por el PIGB, presenta niveles considerables de contaminación (menor pH, mayor conductividad, menor concentración de O₂ presencia de coliformes y aumento del biomarcador GST).

Se debe destacar que el seguimiento de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos es necesario para la protección de las diferentes comunidades presentes en un cuerpo de agua en relación con el estrés al que están sometidos, pero también para la defensa de la propia salud humana. Al analizar las variables medidas se pudo inferir la presencia de contaminantes de origen cloacal después que el A^o “Las Tunas” atraviesa por el PIGB, o la presencia de otros contaminantes orgánicos o residuos químicos que podrían ocasionar la diferencia en los valores hallados en el Sitio 2. En ese mismo sitio, se obtuvo una conductividad elevada posiblemente debida a la presencia de gran cantidad de electrolitos o metales en solución. El pH alcalino que se encontró al muestrear en el Sitio 1, disminuyó notablemente en el Sitio 2, y tendió a los valores del primer punto en el A^o “Las Conchas”. El oxígeno disuelto también se reducía al atravesar el sitio 2, lo que indica niveles de hipo/anoxia luego del PIGB. De aquí podemos ver que estas pruebas nos permitieron obtener respuestas rápidas del daño en el ecosistema acuático analizado y servirían, entre otras, para realizar monitoreos periódicos del mismo; incluso cuando es difícil establecer la correlación entre las potenciales sustancias contaminantes presentes y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados.

Si se analiza los criterios de la Agencia de Protección Ambiental Sueca ⁹⁰, (comparación de los parámetros fisicoquímicos más relevantes: oxígeno disuelto, acidez, turbidez, nutrientes de fósforo y nitrógeno) y se le suman un parámetro microbiológico (recuento de coliformes totales), un biomarcador de estrés (GST) y un test de genotoxicidad (test de micronúcleos), obtenemos la siguiente figura comparativa como se resume en la lámina 4.1⁹¹.

Por otro lado, sería importante valorar las potenciales sustancias tóxicas que pueda contener el arroyo, pero estos análisis son sumamente costosos y podría resultar utópico

realizar un análisis cuantitativo de todas y cada una de las especies químicas para finalmente considerar su procedencia. Para esto se tiene en cuenta que en el PIGB hay instaladas aproximadamente 30 plantas con renovación o incorporación constante (a marzo de 2009 este predio poseía 31 industrias) . Estos análisis tampoco evidenciarían el grado de daño y/o afección del ecosistema en su conjunto. En los años '70 comenzaron a reconocerse los métodos de evaluación biológica precisamente para poder analizar el ecosistema en su complejidad. En este sentido, parte de las metodologías aquí desarrolladas fueron los bioensayos y los biomarcadores.

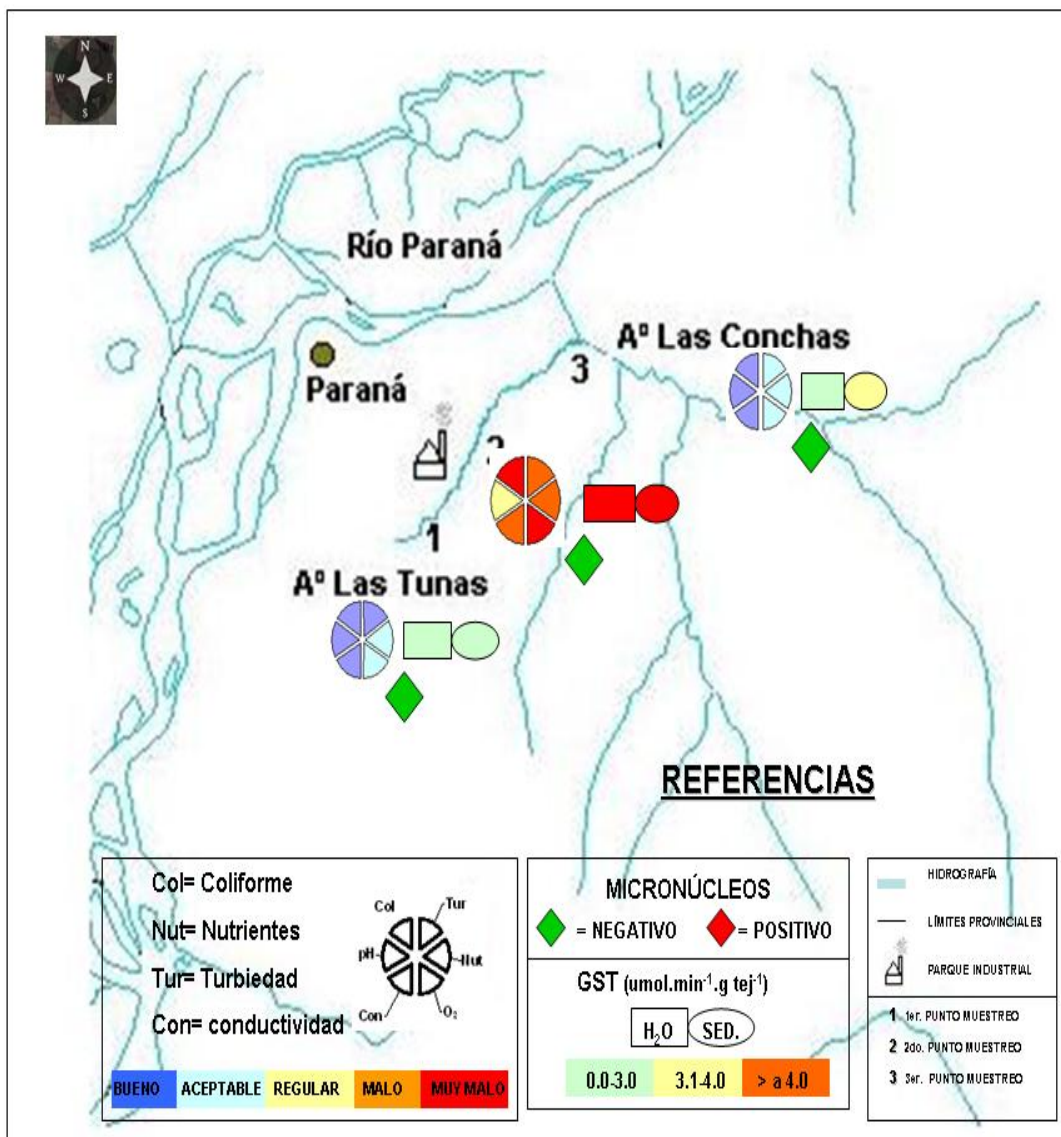


Lámina 4.1: Mapa de la cuenca de los A° “Las Tunas” y “Las Conchas” con los sitios muestreados donde se comparan los parámetros fisicoquímicos, recuento de coliformes totales, GST y test de micronúcleos.

La elección de larvas de anfibios anuros en este trabajo, se basó en su sensibilidad como bioindicadores de cambios ambientales ^{92, 93}. Estos vertebrados son altamente susceptibles por su ciclo bifásico, donde incluye al hábitat acuático-terrestre, y por poseer una piel altamente permeable que puede ser una vía de ingreso de los distintos contaminantes ^{94, 95}. Los bioensayos realizados con *Odontophrynus americanus*, tanto en agua como sedimentos, no demostraron toxicidad aguda (muerte) en el período analizado. Cabe destacar, que estos estudios son los primeros realizados con esta especie en esta zona. Además, se quiere mencionar que esta entidad biológica es de amplia distribución geográfica, tanto en Argentina como en Sudamérica ⁹⁶ y ha sido utilizada en distintas evaluaciones ecotoxicológicas por su sensibilidad a contaminantes ambientales.

No obstante, sería recomendable continuar los estudios con otros organismos donde se evalúen diferentes sensibilidades y respuestas bioecológicas como se recomiendan en el Protocolo de Monitoreo Propuesto (Anexo 4.1). Por otro lado, los datos de estos bioensayos sirven de valores basales para poder realizar futuros biomonitoreos en el A° “Las Tunas” al atravesar el PIGB, en cumplimiento de la evaluación de calidad ambiental que prevé la ley nacional 24051 de residuos peligrosos. Estos monitoreos deberían ser realizados por la autoridad competente de cada área de influencia de las industrias, en conjunto con las entidades científicamente capacitadas y que este organismo determine para realizarlos.

