

INFORME DE EVALUACION ANUAL

2017-2018



CONVENIO

COMISIÓN MIXTA DEL RÍO PARANÁ (COMIP)

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES, UNAM

Convenio

Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)

**Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y
Naturales - UNAM**

INFORME DE EVALUACIÓN ANUAL

PERÍODO 2017-2018

Posadas, Misiones, 2018

UNIDAD EJECUTORA:

Programa EFLUENTES INDUSTRIALES Y URBANOS

Director del Programa: Mgter. Carlos S. Jejer

Representante técnico: Ing. Roberto Balmaceda

Coordinación técnica: Lab. Qco. Ind. Marta Smorczewki

Responsable de Laboratorio Físico-Químico: Lic. Carla Silva

Tareas de Muestreo: Lic. Víctor Llano

Elaboración del Informe: Ing. Roberto Balmaceda, Lab. Qco. Ind. Marta Smorczewki, Téc. Ambiental Yanina Pires, Sr. Rodrigo Morinisi.

INDICE

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCION	3
3. METODOLOGIA:.....	4
4. OBJETIVO	10
5. RESULTADOS.....	11
6. CONCLUSIONES.....	27
7. DESCRIPCION DE PARAMETROS.....	29
TEMPERATURA DEL AGUA	29
COLOR.....	30
OXÍGENO DISUELTO	31
PH	33
CONDUCTIVIDAD.....	35
SÓLIDOS: SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES - SÓLIDOS SEDIMENTABLES - SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	36
.....	36
SULFUROS	39
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	40
NUTRIENTES: FÓSFORO Y NITRÓGENO	43
GRASAS Y ACEITES (SUSTANCIAS SOLUBLES EN ÉTER ETÍLICO – SSEE)	48
SAAM	49
SUSTANCIAS FENÓLICAS	50
ÁCIDOS RESÍNICOS.....	51
METALES PESADOS (MANGANESO, HIERRO TOTAL, HIERRO SOLUBLE, ALUMINIO, CROMO TOTAL, CADMIO, ZINC, PLATA)	52
CIANURO	58
HIDROCARBUROS	58
BIOCIDAS: PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS, PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS, GLIFOSATO, ISOTIAZOLINONAS.	60
PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS:	60
PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS:	62
GLIFOSATO:	63
ISOTIAZOLINONAS O ISOTIAZOLONAS:.....	63
8. LEY VIII-Nº 11 (EX 2267) - EMISIÓN DE EFLUENTES INDUSTRIALES.....	65
9. RESOLUCIÓN S.G. Nº 585 DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1995 (MODIFICA EL REGLAMENTO SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS RELACIONADOS CON EL SANEAMIENTO AMBIENTAL, DESCRIPTO EN LA RESOLUCIÓN S.G. Nº 396 DEL 13 DE AGOSTO DE 1993, A CARGO DEL SERVICIO NACIONAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL, SENASA. CAPÍTULO V	66
10. RESOLUCIÓN 222/02, SECRETARÍA DEL AMBIENTE, REPÚBLICA DEL PARAGUAY. PADRÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.....	67

11. SECRETARIA DE RECURSOS HIDIRICOS CUENCA DEL PLATA SELECCIÓN DE LOS NIVELES GUIA DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCION DE LOS DIFERENTES USOS DEL RECURSO (1987)	68
12. RESOLUCIÓN S.G. N° 585 DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1995 (MODIFICA EL REGLAMENTO SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS RELACIONADOS CON EL SANEAMIENTO AMBIENTAL, DESCRIPTO EN LA RESOLUCIÓN S.G. N° 396 DEL 13 DE AGOSTO DE 1993, A CARGO DEL SERVICIO NACIONAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL, SENASA-CAPITULO IV	70
13. TABLA CON TECNICAS UTILIZADAS	73
14. BIBLIOGRAFÍA.....	76

1. RESUMEN

En el presente informe se presentaron los resultados obtenidos durante las seis campañas de monitoreo realizadas entre noviembre de 2017 y septiembre de 2018, tendientes a analizar la calidad que presenta el agua desde un punto de vista físico químico y orgánico, considerando para ello una serie de estudios sobre los parámetros más representativos de las condiciones de afectación por procesos antrópicos.

Este monitoreo responde a pautas de usos y condiciones de las áreas de aporte, considerándose las contribuciones que en materia de efluentes realicen los establecimientos industriales y una identificación más específica de las sustancias empleadas por éstas industrias y las actividades agropecuarias detectadas en cada margen del río, de manera tal que permitan una adecuada valoración de la calidad del agua.

De las muestras recogidas en las diferentes márgenes se han obtenido datos analíticos que han sido presentados en planillas y gráficos.

Los resultados indicaron que en general todos los parámetros estudiados en este periodo no presentan grandes fluctuaciones, ya sea entre campañas, como entre distintas estaciones.

En cuanto a los valores en sí mismos, los únicos parámetros que presentan variaciones observables respecto a las referencias establecidas en las normativas, son el color aparente, el hierro soluble, el manganeso y el nitrógeno amoniacal.

Los restantes parámetros o están por debajo de los límites establecidos en las normativas o no son detectables por las técnicas empleadas.

2. INTRODUCCION

Las aguas superficiales tienen suma importancia para las comunidades que se encuentran en zonas aledañas a las mismas y, el río Paraná, no es una excepción. Ya sea como fuente de abastecimiento a sistemas de tratamiento para agua potable o en procesos industriales que la tienen como insumo, el uso del agua está condicionado en cierto modo por la calidad que presenta en forma natural.

La decisión de realizar un monitoreo de las aguas en sectores particulares del río, asociados a usos o vuelcos, puede brindar una nueva perspectiva de la condición que tienen actualmente las mismas.

El carácter binacional de las aguas ha llevado a que se contemplen los usos de los suelos y del agua en toda la región que resulta colindante al sector de monitoreo seleccionado.

En ambos países, Argentina y Paraguay, existen distintas perspectivas productivas, ya sea en materia de cultivos como en usos industriales, por lo cual se ha particularizado la búsqueda de componentes presentes en el agua, de acuerdo a la margen que se considere.

El mayor uso del suelo con fines agrícolas en el Paraguay ha predispuesto una búsqueda orientada hacia elementos relacionados a los biocidas, mientras que en la margen Argentina, la presencia de grandes y medianas papeleras, ha centrado el análisis en los residuos industriales que de ellas pudieran derivar.

El desarrollo industrial y agrícola puede provocar, a través de sus efluentes o de una acción difusa, según sea el caso, una modificación en las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua.

Las sustancias asociadas a estos usos pueden modificar la condición natural de las aguas, deteriorando su calidad y limitando su utilidad para otros fines.

3. METODOLOGIA:

Notas y observaciones de campo

La metodología prevista para monitorear estas aguas consistió en una toma de muestras secuencial en el tiempo, a intervalos regulares y en sitios determinados.

Las muestras colectadas fueron del tipo puntual y de una condición sub-superficial. Para ello se contó con envases especialmente acondicionados, siendo preservadas las muestras que así lo requirieron, antes de su remisión al laboratorio.

Todas los envases fueron rotulados adecuadamente, realizándose además una cadena de custodia con la totalidad de las muestras a fin garantizar el proceso de traslado y recepción final en el laboratorio.

Todas las muestras fueron captadas en una condición sub-superficial. Por ello, fueron tomadas en forma directa por la persona encargada del muestreo. No obstante, se contó en todas las campañas con una botella de muestreo tipo Van Dorn, para el caso de necesitar recoger la muestra con este elemento.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

En campo se realizaron medidas de pH, conductividad, transparencia, OD y temperatura a fin de obtener una serie de datos “in situ” correspondientes a cada uno de los puntos de monitoreo seleccionados.

Toda la logística de traslado, navegación hasta los puntos de monitoreo, y obtención de permisos (prefectura argentina, marina paraguaya y cualquier otro que fuera necesario para el adecuado desenvolvimiento de las campañas) estuvo a cargo de la Comisión Mixta del río Paraná.

Los responsables del monitoreo son: por parte de la UNaM, el señor Víctor Llano, y por parte de la COMIP el señor Antonio Luque.

Se realizaron seis muestreos, los parámetros que se analizan de forma bimestral son temperatura del agua , Color, OD, pH, Conductividad, Solidos Sedimentables, Solidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Sulfuros, DBO, DQO, N-Nitratos, N-Nitritos, N-amoniaco, Ortofosfato soluble, SSEE, SAAM y Sustancias Fenólicas.

En tanto, los parámetros analizados de forma cuatrimestral son el Manganeso, Hierro total, Hierro soluble, Aluminio, Cromo total, Cadmio, Zinc, Plata, Cianuro, Hidrocarburos totales, Pesticidas organoclorados, Pesticidas organofosforados, Glifosato (herbicidas), 5-Cloro-2-metil-4-isotiazolin-3-ona (Bactericida), 2-Metil-4-isotiazolin-3-ona (Bactericida), Acido abiético y Acido diabético (ácidos resínicos).

Área de estudio

El tramo objeto de estudio se encuentra entre las localidades de Puerto Esperanza (Misiones-Argentina), Itaipyte (Alto Paraná-Paraguay) y Jardín América (Misiones-Argentina)- Puerto Pirapó (Itapúa-Paraguay).

La selección de los puntos de muestreo obedece a incidencias puntuales en el caso de la margen Argentina y a incidencias de tipo difusas en el caso de la margen paraguaya.

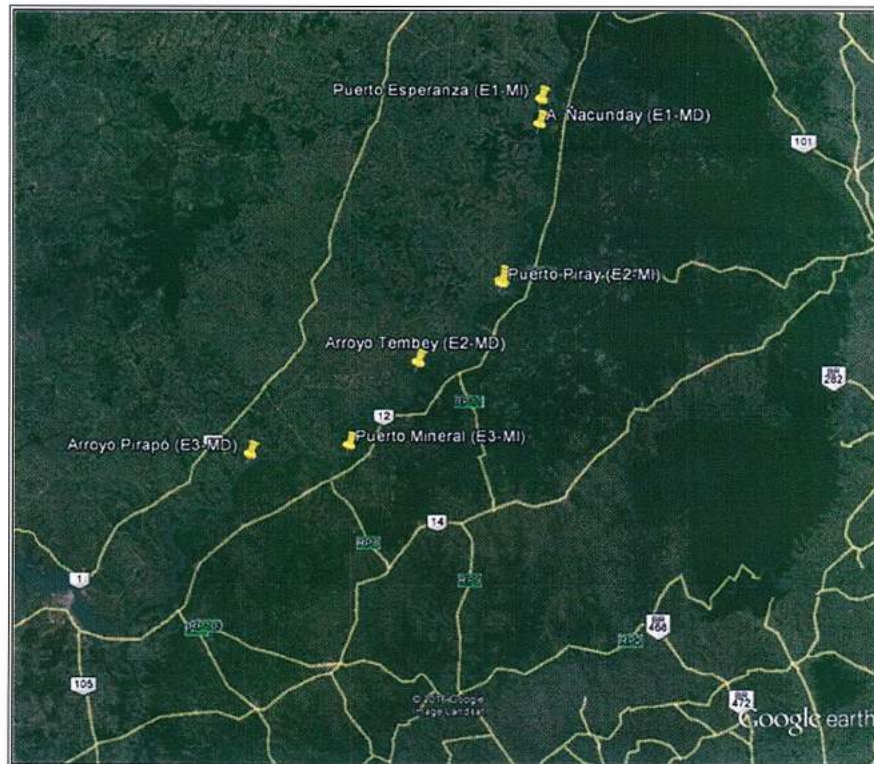


Figura N°1: Puntos seleccionados para muestrear.

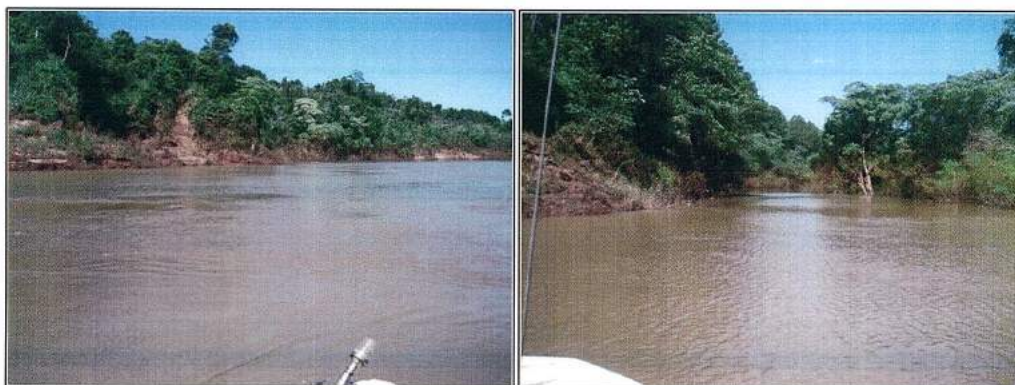
Margen izquierda

Sobre esta margen se ubican establecimientos industriales relacionados a la industria papelera, los cuales se pueden identificar como de mayor probabilidad de ser fuentes puntuales de contaminación.

Además el uso del suelo vinculado a la producción de la yerba mate, el té, y a la propia industria forestal, son susceptibles de realizar aportes difusos a través del arrastre de compuestos químicos empleados en estas actividades.

De acuerdo a ello, se han seleccionado los puntos asociados a las actividades descriptas, y son los denominados MI1, MI2, y MI3:

- ✓ MI 1: Puerto Esperanza
- ✓ MI 2: Puerto Piray
- ✓ MI 3: Puerto Mineral



Figuras N° 2: MI 1 Puerto Esperanza (izq.) MI 2 Puerto Piray (der.)



Figura N° 3: MI 3 Puerto Mineral.

Margen derecha

Sobre esta margen, las actividades preponderantes están relacionadas a las labores agropecuarias, las cuales constituyen fuentes de aportes difusas, y que por ende no tienen un punto de descarga en particular.

Con el fin de tratar de cuantificar los aportes de contaminantes causados por estas actividades, se ha considerado el monitoreo de la desembocadura de tres arroyos que, siendo afluentes del río Paraná, tienen en sus cuencas zonas donde las actividades agropecuarias son preponderantes; denominados MD1, MD2, y MD3:

- ✓ MD 1: Arroyo Ñacunday
- ✓ MD 2: Arroyo Tembey
- ✓ MD 3: Arroyo Pirapó



Figuras N° 4: MD 1 Arroyo Ñacunday (izq.) MD 2 Arroyo Tembey (der.)



Figura N° 5: MD 3 Arroyo Pirapó.

Precipitaciones, vientos y temperaturas registradas en Iguazú desde noviembre 2017 a septiembre de 2018.

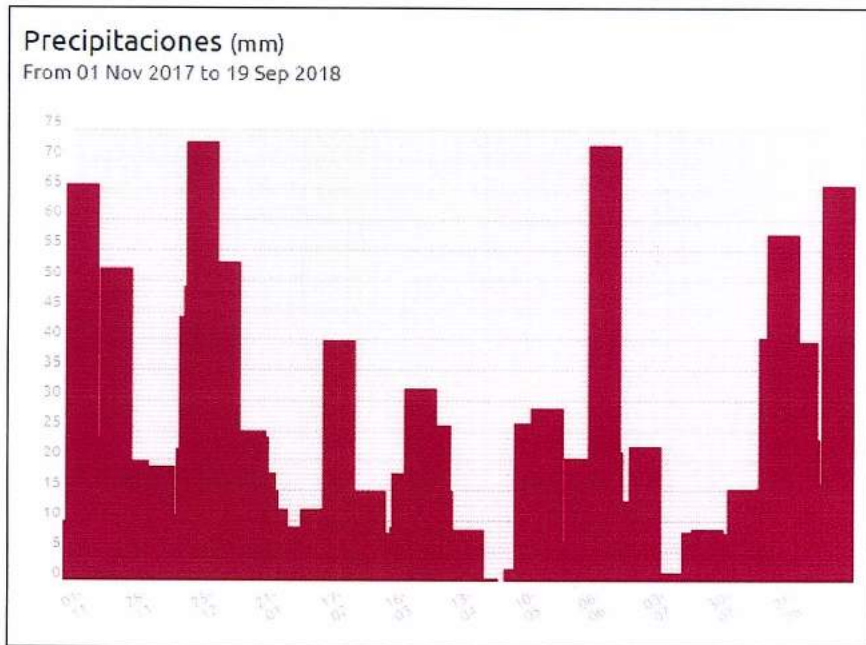


Figura N° 6: Precipitaciones en Iguazú desde noviembre 2017 a septiembre de 2018.

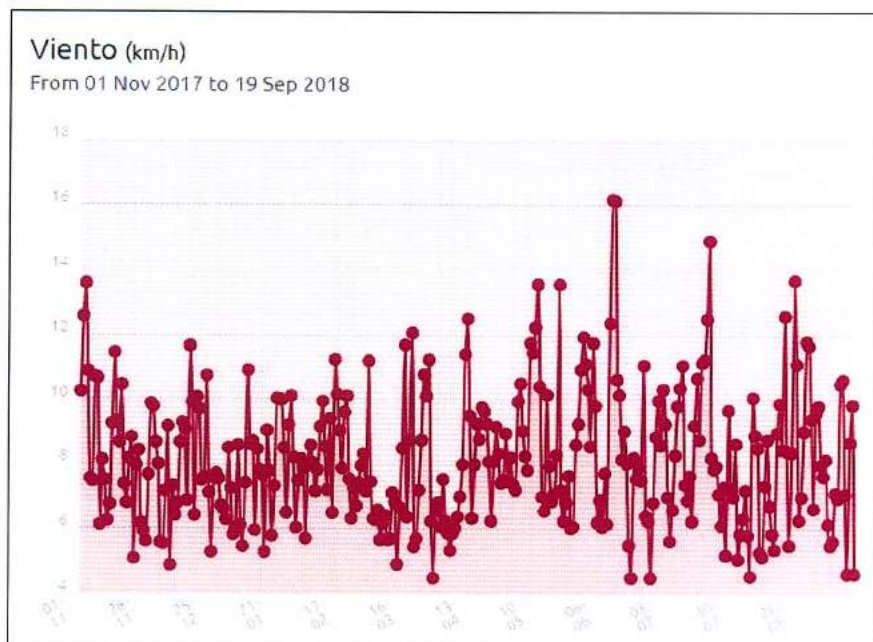


Figura N° 7: Vientos en Iguazú desde noviembre 2017 a septiembre de 2018.

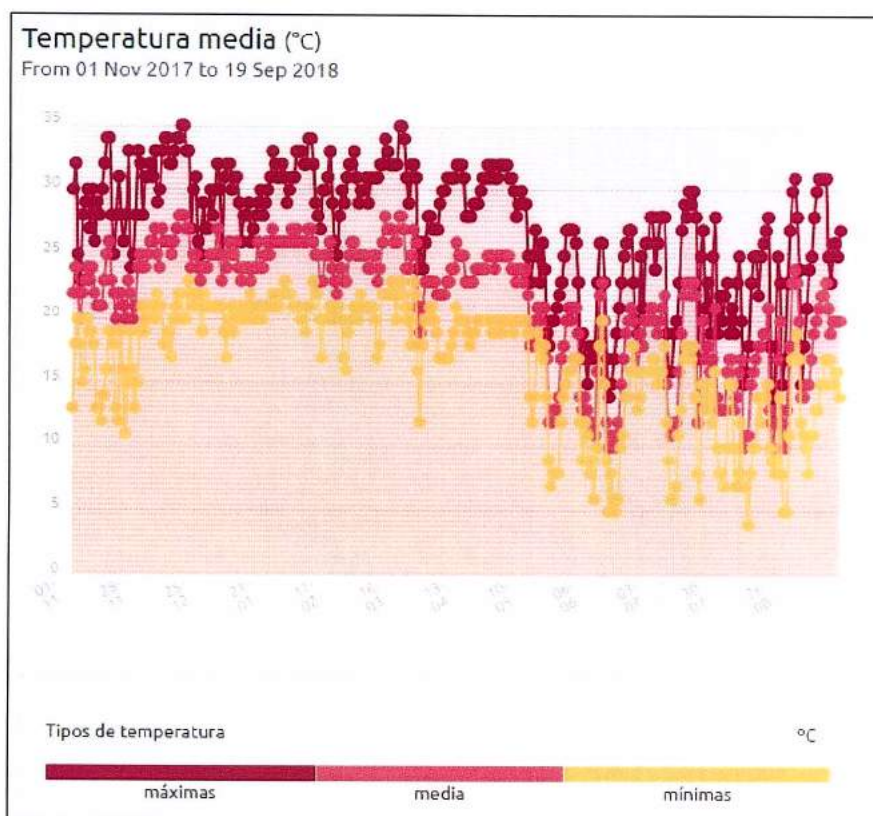


Figura Nº 8: Temperatura media en Iguazú desde noviembre 2017 a septiembre de 2018.