En lo que respecta a los biomarcadores utilizados, ya desde 1993 Rees ⁹⁷ comenta que la GST en distintos organismos acuáticos (por ejemplo: peces), es un buen indicador de estrés ambiental. En esta tesis, los tests de toxicidad realizados con esta enzima revelaron su alta sensibilidad para las larvas de anfibios. A pesar que durante el primer muestreo los valores no fueron significativos, se observó que existe una repuestas positiva en los análisis

(Láminas 3.2.b, 3.3.b) a las 48 hs de exposición de las larvas de anfibios a las aguas/sedimentos de los muestreos en estudio. En general el rol de la GST en anfibios en el contexto ecotoxicológico ha recibido una menor atención ⁹⁸. Sin embargo, con los resultados obtenidos, se puede ver que estas enzimas son biomarcadores efectivos para determinar el estrés ambiental en los sitios propuestos, cuantificar la exposición a xenobióticos y evidenciar su posible impacto sobre la biota acuática.

En el mismo sentido, el test de los Micronúcleos puede evaluar las alteraciones presentes en metafases mitóticas y permite detectar aberraciones cromosómicas y es un útil bioindicador de genotoxicidad ambiental. Por esto, también se debería incluir en los monitoreos, apoyado en que se cuenta con los valores actuales obtenidos en esta tesis y el costo de su determinación no es tan elevado, siendo un ensayo práctico y universalmente validado ^{99, 100, 101, 102}.

Acorde a los resultados obtenidos se concluye que:

- Los métodos utilizados (químicos y algunos biológicos) fueron sensibles y sirvieron para comprobar, en las fechas estudiadas, el riesgo ecotoxicológico que se está produciendo en la cuenca del A° “Las Tunas” al atravesar el PIGB.
- Se deberían realizar monitoreos periódicos de los parámetros: fisicoquímicos, microbiológicos y bioensayos para valorar la evolución y probable extensión del daño ambiental que se esta produciendo.
- Que son necesarias medidas urgentes para mitigar y restaurar estos ecosistemas que tiendan a preservar la salud humana y del ecosistema en general.

4.3. Comentarios finales:

Se tiene en cuenta que es primordial vislumbrar el comienzo de nuevos mercados en un campo altamente competitivo como es el industrial. Del mismo modo, se considera que en el Digesto de la Municipalidad de Paraná (1999), en el Capítulo de Contaminación se introduce el Código Ambiental. En el Título VIII se menciona la prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos; y en el Título XVI, Artículo 112, se hace referencia a la necesidad de actualizar el Código Ambiental de Paraná. Es por esto, que se propone la utilización de Bioensayos y Biomarcadores para agregarlos en el Anexo IV, donde solo señala algunos parámetros químicos y físicos para evaluar la calidad de efluentes líquidos. De esta forma y acorde a los resultados obtenidos que comprobaron biotoxicidad, presumiblemente proveniente de los vertidos líquidos del PIGB, se sugiere, con carácter de urgencia, poner en funcionamiento la planta de tratamientos de efluentes con la que cuenta este Parque.

Sobre la base de los datos obtenidos y entendiendo que las fábricas surgen como una necesidad social, donde lo tecnológico es constitutivo de cada emprendimiento, y en el marco de una economía cada vez más globalizada que atiende a demandas externas antes que a las necesidades locales, es menester considerar la población como parte del proyecto, ya que de no ser así, en este punto radicaría el fracaso del mismo. La adquisición de conocimientos, el diseño de líneas de investigación y fundamentalmente la inversión en educación, en estas áreas, facilitarían la diversificación. Atender a estos factores puede estar en contraste con la especificación que conllevar el fracaso de los intereses de la comunidad debido a la atención que se presta al enriquecimiento sectorizado y concentrado en grupos minoritarios. Disponer los instrumentos para una educación ambiental,

permitiría saber que es un riesgo, poder ‘reconocerlo’ y ‘darle curso’ por cada uno y por los distintos integrantes de la sociedad representado a sus instituciones.

Asimismo, analizando desde el punto de vista Toxicológico, el enfoque de riesgo a exposición de sustancias, se centra en la caracterización del efecto asociado a ellas a corto o largo plazo. Este efecto que puede evidenciarse o no a una concentración determinada se pondrá de manifiesto a través de los valores del NOAEL (*no observed adverse effect level*, valor por el cual no se observa efecto adverso). A este parámetro se le debe sumar un factor de incertidumbre, y así, en su conjunto, obtener el “valor” que nos permite conseguir una percepción de riesgo desde las ciencias adelantándonos a la presencia de un evento que perjudicaría la salud (enfermedad) humana y ambiental. Aquí es donde sería posible ahorrar recursos ya que se estaría trabajando sobre la prevención del Sistema Saludable. Sin embargo es importante unificar criterios y no sólo considerar la opinión de los científicos-expertos, sino también incluir la percepción de riesgos desde los aportes de la sociología. En este sentido se observa que existe una modificación de la percepción de riesgo desde el punto de vista cuantitativo, y podemos ver el surgimiento de un paradigma cualitativo, la percepción del individuo en búsqueda del riesgo desde un origen cualitativo, intuitivo, inspirado en la apreciación de los sentidos.

Estos puntos de vista traen complicaciones en la toma de decisiones: lo que para los expertos podría ser un riesgo mínimo, la población lo podría identificar como riesgo potencialmente contaminante y su accionar podría llegar a niveles gubernamentales. Por esto es necesario aunar ambos criterios para obtener una percepción razonable de riesgo y concluir en políticas provinciales, nacionales y/o internacionales positivas tanto para la salud como para el desarrollo científico-tecnológico.

Es importante que las empresas informen su desenvolvimiento ambiental, no sólo para requerir apoyo financiero, sino también para la distribución de sus productos, considerando que a nivel internacional, la preocupación por el ambiente invade las agendas de los emprendimientos privados a la luz de disposiciones de políticas nacionales e internacionales.

A su vez, se propone un protocolo (Anexo 4.1) para la realización de monitoreos periódicos sobre el cuidado ambiental de la calidad de agua y los sedimentos del A^o “Las Tunas”. Para esto, sería importante que intervengan distintos actores: empresario, gobernantes y población en general como usuarios de la información y de la gestión. Este aumento continuo de demanda de información accesible, emana principalmente por el Art. 41 de nuestra constitución en ámbito de la reforma de 1994, como un derecho-deber de todo ciudadano de la República Argentina. La información debe fluir y ser elaborada a través de sistemas de indicadores fiables, versátiles, de bajo costo para que el reporte sea confiable, oportuno, reproducible y nos indique el verdadero estado al realizar el monitoreo independientemente del organismo que lo realice: la propia empresa o la entidad de contralor nacional, provincial, municipal.

Por último, cabe destacar que el presente trabajo fue presentado y analizado por las actuales autoridades de la Secretaría de Medio Ambiente de la ciudad de Paraná (anexo 1.1) y será tenido en cuenta para lograr el cumplimiento de las normativas ambientales y proceder a la rehabilitación del A^o “Las Tunas”.

BIBLIOGRAFÍA

-
- 1 Brundtland Report. 1982. Our Common Future. UN World Commission on Environment and Development. <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>, con acceso ago-2007.
 - 2 Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo. 1972. <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones.htm>, con acceso ene-2007.
 - 3 Percival, R. 2004. Resolución de conflictos ambientales: lecciones aprendidas de la historia de la contaminación de las fundaciones minerales. Prevención y solución de conflictos ambientales: vías administrativas, jurisdiccionales y alternativas. Lexis Nexi. 399-424.
 - 4 Becerra Ramírez, M. 1997. El derecho internacional en la protección del ambiente. Capítulo XI en Derecho Internacional Público. Mac Grill. 119-123. ISBN 970-10-1464-2.
 - 5 Machado Escalante, J. 2006. Principios de Protección Internacional del Derecho Ambiental. *Opinión Jurídica* 2: 12-13.
 - 6 Agenda 21. 1992. Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil. <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones.htm>, con acceso Ene-2006.
 - 7 Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. 1992. Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21.htm>, con acceso ene-2007.
 - 8 Convención Americana sobre Derechos Humanos. 1994. Pacto San José de Costa Rica. <http://www.portaldeabogados.com.ar/codigos/pactosanjose.htm>, con acceso ene-2007.
 - 9 Herbón, H. Constitución de la Nación Argentina. Texto oficial de 1853 con las reformas de 1860, 1866, 1898, 1957 y 1994 ordenado por Ley 24.430. Eudeba.
 - 10 Decreto 2419. 1991. (BO 18-nov-1991)