4. OBJETIVO

El objetivo fundamental del monitoreo y toma de muestras que llevó adelante la COMIP, en el tramo del río Paraná que linda con la provincia de Misiones, es seguir recabando datos de calidad de agua, en la misma condición y sitios que la campaña anterior.

Una vez terminadas las campañas y con dos series anuales de monitoreos, se podrá inferir tendencias o condiciones de los sitios seleccionados y modificar parámetros y/o frecuencias de acuerdo a los resultados obtenidos.

5. RESULTADOS

La búsqueda de la posible condición de afectación sobre el cuerpo receptor fue estimada por la evaluación espacial y temporal de diferentes parámetros analizados sobre una matriz líquida. Las evaluaciones contemplan toda la serie histórica, es decir, tanto la primer campaña (Nov.2015/Sept. 2016), como la segunda (Nov. 2017/Sep. 2018).

La mayoría de los análisis físico-químicos y algunos de los parámetros orgánicos se han realizado en los laboratorios del “Programa Efluentes Industriales y Urbanos” de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la UNaM. Mientras que las muestras de metales pesados, biocidas y ácidos resínicos se analizaron en laboratorios externos.

Para la evaluación de los resultados obtenidos se han considerado las siguientes normativas de la República Argentina y de la República del Paraguay:

-Ley VIII – N° 11 (Antes ley N° 2267) de la Provincia de Misiones, República Argentina de Radicación y Habilitación Industrial en la que se contempla las condiciones que deben cumplir los efluentes industriales antes de ser vertidos a cualquier cuerpo de agua o suelo. (Referencia 1)

-Resolución S.G. N° 585 de la República del Paraguay, Capítulo V, de las Normas de descarga de efluentes a los Recursos Hídricos Superficiales. (Referencia 2)

-Secretaría de Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, Selección de los Niveles guías de Calidad de Agua en función de los diferentes usos del Recurso. República Argentina. (Referencia 3)

-Resolución S.G. N° 585 de la República del Paraguay, Capítulo IV, de la Clasificación de las Aguas según usos preponderantes con los respectivos valores máximos establecidos. (Referencia 4)

Las tablas con listados de parámetros y sus valores máximos y la clasificación de aguas de estas normativas se pueden ver en las páginas desde la 70 a 76 de éste informe.

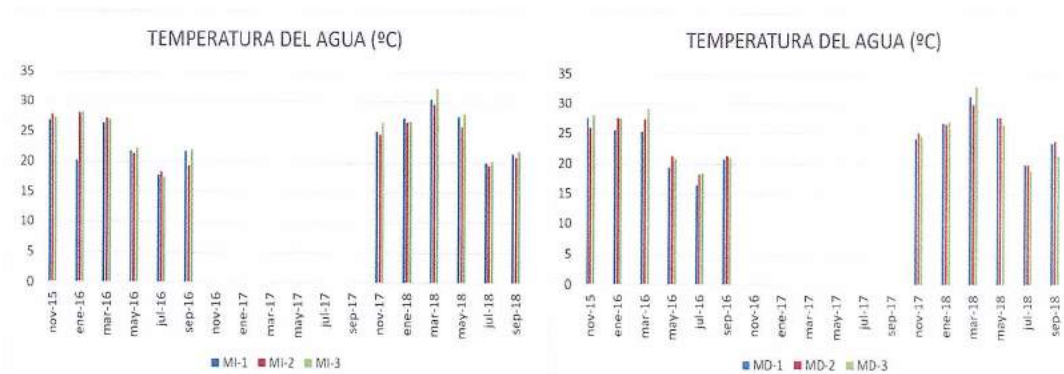
Temperatura del agua

Del total de resultados obtenidos en ambas márgenes del río, el promedio de temperatura fue de 24,4 °C y el valor máximo de 33,0 °C, habiéndose obtenido este último en el mes de marzo de 2018 en el punto de toma de muestras denominado MD-3 (desembocadura arroyo Pirapó).

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Si bien existen pequeñas diferencias entre las temperaturas del río Paraná (estaciones MI-1; MI-2, etc.) respecto a las de los arroyos de margen derecha (MD-1; MD-2, etc.), donde se pueden observar valores un poco más elevados de la temperatura, estas no llegan a ser significativas, de acuerdo a la observación de todo el periodo de estudio.

El volumen de agua, la velocidad de escurrimiento, así como la gran capacidad del río Paraná para mantener la inercia térmica, son factores incidentes para las pequeñas variaciones observadas.

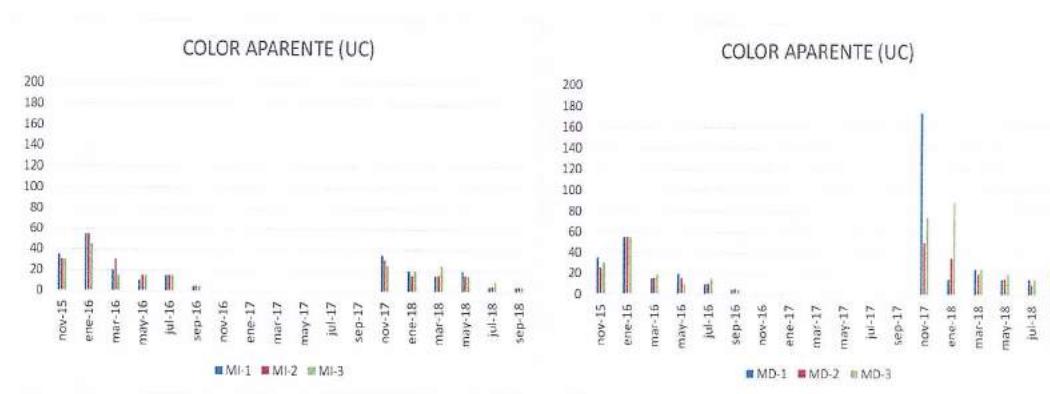


Figuras N° 9: Gráficos de temperatura del agua (°C) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Teniendo en cuenta los valores de Temperatura máximos establecidos en las normativas de vertidos de ambos países (Referencias 1 y 2) los valores de temperatura medidos cumplen para ambos requerimientos.

Color Aparente

Los resultados obtenidos estuvieron en un rango de 175 a 5 UC con un promedio general para ambas márgenes de 24, 7 UC.

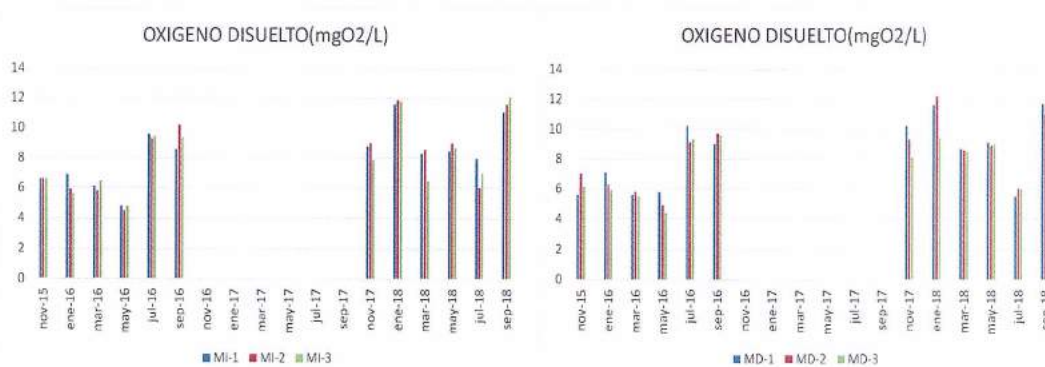


Figuras N° 10: Gráficos de color aparente (UC) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Para esta evaluación se tomó en consideración lo establecido en la resolución paraguaya respecto a clasificación de aguas. En el mes de noviembre 2017 en la estación denominada MD-1 el parámetro color arrojó un resultado superior al establecido en la clase N°4. En el mes de enero de 2018 la estación que presentó un valor de 90 UC fue la MD-3 superando el valor de referencia (75 UC) de las clases N2 y N3.

Oxígeno Disuelto

Los valores hallados en la determinación de Oxígeno Disuelto, medidos “in situ” durante las seis campañas de monitoreo estuvieron en un rango de 4,4 a 12,2 mgO₂/L, con un promedio general para ambas márgenes de 8,1 mgO₂/L.



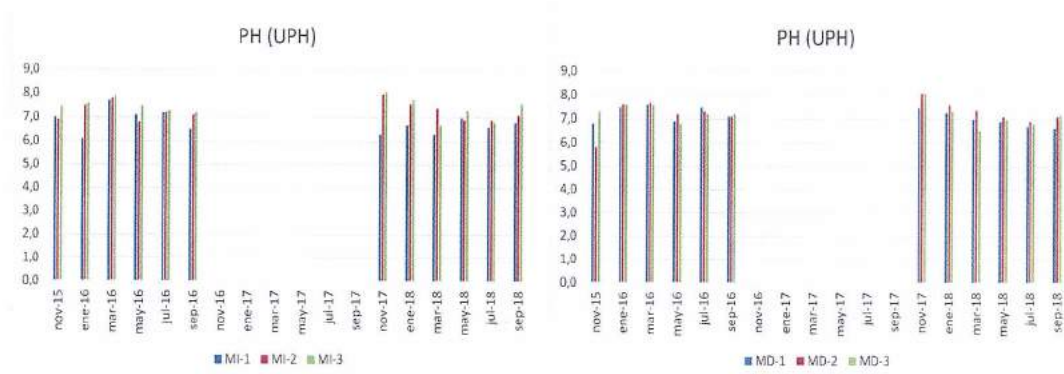
Figuras N° 11: Gráficos de OD (mgO₂/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Tomando en consideración lo establecido en las normativas usadas, en lo que se refiere a parámetros de vertido, únicamente la legislación de Paraguay (Referencia 2) contempla valores de OD y todos los valores medidos estuvieron dentro de lo establecido. Considerando los valores guías de la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4), esta variable se encuentra dentro de los valores establecidos para cada país en cuanto a usos y clases de agua.

pH

Los valores hallados se ubicaron dentro del intervalo de 5,8 a 8,1 unidades, datos en su mayoría acordes con los valores de referencia para distintos usos, con un promedio general para ambas márgenes de 7,2 UpH.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

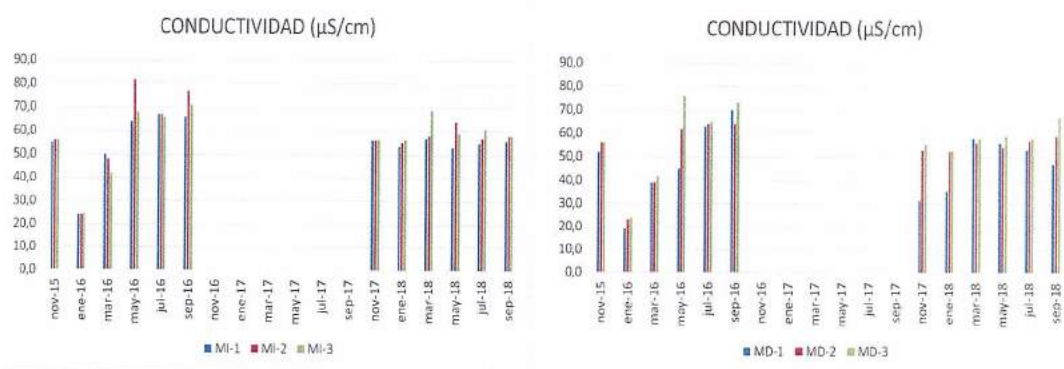


Figuras N° 12: Gráficos de pH (UpH) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable estaría dentro de los rangos establecidos y según los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4). A excepción del valor obtenido en el mes de noviembre 2015 para el punto MD-2 (5,8 UpH) los demás valores medidos estuvieron dentro de lo establecido por ambas normativas.

Conductividad

Las conductividades medidas durante las seis campañas de monitoreo, para las estaciones tomadas como referencia, son las que se encuentran plasmadas en los siguientes gráficos. Los datos de conductividad estuvieron entre 19 y 82 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con un promedio general en ambas márgenes 54,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figuras N° 13: Gráficos de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Este parámetro no se encuentra contemplado en ninguna de las normativas usadas en esta evaluación.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Sólidos: Sólidos Sedimentables - Sólidos Suspendidos Totales - Solidos Disueltos
Totales

De todos los tipos de solidos que se pueden analizar se tomaron tres para la evaluación de este estudio:

1. Sólidos Sedimentables a 120
2. Sólidos Suspendidos Totales
3. Solidos Disueltos Totales

Los valores hallados para sólidos sedimentables están todos por debajo del límite de detección y cuantificación de la técnica utilizada.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable se encuentra por debajo de los límites máximos establecidos. En las demás normativas no se hace referencia a los sólidos sedimentables.

En los gráficos realizados con los valores de sólidos suspendidos totales, se observa para la estación denominada MI-3 Puerto Mineral, un valor (80 mg/L) que escapa al rango de resultados obtenidos en general para ambas márgenes del rio Paraná, que se encuentra en el orden de los 8,1 mg/L, como promedio general.

Este valor atípico de 80 mg/L fue constatado con varias repeticiones de análisis sobre la muestra, en razón de encontrarse fuera de los rangos esperados.



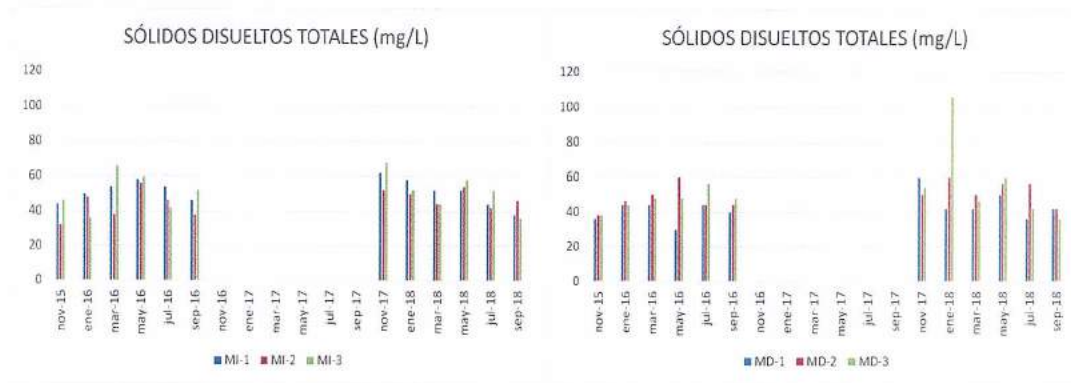
Figuras N° 14: Gráficos de SST (mg/L.) en las márgenes izquierda y derecha del rio Paraná.

Tomando en consideración lo establecido en las normativas usadas en esta evaluación, únicamente la legislación de Paraguay (Referencia 2) contempla valores de Sólidos en Suspensión y todos los valores medidos se encuentran dentro de lo establecido en la misma,

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

estando el valor de 80 mg/L en el límite de dicha normativa.

De los resultados de sólidos disueltos se obtuvo un promedio general de ambas márgenes de 48,6 mg/L. No se observan grandes fluctuaciones entre los valores obtenidos de una campaña a otra.



Figuras N° 15: Gráficos de SDT (mg/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Nuevamente considerando lo establecido en las normativas usadas en esta evaluación, únicamente la legislación de Paraguay (Referencia 4) contempla valores de Sólidos Disueltos totales y todos los valores medidos se encuentran dentro de lo establecido en dicha legislación.

Sulfuros

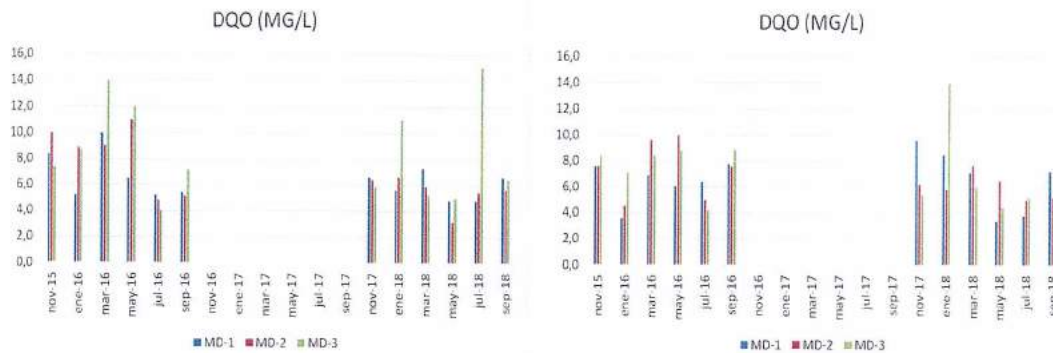
Los valores hallados para este parámetro están todos por debajo del límite de detección de la técnica (LD: 0,1 mg/L).

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable se encuentra dentro de los valores establecidos en las mismas y, para la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4), todos los valores medidos están dentro de lo establecido para las aguas tipo 3 y 4, mientras que para las clases de agua 1 y 2 cuyo valor máximo admitido es de 0,002 mg/L no se puede aseverar que cumple ya que el límite de detección de la técnica empleada se encuentra por arriba de dicho valor máximo.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Para la DQO los resultados obtenidos en el periodo de estudio se pueden observar en los siguientes gráficos, con rangos de valores para ambas márgenes que van de 3,1 a 15 mgO₂/L con un promedio de 7,0 mgO₂/L.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM



Figuras N° 16: Gráficos de DQO (mgO₂/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

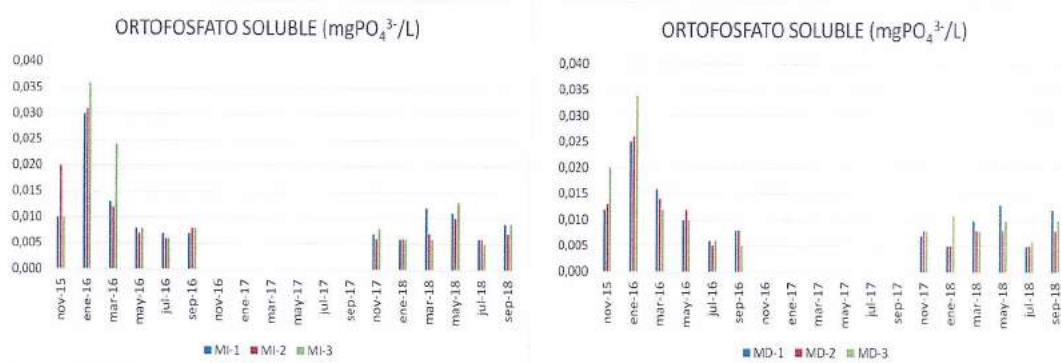
Tomando en consideración lo establecido en las normativas usadas en esta evaluación, únicamente la legislación de Paraguay (Referencia 2) contempla valores de DQO y todos los valores medidos se encuentran dentro de lo establecido en dicha legislación

Los resultados obtenidos en ambas márgenes para el parámetro DBO, están por debajo del límite de cuantificación (LQ: 4,0 mgO₂/L) o de detección (LD: 2,0 mgO₂/L) de la técnica empleada.