-
- 11 Decreto Nacional 177. 1992. (BO 31-ene-1992).
- 12 Ley Nacional 24.051. 1991. Régimen de desechos peligrosos. (BO 21-may-2001).
- 13 Ley Nacional 25.612. 2002. Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios. (BO 29-jul-2002).
- 14 Ley Nacional 25675. 1992. Política ambiental nacional.(BO 28-nov-2002).
- 15 Reunión por la actualización del Código Ambiental de Paraná. 2007. <http://infoextradigital.com.ar/article.php?sid=33878>, con acceso oct- 2007.
- 16 Daneri, J. 2007. Buscan reglamentar y actualizar el Código Ambiental. Paraná. <http://eco21.com.ar/node/1012>, con acceso oct-2007.
- 17 Burrit,R.; Maunders,K. 1992. British Standard 7750: Specification for Environmental Management Systems.
- 18 International Standard Organization. ISO. <http://www.iso.org>, con acceso jun-05.
- 19 Consejo Nacional de producción limpia. <http://www.produccionlimpia.cl/>, con acceso ene-2007.
- 20 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria de la Organización Mundial de la Salud. CEPIS. 2006. [http:// www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org) , con acceso ene- 2006.
- 21 International Labour Office. ILO. 1991. Definitions. 1.3 en Prevention of major industrial accidents. Geneva. <http://www.ilo.org>, con acceso, ene-2007.
- 22 Burton, I.; Kates, R.; White, G. The environment as hazard. New York: Oxford University Press, 1978. 240 p.
- 23 Smith, K. 1996. Risk Assessment and Management. Capítulo 3 en Environmental Hazards. Assessing Risk and Reducing Disaster. *Routledge Physical Environment Series*. 36-53
- 24 Cutter, S. 1993. Living with risk: The Geography of technology and hazard. Londres. 224 p.

-
- 25 Calderón, G. 1997. La Construcción del Espacio y los Desastres. Memoria 6° Encuentro de Geógrafos de América Latina. Buenos Aires. (CD-ROM)
- 26 Maskrey, A. 1994. Comunidad y Desastres en América Latina: Estrategias de Intervención. Capítulo 1, en Viviendo en Riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina. FLACSO-Red de estudios de desastres y prevención en América Latina. Editorial Tercer Mundo. <http://www.desenredando.org/public/libros.htm>, con acceso, febr-2006.
- 27 González, P. 1987. Perspectiva Geográfica del Riesgo de Inundación en la Ciudad de Talca. *Terra Australis*. 30: 63-79.
- 28 Douglas, M. 1996. La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales. Editorial Paidós. 176 pp.
- 29 Achatan, C. 1999. Contaminación industrial en los países latinoamericanos pre y post reformas económicas. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Naciones Unidas. 69 pp.
- 30 Wheeler, D; Martin, P.; Heltige, M, Stengren, R. 1991. The industrial pollution projection system: concept initial development and critical assessment. Environment Department. World Bank. Washington DC.
- 31 Chudnosky, D; Chidiak, M. 1995. Competitividad y medio ambiente. Claros y oscuros en la industria argentina. <http://www.ambienteydesarrollo.com.ar/es/images/politicas.htm>, con acceso ene- 2006.
- 32 Unión Industrial de Entre Ríos. (UIER). [hptt://uier.org.ar](http://uier.org.ar), con acceso jul-2005.
- 33 Ley Provincial (Entre Ríos) 6260/1978, de prevención y control de la contaminación por parte de las Industrias (BO 9-nov-1978).
- 34 Decreto reglamentario 5837/1991 M.B.S.C.E. de la Ley 6260/1978. (BO 26-dic-1991).
- 35 <http://earth.google.com>

-
- 36 Servicio geológico minero argentino (SEGEMAR). <http://www.segemar.gov.ar>, con acceso año 2007.
- 37 Ley 6726. Entre Ríos, 25-mar-1981. Promoción Industrial. (BO 1-abr-1981).
- 38 Decreto 2254. Entre Ríos, 1990. (BO 3/8/90).
- 39 Duhalde, D. 2001. Evaluación ecotoxicológica del arroyo Las Tunas (Paraná - Entre Ríos). Tesina de Lic. en Saneamiento Ambiental, EESS-FBCB- UNL. Director: Dr. R. Lajmanovich.
- 40 Gobierno de Entre Ríos. <http://www.entrerios.gov.ar/noticias/v2/notas/ver.php?8727>, con acceso año 2007.
- 41 Castañe, P.; Loez, C. ; Olgún, H.; Puig, A.; Rovedatti, M.; Topalián, M; Salibián, A. 1998. Caracterización y variación espacial de parámetros fisicoquímicos y del plancton en un río urbano contaminado (Río Reconquista, Argentina). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 14: 69-77.
- 42 Parque escolar rural Enrique Berduc. <http://www.selvamontielera.com.ar/inicio.html>, con acceso ene-2007.
- 43 Hidrología de Entre Ríos. <http://www.entrerios.gov.ar/ubica2.html>, con acceso ene-2006.
- 44 Pave, P; Marchese, M. 2005. Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecologia Austral*.15 :183-197.
- 45 Norma IRAM 29012- 1. 2002. Calidad ambiental - Calidad de agua. Muestreo. Directivas generales para el diseño de programas de muestreo. 29 pp.
- 46 Norma IRAM 29012- 2. 1996. Calidad del medio ambiente. Agua. Muestreo. Directivas generales sobre técnicas. 23 pp
- 47 Norma IRAM 29012-3. 1998. Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Guía para la preservación y manipulación de las muestras. 34 pp

-
- 48 Norma IRAM 29012- 14. 2003. Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Directivas sobre aseguramiento de la calidad del muestreo y manipulación de agua. 19 pp.
- 49 Norma IRAM 29012- 15. 2000. Calidad ambiental - Calidad de agua. Muestreo. Directivas para la preservación y manipulación de muestras de barros y sedimentos. 14 pp.
- 50 Manual de Campo para muestreo de la calidad de agua. 1995. The University of Arizona. Water Resources Research Center. 10-13.
- 51 Aeroterra S.A., Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 1995. Atlas de Suelos de la República Argentina. CD-ROM. Aeroterra S.A. Buenos Aires.
- 52 Burkart, R.; Bárbaro, R. Sánchez, D. 1999. Eco-Regiones de la Argentina. Editorial APN-Prodia. Buenos Aires, Argentina. 43 pp.
- 53 Gaete, H; Larraín, A; Bay-Schmith, E; Cifuentes, A; Rodríguez, J; Baeza, J. 1999. Toxicidad crónica y características fisicoquímicas de aguas receptoras de efluentes de industrias de celulosa localizadas en la cuenca del río Biobio (Central Chile). *Ecotoxicology and Environmental Protection* 2: 15-18.
- 54 De la Torre, F.; Ferrari, L; Salibián, A. 2005. Biomarkers of a native fish species (*Cnesterodon decemmaculatus*) application to the water toxicity assessment of a peri-urban polluted river of Argentina. *Chemosphere* 59: 577-583.
- 55 Ferrari, L.; De la Torre, F.R., Demichelis, S.O.; García, M.E; Salibián, A. 2005. Ecotoxicological assessment for receiving water with the premetamorphic tadpoles acute assay. *Chemosphere* 59: 567-575.
- 56 Ferrari, L; García, M.E; De La Torre, F.R. y Demichelis, S.O. 1998. Evaluación ecotoxicológica del agua de un río urbano mediante bioensayos con especies nativas. *Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales*. Nueva Serie 148: 1-16.

-
- 57 Castañe, P.; Loez, C.; Olguin, H.; Puig, A.; Rovedatti, M.; Topalian, M.; Salibian, A. 1998. Caracterización y variación espacial de parámetros limnológicos de un río urbano contaminado. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 14: 69 - 77.
- 58 Ronco, A.; Bulus Rossini, B. 1994. El uso de bioensayos como procedimiento para establecer decisiones más adecuadas en los criterios y el control de calidad de aguas. *Anales del XXIV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Buenos Aires, Argentina: 195-208.
- 59 Cabagna, M; Lajmanovich, R.; Peltzer, P.; Attademo, M.; Ale, E. 2006. Induction of Micronucleus in Tadpoles of *Odontophrynus americanus* (Amphibia: Leptodactylidae) by the Pyrethroid Insecticide Cypermethrin. *Toxicology Environmental and Chemistry* 88: 729-737.
- 60 United States Environmental Protect Agency. USEPA. 1989. Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Aquatic Organisms, 2nd ed. Report No. USEPA/600/4-89/001.
- 61 Gosner, K., 1960. A simplified Table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- 62 Ecological Effects Test Guidelines. 1996. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances-USEPA. OPPTS 850.1800. Tadpole/Sediment Subchronic Toxicity Test. http://www.epa.gov/opptsfrs/publications/OPPTS_Harmonized/850_Ecological_Effects_Test_Guidelines/Drafts/850-1800.pdf
- 63 Center for coastal monitoring and assessment. <http://ccma.nos.noaa.gov/welcome.html>, con acceso ene-2005.
- 64 Ocean Pulse. <http://www.saveourseas.org/OceanPulse.htm> , con acceso ene-2005.