Tomando en consideración lo establecido en las normativas usadas en esta evaluación, esta variable se encuentra dentro de los valores admitidos en todos los casos.

Nutrientes: Fósforo y Nitrógeno

Los valores de Ortofosfato soluble se encuentran en un rango de 0,005 a 0,036 mg-P/L con un promedio general en ambas márgenes de 0,011 mgPO₄³⁻/L.



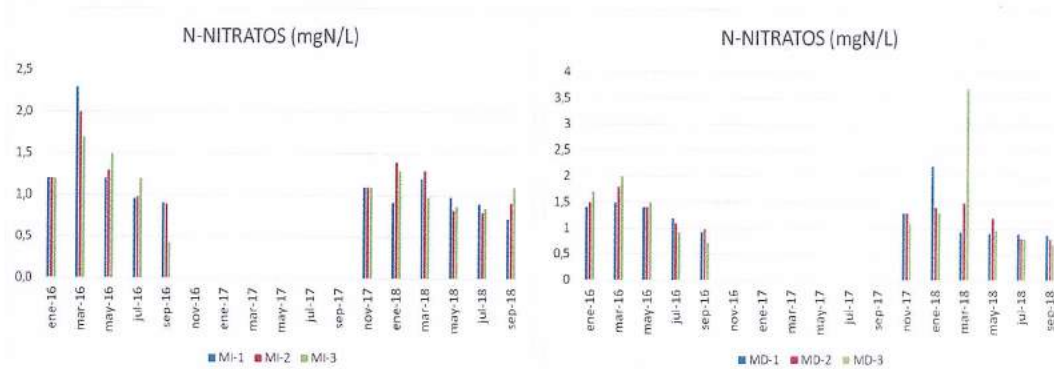
Figuras N° 17: Gráficos de Ortofosfato Soluble (mgPO₄³⁻/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Este parámetro no se encuentra contemplado en ninguna de las normativas usadas en esta evaluación.

Los valores de N-NO₃ se encuentran en un rango de 0,4 a 3,7 mgN/L con un promedio

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

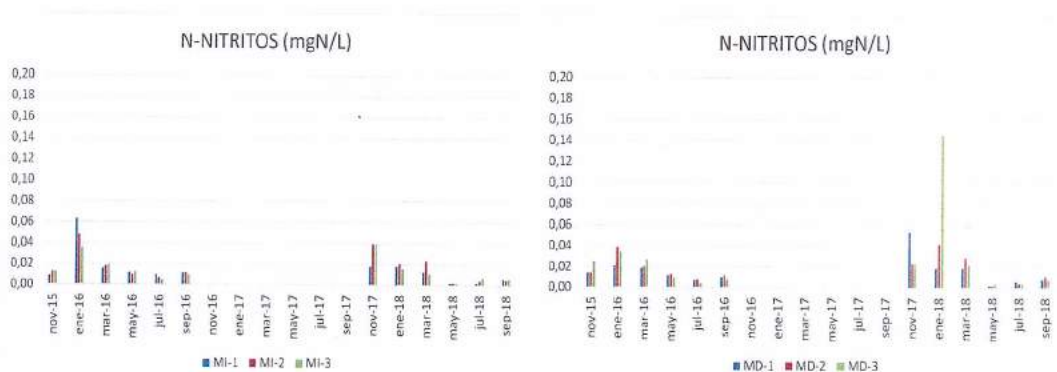
general en ambas márgenes de 1,2 mgN/L.



Figuras N° 18: Gráficos de N-NO₃ (mgN/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) esta variable se encuentra dentro de los valores máximos establecidos, mientras que la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) no contempla dicha variable, y según los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4), todos los valores medidos están dentro de lo establecido por ambas normativas.

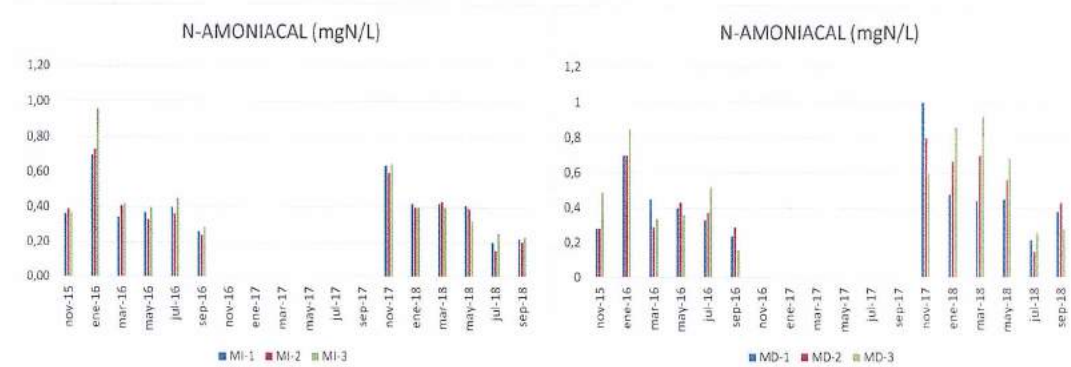
Los valores de N-NO₂ se encuentran en un rango de 0,002 a 0,145 mgN/L con un promedio general en ambas márgenes de 0,018 mgN/L.



Figuras N° 19: Gráficos de N-NO₂ (mgN/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Se consideraron los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) en el mes de enero de 2018 en el punto denominado MD-3 dio un valor de (0,15 mgN/L) siendo este más alto que los valores establecidos por ambas referencias, los demás resultados de toda la serie historia en ambas márgenes se encuentran dentro de los límites establecidos.

Los valores de N-Amoniacal se encuentran en un rango de 0,15 a 1,0 mgN/L con un promedio general en ambas márgenes de 0,44 mgN/L.



Figuras N° 20: Gráficos de N-Amoniacal (mgN/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable se encuentra dentro de los valores permitidos en todos los casos, mientras que considerando los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) este parámetro se encuentra en casi todos los casos por arriba de los valores establecidos en ambas normativas.

Grasas y Aceites (Sustancias solubles en Éter Etilico – SSEE)

Los resultados obtenidos en ambas márgenes para el parámetro SSEE, están por debajo del límite de cuantificación (LQ: 30 mg/L) o de detección (LD: 20 mg/L) de la técnica empleada.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable se cumple para ambas leyes, mientras que en las otras normativas utilizadas, este parámetro no está contemplado

SAAM

En general los valores de SAAM estuvieron por debajo del límite de detección de la técnica utilizada (LD: 0,01 mg/L). En los casos donde se registraron valores, estos estuvieron muy cercanos al límite de cuantificación (LQ: 0,02 mg/L), con excepción del mes de julio de 2016 donde se obtuvieron valores en todos los puntos de muestreo, con un resultado máximo de 3,97 mg/L en la estación Puerto Esperanza.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Seguidamente se presentan los resultados de las estaciones y campañas que se hallaron resultados mayores al límite de cuantificación de la técnica utilizada.

Tabla Nº 1: valores de SAAM para ambas márgenes.

ESTACION	FECHA	SAAM (mg/L)
MI-2	24/11/2015	0,02
MD-3	24/11/2015	0,09
MI-1	29/03/2016	0,06
MI-1	17/05/2016	0,11
MI-2	17/05/2016	0,04
MD-2	17/05/2016	0,06
MD-3	17/05/2016	0,10
MI-1	27/07/2016	3,97
MD-1	27/07/2016	0,75
MI-2	27/07/2016	0,30
MD-2	27/07/2016	0,28
MI-3	27/07/2016	0,12
MD-3	27/07/2016	0,46
MD-2	12/09/2018	0,17
MD-3	12/09/2018	0,09

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) esta variable se encuentra dentro de los valores admisibles en prácticamente todos los casos con excepción de un solo muestreo en julio de 2016 en los puntos MI-1 (3,97 mg/L) y MD-1 (0,75 mg/L) donde se supera el valor máximo de 0,5 mg/L. El parámetro no está contemplado en la legislación de Paraguay (Referencia 2). Mientras que considerando los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) prácticamente todos los casos se encuentra dentro de los valores establecidos en ambas normativas, con excepción nuevamente de los valores del muestreo del mes de julio.

Sustancias Fenólicas

La mayoría de las muestras analizadas del río Paraná dan valores por debajo del límite de detección y cuantificación (LD: 0,001 y LQ 0,002 mg/L) de la técnica o muy cercanos a estos valores.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) los valores se encuentran dentro de los establecidos en ambas leyes y, considerando los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

(Referencia 4) en líneas generales cumple con lo establecidos en ambas normativas, a excepción del muestreo realizado en el mes de noviembre 2015 para los puntos MI-3 y MD-3 donde los valores exceden lo establecido para los usos clasificados para agua de consumo humano con tratamiento convencional y protección de vida acuática de la secretaria de recursos hídricos, y para las clases 1 y 2 de agua de la legislación paraguaya.

Ácidos Resínicos

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla, siendo los límites de detección para ácido abiético de 0,0025 mg/L, y ácido diabiético 0,0015 mg/L.

Los Ácidos Resínicos no se encuentran contemplados en ninguna de las normativas usadas en esta evaluación.

Tabla N° 2: valores de ácidos abieticos para ambas márgenes convenio 2017-2018.

FECHA	ene-18	may-18	sep-18
MI-1	ND	ND	ND
MD-1	ND	ND	ND
MI-2	ND	ND	0,0060
MD-2	ND	ND	ND
MI-3	ND	ND	ND
MD-3	ND	ND	ND

Tabla N° 3: valores de ácidos diabeticos para ambas márgenes convenio 2017-2018.

FECHA	ene-18	may-18	sep-18
MI-1	ND	ND	ND
MD-1	ND	ND	ND
MI-2	ND	ND	ND
MD-2	ND	ND	ND
MI-3	ND	ND	0,0017
MD-3	ND	ND	ND

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Manganeso

Los límites de este parámetro según la técnica utilizada son LD 0,040 y LQ 0,050 mg/L. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

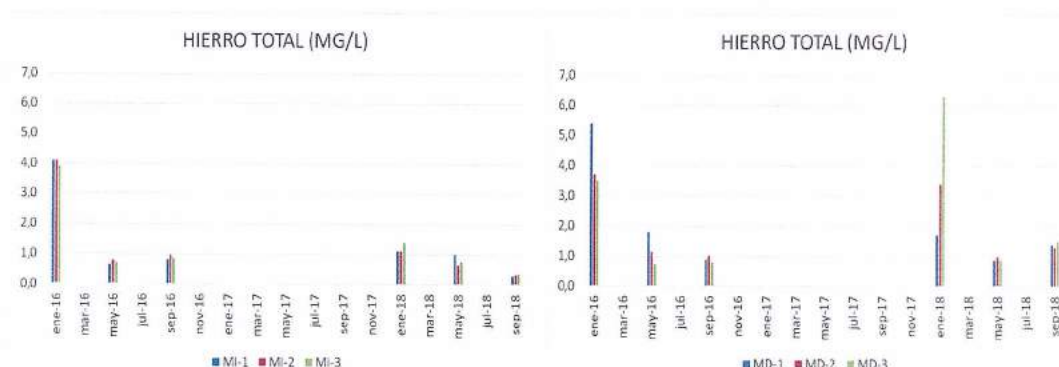
Tabla N° 4: valores de manganeso para ambas márgenes.

FECHA	ene-16	may-16	sep-16	ene-18	may-18	sep-18
MI-1	0,670	0,310	0,260	0,510	0,420	0,120
MD-1	0,720	0,460	0,210	0,670	0,630	0,330
MI-2	0,060	ND	0,230	0,650	0,470	0,170
MD-2	0,090	0,107	0,320	0,740	0,610	0,370
MI-3	1,48	0,210	0,250	0,620	0,540	0,100
MD-3	0,810	0,140	0,180	1,02	0,690	0,450

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable se cumple prácticamente en todos los meses, exceptuándose en el punto MI-3 con un valor de 1,48 mg/L en el mes de enero 2016. Siendo el valor límite para la legislación de Misiones (0,5 mg/L) y para la legislación paraguaya (1,0 mg/L). Mientras que teniendo en cuenta los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) en líneas generales este parámetro supera lo establecido en ambas normativas.

Hierro Total

Los límites de este parámetro según la técnica utilizada son LD 0,01 y LQ 0,02 mg/L. El promedio obtenido para ambas márgenes es de 1,7 mg/L. Seguidamente se presentan los gráficos.

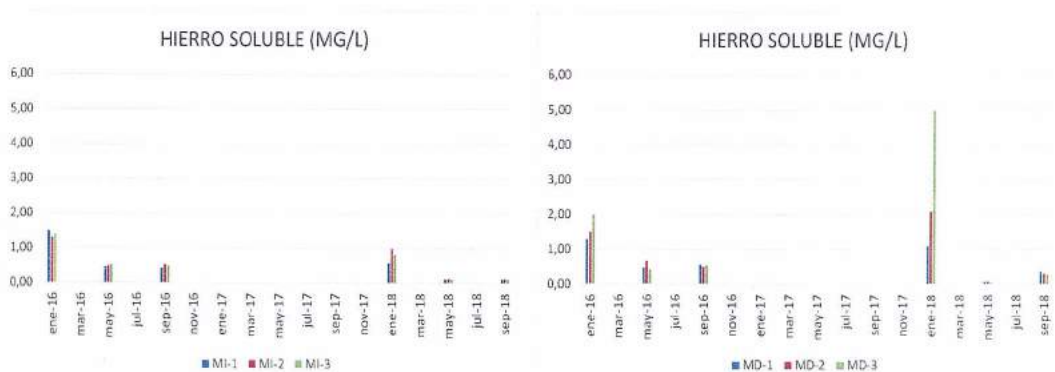


Figuras N° 21: Gráficos de hierro total (mg/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Para este análisis se consideraron únicamente los valores guías establecidos por la Secretaría de Recursos Hídricos (Referencia 3). Para el uso III: agua para actividades agropecuarias, en los meses de enero 2016 en la estación MD-1 y enero 2018 MD-3 dieron resultados por encima del valor guía (≤ 5 mg/L) también se tuvo en cuenta el valor guía del uso IV: protección de vida acuática ($\leq 0,03$) la mayoría de los valores históricos están por encima de este dicho valor.

Hierro Soluble

Los límites de este parámetro según la técnica utilizada son LD 0,01 y LQ 0,02 mg/L. Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes gráficos.



Figuras N° 22: Gráficos de hierro soluble (mg/L) en las márgenes izquierda y derecha del río Paraná.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (3,0 mg/L) en general todos los valores se encuentran debajo del valor guía, a excepción de la estación denominada MD-3 en enero de 2018 que arrojó 5,0 mg/L.

Para la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) todos los resultados se encontraron dentro del permitido.

Considerando la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) en líneas generales cumple para las clases de agua 3 y 4, no así para las clases de agua 1 y 2.

Aluminio

La mayoría de los valores hallados en ambas márgenes están por debajo del límite de detección de la técnica utilizada (LD: 0,010 mg/L.) a excepción del mes de septiembre de 2016 que en la estación MD-2 Arroyo Tembey arrojó un valor de 0,040 mg/L.

Considerando las normativas usadas en la evaluación este parámetro únicamente se encuentra contemplado en los valores guías establecidos por la Secretaría de Recursos Hídricos

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

(Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) y en líneas generales cumple con ambas normativas.

Cromo total

Los valores hallados en ambas márgenes están en un rango de 10 a 25 µg/L. pero en general la mayoría de los resultados históricos se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica utilizada (LD: 5,0 µg/L.)

Tomando en consideración los valores determinados para la provincia de Misiones, la legislación paraguaya de vertido, la Secretaria de Recursos hídricos cuenca del Plata y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua, este parámetro cumpliría con los establecidos en cada una. A excepción de la Referencia 3, para el uso IV: protección de vida acuática (≤ 0.002 mg/L)

Cadmio

Los resultados en todos los muestreos para ambas márgenes fueron menores al límite de detección de la técnica utilizada 5,0 µg/L.

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable se encuentra dentro de los valores permitidos en todos los casos y, considerando los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) también cumple con lo establecido en ambas normativas.

Zinc

Los límites de este parámetro según la técnica empleada son LD 0,030 y LQ 0,060 mg/L. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 5: valores de zinc para ambas márgenes.

FECHA	ene-16	may-16	sep-16	ene-18	may-18	sep-18
MI-1	<0,060	0,068	<0,060	ND	ND	<0,060
MD-1	<0,060	<0,060	<0,060	ND	ND	<0,060
MI-2	<0,060	0,069	<0,060	ND	0,069	0,061
MD-2	<0,060	0,063	<0,060	ND	<0,060	0,064
MI-3	<0,060	0,073	<0,060	ND	<0,060	0,061
MD-3	<0,060	0,073	<0,060	ND	<0,060	0,069

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) los valores de zinc se encontraron por debajo de los máximos establecidos en todos los casos y, considerando los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) este parámetro también cumplirían con lo establecido en ambas normativas.

Plata

En general los valores hallados en ambas márgenes están por debajo del límite de detección de la técnica utilizada (LD: 5,0 µg/L.) Único son los casos en el mes de mayo de 2018 en las estación MI-1 que arrojó un valor de 10 µg/L. y MD -1 un valor de 20 µg/L.

Por tanto tomando en consideración la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) uso IV: protección de vida acuática, los resultados están por encima de los valores máximos permisibles.

Mientras que para la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) y los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) esta variable se encuentra por debajo de los valores permitidos en todos los casos.

Cianuro

En general todos los valores hallados en ambas márgenes están por debajo del límite de detección de la técnica utilizada (LD: 4 µg/L.)

También para los valores de Cianuro si consideramos la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1) y la legislación paraguaya de vertido (Referencia 2) esta variable se encuentra dentro de los valores permitidos en todos los casos y, considerando los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) en el mes de septiembre de 2018 las seis estaciones monitoreadas dieron por arriba del valor guía para el uso IV: protección de vida acuática, y según la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) este parámetro cumple con lo establecido en ambas normativas.

Hidrocarburos

Todos los resultados obtenidos en la serie histórica en ambas márgenes dan valores <0,5 µg/L, siendo este el límite de cuantificación de la técnica empleada.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Tomando en consideración lo establecido en las normativas usadas en esta evaluación, únicamente la Secretaría de Recursos Hídricos (Referencia 3) contempla valores de Hidrocarburos que los resultados estarían dentro de lo establecido en dicha legislación.

Biocidas: Plaguicidas organoclorados, Plaguicidas organofosforados, glifosato, isotiazolinonas.

Todos los resultados de biocidas dieron por debajo de los límites de detección y cuantificación de las técnicas utilizadas.

Siendo los límites de detección y cuantificación los siguientes:

Para Pesticidas organoclorados: 0,1 µg/L.

Considerando las normativas usadas en esta evaluación, todos los valores de pesticidas organoclorados se encuentran por debajo del límite máximo establecido (50 µg/L) por la legislación paraguaya para vertidos (Referencia 2), mientras que no están contemplados en la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1), tampoco están contemplados en los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y en cuanto a la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) todos los valores cumplen con la misma.

Para Pesticidas organofosforados: 5 µg/L.

Considerando las normativas usadas en esta evaluación, todos los valores de pesticidas organofosforados se encuentran por debajo del límite máximo establecido (50 µg/L) por la legislación paraguaya para vertidos (Referencia 2), mientras que no están contemplados en la ley de vertido de la provincia de Misiones (Referencia 1), tampoco están contemplados en los valores guías establecidos por la Secretaria de Recursos Hídricos (Referencia 3) y en cuanto a la legislación paraguaya respecto a clasificación de agua (Referencia 4) todos los valores cumplen con la misma.