-
- 65 Roosbach, M.; Hniewald, G. 1997. Environmental Specimen Banking – Marine Monitoring Strategies and Oceanographic Perspectives. *Croatica Chemica Acta* 70: 459-472.
- 66 Bayne, B.; Brown, K.; Burns, D.; Dixon, A.; Ivanovici, D.; Livingstone, D.; Lowe, M.; Moore, A.; Stebbing, A.; Widdows, J. 1985. The effects of stress and pollution on marine animals. *Prager Scientific*. 301–314.
- 67 McCarthy ,F; Shugart, L. 1990. Biomarkers of environmental contamination. *Lewis Pub.*, Chelsea USA. 457 pp.
- 68 Fossi M. 1994. “Nondestructive biomarkers in ecotoxicology”. *Environmental Health Perspecivet*. 102: 49-54.
- 69 Booth J.; Boyland, E; Sims, P. 1961. An enzyme from rat liver catalyzin conjugation with glutathione. *Biochemical Journal* . 79: 516-524.
- 70 Mannervik, B; Alin, P; Guthenberg, C; Jenson, H; Kalim Tahir, M; Warholm, M. Jornvall, H. 1985. Identification of three classes of cytosolic glutathione s-transferase common to several mammalian species: Correlation between structural data and enzymatic properties. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*; 82, 7202-7206.
- 71 Hayes, J; Pulford, J. 1995. The glutathione S-transferase supergene family: regulation of GST and the contribution of the isoenzymes to cancer chemoprotection and drug resistance. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*. 30: 445-600.
- 72 Diaz, C; Rodriguez, M; Fresneda, M.; Bisset, J. 2004. Determinación de la actividad glutation-s-transferasa en cepas de *Culex quinquefasciatus* de Cuba y otros países de América Latina. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 56: 111-116..
- 73 Novas, A.; González Chamorro, R.; Diaz Padrón, H. 2007. Estrés oxidativo asociado a la exposición ocupacional a sustancias químicas. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*. 8: 52-7.

-
- 74 Curso de pos grado. Biomarcadores ambientales, Internacional Union of Toxicology. IUTOX. Educational Session. ATA-ALAMCTA, Mendoza, octubre de 2005.
- 75 Pérez, D. 2006. Evaluación de la genotoxicidad del insecticida endosulfán en macrófitas acuáticas y palustres, mediante los ensayos de aberraciones cromosómicas en anafase-telofase y de micronúcleos. Tesis de Grado Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UNMdP. 45 pp.
- 76 Jha Awadhesh, N. 2004. Genotoxicological studies in aquatic organisms: an overview. *Mutation Research* 552. 8: 1–17.
- 77 Cristaldi, M.; Ieradi, L.; Udriou, I.; Zilli, R.. 2004. Comparative evaluation of background micronucleus frequencies in domestic mammals. *Mutation Research* 559: 1–9.
- 78 Lajmanovich, R.; Cabagna, M.; Peltzer, P.; Stringhini, G.; Attademo, M. 2005. Micronucleus induction in erythrocytes of the *Hyla pulchella* tadpoles (Amphibia: Hylidae) exposed to insecticide endosulfan. *Mutation Research*. 587: 67-72.
- 79 Ribeiro, L.; Fávero Salvadori, D.; Kanan Marques, E. 2003. Mutagênese Ambiental. ULBRA. Canoas. 355 pp.
- 80 GraphPad Software, Inc. Versión 4.03. Feb-2005.
- 81 Finney, D. 1971. Probit analysis. 3° ed. Cambridge Univ. Press, London, England. 33 pp.
- 82 Norma IRAM 29012-16. 2003. Calidad ambiental - Calidad del agua. Muestreo. Guía para el bioensayo de muestras. 42 pp.
- 83 Facendini, María Rosa; de Isasi, M. Cristina y Fontanetto I. Laura. 2007. “Avances en las plantas radicadas en el Parque Industrial de Paraná, desde 1.988 a la actualidad”. Plan FENIX. Ponencias presentadas en el VIII Encuentro Nacional de la Red de Economías Regionales en el Marco del Plan Fénix

-
- 84 Política y normas de desempeño sobre sostenibilidad social y ambiental. Abr- 2006. International financial cooperation. IFC. World Bank. 46 pp.
- 85 Environmental, Health, and Safety. EHS. Guidelines. Abr- 2007. International financial cooperation. IFC. World Bank..
- 86 Servicio Meteorológico Nacional. Minsierio de defensa. Secretaria de Planeamiento. hptt: www.smn.gov.ar (com acceso enero 2007)
- 87 Rendón-Von Osten, J.; Memije-Canepa M.; Ortíz-Arana A.; González F. 2004. Residuos de plaguicidas en suelos de la zona agrícola de China y evaluación de su toxicidad mediante biomarcadores. Memorias 1er Congreso Asoc Mesoamericana de Ecotoxicología. y Qca. Ambiental A.C. Mexico. pag 62.
- 88 Rodriguez, M.; Bisset, J.; Díaz, C.; Soca, L. 2003. Resistencia cruzada a piretroides en *Aedes aegypti* de Cuba inducido por la selección con el insecticida organofosforados Malation. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 55: 105-11.
- 89 Odriozola, V. 1999. El Parlamento contra la contaminación del agua. Propuestas legislativas para incluir en un Programa Nacional de Vertido Cero para frenar la contaminación. Greenpeace.
- 90 Agencia de Protección Ambiental Sueca. SEPA. 1991. Water quality classification schemes. http://www.sepa.org.uk/pdf/data/classification/coastal_waters_classification.pdf, con acceso, febr- 2006.
- 91 Fiorenza, G.; Lajmanovich, R.; Peltzer, P.; Cabagna, M. 2007. Evaluación ambiental de un arroyo contaminado por efluentes industriales en la provincia de Entre Ríos, Argentina: biomarcadores enzimáticos en larvas de anfibios anuros. IV Congreso internacional de la sociedad cubana de toxicología. La Habana, Cuba.

-
- 92 Bishop, C. ; Gendron, A. 1998. Reptiles and amphibians: shy and sensitive vertebrates of the Great Lakes basin and St. Lawrence River. *Enviromental. Monitoring Assessment*. 53: 225-244.
- 93 Sparling, D.; Fellers, G.; McConnell, L. 2001. Pesticides and amphibian population declines in California, USA. *Environmental Toxicology Chemistry*. 20: 1591-1595.
- 94 Murphy, J.; Phillips, C.; Beasley, V 2000. Aspects of Amphibian Ecology en *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*". D.W. 141-178.
- 95 Henry, P. 2000. Aspects of Amphibian Anatomy and Physiology. Society of Environmental Toxicology and Chemistry. SETAC. 71-110.
- 96 Cei, J. 1980. "Amphibians of Argentina". *Monitore Zoogico Itaiano*. 609 pp.
- 97 Rees, J. 1993. Biological Markers of Water Pollution With specific reference to glutathione conjugation. Thesis in Applied Toxicology. Portsmouth University, UK & Water Research Centre, Henley. <http://www.brighton73.freemove.co.uk/tomsplace/scientific/msc-thesis/mst-top.htm>, acceso enero 2007.
- 98 Bucciarelli, T; Sacchetta ,P; Pennelli, A; Cornelio, L; Romagnoli, R; Melino, S.1999. Characterisation of toad glutathione transferase. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1431:189-198.
- 99 Marzin, D. 1997. The position of the in vitro micronucleus test within the battery of screening for genotoxic potential determination and the regulatory guidelines. *Mutation Research*. 392: 175-181.
- 100 Serrano-García, L; Montero-Montoya, R. 2001. Micronuclei and chromatid buds are the result of related genotoxic events. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 38: 38-45.
- 101 Garriott, M.; Phelps, J.; Hoffman W. 2002. A protocol for the in vitro micronucleus test. Contributions to the development of a protocol suitable for regulatory submissions

from an examination of 16 chemicals with different mechanisms of action and different levels of activity. *Mutation Research* . 517: 123-134.