Para Glifosato: 100 µg/L.

El biocida Glifosato no se encuentra contemplado en ninguna de las normativas usadas en esta evaluación.

Para 5-cloro-2-metil-4-isiotiazolin-3-ona: 0,5 µg/L. (Bactericida)

Para 2-metil-4- isiotiazolin-3-ona: 0,1 µg/L. (Bactericida)

Estos parámetros no se encuentran contemplados en ninguna de las normativas usadas en esta evaluación.

6. CONCLUSIONES

Considerando los valores hallados durante la segunda campaña de monitoreo – Nov.2017/Sep.2018- se observan muy pocas variaciones en los parámetros analizados con respecto a la anterior campaña realizada.

Ya sea a través de un análisis temporal o espacial, los parámetros no han mostrado grandes diferencias entre sí.

Con respecto a las variables específicas que se analizaron para ver si existen aportes significativos de sustancias propias de los establecimientos industriales y de actividades agropecuarias en la zona de estudio, se puede decir que en general, los resultados obtenidos estuvieron mayormente por debajo de los límites de detección de las técnicas empleadas para cada caso.

A modo de resumen se presenta la tabla N° XXX donde se encuentran los valores correspondientes a las medianas de los distintos parámetros y los niveles guía establecido por la Secretaría de Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata de la República Argentina y por la resolución 222/02 de la Secretaría del Ambiente de la República del Paraguay. (esta Res. estaría reemplazando a la Res. S.G. N° 585 del 21 de diciembre de 1995)

Los casilleros coloreados en verde pertenecen a valores que son menores o iguales a los niveles guía y a valores guía que son respetados. Aquellos que han sido coloreados en azul pertenecen a valores que superan algún nivel guía y valores guía que en algún caso son superados.

Las medianas del parámetro color aparente en los puntos MI-1, MI-2 y MI-3 han sido estimadas asignándole el valor del límite de cuantificación de la técnica (5 UC) a aquellas muestras en las que el resultado de la determinación fue menor dicho límite. Esto implica que dichas medianas podrían ser más elevadas que el valor real correspondiente a las muestras tomadas durante el período de análisis.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

COMPARACIÓN ENTRE LAS MEDIANAS DE LOS VALORES MEDIDOS PARA DISTINTOS PARÁMETROS Y LOS VALORES GUÍA Y NORMATIVOS CONSIDERADOS

Tabla N° 6: contraste entre las medianas de distintos parámetros y valores guía de distintas normativas.

PARÁMETRO	UNIDAD	Punto de muestreo						Secretaría de Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, República Argentina.				Resolución 222/02, Secretaría del Ambiente, República del Paraguay.			
		MI-1	MI-2	MI-3	MD-1	MD-2	MD-3	I	II	III	IV	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Temperatura	°C	26,25	25,25	26,7	25,5	25,9	25,6	*	*	*	*	--	--	--	--
pH	UpH	6,65	7,25	7,45	6,95	7,505	7,1	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
Color aparente	UC	17,5	15	17,5	17,5	25	30	--	--	--	--	≤ 15	≤ 75	≤ 75	--
Oxígeno disuelto (OD)	mgO ₂ /l	8,65	9	8,3	9,65	9,1	8,75	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 5	≥ 6	≥ 5	≥ 4	> 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10	--
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /l	6,1	5,75	6,15	7,15	6	5,65	--	--	--	--	--	--	--	--
Aluminio	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	≤ 0,2	--	≤ 5	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	--
Cadmio	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	≤ 0,005	≤ 0,005	≤ 0,005	≤ 0,0002	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0,001	--
Cianuro	mg/l	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,005	--	--	--	--
Hierro soluble	mg/l	0,13	0,14	0,13	0,37	0,31	0,3	--	--	--	--	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	--
Hierro total	mg/l	1	0,64	0,76	1,4	1,3	1,5	--	--	≤ 5	≤ 0,03	--	--	--	--
Manganeso	mg/l	0,42	0,47	0,54	0,63	0,37	0,69	--	--	--	--	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	--
Nitrógeno amoniacal	mg N/l	0,415	0,395	0,36	0,445	0,615	0,645	≤ 0,5	--	--	0,02(+)	--	--	--	--
Nitrógeno de Nitratos	mg N/l	0,91	0,865	0,925	0,925	1,2	1,085	≤ 10	--	--	--	≤ 10	≤ 10	≤ 10	--
Nitrógeno de Nitritos	mg N/l	0,0095	0,013	0,009	0,0135	0,017	0,015	≤ 0,1	--	--	≤ 0,06	≤ 1	≤ 1	≤ 1	--
Plata	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	--	--	--	--	--	--	--	--
Glifosato	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	--	--	--	--	≤ 0,7	≤ 0,7	--	--
Hidrocarburos totales	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	≤ 0,2	--	--	--	--	--	--	--
Sustancias Activas al Azul de Metileno (Detergentes)	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	≤ 0,5	--	--	--	--	--	--	--
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/l	52	48	52	42	53	50	--	--	--	--	≤ 500	≤ 500	≤ 500	--
Sólidos Sedimentables 120'	ml/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	--	--	--	--	--	--	--	--
Sólidos en suspensión	mg/l	6,5	4	8,5	9,5	14,5	10,5	--	--	--	--	--	--	--	--
Sustancias Solubles en Éter Etilico	mg/l	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	--	--	--	--	--	--	--	--
Sulfuros	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	--	--	--	--	--	--	--	--
Compuestos fenólicos	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	≤ 0,001	--	--	≤ 0,001	--	--	--	--
Zinc	mg/l	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 0,03	≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 3,0	--

Si bien puede pensarse que esta serie de valores representan solo un período particular de tiempo, y en consideración a otras experiencias de muestreo en esa zona del río Paraná, no es ilógico considerar que las condiciones impuestas por el flujo de agua, en cuanto a velocidad (turbulencia asociada) y caudal, imponen una cierta homogeneidad en la condición del río Paraná en el tramo monitoreado, y más si se consideran las muestras sobre la fase acuosa del mismo.

En vista a lo enunciado precedentemente, se propone una modificación de las frecuencias de muestreo, a fin de adaptar las campañas a la realidad de los resultados y en pos de no malgastar recursos que pudieran volcarse en otros sitios o parámetros que pudieran ser de interés en la amplia problemática relacionada a la contaminación.

No se puede soslayar la importancia que la COMIP, como organismo encargado del tramo del río Paraná que comparten Paraguay y Argentina, lleve a cabo un monitoreo en un ámbito de su total injerencia y responsabilidad, realizando acciones que tienen que ver con el rol que tiene asignado esta entidad en ambos países.

7. DESCRIPCION DE PARAMETROS

Seguidamente se describen cada uno de los parámetros que se midieron, su significado en relación a la calidad de agua, los efectos producidos por el aumento o descenso de los valores críticos de los mismos y la relación existente entre los mismos.

Temperatura del agua

La temperatura del agua es una de las características físicas de mayor importancia de los sistemas acuáticos ya que afecta a la mayoría de parámetros de calidad del agua. Por ejemplo, un aumento de la misma disminuye la solubilidad de los gases e incrementa la solubilidad de los minerales.

Los coeficientes de crecimiento y respiración son dependientes de la temperatura y la mayoría de los organismos y microorganismos tienen distintos rangos de temperatura dentro de los cuales se reproducen y compiten.

El oxígeno disuelto (OD), el ciclo de nutrientes (como Fósforo y Nitrógeno) y la productividad biológica son algunos de los parámetros de calidad del agua afectados por los cambios de temperatura, como así también los coeficientes de las reacciones químicas y biológicas.

También las variaciones en la temperatura perturban a la densidad del agua afectando su movimiento y, por otro lado, en la mayoría de los embalses se presenta un fenómeno llamado estratificación termal que interviene en los procesos químicos y biológicos que allí ocurren incidiendo en las propiedades del agua del embalse y del agua corriente río abajo.

Instrumental: termómetro Celsius de Mercurio ó Multiparámetro (para aguas no profundas). Termómetro reversible, Termófono ó Termistor (para aguas profundas)

Método: Standard Methods – Métodos de Laboratorio y de Campo - 2550 - B

Procedimiento: las medidas de temperaturas de aguas no profundas pueden realizarse con cualquier termómetro Celsius de mercurio, que tenga una escala con marcas cada 0,1 °C sobre el tubo capilar y una capacidad térmica mínima que permita un equilibrado rápido o un Multiparámetro digital. Comprobar periódicamente con un termómetro de precisión certificado. El termómetro utilizado generalmente, para aguas profundas es el termómetro de tipo reversible. Si es necesario realizar la corrección de temperatura debidos a diferencias entre temperaturas en la reversión y temperatura en el momento de la lectura.

Límite de detección: 0,1 °C

Límite de cuantificación: 0,2 °C

Color

Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión. Constituye un aspecto importante en términos de consideraciones estéticas. Los efectos del color en la vida acuática se centran principalmente en aquellos derivados de la disminución de la transparencia, es decir que, además de entorpecer la visión de los peces, provoca un efecto barrera a la luz solar, traducido en la reducción de los procesos fotosintéticos en el fitoplancton así como una restricción de la zona de crecimiento de las plantas acuáticas.

Se trata de un parámetro de significado predominantemente estético, tiene un sentido sanitario ya que puede indicar presencia de materia orgánica. Esta materia orgánica puede reaccionar durante la desinfección causando olores o sabores o subproductos de la desinfección

Materiales oscuros o negros absorben más longitud de onda mientras que materiales claros o blancos la reflejan. El tamaño de las partículas también es importante, las partículas pequeñas (diámetros menores de 1µm) pueden dispersar la luz. El concepto de “color verdadero” define el color del agua a la cual se ha eliminado la turbiedad. El término “color aparente” engloba no sólo el color debido a sustancias disueltas sino también a las materias en suspensión y se determina en la muestra original sin filtrarla o centrifugarla. El método estandarizado utiliza patrones de platino cobalto y la unidad de color (UC) es la producida por

1 mg/L. de platino en la forma de ion cloroplatinato.

Se recogen las muestras en envases de plástico y se refrigeran a 4°C hasta el momento de la determinación.

Método: Standard Methods - Método 2120 -B.

Principio: el color se determina por comparación visual de la muestra con concentraciones conocidas de soluciones coloreadas. El método patrón de medida de color es el cobalto-platino, siendo la unidad de color el producido por 1 mg de platino/l en forma de ion cloroplatinato.

Procedimiento: en un tubo Nessler se colocan 50 ml de muestra o una alícuota diluida a 50 ml y se compara el color con patrones de cobalto-platino.

Límite de cuantificación: 5 U.C.

Oxígeno Disuelto

La temperatura y el oxígeno son dos de los principales parámetros de calidad del agua en lagos y embalses.

El oxígeno controla muchas reacciones químicas a través de la oxidación, es un indicador de la salud general de los sistemas acuáticos y es un importante componente regulador, ya que niveles muy bajos pueden generar mortalidad en masa de peces y otros organismos, movilización de nutrientes y metales y disminución en la degradación de materiales orgánicos tóxicos, aunque la sobresaturación de gases también puede afectar adversamente la vida acuática.

La degradación de la materia orgánica presente en los sedimentos hace disminuir la concentración de oxígeno en el agua intersticial de los mismos, promoviendo la transferencia de oxígeno desde la columna de agua hacia los sedimentos. Esto ocasiona que bajo determinadas condiciones las concentraciones de oxígeno del agua cercana al fondo sean muy bajas.

El proceso de producción de oxígeno fotosintético y la transferencia de oxígeno desde la atmósfera (reaireación) son dos de las más importantes fuentes de Oxígeno del agua y en menor medida el ingreso de los tributarios a los cuerpos de agua.

La solubilidad del oxígeno en el agua depende principalmente de la temperatura del

agua, la presión parcial de oxígeno en la atmósfera y el contenido de sales.

El Oxígeno disuelto es necesario para la vida de los peces y otros organismos acuáticos, es moderadamente soluble en agua y su solubilidad depende de la temperatura, salinidad, turbulencia del agua y presión atmosférica. La solubilidad disminuye cuando aumenta la temperatura y la salinidad y cuando disminuye la presión atmosférica. La solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces, a saturación y al nivel del mar, oscila aproximadamente entre 15 mg/L. a 0°C y 8 mg/L. a 25°C.

Para el método yodométrico las muestras se toman en frascos de vidrio de 250 a 300 ml de capacidad con boca ensanchada y cierre hidráulico, con el agregado de solución de sulfato manganoso y solución alcalina de yoduro y se refrigeran y protegen de la luz hasta la llegada al laboratorio. Valorar inmediatamente. Método electrométrico se realiza la lectura en forma directa en el cuerpo de agua.

Instrumental: botellas de incubación con capacidad de 250 a 300 ml con cierre hidráulico o Medidor de oxígeno disuelto con electrodo de membrana sensible al oxígeno.

Método: Standard Methods - Método yodométrico - Modificación de azida - 4500 O - B

Principio: se basa en la adición de solución de manganeso divalente, seguido de álcali fuerte, a la muestra contenida en un frasco con tapón de vidrio. El Oxígeno Disuelto oxida rápidamente una cantidad equivalente del precipitado disperso de hidróxidos manganoso divalente a hidróxidos con mayor estado de valencia. En presencia de iones yoduro, en solución ácida, el manganoso oxidado revierte al estado divalente, con liberación de yodo equivalente al contenido original de OD y luego se valora el yodo con una solución patrón de tiosulfato.

Procedimiento: llenar los frascos completamente con la muestra, ya sea por sifonación o sumergiendo los frascos en el cuerpo de agua de manera de no introducir aire, tapar con tapón de vidrio esmerilado. Agregar 2 ml de solución de sulfato manganoso, tapar y mezclar, luego agregar 2 ml de solución alcalina de yoduro, tapar y mezclar, dejar decantar hasta la formación de precipitado. A continuación agregar 2 ml de ácido sulfúrico, tapar y mezclar hasta disolver completamente el precipitado y titular el yodo liberado con tiosulfato de sodio 0,025 N usando almidón como indicador. Si se titulan 200 ml de muestra, 1 ml de tiosulfato de sodio 0,025N equivalen a 1 mg de OD por litro.

Límite de detección: 0,2 mgO₂/L

Límite de cuantificación: 0,4 mgO₂/L.

Método: Standard Methods - Método de electrodo de membrana - 4500 O - G

Principio: se basa en la tasa de difusión de oxígeno a través de un electrodo de membrana de tipo polarográfico o galvánico compuestos por dos electrodos metálicos sólidos en contacto con un electrolito de soporte separado de la solución problema por una membrana selectiva.

Procedimiento: seguir los procedimientos de calibrado del fabricante para obtener la precisión y exactitud garantizadas. Seguir las instrucciones del fabricante para realizar mediciones en la muestra. Verificar que no exista alguna burbuja atrapada bajo la membrana lo que puede conducir a una baja respuesta del equipo. Proporcionar suficiente flujo de muestra a través de la superficie de la membrana para evitar la respuesta errática. Verificar el correcto funcionamiento de la corrección por temperatura.

Límite de detección: 0,2 mgO₂/L.

Límite de cuantificación: 0,3 mgO₂/L.

pH

La escala de pH (0 – 14) refleja la intensidad de la condición de acidez o basicidad del agua. Un bajo pH indica acidez y un alto pH indica aguas alcalinas o básicas, con una condición de neutralidad en un pH de 7,0. El rango típico de variación de pH para aguas naturales es de 6,0 a 9,0.

La escala de pH mide la concentración logarítmica de los iones hidrógeno (H⁺) e hidróxido (OH⁻), los cuales forman la molécula del agua (H⁺ + OH⁻ = H₂O). Cuando ambos tipos de iones están en igual concentración el pH es 7,0 o neutro. Por debajo de 7,0 el agua es ácida (hay más iones hidrógeno que iones hidróxido) y cuando el pH está por arriba de 7,0 el agua es alcalina o básica (hay más iones hidróxido que iones hidrógeno).

Debido a que la escala es logarítmica, una caída en el pH de 1,0 (una unidad) es equivalente a un incremento de 10 veces en la acidez. Entonces una muestra de agua con un pH de 5,0 es 10 veces más ácida que una con un pH de 6,0 y una muestra con pH de 4,0 es 100 veces más ácida que una con pH de 6,0.

La biota acuática es muy sensible a los extremos del pH. Sólo una pequeña minoría de

los organismos puede crecer por debajo de un pH de 4,5 o por encima de un pH de 10. Por otra parte los cambios de pH pueden tener efectos indeseables como aumentar la proporción de amonio no ionizado (tóxico) con el aumento del pH, o aumentar la concentración de metales disponibles en disolución con la disminución del pH. También la hidrólisis de las sustancias químicas orgánicas (proteínas, lípidos, hidrocarburos, etc.) puede verse afectada por los cambios de pH.

El sedimento en el fondo de los almacenamientos atrapa y acumula sustancias químicas relativamente poco solubles, como los metales pesados, cuya concentración aumenta con el tiempo pero que pueden re-disolverse bajo ciertas condiciones por ejemplo ante cambios en el pH del agua.

La determinación del pH se realiza in-situ. Para realizar la determinación en laboratorio las muestras se toman en envases de plástico y se mantienen refrigeradas hasta el momento del análisis.

Instrumental: pH-metro de campo ó Multiparámetro (campo) – pH-metro de mesada (laboratorio)

Método: Standard Methods - Método electrométrico - 4500 H+- B

Principio: el principio básico de la determinación electrométrica del pH es la medida de la actividad de los iones Hidrógeno por mediciones potenciométricas utilizando un electrodo patrón de hidrógeno y otro de referencia. Debido a la dificultad de utilizarlo y al potencial de intoxicación del electrodo de hidrógeno, se utiliza comúnmente el electrodo de vidrio.

Procedimiento: lavar con agua destilada el electrodo luego secar con toalla de papel sin frotar. Colocar la muestra en un vaso de precipitado y sumergir el electrodo hasta lograr la estabilidad de la medida.

Dadas las diferencias entre las distintas marcas y modelos de medidores de pH, calibrar o realizar el control de la calibración del equipo siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante, utilizando las soluciones buffer adecuadas.

Límite de detección: 0,1 upH

Límite de cuantificación: 0,2 upH

Conductividad

La conductividad eléctrica de una solución es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua.

La conductividad en el agua es afectada por la presencia de sólidos disueltos inorgánicos como los aniones cloruro, nitrato, sulfato y fosfato (iones que tienen una carga negativa); o los cationes sodio, magnesio, calcio, hierro y aluminio (iones que tienen una carga positiva). La conductividad es también afectada por la temperatura: cuanto más caliente el agua mayor conductividad.

Está relacionada con el residuo fijo por la expresión:

$$\text{Conductividad } (\mu\text{S/cm}) \times f = \text{residuo fijo (mg/L.)}$$

El valor de f varía entre 0,55 y 0,90. La conductividad es útil como una medida general de calidad del agua. Cambios significativos en la conductividad podrían indicar que una descarga o alguna otra fuente de contaminación están ingresando al cuerpo de agua.

La determinación de Conductividad se realiza in-situ. Para realizar la determinación en laboratorio las muestras se toman en envases de plástico y se mantienen refrigeradas hasta el momento del análisis.

Instrumental: conductímetro de campo ó Multiparámetro (campo) – Conductímetro de mesada (laboratorio)

Método: Standard Methods - Método electrométrico - 2510 - B

Principio: el método es aplicable a todo tipo de aguas. Consiste en medir la capacidad del agua para conducir la energía eléctrica y está íntimamente relacionado con la concentración de los iones.

La medición se realiza con un electrodo para conductividad.