102 Norppa, H; Falck, G. 2003. What do human micronuclei contain? *Mutagenesis*. 18: 221-233.

ANEXO 1.1:

Avales de la Secretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad de Paraná



Municipalidad de la Ciudad de Paraná
Entre Ríos

Paraná, 22 de Diciembre de 2005

Sra. Directora
Maestría Gestión Ambiental
Facultad de Ciencias Hídricas - U.N.L.
Dra. Argelia Lenardón
S / D

REF: AVAL PROJ. TESIS

De mi mayor consideración:

Me dirijo a usted con el objeto de manifestarle el interés que ésta Subsecretaría tiene en el Proyecto de Tesis de Graduación elaborada por la Beca, Gabriela Fiorenza consistente en una propuesta de Gestión Ambiental del Arroyo Las Tunas.

Desde éste organismo municipal es nuestro firme propósito acompañar, aportando la información necesaria, el desarrollo del proyecto antes mencionado. Dado que la problemática relativa a la contaminación de los cursos de agua se encuentra entre las prioridades ambientales del equipo de trabajo de la Subsecretaría, creemos que será muy beneficioso, poder contar con una valiosa herramienta para diagramar estrategias de trabajo con relación al problema ambiental que genera el mencionado arroyo.

Sin otro particular, saludo a Ud. muy atentamente



Municipalidad de Paraná

Paraná, 11 de Marzo de 2009

Fef.: Tesis para Magíster en Gestión Ambiental de la Bioquímica Gabriela Susana Fiorenza Biancucci y bajo su dirección, titulado *"Herramientas para la Gestión Ambiental del Arroyo 'Las Tunas' en su trayecto por el Parque Industrial 'General Belgrano' de la ciudad de Paraná, Entre Ríos, Argentina"*.

Sr. Profesor
Cátedra de Ecotoxicología
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
Universidad Nacional de Litoral
Dr. RAFAEL LAJMANOVICH
S-----/-----D

De mi mayor consideración:

Me dirijo a usted en mi carácter de Secretario de Medio Ambiente de la Municipalidad de Paraná a fin de comunicarle que he recibido el trabajo de Tesis para Magíster en Gestión Ambiental de la Bioquímica Gabriela Susana Fiorenza Biancucci y bajo su dirección, titulado ***"Herramientas para la Gestión Ambiental del Arroyo 'Las Tunas' en su trayecto por el Parque Industrial 'General Belgrano' de la ciudad de Paraná, Entre Ríos, Argentina"***.

Al respecto, debo manifestarle que la problemática de la contaminación de las aguas superficiales que cursan la trama urbana de Paraná constituye uno de los temas prioritarios a encarar por parte de este gobierno. Como es de su conocimiento, el arroyo La Tunas es uno de los desafíos más complejos de la gestión ambiental a escala local, e implica una actividad que debe estar orientada en dos direcciones: por un lado, a lograr el cumplimiento de las normas ambientales vigentes por parte de las industrias radicadas en el Parque (puesta en marcha de una planta de tratamiento de los efluentes industriales), con lo cual se eliminaría la fuente principal de contaminación del arroyo; por el otro, proceder a la rehabilitación o remediación de los sitios del arroyo contaminados (e.g., barros y sedimentos del lecho y áreas costeras), para lo cual se deberá convenir con las instituciones que corresponda, entre las que habría que incluir a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas que usted pertenece. En tal sentido, y habida cuenta de que los cursos de agua son de jurisdicción provincial, habría que plantear con el gobierno provincial acciones conjuntas, por lo que no se deben descartar acuerdos o convenios específicos para tal fin en el corto plazo.



Municipalidad de Paraná

Finalmente, por lo expresado anteriormente, quiero manifestarle que el trabajo motivo de la presente es de sumo interés para esta gestión, y que será tenido en cuenta prioritariamente para la puesta en marcha de las acciones antes señaladas.

Sin otro particular, y agradeciéndole desde ya su colaboración, la saludo muy atentamente.

Lic. RICARDO GOÑI
Secretario de Medio Ambiente
Municipalidad de Paraná

ANEXO 1.2
Industrias PIGB

**LISTADO INDUSTRIAS RADICADAS EN EL PARQUE INDUSTRIAL GENERAL
BELGRANO (ENERO 2008)**

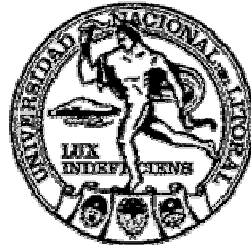
	EMPRESA	ACTIVIDAD
1	ABERTURAS VALENTINUZ	Puertas y aberturas de madera.
2	ALGABA MUEBLES SRL.	Muebles de algarrobo.
3	ALPINA S.A.	Fabrica de escaleras de madera.
4	ALTINGER TEODORO M.	Plástico reforzado c/ fibra vidrio.
5	A SU GUSTO de EBERHARDT Raúl	Chacinados y embutidos.
6	BOLDT PARANÁ S.A.	Formularios. impresos especiales.
7	CARTOCOR S.A.	Cajas de cartón corrugado.
8	COTTI S.R.L.	Máq. y equipos tratamiento agua-soda.
9	EJEMPLAR SRL.	Apósitos y algodones medicinales.
10	ESPUMAS DEL LITORAL S.A.	Fabrica colchones.-
11	FUNDICIONES DEL LITORAL S.R.L.	Fundiciones ferrosas.-Pedro Aranguren
12	FUNDIMETAL COOP. LTDA.	Fundiciones de bronce y otros metales.
13	GABERIONE CARLOS –TERMOFILM -	Envases plásticos termocontraible
14	I.T.A. S.A.	Fundición de acero inoxidable.-
15	LA UNIÓN S.A.	Rectificación de motores.-
16	LAFEDAR S.A.	Laboratorio especialidades medicinales.
17	LONGVIE PARANÁ S.A.	Calefones y termotanques.-
18	LUIS A. DEMARTIN E HIJOS S. C.	Planta asfáltica y hormigón.
19	MARTINEZ, DUARDO	Envases de polietileno.
20	METALURGICA NEXO S.A.	Aberturas metálicas.-
21	MOLINOS SAN JOSÉ S.A.	Molino harinero.
22	PARMADE S.A. (Carmagnac)	Aserradero industrial. Machimbres
23	PHARMA DEL PLATA SRL	Productos farmacológicos y cosméticos.
24	PETROPACK S.A.	Films y env. polietileno y polipropileno.
25	PUNTO GRÁFICO S.R.L.	Impresiones flexográficas.
26	QUANTA de LEVI Norberto V.	Inyección y reciclado de plásticos.
27	REGIONAL FIDEERA S.A.	Fabrica de fideos secos
28	SANTIAGO EICHORN E HIJOS SRL	Planta de Incubación de aves
29	SEGOVIA, DANTE MARCELO	Materia prima para chacinados.
30	SORBALOCK S.A.	Fab. pinturas, solventes, diluyentes.
31	STEHLI ALBERTO LUIS	Premoldeados de hormigón armado.

Fuente: Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable.Paraná, Entre Ríos; Enero 2008.



ANEXO 2.1

Determinación de GST en larvas de anfibios



FACULTAD DE BIOQUÍMICA
Y CIENCIAS BIOLÓGICAS

CÁTEDRA DE ECOTOXICOLOGÍA

DETERMINACIÓN DE BIOMARCADORES DE ESTRÉS OXIDATIVO:

GLUTATION S-TRANSFERASAS EN LARVAS DE ANFIBIOS



Glutathione S transferasas (GST; EC 2.5.1.18):

- Fundamento de la reacción:

La actividad GST se determina utilizando glutatión reducido (GSH), como sustrato, para la primera parte de la reacción. Posteriormente se añade 1-cloro-2,4-dinitrobenzenu (CDNB) que forma un complejo con GS^- , el cual es leído a 340 nm.

134

M. Haddous et al. / *Clinica Chimica Acta* 326 (2002) 131–142

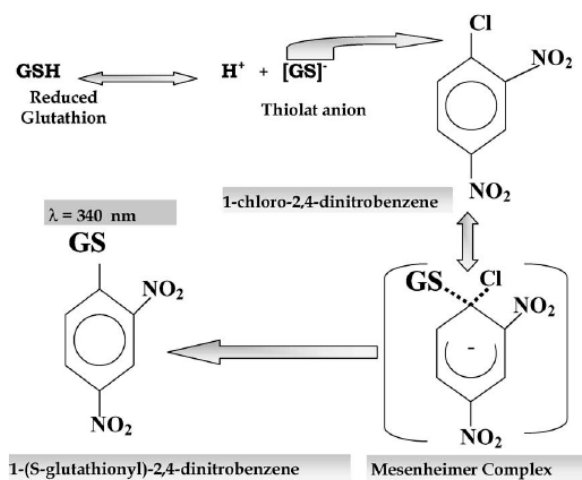


Fig. 1. Mechanism of the glutathione conjugation to the CDNB. Step 1: ionization of the reduced glutathione in proton (H^+) and thiolate anion $[\text{GS}]^-$. Step 2: nucleophilic attack of thiolate anion on C-1 of the aromatic nucleus; formation of Meisenheimer complex and of 1-(S-glutathionyl)-2,4-dinitrobenzene (GS-DNB) followed at 340 nm.