Procedimiento: Lavar con agua destilada el electrodo luego secar con toalla de papel sin frotar. Colocar la muestra en un vaso de precipitado y sumergir el electrodo hasta lograr la estabilidad de la medida.

Dadas las diferencias entre las distintas marcas y modelos de medidores de conductividad, calibrar o realizar el control de la calibración del equipo siguiendo estrictamente

las instrucciones del fabricante, utilizando patrones adecuados.

Límite de detección: 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Límite de cuantificación: 0,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Sólidos: Sólidos Suspendidos Totales - Sólidos Sedimentables - Sólidos Disueltos Totales

Se denominan sólidos a todos aquellos elementos o compuestos presentes en el agua que no son agua ni gases y a los que se denomina entonces Sólidos totales. Estos se clasifican en Sólidos disueltos totales y Sólidos suspendidos totales y cada uno de ellos, a su vez, se pueden diferenciar en Sólidos volátiles y Sólidos fijos. Otro tipo de sólidos que pueden estar presentes en cursos de aguas o lagos son los sólidos sedimentables.

El término Sólidos en suspensión o Sólidos suspendidos describe a la materia orgánica e inorgánica particulada existente en el agua. Su presencia participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, mientras que la de sólidos disueltos determina la salinidad del medio, y en consecuencia la conductividad del mismo.

Sólidos sedimentables es la cantidad de material que sedimenta en un determinado período de tiempo, las muestras se pueden medir a 10', 30' y 120' etc. en función del tipo de información que se requiera. Pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (ml/L.) o de una masa (mg/L.), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.

Estos sólidos son los causantes de que el tiempo de vida de los lagos y lagunas termine o sea más corto, pues como se van acumulando en el fondo de los cuerpos de agua van a su vez reduciendo la altura o la profundidad del mismo y en consecuencia cambia la capacidad para almacenar agua.

Los sólidos sedimentables se diferencian de los sólidos totales en suspensión porque estos últimos no sedimentan o por lo menos no lo hacen en tan poco tiempo como los sólidos sedimentables, los sólidos suspendidos pueden tardar décadas en sedimentarse.

Sólidos Suspendidos Totales

Las muestras se toman en envases de plástico 1000 ml y se mantienen refrigeradas hasta el momento del análisis.

Instrumental: Balanza Analítica. Estufa.

Método: Standard Methods - Sólidos suspendidos totales secados a 103-105°C - 2540-DyE

Principio: Se filtra una muestra bien mezclada por un filtro estándar de fibra de vidrio, y el residuo retenido en el mismo se seca a un peso constante a 103-105°C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.

Procedimiento: Preparación de la cápsula más el filtro: Colocar un filtro de fibra de vidrio en una capsula y secar por una hora a 103-105 °C, si se va a medir sólidos volátiles, incinérse a 550 ± 50 °C en horno mufla. Enfriar en desecador para equilibrar la temperatura y pesar. Montar el aparato de filtrado con el filtro preparado anteriormente. Filtrar tres volúmenes de agua destilada de 20ml, luego el volumen de muestra bien mezclada. Lavar el filtro con tres volúmenes de agua destilada de 10ml, permitiendo el drenaje completo del filtro y trasladar el filtro a la capsula nuevamente.

Secar la capsula con el filtro a 103-105 °C durante una hora, enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriado y pesado hasta obtener peso constante.

Límite de detección: 2 mg/L

Límite de cuantificación: 4 mg/L

Sólidos Sedimentables

Las muestras se toman en envases de plástico 1000 ml y se mantienen refrigeradas hasta el momento del análisis.

Instrumental: Conos Imhoff.

Método: Standard Methods - Método volumétrico - 2540- F

Procedimiento: Llenar un cono Imhoff hasta la marca 1L con la muestra bien mezclada y a temperatura ambiente. Dejar sedimentar durante 45 minutos, removiendo a continuación suavemente las paredes del cono con una varilla, mantener otros 15 minutos de reposo y registrar el volumen de sólidos sedimentables del cono como ml/L. Si la materia sedimentada contiene bolsas de líquido entre partículas gruesas, evaluar el volumen de las mismas y restar del volumen de sólidos sedimentados. En caso de producirse una separación de materiales sedimentables y flotables, no deben valorarse estos últimos como sólidos sedimentables.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Límite de detección: 0,1 mg/L

Límite de cuantificación: 0,2 mg/L

Sólidos Disueltos Totales

Las muestras se toman en envases de plástico 1000 ml y se mantienen refrigeradas hasta el momento del análisis.

Instrumental: Balanza Analítica. Estufa.

Método: Standard Methods - Sólido total Disuelto secado a 180 - 2540- CyE

Principio: Filtrar una Muestra bien mezclada por un filtro estándar de fibra de vidrio, evaporar el filtrado hasta sequedad en una cápsula pesada y secada a 180 °C. El aumento de peso de la cápsula representa los sólidos disueltos totales.

Procedimiento: preparación de la cápsula de evaporado: Si se va a medir sólidos volátiles, incinerar la cápsula limpia a 550 ± 50°C durante una hora. Si únicamente se desea medir sólidos totales disueltos, caliente la cápsula a 180°C durante una hora. Llevar la cápsula a temperatura de ambiente dentro de un desecador, luego pesar (tara).

Preparación del disco de filtrado de fibra de vidrio: Insertar el disco con la cara rugosa hacia arriba en el aparato de filtrado, lavar el disco con tres volúmenes de 20ml de agua destilada.

Elegir un volumen de muestra que proporcione entre 2.5 y 200 mg de residuo seco.

Filtrar el volumen medido de la muestra bien mezclada con el filtro preparado luego lavar con tres volúmenes de agua destilada, permitiendo el drenaje completo del filtro, continuar succionando por uno minutos.

Transferir el producto a la cápsula, evaporar hasta sequedad en un baño de vapor, colocar luego en la estufa a 180°C ± 2 °C al menos una hora, enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y proceder a pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriamiento y pesada hasta obtener un peso constante.

Límite de detección: 2 mg/L

Límite de cuantificación: 4 mg/L

Sulfuros

El Azufre(S) es un elemento no metálico que forma parte de numerosos minerales y compuestos orgánicos. En el agua el Azufre puede encontrarse como ion sulfuro (S^{2-}), estado más reducido, que al combinarse con el Oxígeno forma el ion sulfato (SO_4^{2-}), estado más oxidado. La reacción reversible entre sulfuro y sulfato en un ambiente natural se conoce como el ciclo del sulfuro.

La descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas produce formas reducidas del Azufre, como Ácido sulfhídrico (H_2S), Metil mercaptano (CH_3SH) y Sulfuro de dimetilo (CH_3SCH_3), responsables del olor desagradable de las ciénagas.

La presencia de sulfuros en aguas superficiales puede provenir de la eliminación al curso de agua de: aguas negras, aguas residuales, industrias papeleras, industrias petroquímicas, mataderos, etc., aunque en general en aguas superficiales bien oxigenadas la presencia de sulfuros es insignificantes y predominan los sulfatos.

Obtener las muestras con el mínimo de aireación. Para conservar las muestras que se destinan a sulfuro total, agregar 0,15 ml cada 100 ml de muestra de solución de acetato de zinc, llenar totalmente la botella con la muestra, agregar 0,10 ml de solución de Hidróxido de Sodio y tapar. Utilizar frascos de vidrio con boca esmerilada de 250 a 500 ml.

Instrumental: Equipo filtrante. Bureta

Método: Standard Methods – Método Yodométrico - 4500-E

Principio del método: el yodo reacciona con el sulfuro en solución ácida, oxidándolo a azufre. El yodo restante se titula con tiosulfato de sodio. Un ml de solución de yodo 0,025 N reacciona con 0,4 mg S.

Procedimiento: pretratamiento de la muestra para eliminar sustancias que puedan interferir o para concentrar el sulfuro:

El método yodométrico sufre interferencias de las sustancias reductoras que reaccionan con el yodo como el tiosulfato, sulfito y varios compuestos orgánicos. Para la eliminación de estas interferencias, se precipita previamente el sulfuro como sulfuro de zinc, eliminando el sobrenadante y sustituyéndolo con agua destilada. Este procedimiento también se utiliza para concentrar la muestra y para conservarla en caso de demoras en la llegada de la muestra al laboratorio.

Se utiliza una solución de acetato de zinc al 22 % y solución de hidróxido de sodio 6 N. Colocar 0,15 ml de solución de acetato de zinc por cada 100 ml de muestra, agregar 0,10 ml de

solución de hidróxido de sodio. Tapar sin dejar burbujas, mezclar rotando alrededor de un eje transversal. Dejar reposar durante por lo menos 30 minutos (si no se realizó este paso en campo al momento de toma de muestra). Filtrar a través de filtros de fibra de vidrio.

Yodometría: Colocar en un erlenmeyer el papel de filtro con la muestra y una cantidad de la solución de yodo 0,025 N, de manera que cuando reaccione con el sulfuro presente en la muestra quede un exceso en solución. Agregar agua destilada hasta completar 200 ml y 2 ml de HCl 6 N. Titular por retroceso con solución de tiosulfato de sodio 0,025 N usando almidón como indicador, hasta que desaparece el color azul.

Límite de detección: 0,1 mg/L

Límite de cuantificación: 0,2 mg/L

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) permite determinar la materia orgánica biodegradable. Se puede definir como la cantidad de Oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica por la acción de bacterias aerobias. Esta transformación biológica para ser completa necesita un tiempo superior a los 20 días, pero se acepta, como norma, realizar una incubación de 5 días, a 20°C, en la oscuridad y sin contacto con el aire, a un pH de 7-7,5 y en presencia de nutrientes y oligoelementos que permitan el crecimiento de los microorganismos. La DBO es la medida por excelencia utilizada por las agencias reguladoras en todo el mundo para medir el impacto de la contaminación causada por las aguas residuales. Aguas poco contaminadas presentan valores de DBO₅ menores a 20 mg/L. mientras que aguas muy contaminadas pueden tener valores superiores a 3.000 mg/L. y algunas extremadamente contaminadas pueden llegar a valores de 15.000 mg/L..

La Demanda química de Oxígeno (DQO) es la cantidad de Oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de los organismos vivos o también se puede definir como la cantidad de Oxígeno necesario para oxidar la totalidad de la materia oxidable, tanto orgánica o biodegradable como mineral. En aguas poco contaminadas generalmente es inferior a 50 mg/L. La DQO y la DBO₅ están relacionadas entre sí, siendo la DBO₅ una fracción que oscila entre el 2 y el 70 % de la DQO. Esto implica que la DQO es siempre mayor que la DBO₅.

Tanto la DBO₅ como la DQO y el COT permiten realizar evaluaciones de la cantidad

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

de materia orgánica presente en un curso de agua y por tanto están muy relacionadas entre sí.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Las muestras se toman en envases de plástico de un litro y se refrigeran hasta la llegada al laboratorio, donde se procesan de inmediato.

Instrumental: botellas de incubación con capacidad de 250 a 300 ml. Incubadora de aire controlada por termostato a $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Método: Standard Methods – Prueba de DBO de 5 días - 5210 – B.

Incubación a 20°C durante 5 días. Determinación de OD por Método de Winkler (Modificación Azida).

La determinación de la DBO es una prueba empírica en la que se utilizan procedimientos estandarizados de laboratorio para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de las aguas residuales, efluentes y aguas contaminadas. La prueba mide el oxígeno utilizado, durante un período de incubación especificado, para la degradación bioquímica de materia orgánica (requerimiento de carbono), y el oxígeno utilizado para oxidar materia inorgánica, como los sulfuros y el ion ferroso. Puede medir también el oxígeno utilizado para oxidar las formas reducidas del nitrógeno (requerimiento de nitrógeno) a menos que se impida la oxidación por medio de un inhibidor. Cuando se inhibe el requerimiento de oxígeno nitrogenado los resultados se expresan como DBOC5, y como DBO5 cuando no se inhibe la nitrificación.

Principio del método y procedimiento: El método consiste en llenar con muestra (o una dilución de la misma) hasta rebosar, un frasco hermético e incubarlo a temperatura estable de 20°C durante 5 días. El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación, y la DBO se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el OD final. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- De ser necesario se ajusta el pH de la muestra entre 6,5 y 8,5 con álcali o ácido.
- Cuando se trata de muestras estériles, se realiza una siembra, introduciendo una población biológica capaz de oxidar la materia orgánica. (Se puede usar como simiente el efluente de un sistema de tratamiento biológico, el sobrenadante de agua residual doméstica o agua de río).
- En muestras sobresaturadas de oxígeno disuelto, se reduce la concentración de

OD al nivel de saturación a 20°C calentando la muestra aproximadamente a 20°C en frascos parcialmente llenos mientras se agitan o airean con aire limpio, filtrado y comprimido.

- De ser necesario se inhibe la nitrificación, por ejemplo en efluentes tratados biológicamente, aguas fluviales, etc.
- Si la muestra contiene cloro residual se elimina el mismo dejándola en reposo 1 o 2 horas antes del ensayo o se agrega bisulfito de sodio.
- Si la muestra ha sido clorada, contenga o no cloro residual al momento de realizar el ensayo, se siembra el agua de dilución.

Diluciones: Las diluciones que dan lugar a un OD residual de al menos 1mg/l y una captación de OD de al menos 2 mg/l después de 5 días de incubación producen los resultados más fiables, por lo que conviene hacer varias diluciones de la muestra para obtener captación de OD en dicho intervalo. La determinación de la DQO presenta una correlación aproximada con la DBO y sirve como guía para seleccionar las diluciones. En ausencia de datos previos, se pueden utilizar las siguientes diluciones: 0 - 1 % Residuos industriales fuertes; 1 - 5 % Aguas residuales depuradas y brutas; 5 - 25 % Efluentes tratados biológicamente; 25 - 100 % aguas fluviales contaminadas. Las diluciones se pueden preparar en probetas y pasarse luego por sifonación a frascos de DBO o prepararse directamente en frascos de DBO. Cualquier método de dilución puede combinarse con cualquier técnica de determinación del OD. Las diluciones se realizan siempre con agua de dilución preparada a partir de agua destilada o desionizada con el agregado de nutrientes (MgSO₄, CaCl₂, FeCl₃ y tampón fosfato).

Límite de detección: 2,0 mgO₂/L

Límite de cuantificación: 4,0 mgO₂/L

Demanda Química de Oxígeno

Las muestras se toman en envases de vidrio de 250 ml utilizando como conservante 1ml/L de ácido sulfúrico concentrado y se mantienen refrigeradas hasta el momento del análisis.

Instrumental: placa calefactora para producir 1,4 W/cm² de potencia de calentamiento con refrigerantes de 300 mm de chaqueta Liebig con junta de cristal esmerilado 24/40.

Método: Standard Methods – Método de Reflujo Abierto - 5220 – B

Principio: la mayor parte de la materia orgánica resulta oxidada por una mezcla a

ebullición de los ácidos crómico y sulfúrico. Se somete a reflujo una muestra en una solución ácida fuerte con un exceso conocido de dicromato de potasio. Después de la digestión, el dicromato no reducido que quede se determina con sulfato ferroso amónico para determinar la cantidad de dicromato consumido y calcular la materia orgánica oxidable en términos de equivalente de oxígeno.

Procedimiento: colocar 20 ml de muestra en un erlenmeyer de reflujo de 500 ml y añadir con cuidado 10 ml de solución de dicromato de potasio 0,025 N y 30 ml del reactivo de ácido sulfúrico con sulfato de plata, mezclar el contenido del matrás y conectar al refrigerante. Cubrir el extremo abierto del refrigerante con una pequeña cubeta para evitar la entrada de material extraño a la mezcla de reflujo y digerir durante 2 horas. Apagar el calefactor y luego de 5 min agregue 80 ml de agua destilada a través del refrigerante. Retirar el matraz y enfriar el contenido del mismo hasta temperatura ambiente antes de iniciar la titulación. Agregar 2 o 3 gotas de indicador ferroína, y titular hasta viraje del indicador de azul verdoso al marrón rojizo. Realizar un blanco que contenga los reactivos y un volumen de agua destilada igual que la muestra.

Límite de detección: 0,1 mgO₂/L

Límite de cuantificación: 0,2 mgO₂/L

Nutrientes: Fósforo y Nitrógeno

El fósforo es el elemento limitante de todo ecosistema y de aquí surge la importancia de conocer su concentración disponible en un medio, ya que ésta puede determinar su grado de productividad biológica. La importancia de conocer la dinámica del fósforo de los lagos y lagunas radica en la determinación de la calidad del agua y el conocimiento del tipo de cuerpo de agua que se estudia. Desde el punto de vista ecológico, el crecimiento de las algas y macrófitas acuáticas tanto en los lagos como en las ciénagas depende fundamentalmente de la cantidad de fósforo disponible y de su ritmo de reciclado en la zona trofogenética. Es importante anotar que concentraciones altas de fósforo en forma de fosfatos en la fase soluble propician el proceso de eutrofización, lo cual lleva a la proliferación de organismos fitoplanctónicos, especialmente algunos géneros de los grupos de las cianofíceas y clorofíceas. También se dan las condiciones favorables para que se presenten organismos zooplanctónicos, como ciertos rotíferos y protozoarios.

Las especies de Fósforo más comunes en aguas naturales incluyen compuestos

inorgánicos y orgánicos disueltos o suspendidos. Entre las fuentes de fósforo de origen natural cabe mencionar los depósitos y rocas fosfóricas las cuales desprenden Fósforo, en forma de Ortofosfato principalmente, mediante erosión. Las fuentes antropogénicas puntuales incluyen las aguas servidas domésticas e industriales; las fuentes no puntuales están asociadas con la escorrentía de áreas agrícolas y domésticas. Una fracción del P en los fertilizantes orgánicos e inorgánicos es removida parcialmente por las plantas, otra fracción es arrastrada por el agua y el resto se acumula en el suelo trayendo como consecuencia la presencia de cantidades elevadas de este elemento en ríos y lagos. Las lluvias también contribuyen con una cantidad importante del fósforo total presente en las aguas superficiales.