Reactivos.

TRIS/HCl, EDTA- K_2 , Sacarosa, NaH_2PO_4 , GSH, CDNB (1-cloro-2.4-dinitrobenzeno, 99%).

Preparación de reactivos

-Tampón homogeneización: TRIS/HCl 1M con EDTA- K_2 1mM y sacarosa 0.25 mM, pH= 7.6

. Para preparar 500 ml: TRIS = 6.057 g, EDTA- K_2 = 0.186 g, Sacarosa 0.25mM= 42.78 g. Ajustar el pH a 7,6 mediante la adición de HCl. Llevar a 500 ml con agua destilada



- Tampón fosfato, pH= 6.5

. Para 500 ml: $\text{NaH}_2\text{PO}_4 = 7.95$ g, Si está ácido se alcaliniza con NaOHcc. Si está alcalino se acidifica con Clcc.

- GSH 100mM en tampón fosfato: Para preparar 2 ml: GSH = 0.061 g

- CDNB, 50 mM en etanol absoluto : Para preparar 2 ml: CDNB = 0.02 g

Determinación de GST

- Pesar eppendorf.
- Pesar renacuajo dentro eppendorf (tratar de escurrir bien y que no existan restos de agua)
- Eutanizar por congelamiento.
- Homogeneización del renacuajo en tampón TRIS/HCl: 200 μl , realizar en frío.
- Centrifugar el homogenato durante 10 min a máxima revolución

Reacción cubeta: para volumen final 1 ml

<i>Tampón fosfato</i>	905 μl
<i>GSH</i>	50 μl (Concentración final: 5 mM)
<i>CDNB</i>	20 μl (Concentración final de 1 mM)
<i>Muestra</i>	25 μl

Importante: antes de leer, agitar suavemente la cubeta de reacción para homogeneizar la mezcla de reacción.

Lectura

Leer la cinética de la reacción en el espectrofotómetro durante 1 minuto a **340 nm** (de no tener espectro automático, leer manualmente durante un minuto cada 10 segundos)



Cálculo de la actividad GST.

La actividad GST se calcula de la siguiente forma:

Coeficiente de extinción molar del complejo de Mesenheimer $\epsilon = 9,6 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

$$\text{a) } \frac{\Delta A(\text{seg}^{-1} \times \text{cm}^{-1}) \times \text{inversa Dilución}}{\epsilon (9.6 \text{ mM}^{-1} \times \text{cm}^{-1})} = \text{mM} \times \text{seg}^{-1}$$

$$\text{b) } \text{mM} \times \text{seg}^{-1} = \text{umol} \times \text{ml}^{-1} \times \text{seg}^{-1}$$

$$\text{c) } \frac{\text{umol} \times \text{ml}^{-1} \times \text{seg}^{-1} \times 60 \text{seg} \times \text{Vol homeg (ml)}}{\text{Peso renacuajo (g)}} = \boxed{\text{umol} \times \text{min}^{-1} \times \text{g tej}^{-1}}$$

5. Bibliografía

- Lukkari T. 2004. Biomarker responses of the earthworm *Aporrectodea tuberculata* to copper and zinc exposure: differences between populations with and without earlier metal exposure. *Environmental Pollution*, 129:377-386.
- Habig, W. 1974. Glutathione S-transferases : the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *The Journal of Biological Chemistry*, 249:7130-7139.
- Diaz, C; Rodriguez, M; Fresneda, M. 2004. Determinación de la actividad glutatión-S-transferasa en cepas de *Culex quinquefasciatus* de Cuba y otros países de América Latina. *Revista Cubana Medicina Tropical*. 56 (.2).111-116. ISSN 0375-0760.
- Mannervik B, Alin P, Guthenberg C, Jenson H, Kalim Tahir M, Warholm M. 1985. Identification of three classes of cytosolic glutathione S-transferase common to several mammalian species: Correlation between structural data and enzymatic properties. *Proc Natl Acad Sci USA*; 82:7202-7206.
- Hayes, J; Pulford, J. 1995. The glutathione S-transferase supergene family: regulation of GST and the contribution of the isoenzymes to cancer chemoprotection and drug resistance. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, Vol 30, Issue 6, 445-600

PROTOCOLO PROPUESTO PARA REALIZAR MONITOREOS PERIÓDICOS SOBRE EL CUIDADO AMBIENTAL LA CALIDAD DEL AGUA Y LOS SEDIMENTOS DEL A^O “LAS TUNAS”

Los indicadores ambientales deberán señalar, como mínimo, referencia a situaciones ordinarias o regulares, tales como: emisiones de residuos desarrollando también un sistema que les brinde el soporte para la toma de las decisiones relacionadas con accidentes o hechos extraordinarios.

Los objetivos de estos exámenes periódicos propuestos garantizarán la preservación ambiental, la protección de los recursos naturales, la calidad de vida de la población, la conservación de la biodiversidad, y el equilibrio de los ecosistemas, intentando minimizar los riesgos potenciales de los desechos en todas las etapas de la gestión industrial. A su vez, nos darán parámetros que orienten a la reducción de la cantidad de los residuos que se generan. Por último, promoverán el uso y la transferencia de tecnologías limpias y adecuadas para el desarrollo sostenible del ambiente, disminuyendo los vertidos riesgosos. Al mismo tiempo se promoverá la utilización de procesos productivos y metodologías de tratamientos que involucren la minimización, reutilización, reciclado e incorporación de tecnologías limpias. Igualmente, facilitarán la evaluación de progreso basados en el logro, no solo del bienestar humano, sino también del económico en forma simultánea, considerando las tres dimensiones: ecológica, económica, y social. Este tipo de indicadores conforman las actuales tendencias internacionales basadas en la necesidad de realizar análisis ambientales.

Considerando que para la instalación de cada industria, el ente administrador del Parque obtuvo los procesos, actividades y tareas a realizar, se proponen como política a seguir por el organismo regulador:

1- Fijar objetivos definir responsabilidades y las distintas autoridades intervinientes como organismo de contralor.

2- Realizar controles periódicos: **Auditoria ambiental:**

- a. Inspector/ auditor (organismo contralor): deberá ser una persona idónea en el tema, conocedor de los distintos procesos que se llevan en cada industria en particular. Es decir, deberá estar familiarizado con los procesos productivos y de gestión de la empresa a auditar. Se podrá seleccionar inspectores según empresas o grupos de ellas.
- b. Auditoria: Los auditores deberán:
 - i. Recabar información relacionada con las actividades de la industria a auditar .
 - ii. Verificar que la misma se encuentre en orden.
 - iii. Documentar toda la actividad realizada.

Informe: Al finalizar la tarea de contralor periódica se deberá confeccionar un reporte detallado de la inspección realizada en lenguaje claro, sucinto, preciso y legible. Deberá quedar detallada y presentada todas las evidencias observadas en la industria, presentando un orden cronológico y sistemático y objetivo. Constituirá un registro permanente y un documento profesional. Deberán agregarse todos los cálculos necesarios y la conclusión técnica de los mismos. Se podrá incluir un resumen de la observación.

3- Efectuar monitoreo de procesos, actividades y tareas de cada industria instalada del Parque. Solicitar, recepcionar, valorar y evaluar actualización/ones de la documentación de los procesos, actividades o tareas de cada industria instalada.

- 4- Efectuar mediciones, parámetros fisicoquímicos/bacteriológicos en distintos sitios (agua y sedimentos) que permitan evaluar la calidad ambiental de los cuerpos recolectores (por ejemplo: A° “Las Tunas”, A° “Las Conchas”).
- 5- Realizar bioensayos con distintas especies indicadoras en los mencionados cuerpos de agua receptores para evaluar toxicidad aguda:
 - a. Muestra: agua
 - Crustáceos, por ejemplo: *Daphnia magna*^{1,2,3,4}.
 - Anfibios, por ejemplo: *Odontophrynus americanus*⁵.
 - Peces, por ejemplo: *Cnesterodon decemmaculatus*⁶.
 - Vegetales, por ejemplo *Lactuca sativa*^{7,8,9}.
 - b. Muestra: sedimento: *Odontophrynus americanus*¹⁰.
- 6- Biomarcadores: determinación de GST (medidor de estrés), micronúcleos (genotoxicidad), otros (Colinesterasas, ATPasa, Catalasas, etcétera), a los especímenes de vertebrados sobrevivientes en los bioensayos.
- 7- Controlar aquellos resultados o procesos que no satisfacen las especificaciones (según Auditoría Ambiental).
- 8- Revisar el sistema en forma periódica por parte de la dirección.