El otro elemento limitante importante de los ecosistemas acuáticos es el Nitrógeno. Las formas de Nitrógeno más importantes en los cursos de agua son: N-Nitratos, N-Nitritos, N-Amoniacal y N-Orgánico. El Nitrógeno orgánico es debido a contaminación orgánica, casi siempre de origen residual. Nitrógeno inorgánico tiene origen en desechos residuales urbanos, industriales y agrícolas. En las aguas superficiales (ríos, lagos, embalses) el nitrógeno puede encontrarse formando parte tanto de compuestos orgánicos como inorgánicos. La aplicación en exceso de fertilizantes inorgánicos (fósforo y nitrógeno) es una práctica normal, debido al desconocimiento del nivel de nutrientes en el suelo y a la idea de obtener un mejor cultivo. Dado que la velocidad con la que se aportan estas sustancias es mayor que la velocidad con la que se degradan, se produce una contaminación del suelo, con el consiguiente riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. La forma amoniacal se absorbe muy fuertemente por el suelo salvo en los calcáreos; en cambio, los nitratos son muy móviles y se disuelven fácilmente por lavado. El problema se complica con la nitrificación permanente del nitrógeno amoniacal, es decir, con su paso a nitrato y nitrito en función del tiempo. En los vertidos urbanos, el nitrógeno tiene principalmente por origen la orina, que está compuesta por urea, ácido úrico, creatinina y nitrógeno amoniacal. La mayor parte de estos compuestos dan muy rápidamente amoníaco por hidrólisis. La presentación del amoníaco en el agua se da bajo dos formas: Amoníaco no ionizado (NH_3) que es tóxico para los peces y otros organismos acuáticos; y, el ión amonio (NH_4^+) que no es tóxico, a menos que la concentración sea demasiado alta. El aumento del pH y de la temperatura incrementa el porcentaje de amoníaco no ionizado y por consiguiente su toxicidad. Los desechos industriales son también una fuente importante de nitrógeno. La presencia de amoníaco señala un proceso de degradación de materia orgánica. Por ello esta presencia se considera como una prueba química de

contaminación orgánica reciente. Los nitratos son constituyentes naturales del terreno y del agua, tanto superficial como subterránea. Proceden, en parte, de la descomposición de materia orgánica nitrogenada, aunque su presencia en la tierra y en los acuíferos aumenta con el uso de fertilizantes y abonos nitrogenados. Las concentraciones de nitratos en el agua superiores a cierto valor pueden ser nocivas para la salud humana. Los nitratos se presentan ampliamente en los organismos humanos y animales, procedentes tanto de su uso como aditivos autorizados en la industria alimentaria como inhibidores del desarrollo bacteriano, como por contaminaciones indeseables. La concentración de nitratos de origen natural en las aguas es, generalmente, de unos pocos miligramos por litro, sin embargo, se ha observado en numerosas ocasiones en las aguas subterráneas que esta concentración aumenta hasta varios centenares de miligramos por litro. Los nitritos pueden encontrarse de forma natural en las aguas, aunque generalmente en pequeñas concentraciones. Proviene o de una oxidación incompleta del amoníaco o de una reducción de los nitratos bajo la influencia de una acción desnitrificante. Al igual que en el caso de los nitratos, es frecuente su uso como aditivo autorizado en la industria alimentaria. Son también susceptibles de formarse bajo la acción de determinadas bacterias, a temperaturas elevadas, a partir del amoníaco que proviene de las cloraminas originadas durante la desinfección con compuestos clorados. En las estaciones de tratamiento de aguas pueden usarse como inhibidor de la corrosión. Los nitratos, nitritos y el amoníaco, entre otras sustancias, se consideran como indicadores indirectos de contaminación fecal. Un agua que contiene nitritos puede considerarse sospechosa desde el punto de vista sanitario. Sin embargo, para interpretar correctamente los resultados, será necesario tener en cuenta los contenidos de nitratos, de nitrógeno amoniacal, de materias orgánicas y el examen microbiológico.

Nitrógeno de Nitratos

Las muestras se toman en envases de plástico y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Espectrofotómetro. Cubetas de sílice con paso de luz de 1 cm.

Método: Método Espectrométrico Ultravioleta Selectivo.

Principio del método: El método se basa en la absorción UV directa a 220 nm por parte de los NO₃⁻.

Procedimiento: Tomar 50 ml de muestra, filtrar si fuera preciso, añadir 1 ml de ácido

clorhídrico y mezclar bien. Leer la absorbancia o transmitancia frente a agua redestilada, ajustada a absorbancia 0 o transmitancia 100 por 100. Utilizar la longitud de onda de 220 nm para obtener la lectura de NO₃⁻ y 275 nm para determinar la interferencia debida a materia orgánica disuelta. Preparar una curva de calibrado.

Límite de detección: 0,01 mgN/L.

Límite de cuantificación: 0,02 mgN/L

Nitrógeno de Nitritos

Las muestras se toman en envases de plástico y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Equipo filtrante. Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 10 cm.

Método: Standard Methods – Método de la Sulfanilamida - 4500 NO₂ - B

Principio del método: El nitrito se determina por la formación de un colorante azo púrpura rojizo, producido a pH 2 a 2,5 por acoplamiento de sulfanilamida con N-(1-naftil)-etilendiamina bicloruro. El sistema de color obedece la ley de Beer hasta 180 µg N/lit con cubeta de 10 cm de recorrido de luz a 543 nm. Para concentraciones mayores se utiliza dilución de la muestra.

Procedimiento: eliminar los sólidos en suspensión de la muestra filtrando a través de un filtro de membrana de 0,45 µm de diámetro de poro y colocar la muestra filtrada en un tubo nessler de 50 ml. Si el pH de la muestra no estuviera comprendido entre 5 y 9, ajustar a ese valor con HCl 1 N o NH₄OH según convenga. Añadir 1 ml de solución de sulfanilamida, dejar reaccionar de 2-8 minutos, agregar 1 ml de solución de N-1-Naftil etilendiamina dicloruro, mezclar y dejar reposar 10 minutos. Medir la absorbancia a 543 nm con cubetas de paso de luz de 10 cm. Realizar la lectura después de los 10 minutos y antes de 2 horas de agregado los reactivos. Realizar siempre un blanco de reactivos con agua destilada. Preparar una curva de calibrado.

Límite de detección: 0,001 mg/L

Límite de cuantificación: 0,002 mg/L

Nitrógeno Amoniacal

Las muestras se toman en envases de plástico y se refrigeran a 4°C hasta el momento

del análisis.

Instrumental: Agitador Magnético. Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 10 cm.

Método: Standard Methods – Método del Nessler - 4500 NH₃ – B y C.

Principio del método: Se forma un compuesto coloreado de amarillo a pardo, según la concentración de Nitrógeno amoniacal de la muestra, por reacción del Amoníaco con el reactivo de Nessler. El reactivo de Nessler se prepara con HgI₂, IK e OHNa.

Procedimiento: Tomar 50 ml de muestra, o una porción diluida a 50 ml con agua destilada y colocar en un tubo de Nessler de 50 ml. Agregar 1 gota (0,05 ml) de reactivo de EDTA o 1 a 2 gotas (0,05 a 0,1 ml) de solución de Sal de Rochelle para evitar interferencia de iones que produzcan turbidez o precipitado con reactivo de Nessler. Mezclar bien. Agregar 2 ml de Reactivo de Nessler si se ha utilizado EDTA o 1 ml si se ha utilizado Sal de Rochelle Mezclar bien Luego de 10 minutos leer en espectrofotómetro a 420 nm con cubetas de 10 cm de paso de luz. Preparar una curva de calibrado.

Límite de detección: 0,02 mgN/L.

Límite de cuantificación: 0,03 mgN/L

Ortofosfato soluble

Las muestras se toman en envases de vidrio de 250 ml, se filtran en campo con filtros de membrana de 0,45μ (previamente lavados), y conservadas a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Espectrofotómetro. Cubetas con paso de luz de 10 cm.

Método: Filtración: Standard Methods - Método 4500-P-A, ByE.

Desarrollo de color: Standard Methods - Método del ácido ascórbico.

Principio: el molibdato amónico y el tartrato antimonílico potásico reaccionan en medio ácido con el ortofosfato para formar un heteropoliácido fosfomolibdico que se reduce a azul de molibdeno, de color intenso por el ácido ascórbico.

Procedimiento: se toma una alícuota a la que se le agrega el reactivo combinado, se agita, se espera 10 minutos y se realiza la lectura de absorbancia a una longitud de onda de 880

nm y paso de luz de 10 cm

Límite de detección: 0,005 mg-P/L

Límite de cuantificación: 0,006 mg-P/L

Grasas y Aceites (Sustancias solubles en Éter Etilico – SSEE)

En las sustancias solubles en éter etílico se incluyen las sustancias grasas polares y los aceites minerales. Las grasas y aceites son menos densos que el agua y también muy poco solubles en ella, por lo que difunden sobre la superficie y pequeñas cantidades pueden cubrir grandes extensiones. Entre los problemas que causan su presencia en aguas superficiales se encuentran los siguientes: impiden la re oxigenación a través de la interfase aire-agua disminuyendo el oxígeno disuelto, afectan la producción fotosintética, encarecen los tratamientos de depuración y además los aceites minerales pueden ser muy tóxicos para la biota acuática. Por otra parte también producen efectos estéticos indeseables.

Las muestras se toman en envases de plástico y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Ampolla de decantación. Equipo de filtrado. Baño María o Estufa a 60-70 °C. Balanza Analítica.

Método: técnicas para Análisis de Líquidos. Ministerio de Obras Públicas de la Nación. Administración General de Obras Sanitarias de la Nación. - Método Gravimétrico.

Principio del método: el método es aplicable a aguas y efluentes, los aceites y emulsiones se extraen por contacto íntimo con solventes orgánicos como el éter etílico. Estas se disuelven fácilmente en estos solventes y se separan en fases de la porción acuosa.

Procedimiento: medir 50 ml de la muestra y trasvasarla a una ampolla de decantación de 150 - 250 ml, lavar la probeta con agua destilada y agregar a la ampolla. Agregar 50 ml de Éter Etilico, agitar y dejar separar en capas. Separar la capa acuosa, repitiendo tres veces la operación con 20 ml de Éter Etilico. Filtrar las capas de Éter Etilico separadas por papel de filtro (rápido), lavando tres veces el papel de filtro con fracciones de 5 ml de Éter Etilico y pasar a un cristizador previamente tarado. Evaporar el Éter en estufa o baño maría a 60-70°C, dejar enfriar en un desecador de vidrio y pesar. Hacer simultáneamente un blanco de Éter Etilico por su residuo.

Límite de detección: 20 mg/L

Límite de cuantificación: 30 mg/L

SAAM

Dentro de las Sustancias Activas al Azul de Metileno se agrupan todos los compuestos tensoactivos que, por su naturaleza, producen espuma cuando el agua es agitada. La causa principal se debe a la presencia de residuos de detergentes domésticos, como el alquil-sulfonato lineal (LAS) o el alquil-sulfonato bencénico ramificado (ABS), entre los más conocidos.

La presencia de cantidades significativas de este tipo de productos en aguas superficiales puede producir interferencia en el poder de autodepuración de los cursos de agua debido a la inhibición que producen sobre la oxidación química y biológica, fundamentalmente porque las bacterias se rodean de una película de detergente que las aísla del medio e impide su acción, además la solubilidad del oxígeno en aguas que contienen detergentes es menor que en aguas libres de ellos.

Por otra parte los agentes tensoactivos presentes en el agua pueden dispersar las sustancias insolubles o absorbidas, debido a la disminución de la tensión superficial del agua interfiriendo así en los procesos de coagulación, sedimentación y filtración.

Aunque los detergentes pueden tener estructuras químicas diversas o ser más o menos biodegradables, se ha demostrado que concentraciones menores de 0,5 mg/L. no tienen efectos adversos en los procesos de tratamiento ni en la salud.

Las guías de calidad para aguas de consumo humano no presentan un valor referido al contenido de detergentes en el agua de bebida, pero recomiendan que el agua no presente espuma, ni problemas de olor ni sabor, relacionados con este parámetro.

Las muestras se toman en envases de vidrio color ámbar de 1000 ml y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Ampolla de decantación. Espectrofotómetro. Cubetas con paso de luz de 10 cm.

Método: Standard Methods –Surfactante anionico como SAAM - 5540 - C

Principio del método: las sustancias activas para el azul de metileno (SAAM) llevan a cabo la transferencia del azul de metileno de una solución acuosa a un líquido orgánico

inmiscible, hasta equilibrio. La intensidad del color azul en la fase orgánica es una medida de la SAAM que se determina espectrofotométricamente.

Procedimiento: tomar una cantidad adecuada de muestra entre 100 y 400 ml o una porción menor diluida y colocar en una ampolla de decantación. Alcalinizar agregando NaOH 1N utilizando fenolftaleína como indicador. Eliminar el color rosado agregando unas gotas de SO₄H₂ 1N. Agregar 10 ml de cloroformo y 25 ml de azul de metileno. Agitar durante 30 segundos y dejar separar las fases. Algunas muestras requieren mayor tiempo para la separación de las fases que otras. Separar la fase de cloroformo y repetir la extracción dos veces más usando 10 ml de cloroformo cada vez. Combinar todos los extractos de cloroformo, agregar 50 ml de solución de lavado. Agitar y dejar separar en fases nuevamente. Extraer la capa de cloroformo y realizar el lavado 2 veces más. Recoger los lavados en un tubo Nessler de 100 ml y completar a volumen con cloroformo y mezclar bien. Leer la absorbancia a 652 nm frente a un blanco de cloroformo. Preparar una curva da calibrado usando un material de referencia igual a 1,00 g de SAL en una base activa del 100 %.

Límite de detección: 0,01 mg/L

Límite de cuantificación: 0,02 mg/L

Sustancias Fenólicas

Los fenoles son compuestos orgánicos aromáticos que contienen el grupo hidroxilo (OH-) como grupo funcional. La débil acidez del grupo fenólico ha determinado que estas sustancias sean agrupadas químicamente junto a los ácidos carboxílicos y a los taninos, conformando así el grupo de los ácidos orgánicos. Las concentraciones naturales de compuestos fenólicos son usualmente inferiores a 1 µg/L y los más habituales son los fenoles, cresoles y los ácidos siríngico, vainíllico y p-hidroxibenzoico. La presencia de sustancias fenólicas están asociadas entre otros, a aportes de líquidos residuales industriales y domésticos, a productos de degradación de plaguicidas organofosforados, a la producción de resinas fenólicas y degradación de materia orgánica. Estos compuestos cuando se encuentran en concentraciones superiores a las permitidas en normas o valores guías afectan a las especies de diferentes formas, por toxicidad directa tanto a los peces como a los organismos que les sirven como alimento y también por la disminución de la cantidad de Oxígeno disponible por la elevada demanda de este elemento por parte de los compuestos fenólicos.

Las muestras se toman en envases de vidrio de un litro, se preservan con ácido fosfórico (pH<2) y se refrigeran a 4°C.

Instrumental: Destilador de Vidrio. Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 10 cm.

Método: Standard Methods – Método Extracción con cloroformo – Espectrofotométrico 5530 - C

Este método determina fenol, fenoles sustituidos en orto y meta y, bajo condiciones apropiadas de pH, fenoles sustituidos en para en los que los sustituyentes son grupos carboxilos, halógenos, metoxilo o ácido sulfónico. No determina los fenoles para sustituidos donde la sustitución es un grupo alquilo, arilo, nitro, benzoilo, nitroso o aldehído.

Principio del método: los fenoles destilables al vapor reaccionan con la 4-Aminoantipirina a pH $7,9 \pm 0,1$ en presencia de Ferricianuro de Potasio para formar un compuesto coloreado, que se extrae de la solución acuosa con Cloroformo. Luego se determina la absorbancia en espectrofotómetro a 460 nm utilizando un paso de luz de 10 cm.

Procedimiento: destilar 500 ml de Muestra y trasvasar el destilado o una alícuota del mismo diluido a 500 ml a una ampolla de decantación. Agregar 12 ml de Hidróxido de Amonio y 10 ml de solución tampón de fosfato y mezclar, luego agregar 3 ml de solución de 4- amino antipirina y 3 ml de ferricianuro de potasio, mezclar y esperar 15 minutos para el desarrollo de color. Extraer con 50 ml de Cloroformo, agitando la ampolla unas 10 veces, dejar que el Cloroformo sedimente y recoger el extracto en un tubo de Nessler limpio y seco. Leer en espectrofotómetro a 460 nm con una cubeta de 10 cm de paso de luz. Correr un blanco de reactivos junto con las muestras.

Límite de detección: 0,001 mg/L

Límite de cuantificación: 0,002 mg/L

Ácidos Resínicos

Los Ácidos Resínicos son un subproducto obtenido de la destilación de las resinas de coníferas.

Las resinas de pinos son mezclas de compuestos terpénicos y cuando se destilan se obtienen dos fracciones: una fracción volátil conocida como aceite de trementina formada por

monoterpenos y terpenoides y una fracción de residuos sólidos, no volátiles, conocido como colofonia.

La colofonia es una mezcla de Ácidos Resínicos o diterpenoicos tales como: Ácido Abiético, Ácido Dehidroabiético, Ácido Neobiético, Ácido Pimárico, etc.

Estas mezclas de Ácidos Resínicos se combinan con Hidróxido de Sodio y se utilizan en la fabricación de colas papeleras para unir las fibras celulósicas y en la producción de sustancias tensoactivas, gomas de mascar, mezclas impermeabilizantes, tintas para impresión y compuestos cerosos.

Por lo tanto los Ácidos Resínicos pueden encontrarse como contaminantes de aguas superficiales en inmediaciones de las descargas de industrias papeleras entre otras.

Las muestras se toman en envases de vidrio color ámbar de 1000 ml y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Sistema HPLC marca Waters.

Método: Cromatografía Líquida de Alta Performance (HPLC).

Principio del método: el método se basa en el uso del Ácido Abiético como indicador de los Ácidos Resínicos encontrados en los efluentes de fábricas de pulpas celulósicas.

Procedimiento: para la cuantificación se utiliza cromatografía líquida de alta performance en fase reversa con detección a múltiples longitudes de onda e inyección directa de la muestra.

Programa Efluentes Industriales y Urbanos ICADES-CIDET. Facultad de Ciencias, Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones

Las condiciones cromatográficas que se utilizarán son: columna Symmetry C 18. Fase móvil metanol 85 %, ácido acético 5 %, agua 10 %. Flujo 1 mL/min. Detector arreglo de diodos.

Metales pesados (manganeso, hierro total, hierro soluble, aluminio, cromo total, cadmio, zinc, plata)

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre. Se pueden convertir en contaminantes si su distribución en el ambiente se altera mediante actividades humanas como la extracción minera, el refinamiento de productos mineros, industrias como la de las pinturas o por la liberación al ambiente de efluentes industriales y emisiones vehiculares. Además, la inadecuada disposición de residuos metálicos también ha ocasionado la contaminación del suelo, agua superficial y subterránea y de ambientes acuáticos.

Entre los metales pesados que podemos encontrar como contaminantes en el agua están: Plata, Cadmio, Arsénico, Cobre, Mercurio, Cobalto, Vanadio, Níquel, Zinc, Antimonio, Cromo, Selenio, Titanio, Berilio, Estaño, Boro, Molibdeno, Plomo, Hierro, Manganeseo, Aluminio, pero las sales de Plomo, Zinc, Mercurio, Plata, Níquel, Cadmio y Arsénico son de las más tóxicas para la flora y fauna acuática y pueden encontrarse relativamente disponibles y dentro de éstas, las sales solubles de Plomo, Mercurio y Cadmio son las más importantes y además acumulables por los organismos que las absorben.

Estos últimos metales al ser ingeridos por el hombre tanto en el agua como en alimentos contaminados son acumulativos y pueden provocar distintas enfermedades, mientras que otros como Hierro, Cobalto, Cobre, Manganeseo, Molibdeno y Zinc son necesarios para el hombre y para muchos organismos aunque en concentraciones muy pequeñas.

El Hierro y Manganeseo en concentraciones elevadas pueden causar problemas en aguas para consumo porque producen manchas en ropas y utensilios y pueden producir color en el agua y, por otra parte, el manganeso puede provocar problemas intestinales. El Aluminio puede ser tóxico para la biota acuática y terrestre si el pH del agua es bajo.

Manganeseo

Las muestras se toman en envases de plástico y se acidifican con ácido nítrico a $\text{pH} < 2$ y se refrigeran a 4°C .

Instrumental: Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 10 cm.

Método: Standard Methods – Método del Persulfato - 3500 Mn - D

Principio del método: La oxidación con permanganato de los compuestos manganosos solubles para formar permanganato se realiza en presencia de nitrato de plata. El color resultante es estable durante 24 hs al menos, si existe un exceso del persulfato y si no hay materia orgánica.

Procedimiento: Mezclar cuidadosamente la muestra y medir 100 ml, colocar en un erlenmeyer, agregar 5 ml de reactivo especial y añadir una gota de agua oxigenada. Concentrar hasta 90 ml por ebullición. Añadir 1 g de persulfato de amonio, llevar a ebullición durante un minuto, dejar enfriar, enrasar a 100 ml con agua destilada. Leer las muestras y un blanco de reactivos, en el espectrofotómetro a 525 nm con cubetas de paso de luz de 10 cm.

Límite de detección: 0,040 mg/L

Límite de cuantificación: 0,050 mg/L

Hierro Total

Las muestras se toman en envases de plástico, se acidifican con ácido nítrico a $\text{pH} < 2$ y se refrigeran a 4°C .