- MODELO DE INFORME PROPUESTO PARA LA AUDITORIA AMBIENTAL.

El presente informe propuesto para auditorias ambientales es general y sirve de base para la realización de protocolos específicos para cada empresa en particular. Por ej, en el mismo no se contempla el manejo de los PCB's, el cual se debería incluir en industrias que lo manipulen al mismo, y tener en cuenta las normativas vigentes definidas en relación a estos compuestos.

AUDITORIA AMBIENTAL INDUSTRIAL^{11, 12}

I. DATOS GENERALES DE LA INDUSTRIA.

1. Nombre de la industria:

2. Actividad que realiza :

3. Ubicación : a- Dirección:

b- Teléfono:

b- Fax :

c- Correo electrónico:

d- Página web:

4. Anexar organigrama administrativo de la instalación industrial

5. Anexar organigrama operativo de la instalación industrial.

6. Consumo de agua en m³:

7. Fuente de abastecimiento de agua (superficial, pozos, otros):

8. Consumo de energía en kw/h:

9. Consumo de otros combustibles:

10. Listado completo de materias primas adquiridas para el proceso industrial.

-

-

11. Proveedor materia:

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	DESTINO

12: Cercanía a cuerpos de Agua:

- Antes de atravesar la industria:

- Después de atravesar la industria:

13. Densidad poblacional estimada en el área de la instalación:

14. Distancia y ubicación exacta de las comunidades o conjuntos residenciales más cercanos:

15. Principal uso actual del suelo en el sector:

16. En que grado es el área un sitio turístico:

17. Describa los sitios vecinos (aspectos, culturales, históricos y culturales). Anexar mapa de la zona.

18. Organismos no gubernamentales de la zona:

a- nombre

b- dirección

c- teléfono

d- fax

19. Describa brevemente la actitud general de la comunidad frente a la industria:

20. Estimar tasa de crecimiento de población de la zona de influencia:

II. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.

A. GASES Y PARTICULAS

1. Norma de la calidad del aire aplicable: Por ejemplo: IRAM 29216; IRAM 29227; IRAM 29230^{13, 14}.

2. Concentraciones máximas permisibles para los siguientes parámetros (aclarar unidades).

EMISIÓN	CANTIDAD
Material particulado	
Hidrocarburos	
Monóxido de Carbono	
Óxidos de Nitrógeno:	
Óxidos de azufre	
Oxidantes fotoquímicos	
Otros:	

3. Especifique fuentes de emisiones atmosféricas y el tipo:

4. Norma utilizada para control de olores:

5. Control de olores generados:

6. Adjuntar fotocopia de inventario de las emisiones de aire reportadas a la autoridad ambiental.

7. Chequeo calderas e incineradores (certificados de autorización).

B. RUIDO.

1. Norma de regulación del ruido: ej IRAM 2259, IRAM 4079, IRAM 4091^{15, 16}

2. Enumere (Anexar mapa o croquis del lugar)

FUENTES DE RUIDO	LOCALIZACIÓN	DURACIÓN	RECEPTOR

3. Protección de los operarios:
4. Controles realizados a las maquinarias:
5. Controles realizados a los operarios: (adjuntar fotocopia resultados)

III. AGUAS RESIDUALES.

1. Identifique fuentes aguas residuales.

	FUENTE	VOLUMEN	DESCARGA
Proceso A			
Proceso B			
Proceso C			
Mantenimiento			
Aguas lluvias			
Aguas residuales tratadas			
Aguas residuales domésticas			
Otras			

2. Caracterización de los efluentes descargados a los cuerpos de agua:
3. Caracterización de los efluentes NO descargados a los cuerpos de agua:
4. Tratamiento de aguas residuales. Describa
5. Tratamiento de aguas residuales domésticas. Describa
6. Programa de monitoreo que posee para evaluar efectividad tratamiento de agua residual.

MONITOREO	RESULTADO ANÁLISIS

7. Uso final del efluente (indique con una cruz)

Irigación de campos Recirculación a procesos
 Descarga a alcantarillado Descarga a corriente.

Otros:

8. Especifique la clasificación del cuerpo receptor

Recreación Agua para riego
 Agua para consumo humano Otro:

9. Especifique la calidad del agua de la corriente receptora

AGUAS ARRIBA

Fecha última toma muestra:

PARÁMETROS	VALORES HALLADOS	VALORES PERMITIDOS

AGUAS ABAJO

Fecha última toma muestra:

PARÁMETROS	VALORES HALLADOS	VALORES PERMITIDOS

10. Estado de las instalaciones. (colocar: bueno-regular-malo)

INSTALACIÓN	ESTADO	OBSERVACIÓN
Impermeabilización piscinas y tanques de almacenamiento		
Estructuras de los sitios de almacenamiento de materias primas o productos contaminantes (metal, concreto)		
Tratamiento de aguas negras		
Canales de drenaje		
Canales perimetrales		
Tubería de conducción del efluente		
Punto de entrega del efluente		
Pozos sépticos		

11. Medidas se han adoptado para evitar la contaminación de aguas subterráneas.

12. Contaminación de aguas subterráneas por aguas residuales.

Fecha	Tipo	Cantidad	Contaminantes detectados (especificar concentración)	Notificación autoridad	Medidas de Mitigación

13. Indique tipo de residuo líquido generado.

INSTALACIÓN- PROCESO	TIPO DE RESIDUO LÍQUIDO (DESCRIPCIÓN BREVE)
Proceso industrial específico	
Oficinas	
Bodegas	
Piletas	
Tanques de almacenamiento subterráneos	
Tanques de almacenamiento elevados	

Planta de tratamiento de agua potable	
Planta de tratamiento de agua residuales	
Maquinarias pesada	

14. Tratamiento que se efectúa a los residuos líquidos peligrosos.

INSTALACIÓN- PROCESO	VOLUMEN	TRANSPORTE	TRATAMIENTO- DISPOSICIÓN FINAL
Proceso industrial específico			
Oficinas			
Bodegas			
Piletas			
Tanques de almacenamiento subterráneos			
Tanques de almacenamiento elevados			
Planta de tratamiento de agua potable			

15. Anexar Plan de contingencia en caso de un derrame de residuos líquidos peligrosos.

IV. RESIDUOS SÓLIDOS.

A. RESIDUOS CONVENCIONALES.

1. Especifique la cantidad de residuos sólidos convencionales que se producen semanalmente

	VOLUMEN	MANEJO	TRANSPORTE	DISPOSICIÓN FINAL
Cáscaras de alimentos				
Madera				
Metales				
Papel				
Plásticos				
Residuos de alimentos				
Vidrios				
Otros				

2. Reciclaje de algún tipo de residuo. Especificar

3. Proceso de minimización específico. Especifique.

4. Relleno sanitario que posee o utiliza.

	Ubicación	Transporte	Normativas que cumple
Propio *			
Contratado			

En caso que sea propio * anexar los monitoreos realizados incluyendo descarga, caracterización y tipo de tratamiento que reciben los lixiviados

B. RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS.

1. Anexar documento sobre políticas y programas de manejo de residuos peligrosos.
2. Detallar sistemas de pretratamiento de residuos peligrosos:
3. Origen de las descargas de residuos peligrosos líquidos y sólidos pretratados.

SITIO DE PROCEDENCIA	VOLUMEN TRATADO

4. Procesos de pretratamiento.

TIPO RESIDUO	FRECUENCIA RECOLECCIÓN	MÍNIMO DIARIO	MÁXIMO DIARIO	PROMEDIO DIARIO
Cenizas				
Lodos				
Sólidos				
otros				

5. Aditivos utilizados en el pretratamiento de los residuos

ADITIVO	PRESENTACIÓN (LÍQUIDA-SÓLIDA)	TOXICIDAD (CLASIFICARLA)	EMPAQUE	CANTIDAD UTILIZADA

6. Normativa en uso para la regulación para el manejo, transporte, tratamiento y disposición final de desechos sólidos:

7. Estudio de caracterización de los residuos sólidos. Adjuntar.

8. Disposición residuos sólidos peligrosos.

DISPOSICIÓN	ESPECIFIQUE TIPO DE RESIDUO
Combustión térmica	
Incineración	
Relleno sanitario	
Vaciado a cielo abierto	
Otro	

10. Anexe los planes de acción para emergencias.

11. Anexe registro de monitoreo e inspección de las áreas de almacenamiento de desperdicios.

12. Anexe documentación de almacenamiento y disposición de grasas y aceites usados.

V- PROCESOS INDUSTRIALES ESPECÍFICOS.

1. Anexar: permisos, registro y certificados de mayoristas, minoristas, almacenamiento, transportadores, combustibles.

2. Identificación de calderas e incineradores que utilicen.

Crudo	Gas-oil
Gas natural	Quemadores eléctricos
Otros	

3. Determinar la salida de calor en calderas > 1, 6 M KJ/h.

4. Anexar permisos de operación de calderas, certificaciones e informes de mantenimiento.

5. Informe de análisis de productos específicos elaborados.

6. Ventilación que presentan las instalaciones. Diseñe un croquis o adjunte un mapa.

7. Registro de pruebas de fugas realizadas en tuberías.

8. Cantidad apropiada y tipo de extintores contra incendio.

Ubicación	Cantidad	Mantenimiento	Fecha última inspección

9. Señalización apropiada de avisos, permisos, signos/símbolos de prevención.

10. Zonas restringidas, señalización y restricciones de acceso.

11. Instalaciones de cargue y descargue.

Protegidas por barreras	.
Plataforma durable apropiada (metal, concreto)	
Otras:	

12. Almacenamiento subterráneo

MATERIAL	PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN	DETECCIÓN DE FUGAS	VENTILACIÓN	EDAD DEL TANQUE

13. Registro de operaciones apropiado.

OPERACIÓN	ARCHIVOS DE INVENTARIO	ARCHIVOS DE MANTENIMIENTO	LECTURA DE MEDIDAS	REGISTRO DE DIFERENCIAS ACUMULATIVAS DIARIAS

VI. REACCIÓN ANTE EMERGENCIAS

1. Describa política gerencial y estructura organizacional de la industria para actuar en emergencia.

2. Mencionar y describir los programas de prevención

3. Mencionar y describir los programas de simulacros.

4. Listar personal calificado de la industria para actuar ante emergencias:

5. Adjuntar procedimientos para acciones de emergencia:

- Derrames.
- Desastres naturales.
- Escape de gas/es.
- Explosión/es.
- Incendio/s.
- Procedimiento/s de evacuación y clausura.

- Radiación.

- Sismos.

6. Mencionar centro de control de acciones de emergencia. Horario en el que atiende.

7. Listar equipamiento disponible para acciones de emergencia

	UBICACIÓN	MANTENIMIENTO	INFORME
Anteojos			
Botas			
Cascos			
Equipamiento contra incendios			
Equipo bombeo			
Equipo para respiración			
Guantes			
Matafuegos			
Palas			
Otros			

8. Cobertura del seguro.

SEGURO	EXPIRA	EMPRESA CONTRATADA
Almacenes de depósito		
Descargas de		
Exceso de emisión de aire		
Explosiones		
Incendio		
Manejo de combustibles		
Manejo de sustancias peligrosas.		
Responsabilidad del personal		
Tanques de almacenamiento		
Otros.		

Observaciones:

NOMBRE Y FIRMA AUDITOR

NOMBRE Y FIRMA AUDITADO

- GUÍA PROPUESTA PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGO EN LAS INDUSTRIAS.

Gran parte de los riesgos industriales ocurren como accidentes imprevistos o por causa de las actividades inadecuadas de operación y mantenimiento. De aquí se desprende que en las auditorías ambientales se deben resaltar esos potenciales accidentales para prevenir eventos y preparar los planes de monitoreo y manejo para reducir los riesgos al mínimo. Para prevenir, reducir y/o manejar los peligros industriales se deberá tener en cuenta:

- ✓ Inventariar las instalaciones que impliquen riesgo (estructural, ruptura, incendio o explosión) asimismo como las zonas de protección.
- ✓ Limitar acceso del ingreso personal, permitiendo el que esté debidamente capacitado. En áreas peligrosas utilizar: tarjetas identificación, cerramientos dobles, personal de seguridad. Identificar las operaciones unitarias peligrosas
- ✓ Disposición de las sustancias y procesos incompatibles separados.
- ✓ Sustituir, en lo posible, materiales peligrosos (ej de gas a líquido)
- ✓ Reducir los materiales peligrosos del depósito (recuperar, reciclar),
- ✓ Modificar procesos y/o almacenamiento (ej guardar un gas como líquido refrigerado y no a presión).
- ✓ Reducir generación de polvos y controlarlos (ej: rocío de agua, solución de remojo, buena ventilación).
- ✓ Control de temperatura en operaciones para evitar agotamiento del personal por frío o calor.
- ✓ Equipos portátiles o de forma continua de monitoreo de peligros potenciales. (detectores de humo, radiación).
- ✓ Paralización de procesos peligrosos (disyuntores eléctricos, detección de procesos).
- ✓ Sistemas para contener derrames o fugas. Contar con equipos de emergencia, refugios. Planes de evacuación.
- ✓ Equipos de protección para el personal.
- ✓ Controles preingreso y periódicos de las ART.
- ✓ Incluir organización rotativa de horarios para disminuir la exposición a las áreas peligrosas.
- ✓ Capacitación del personal en relación con la salud y seguridad ocupacional considerando los ítems mencionados anteriormente
- ✓ Determinar autoridad para actuar durante situaciones potencialmente peligrosas.

BIBLIOGRAFÍA EN LA QUE SE BASA ESTE PROTOCOLO

- 1 Díaz Baez, C; Piva Granados, Y; Ronco, A. 2005. Ensayo de toxicidad aguda con *Daphnia magna* . The international development research Centre. Science for humanity. Canada. http://www.idrc.ca/en/ev-84464-201-1-DO_TOPIC.html, con acceso ene-2007.
- 2 Núñez, M. ; Hurtado, J. 2005. Bioensayos de toxicidad aguda utilizando *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Daphniidae) desarrollada en medio de cultivo modificado. *Revista Peruana de Biología*. 12: 165-170.
- 3 Norma IRAM 29130. 2004. Calidad ambiental - Calidad del agua. Determinación de la inhibición de la movilidad de *Daphnia magna* Straus (Cladócera, Crustácea). Ensayo de toxicidad aguda. 21pp
- 4 EPA-821-R-02-012. 2002. Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms. Fifth Edition. <http://www.epa.gov/waterscience/methods/wet/disk2/atx.pdf>, con acceso Ene-2007)
- 5 IRAM 29116. Calidad ambiental. Toxicidad en anfibios. Estudio Inicial: 2005, discontinuado.
- 6 IRAM 29112. 2008. Calidad ambiental - Calidad del agua. Determinación de la toxicidad letal aguda de sustancias en peces de agua dulce. Método semiestático. 23 pp.
- 7 IRAM 29114. 2008. Calidad ambiental - Métodos biológicos. Método de ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Método en papel. 14 pp.
- 8 Torres Rodríguez, MT.; García Melián, M.; Hernández Perera, N.; Fernández Novo, M. 2006. Toxicidad aguda de lixiviados acuosos mediante un ensayo con *Lactuca sativa* L . *Higiene y Sanidad Ambiental*. 6: 170-172.
- 9 Torres Rodriguez, M. 2003. Empleo de los ensayos con plantas en el control de contaminantes tóxicos ambientales. *Revista Cubana de Higiene e Epidemiología* . 41: 2-3.

-
- 10 ASTM WK13030. 2006. Guide for Standard Guide for Conducting Whole Sediment Toxicity Tests with Amphibians. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006. www.astm.org, con acceso ene-2007.
- 11 Conesa, V. 1997. Auditorías medioambientales. Guía metodológica. Ediciones mundiprensa. 552 p.
- 12 Cascio, J; Woodside, G; Mitchell,P. 1999. Guía ISO 14000, Las nuevas normas internacionales para la administración ambiental. Mc Graw-Hill.
- 13 IRAM 29227.1999. Calidad Ambiental. Calidad del aire. Planificación del monitoreo de la calidad del aire. 32 pp
- 14 IRAM 29230. 2002. Calidad ambiental - Calidad de aire. Emisiones de fuentes estacionarias. Guía para determinar la ubicación de los puntos transversales de muestreo en chimeneas o conductos de evacuación. 30 pp
- 15 IRAM 4079. 2006. Ruidos. Niveles máximos admisibles en ámbitos laborales para evitar deterioro auditivo. Relación entre la exposición al ruido y el desplazamiento permanente del umbral de audición. 33 pp
- 16 IRAM 4091 1981. Programa de audiometrías y evaluación de audiogramas para personal expuesto al ruido de origen laboral. 13 pp