Instrumental: Plancha calefactora. Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 1 cm.

Método: Standard Methods – Método de la Fenantrolina - 3500 Fe - D

Principio del método: Se disuelve el hierro y se reduce al estado ferroso por ebullición con ácido e hidroxilamina y se trata con 1,10-fenantrolina a pH de 3,2 a 3,3. El complejo rojo-naranja que se forma es un quelato de tres moléculas de fenantrolina por cada átomo de hierro ferroso. La solución coloreada obedece la ley de Beer, su intensidad es independiente del pH en el rango de 3 a 9.

Procedimiento: Mezclar cuidadosamente la muestra y medir 50 ml, colocar en un erlenmeyer, añadir 2 ml de HCl concentrado y 1 ml de solución de $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ (hidroxilamina) y calentar a ebullición en un calefactor. Para asegurar la disolución de todo el hierro, continuar la ebullición hasta que el volumen se reduzca a 15-20 ml. Enfriar hasta temperatura ambiente y pasar a un tubo de nessler de 50 ml. Añadir 10 ml de solución tampón de $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (Acetato de Amonio) y 4 ml de solución de fenantrolina y llevar a volumen con agua destilada. Mezclar cuidadosamente y dejar al menos durante 10 a 15 minutos para que se desarrolle el color al máximo. Leer las muestras y un blanco de reactivos, en el espectrofotómetro a 510 nm con cubetas de paso de luz de 1 cm.

Límite de detección: 0,01 mg/L

Límite de cuantificación: 0,02 mg/L

Hierro soluble

Las muestras se toman en envases de plástico, se filtran con filtros de membrana de $0,45 \mu$ y se acidifican con ácido nítrico a $\text{pH} < 2$ y se refrigeran a 4°C .

Instrumental: Plancha calefactora. Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 1 cm.

Método: Standard Methods – Método de la Fenantrolina - 3500 Fe - D

Principio del método: Se disuelve el hierro y se reduce al estado ferroso por ebullición

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

con ácido e hidroxilamina y se trata con 1,10-fenantrolina a pH de 3,2 a 3,3. El complejo rojo naranja que se forma es un quelato de tres moléculas de fenantrolina por cada átomo de hierro ferroso. La solución coloreada obedece la ley de Beer, su intensidad es independiente del pH en el rango de 3 a 9.

Procedimiento: Mezclar cuidadosamente la muestra y medir 50 ml, colocar en un erlenmeyer, añadir 2 ml de HCl concentrado y 1 ml de solución de $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ (hidroxilamina) y calentar a ebullición en un calefactor. Para asegurar la disolución de todo el hierro, continuar la ebullición hasta que el volumen se reduzca a 15-20 ml. Enfriar hasta temperatura ambiente y pasar a un tubo de nessler de 50 ml. Añadir 10 ml de solución tampón de $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (Acetato de Amonio) y 4 ml de solución de fenantrolina y llevar a volumen con agua destilada. Mezclar cuidadosamente y dejar al menos durante 10 a 15 minutos para que se desarrolle el color al máximo. Leer las muestras y un blanco de reactivos, en el espectrofotómetro a 510 nm con cubetas de paso de luz de 1 cm.

Límite de detección: 0,01 mg/L

Límite de cuantificación: 0,02 mg/L

Aluminio

Las muestras se toman en envases de plástico, se acidifican y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 1 cm.

Método: Standard Methods – Método colorimétrico Eriocromo Cianina R - 3500 Al – D.

Principio del método: Las soluciones diluidas de aluminio a pH 6,0 producen con la tinción de eriocromo cianina R un complejo de color rojo a rosado que presenta un máximo de absorción a 535 nm. La intensidad del color desarrollado depende de la concentración del aluminio, del tiempo de reacción, la temperatura, del pH, alcalinidad y concentración de otros iones en la muestra.

Procedimiento: Colocar 25 ml de muestra o una porción diluida da 25 ml, en una capsula de porcelana o matraz, añadir unas cuantas gotas de indicador naranja de metilo y valorar con H_2SO_4 0,02 N hasta un color rosa tenue. Anotar la lectura y descartar la muestra. A dos

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

muestras similares añadir, a temperatura ambiente, la misma cantidad de H₂SO₄ 0,02 N empleado en la volumetría y 1 ml en exceso. Agregar 1 ml de solución de EDTA a una muestra. Esto servirá como blanco de formación de complejo de aluminio que pudiera existir y compensación del color y la turbidez. Luego agregar, a ambas muestras, 1 ml de ácido ascórbico, 10 ml de reactivo tampón y 5,0 ml de reactivo de tinción de trabajo de Eriocromo Cianina R.

Poner el instrumento a absorbancia cero o transmitancia de 100 por 100 empleando un blanco de EDTA. Tras 5 a 10 minutos de tiempo de contacto, leer la transmitancia o absorbancia y determinar la concentración del aluminio empleando la curva de calibración previamente preparada.

Límite de detección: 0,010 mg/LL

Límite de cuantificación: 0,020 mg/L

Cadmio

Las muestras se toman en envases de plástico de 500 ml, se acidifican con ácido nítrico a pH <2 y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Espectrofotómetro de absorción atómica.

Método: Absorción atómica - EPA 600/R-94/111, método 200.9/SM 3111 B.

Principio del método: En la espectroscopia de absorción atómica de llama la muestra es aspirada en una llama y atomizada y sobre ella se dirige un rayo luminoso que pasa por un monocromador y de allí a un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado. Para cada metal se utiliza como fuente luminosa una lámpara compuesta de dicho elemento, lo que se debe a que cada metal tiene su propia longitud de onda.

Procedimiento: Lectura directa de llama de aire-acetileno en espectrofotómetro de absorción atómica usando una lámpara de cadmio.

Límite de detección: 5 µg/L

Límite de cuantificación: 10 µg/L

Zinc

Las muestras se toman en envases de plástico de 500 ml, se acidifican con ácido nítrico

a pH <2 y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: espectrofotómetro de absorción atómica con atomizador de llama.

Método: Absorción atómica - EPA 600/R-94/111, método 200.2/SM 3111 B.

Principio del método: en la espectroscopia de absorción atómica de llama la muestra es aspirada en una llama y atomizada y sobre ella se dirige un rayo luminoso que pasa por un monocromador y de allí a un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado. Para cada metal se utiliza como fuente luminosa una lámpara compuesta de dicho elemento, lo que se debe a que cada metal tiene su propia longitud de onda.

Procedimiento: Lectura directa de llama de aire-acetileno en espectrofotómetro de absorción atómica usando una lámpara de zinc.

Límite de detección: 0,030 mg/L

Límite de cuantificación: 0,060 mg/L

Plata

Las muestras se toman en envases de plástico de 500 ml, se acidifican con ácido nítrico a pH <2 y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Espectrofotómetro de absorción atómica.

Método: Absorción atómica - EPA 600/R-94/111, método 200.2/SM 3111 B.

Principio del método: En la espectroscopia de absorción atómica de llama la muestra es aspirada en una llama y atomizada y sobre ella se dirige un rayo luminoso que pasa por un monocromador y de allí a un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado. Para cada metal se utiliza como fuente luminosa una lámpara compuesta de dicho elemento, lo que se debe a que cada metal tiene su propia longitud de onda.

Procedimiento: Lectura directa de llama de aire-acetileno en espectrofotómetro de absorción atómica usando una lámpara de plata.

Límite de detección: 5 µg/L

Límite de cuantificación: 10 µg/L

Cianuro

Las muestras se toman en envases de plástico y se refrigeran a 4°C hasta el momento del análisis.

Instrumental: Equipo destilador de Cianuros. Espectrofotómetro. Cubeta con paso de luz de 1 cm.

Método: Standard Methods – Método colorimétrico previa destilación - 4500 CN – C y E.

Principio del método: El cianuro de Hidrógeno (HCN) es liberado a partir de una muestra acidificada, por destilación y purga con aire. El gas HCN se recoge pasándolo a través de una solución depuradora de NaOH. La concentración de CN de esta solución se determina por método colorimétrico.

En el destilado alcalino obtenido en el tratamiento previo de destilación, el CN⁻ se convierte en CNCl por reacción con Cloramina-T a pH < 8 sin hidrolizarse a CON⁻. Cuando ha terminado la reacción, CNCl forma un tinte rojo-azul al añadir reactivo de piridina-ácido barbitúrico.

Procedimiento: Tomar una porción del líquido de absorción obtenido en la destilación, cuya concentración no supere los 10 mg de CN/L y diluir a 20 ml con solución de dilución de NaOH. Pasar a un matraz aforado o tubo Nessler de 50 ml, agregar 4ml de tampón fosfato, agitar y agregar 2 ml de solución de Cloramina-T, mezclar. Añadir inmediatamente 5 ml de solución de piridina-ácido barbitúrico y mezclar con cuidado. Diluir a 50 ml con agua destilada y mezclar nuevamente. Esperar 8 minutos y medir la absorbancia en espectrofotómetro a 578 nm. No deben pasar más de 15 minutos de agregada la solución piridina-ácido barbitúrico para realizar la lectura espectrofotométrica. Preparar una curva de calibrado.

Límite de detección: 40 µg/L

Límite de cuantificación: 80 µg/L

Hidrocarburos

Los Hidrocarburos son compuestos químicos constituidos principalmente por Carbono e Hidrógeno y que pueden contener en menor proporción otros elementos como Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Cloro, Bromo, Iodo, Flúor, Azufre. Pueden encontrarse en el ambiente en

estado de gas, líquido o sólido, dependiendo del número de átomos de carbono y de los otros elementos que lo componen.

Existen dos grupos que son los más importantes: los Hidrocarburos Alifáticos de Cadena lineal o Parafínicos, que contienen entre 8 y 23 átomos de Carbono en sus moléculas y los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PHAs), muchos de los cuales poseen efectos cancerígenos y teratogénicos.

La contaminación de cuerpos de agua superficial o subterránea como consecuencia del incremento en el uso del petróleo y sus derivados ocurre cada vez más frecuentemente, produciendo cambios en las características organolépticas del agua, afectando la biodiversidad de estos cuerpos y representando su ingestión un gran riesgo para la salud humana.

Este tipo de contaminación puede presentarse de forma puntual o sistemática. La forma puntual ocurre generalmente de manera fortuita y las sistemáticas caracterizan a aquellas aguas que son contaminadas por la actividad antropogénica que en ellas se realiza. Las fuentes de contaminación pueden ser simples o múltiples y también el tipo de contaminantes puede variar y estar formado por uno o varios componentes del petróleo.

Instrumental: Espectrofotómetro IR en el rango 3200-2700 centímetro a la menos uno y balanza analítica.

Método: EPA418.1 (1986)

Principio del método: Las muestras acidificadas a pH <2 se extraen con percloroetileno. Se remueven las interferencias con silica gel y se miden los hidrocarburos de petróleo totales recuperables por comparación de la observancia de la muestra extraída y estándares de hidrocarburos en perclorotileno.

Procedimiento: tomar 500 o 100 ml de muestra acuosa y colocar en ampolla de decantación. En caso que la muestra no haya sido preservada durante el muestreo acidificar con ácido clorhídrico a pH <2. Agregar a la ampolla de decantación 15ml o 30ml de percloroetileno agitar durante 2 minutos. Dejar decantar para separar las fases y filtrar el extracto orgánico con papel de filtro whatman 40 impregnado con 1 o 2 gramos de sulfato de sodio anhidro. Repetir dos veces más la extracción con solvente fresco. Recoge los extractos en matraz de 50ml. y enazar a volumen con percloroetileno. Agregar 3gramos de silica gel agitar vigorosamente y dejar decantar. Medir la absorbencia del sobre nadante en espectrofotómetro IR, previamente

medir un blanco con solvente percloroetileno. Realizar curva de calibración.

Límite de detección: 0,3 mg/L

Límite de cuantificación: 0,5 mg/L

Biocidas: Plaguicidas organoclorados, Plaguicidas organofosforados, glifosato, isotiazolinonas.

Los biocidas son sustancias químicas empleadas por el hombre para controlar o combatir algunos seres vivos considerados como plagas. De acuerdo a la Convención de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, 9 de los 12 más peligrosos y persistentes son biocidas o plaguicidas. Durante los años 1980, la aplicación masiva de plaguicidas fue considerada, generalmente, como una revolución de la agricultura. Eran relativamente económicos, muy efectivos y su aplicación llegó a ser una práctica común como medida preventiva aun sin ningún ataque visible. No obstante, la experiencia ha demostrado que este método no sólo perjudica el medio ambiente, sino que a la larga es también ineficaz. Donde se han utilizado los plaguicidas de manera indiscriminada, las especies de las plagas se han vuelto resistentes y difíciles o imposibles de controlar y en algunos casos se ha creado resistencia en los vectores de ciertas enfermedades, o han surgido nuevas plagas agrícolas. Los biocidas o plaguicidas pueden clasificarse de diversas maneras: según el uso o destino de aplicación, según su aplicación específica (insecticida, fungicida, acaricida, herbicida, etc), según su grado de peligrosidad (baja toxicidad, tóxicos, nocivos, muy tóxicos) o según su constitución química (carbamatos, organoclorados, organofosforados, piretroides, etc).

Los efectos de los plaguicidas en la calidad del agua están asociados a diversos factores como ser: ingredientes activos, aditivos que se mezclan con los ingredientes activos, productos de degradación química, microbiana o fotoquímica del ingrediente activo, entre otros.

Los efectos ecológicos de los plaguicidas en el agua están determinados por los siguientes criterios: toxicidad, persistencia, productos degradados y destino ambiental dentro del medio (columna de agua, sedimentos o biota).

Plaguicidas Organoclorados:

Son compuestos con un alto potencial carcinogénico, poseen elevada toxicidad crónica y son altamente tóxicos y residuales, de ahí su importancia de incluirlos en los estudios de

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

calidad de agua.

Químicamente son moléculas orgánicas con sustituyentes cloros en varios lugares de su estructura y cuanto mayor es la sustitución menor es la capacidad de degradación de los mismos. En muchos casos los compuestos productos de la degradación son también tóxicos. Por ejemplo el DDT es degradado a DDD y DDE, que son compuestos bastante estables, de larga vida en el medio en el que se encuentran y pueden ser también muy tóxicos y, el Lindano, que presenta una estructura anular compleja, puede degradarse en dos compuestos: 2, 4,5-triclorofenol y 2, 3,5-triclorofenol que causan muchos problemas de sabor en el agua además de olor a moho.

Instrumental: Cromatógrafo gaseoso con detector de captura electrónica (ECD), columna HP-5 de fase estacionaria. Baño de ultrasonido. Balanza analítica. Baño de agua termoestabilizado. Estación de vacío para cartuchos. Evaporador bajo atmósfera de nitrógeno.

Método: EPA SW 846 método 8081 A.

Principio del método: los plaguicidas de las muestras de agua se extraen con hexano y se analizan por cromatografía gaseosa, usando una columna capilar de fase estacionaria no polar y detección por captura electrónica, previa eliminación de las impurezas por limpieza en columna abierta o sílica gel. La separación y detección de los componentes es posteriormente registrada e integrada para su cuantificación contra un patrón de mezcla (o individual según corresponda) de plaguicidas organoclorados.

Procedimiento: colocar entre 500 y 1000ml de muestra en ampolla de decantación y se agregar 250µl de la solución de trabajo. Agregar entre 50 y 100ml de diclorometano, agitar y dejar decantar para separar las fases. Recoger la fase orgánica pasando por embudo con papel de filtro conteniendo sulfato de sodio anhidro. Acondicionamiento de la columna: pasar un volumen de diclorometano. Un volumen de columna de acetonitrilo, un volumen de columna de metanol y dos volúmenes de columna de agua a pH 2 HCl. Carga de muestra: cargar la muestra en el cartucho, una vez que paso la muestra dejar secar el cartucho durante 25 minutos mediante pasaje de aire, empleando sistema de vacío. Elución: debajo de cada cartucho colocar un tubo tipo Hach. Colocar 3ml de solución de acetato de etilo/ácido fórmico (99/1), dejar en remojo durante 2 minutos y luego eludir por gravedad, sin aplicación de vacío. Evaporar el extracto orgánico bajo una corriente suave de nitrógeno a 40°C hasta sequedad. Disolver el residuo en 1ml de n-hexano. Realizar lectura contra una curva de calibración.

Límite de detección: 0,1 µg/L

Límite de cuantificación: 0,1 µg/L

Plaguicidas Organofosforados:

Los organofosforados son moléculas orgánicas complejas que contienen fósforo, que pueden hidrolizarse fácilmente por vía enzimática o no enzimática. Además de hidrólisis estos compuestos pueden sufrir reacciones fotoinducidas como la oxidación de grupos mercapto a sulfóxidos y sulfonas, por radiación ultravioleta se producen isomerizaciones de los ésteres fosfóricos para dar productos más tóxicos y por deshidrogenación pueden dar compuestos mucho más tóxicos que el original.

La velocidad de degradación puede ser bastante variable. Por ejemplo, el Paration se hidroliza lentamente, degradándose un 50% del mismo en 120 días a pH neutro, mientras que el DDVP se degrada rápidamente un 50% en sólo 8 horas a pH neutro.

Instrumental: Cromatógrafo gaseoso con detector de captura electrónica (ECD), columna HP-5 de fase estacionaria. Baño de ultrasonido. Balanza analítica. Baño de agua termoestabilizado. Estación de vacío para cartuchos.

Método: EPA SW 846 método 8270 D

Principio del método: El método se basa en la extracción y aislamiento de los pesticidas organofosforados y su cuantificación e identificación por cromatografía gaseosa con detección de espectrometría de masas.

Procedimiento: tomar un volumen de 500ml de muestra colocar en ampolla de decantación, agregar 50ml de diclorometano agitar y dejar decantar, recoger la fase orgánica pasando por embudo con papel de filtro y sulfato de sodio anhidro. Evaporar el extracto orgánico con corriente de nitrógeno a 40°C o dejar bajo campana a temperatura ambiente hasta sequedad. Disolver el residuo en 1ml de diclorometano e inyectar en el cromatógrafo. Preparar curva de calibración con los distintos estándares.

Límite de detección: 5µg/L

Límite de cuantificación: 5µg/L

Glifosato:

El glifosato o N-(fosfonometil) glicina es un herbicida utilizado para eliminar malezas al ser absorbidos por las hojas.

Para la OMS los compuestos que contienen glifosato están clasificados como fuertemente irritantes y el ingrediente activo, que es el glifosato, está calificado como altamente tóxico.

El glifosato es una sustancia biodegradable, que una vez en contacto con la tierra es absorbido por las partículas coloidales del suelo y degradado por microorganismos hasta sustancias simples como CO₂ y H₂O.

El herbicida que contiene glifosato más conocido comercialmente es el Round-Up, compuesto por Polioxietileno amina, ácidos orgánicos de Glifosato, Isopropilamina y agua.

Instrumental: Cromatografo liquido de alta resolución (HPLC) con detector de fluorescencia. Columna de acero inoxidable de fase reversa lichrocart NH2-125-4. Balanza analítica. Agitador tipo vortex y peachimetro.

Método: AOAC international vol 83 N°3,2000/SM 6651-22 edition.

Principio del método: el método establece condiciones de extracción y análisis por HPLC de glifosato y AMPA en muestras acuosas. Se realiza una derivatizacion pre columna del glifosato y AMPA con FMOC-Cl (9-fluorenilmetilcloroformiato); esta redacción forma compuesto que son analizados y cuantificados por cromatografía liquida con detector de fluorescencia

Procedimiento: tomar tres mililitros de muestra, agregar un mililitro de buffer tetraborato de sodio 0,1M, agitar con vortex, verificar que la muestra tenga pH entre 9 y 10. Agregar 0,5 ml de solución FMOC-Cl, agitar 30 segundos en vortex y dejar reaccionar 30 minutos a temperatura ambiente. Filtrar la muestra por membrana de 0,22µ, colocar en un vial de 2 ml para su análisis por HPLC.

Límite de detección: 100 µg/L

Límite de cuantificación: 100 µg/L

Isotiazolinonas o Isotiazolonas:

Son compuestos utilizados como bactericidas de amplio espectro, efectivos a bajas

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

concentraciones y en un amplio rango de pH. Pueden controlar bacterias aerobias y anaerobias, incluso las sulfatoreductoras, como así también hongos y algas.

Son muy utilizados para el control de Legionella, aerobios mesófilos y biofilms y como generalmente no tienen propiedades surfactantes se pueden combinar con muchos dispersantes e inhibidores de corrosión, por lo que son requeridos como bactericidas para industrias papeleras y como agentes conservantes en la industria de las pinturas.

Estos compuestos pueden ser corrosivos, nocivos por inhalación, ingestión y en contacto con la piel. Son tóxicos para los organismos acuáticos y pueden provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Los más utilizados son el 5-cloro-2-metil-4-isotiazolín-3-ona (CMI) y el 2-metil-4-isotiazolín-3-ona (MI).

Instrumental: Cromatografo liquido de alta resolución (HPLC) acoplado a un espectrómetro de masas.

Método: HPLC.

Principio del método: Las isotiazolinonas se determinan por HPLC MS/MS. La técnica consiste en una separación cromatografica por interacción del analito de interés con una columna de HPLC C18. La detección se realiza mediante un espectrómetro de masa con triplecuadruplo, esto permite una alta sensibilidad y selectividad de los compuestos de interés

Procedimiento: la muestra no requiere mayores tratamientos y se inyecta de forma directa, filtrada por filtro de jeringa de nylon de 0,22 micrómetros. Para asegurar la identidad de los compuestos se monitorean dos transiciones (rupturas de la molécula de interés por colisiones dentro del equipo) que son específicas según la identidad del analito. La transición más intensa se emplea como cuantificador y la segunda transición sirve para asegurar la identidad del compuesto de interés. Además cada muestra se adiciona con una determinada cantidad del analito para asegurar que no haya interferencias de otras sustancias de la matriz

Límite de detección 5-cloro-2-metil-4-izotiazolin-3-ona (bactericida): 0,5 µg/L

Límite de cuantificación 5-cloro-2-metil-4-izotiazolin-3-ona (bactericida): 0,5 µg/L

Límite de detección 2-metil-4-izotiazolin-3-ona (bactericida): 0,1 µg/L

Límite de cuantificación 2-metil-4-izotiazolin-3-ona (bactericida): 0,1 µg/L

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

8. LEY VIII-Nº 11 (EX 2267) - EMISIÓN DE EFLUENTES INDUSTRIALES

Valores Máximos Admisibles establecidos en el Anexo I de la Ley VIII – Nº 11 (ex – 2267) del Régimen de Radicación y Habilitación Industrial y las Normas Reglamentarias de Emisión de Efluentes Industriales.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO
Temperatura	°C	45
pH	UpH	6,0 – 9,0
Sólidos Sedimentables 120'	ml/L	1,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	30
Oxígeno Consumido (Cuando la DBO no se pueda realizar)	mg/L	20
Sustancias Solubles en Éter Etilico	mg/L	100
Amoníaco (NH ₃)	mg/L	5,0
Arsénico	mg/L	0,1
Sustancias Activas al Azul de Metileno (Detergentes)	mg/L	0,5
Bario	mg/L	1
Hierro soluble	mg/L	3,0
Boro	mg/L	1,0
Cadmio	mg/L	0,1
Cianuro	mg/L	0,2
Cobre	mg/L	1,0
Compuestos Fenólicos	mg/L	0,2
Cromo	mg/L	0,1
Manganeso	mg/L	0,5
Mercurio	mg/L	0,002
Níquel	mg/L	1,0
Nitrato (NO ₃ -)	mg/L	45
Plata	mg/L	0,001
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,01
Sulfuros	mg/L	1,00
Zinc	mg/L	5,0
Coliformes totales	NMP/100ml	20.000
Coliformes fecales	NMP/100ml	2.000
Cloro Residual (para Demanda de Cloro satisfecha)	mg/L	0,1 (después de 15 minutos de agregado)

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

**9. RESOLUCIÓN S.G. N° 585 DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1995 (MODIFICA EL
 REGLAMENTO SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS RECURSOS
 HÍDRICOS RELACIONADOS CON EL SANEAMIENTO AMBIENTAL,
 DESCRIPTO EN LA RESOLUCIÓN S.G. N° 396 DEL 13 DE AGOSTO DE 1993, A
 CARGO DEL SERVICIO NACIONAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL,
 SENASA. CAPÍTULO V**

De las Normas de descargas de efluentes a los recursos hídricos superficiales.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO	OBSERVACIONES
Temperatura	°C	< 35	La elevación de la temperatura del cuerpo receptor no debe exceder en 3 °C en el punto de descarga.
pH	UpH	5,0 – 9,0	
Sólidos Sedimentables 120'	ml/L	1,0	Test de una hora en cono
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mgO2/L	50	
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	150	
Oxígeno Disuelto	mgO2/L	≥ 4	
Grasas y Aceites	mg/L	Hasta 50 Hasta 20	Aceites vegetales y grasas animales Aceites minerales
Sólidos en suspensión	mg/L	80	
PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO EN 24 HORAS	OBSERVACIONES
Amoniaco (NH3)	mgN/L	5,0	
Arsénico	mg/L	0,2	
Bario	mg/L	5,0	
Hierro soluble (Fe++)	mg/L	15,0	
Boro	mg/L	5,0	
Cadmio	mg/L	0,2	
Cianuro	mg/L	0,2	
Cobre	mg/L	1,0	
Índice de Fenoles	mgC6H5OH/L	0,5	
Cromo Total	mg/L	2,1	
Cromo Hexavalente	mg/L	0,1	
Cromo Trivalente	mg/L	2,0	
Manganeso soluble	mg/L	1,0	
Mercurio	mg/L	0,01	
Níquel	mg/L	2,0	
Plata	mg/L	0,02	
Selenio	mg/L	0,02	
Sulfuros	mg/L	1,0	
Sulfitos	mg/L	1,0	
Zinc	mg/L	5,0	
Compuestos Organofosforados y carbonatos totales	mg/L	0,25	Expresado en Paratión
Sulfato de carbono	mg/L	1,0	
Tricloroeteno	mg/L	1,0	
Tetracloruro de carbono	mg/L	1,0	
Dicloroeteno	mg/L	1,0	
Compuestos Organoclorados no listados más arriba	mg/L	0,05	

10. RESOLUCIÓN 222/02, SECRETARÍA DEL AMBIENTE, REPÚBLICA DEL PARAGUAY. PADRÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.

Dónde se establece la siguiente clasificación, según sus usos preponderantes:

-Clase 1 - aguas destinadas a:

- a) Abastecimientos domésticos previo tratamiento simplificado.
- b) Protección de las comunidades acuáticas.
- c) Recreación con contacto primario (natación, esquí acuático).
- d) Irrigación de hortalizas que son consumidas crudas, las frutas que crecen en los suelos y que sean ingeridas crudas, sin la remoción de la película.
- e) Cría natural y/o intensiva (acuicultura), de especies destinadas para la alimentación humana.

-Clase 2 – aguas destinadas a:

- a) Abastecimiento domestico previo tratamiento convencional.
- b) Protección de las comunidades acuáticas.
- c) Recreación con contacto primario (natación, esquí acuático).
- d) Irrigación de hortalizas y plantas fructíferas.
- e) Cría natural y/o intensiva (acuicultura), de especies destinadas para la alimentación humana.

-Clase 3 – aguas destinadas a:

- a) Abastecimiento doméstico previo tratamiento especial.
- b) Irrigación arbórea, jardín y forrajeras.
- c) Recreación con contacto secundario.

-Clase 4 – aguas destinadas a:

- a) Navegación.
- b) Armonía paisajística.
- c) Usos menos exigentes.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

11. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS CUENCA DEL PLATA
SELECCIÓN DE LOS NIVELES GUIA DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCION DE
LOS DIFERENTES USOS DEL RECURSO (1987)

USO I: Agua para consumo humano con tratamiento convencional

USO II: Agua para actividades recreativas con contacto directo

USO III: Agua para actividades agropecuarias

USO IV: Protección vida acuática

PARAMETROS	UNIDAD	I	II	III	IV
Temperatura	°c	*	*	*	*
Turbidez	UNT	*	*	*	*
pH	UpH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Conductividad	µs/cm	*	*	*	*
Oxígeno disuelto (OD)	mgO2/l	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 5
DBO - 20°C	mgO2/l	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3
Cloruros	mg/l	250	*	250	*
Nitrógeno amoniacal	mg N/l	≤ 0,5	*	*	0,02(+)
Nitrógeno de Nitratos	mg N/l	≤ 10	*	*	*
Nitrógeno de Nitritos	mg N/l	≤ 0,1	*	*	≤ 0,06
Coliformes totales	NMP/100ml	≤ 5000(-)	≤ 1000	*	*
Coliformes fecales	NMP/100ml	≤ 1000 (-)	≤ 200	*	*
Compuestos fenólicos	mg fenol/l	≤ 0,001	*	*	≤ 0,001
Cianuros	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,005
Arsénico	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05
Cadmio	mg/l	≤ 0,005	≤ 0,005	≤ 0,005	≤ 0,0002
Cobre	mg/l	≤ 0,1	*	≤ 0,2	≤ 0,002
Plomo	mg/l	≤ 0,05	*	≤ 0,05	≤ 0,001
Zinc	mg/l	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 0,03
Hierro total	mg/l	*	*	≤ 5	≤ 0,03
Cromo total	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,002
Mercurio	µg/l	≤ 0,2	≤ 0,2	*	≤ 0,1
DQO	mg/l	*	*	*	*
Fósforo total	mg/l	*	*	*	*
Detergentes aniónicos	mg/l	≤ 0,5	*	*	*
Hidrocarburos totales	mg/l	≤ 0,2	*	*	*
Comp.org.tóx.orig.ind.		8	*	*	6
Plaguicidas		8	*	*	6
Sulfatos	mg/l	≤ 200	*	*	*
Dureza	mgCO3Ca/l	≤ 100	*	*	*
Calcio	mg/l	*	*	*	*
Sodio	mg/l	*	*	*	*
Potasio	mg/l	*	*	*	*
Fluor	mg/l	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	*
Boro	mg/l	≤ 1	*	*	≤ 0,75
Manganeso	mg/l	≤ 0,05	*	≤ 0,2	≤ 0,1

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Aluminio	mg/l	≤ 0,2	*	≤ 5	≤ 0,1
Selenio	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,001
Bario	mg/l	*	*	*	*
Plata	mg/l	≤ 0,05	*	*	≤ 0,0001
Niquel	mg/l	≤ 0,025	*	≤ 0,2	≤ 0,025
Estaño	mg/l	*	*	*	*

(+) Como NH₃ no ionizado

(-) el 80 % de los datos colectados deben cumplir

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

**12. RESOLUCIÓN S.G. N° 585 DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1995 (MODIFICA EL
REGLAMENTO SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS RECURSOS
HÍDRICOS RELACIONADOS CON EL SANEAMIENTO AMBIENTAL,
DESCRITO EN LA RESOLUCIÓN S.G. N° 396 DEL 13 DE AGOSTO DE 1993, A
CARGO DEL SERVICIO NACIONAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL,
SENASA-CAPITULO IV**

PARAMETROS	UNIDAD	Clase N° 1	Clase N° 2	Clase N° 3	Clase N° 4
Temperatura	°c	--	--	--	--
Turbidez	UNT	<40	< 100	< 100	< 100
pH	UpH	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
Conductividad	µs/cm	--	--	--	--
Oxígeno disuelto (OD)	mgO2/l	> 6	> 5	> 4	> 2
Color	UC	15	75	75	>100
DBO - 20°C	mgO2/l	3	5	10	15
Cloruros	mg/l	Máx 150	Máx 250	Máx 250	Máx 250
Nitrógeno amoniacal	mg N/l	Máx 0,016	Máx 0,016	Máx 0,082	Máx 0,082
Amoníaco	mgNH3/L	Máx 0,02	Máx 0,02	Máx 0,1	Máx 0,1
Nitrógeno de Nitratos	mg N/l	Máx 10	Máx 10	Máx 10	Máx 10
Nitrógeno de Nitritos	mg N/l	Máx 1,0	Máx 1,0	Máx 1,0	Máx 1,0
Coliformes totales	N° Colonias/100ml	<1.250	<1.250	<20.000	<20.000
Coliformes fecales	N° Colonias/100ml	< 250	< 250	< 4.000	< 4.000
Compuestos fenólicos	mg fenol/l	Máx 0,001	Máx 0,001	Máx 0,3	Máx 1,0
Cianuros	mg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,2	Máx 0,2
Arsénico	mg/l	Máx 0,05	Máx 0,05	Máx 0,05	Máx 0,05
Cadmio	mg/l	Máx 0,001	Máx 0,001	Máx 0,001	Máx 0,001
Cobre	mg/l	Máx 0,02	Máx 0,02	Máx 0,5	Máx 0,5
Plomo	mg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,03	Máx 0,03
Zinc	mg/l	Máx 0,18	Máx 0,18	Máx 5,0	Máx 5,0
Cobalto	mg/l	Máx 0,2	Máx 0,2	Máx 0,2	Máx 0,2
Hierro total	mg/l	--	--	--	--
Hierro soluble	mg/l	Máx 0,3	Máx 0,3	Máx 5,0	Máx 5,0
Cromo total	mg/l	Máx 0,55	Máx 0,55	Máx 0,55	Máx 0,55
Cromo hexavalente	mg/L	Máx 0,05	Máx 0,05	Máx 0,05	Máx 0,05
Cromo trivalente	mg/L	Máx 0,5	Máx 0,5	Máx 0,5	Máx 0,5
Mercurio	mg/l	Máx 0,0002	Máx 0,0002	Máx 0,002	Máx 0,002
Manganeso	mg/l	Máx 0,1	Máx 0,1	Máx 0,5	Máx 0,5
Aluminio	mg/l	Máx 0,1	Máx 0,1	Máx 0,1	Máx 0,1
Selenio	mg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01
Bario	mg/l	Máx 1,0	Máx 1,0	Máx 1,0	Máx 1,0
Plata	mg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,05	Máx 0,05
Níquel	mg/l	Máx 0,025	Máx 0,025	Máx 0,025	Máx 0,025
Estaño	mg/l	Máx 2,0	Máx 2,0	Máx 2,0	Máx 2,0
Berilio	mg/l	Máx 0,1	Máx 0,1	Máx 0,1	Máx 0,1
Litio	mg/l	Máx 2,5	Máx 2,5	Máx 2,5	Máx 2,5
Vanadio	mg/l	Máx 0,1	Máx 0,1	Máx 0,1	Máx 0,1
Uranio	mg/l	Máx 0,02	Máx 0,02	Máx 0,02	Máx 0,02
Boro	mg/l	Máx 0,75	Máx 0,75	Máx 0,75	Máx 0,75

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Fluor	mg/l	Máx 1,4	Máx 1,4	Máx 1,4	Máx 1,4
Sulfatos	mg/l	Máx 250	Máx 250	Máx 250	Máx 250
Sulfuros	mg/l	Máx 0,002	Máx 0,002	Máx 0,3	Máx 0,3
Fluoruros	mg/l	Máx 1,4	Máx 1,4	Máx 1,4	Máx 1,4
Sólidos Sedimentables	ml/L	--	--	--	--
SDT	mg/l	Máx 500	Máx 500	Máx 500	Máx 500
SST	mg/l	--	--	--	--
SSEE (Grasas y Aceit)		Ausentes	Ausentes	Ausentes	--
DQO	mg/l	--	--	--	--
Fósforo total	mgP/l	Máx 0,025	Máx 0,025	Máx 0,025	Máx 0,025
Detergentes aniónicos o SAAM	mg/l	Máx 0,5	Máx 0,5	Máx 0,5	Máx 0,5
Hidrocarburos totales	mg/l	--	--	--	--
Compuestos					
Organofosforados y carbonatos totales	µg/l en Paration	Máx 10	Máx 10	Máx 100	Máx 100
1,1 Dicloro Etano	mg/l	Máx 0,0003	Máx 0,0003	Máx 0,0003	Máx 0,0003
1,2 Dicloro Etano	mg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01
2,4 - D	µg/l	Máx 4,0	Máx 4,0	Máx 4,0	Máx 4,0
2,4,5 - TP	µg/l	Máx10	Máx10	Máx10	Máx10
2,4,5 - T	µg/l	Máx 2,0	Máx 2,0	Máx 2,0	Máx 2,0
2,4,6 - Triclorofenol	mg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01
Aldrín	µg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01
Benceno	mg/l	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01	Máx 0,01
Benzo - Pireno	mg/l	Máx 0,00001	Máx 0,00001	Máx 0,00001	Máx 0,00001
Carbaril	µg/l	0,02	0,02	70	70
Clordano	µg/l	0,04	0,04	0,3	0,3
DDT	µg/l	0,002	0,002	1,0	1,0
Demeton	µg/l	0,1	0,1	14	14
Dieldrin	µg/l	0,005	0,005	0,03	0,03
Endrin	µg/l	0,004	0,004	0,2	0,2
Epóxido de Heptacloro	µg/l	0,01	0,01	0,1	0,1
Gluton	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005
Heptacloro	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Malation	µg/l	0,1	0,1	100	100
Metoxicloro	µg/l	0,03	0,03	30	30
Paration	µg/l	0,04	0,04	35	35
Pentaclorofenol	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Tetracloro Eteno	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Tetracloruro de Carbono	mg/l	0,003	0,003	0,003	0,003
Toxafeno	µg/l	0,01	0,01	5	5
Tricloro Eteno	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03

Clase N° 1: Aguas destinadas al abastecimiento para consumo humano, sometidas al simple proceso de desinfección para su potabilidad. No se tolerará la carga de efluentes alguno, aun cuando hayan sido tratados y cumpla la norma de descarga. Los parámetros de calidad de estas aguas son los listados en columna N° 1.

Clase N° 2: Aguas destinadas al abastecimiento para consumo humano después de ser sometidas a tratamiento convencional para su potabilidad, para la recreación por contacto

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

primario. Podrán ser descargados efluentes siempre y cuando, hayan sido tratados, y no perjudiquen su calidad normal, cuyas características son las de columna N° 2.

Clase N° 3: Aguas destinadas al abastecimiento para consumo humano después de ser sometidas a tratamiento convencional para su potabilidad, para preservación de vida acuática, para consumo de animales. Podrán ser descargados efluentes, siempre y cuando hayan sido tratados, y no perjudiquen su calidad natural, cuyas características se describen en columna N° 3.

Clase N° 4: Aguas destinadas al abastecimiento para consumo humano después de ser sometidas a tratamiento avanzado para su potabilidad, para uso industrial y a otros destinos menos exigentes. Podrán ser descargados efluentes tratados y que no perjudiquen su calidad natural. Características en columna N° 4.

13. TABLA CON TECNICAS UTILIZADAS

Seguidamente se presenta una tabla con parámetros, unidades, métodos, precisión y límites referente a las técnicas analíticas utilizadas.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Parámetros	Unidad	Método	Norma	Precisión		Límites	
				(CV%)	(+/-)	LD	LC
Temperatura	°C	Termométrica/Electrométrica	SM 2550-B	10	0,1	0,1	0,2
Color	uC	Comparación visual	SM 2120-B	--	--	5	5
OD	mgO ₂ /L	Electrodo de membrana	SM 4500.O-G	11	0,11	0,2	0,3
pH	upH	Electrométrico	SM 4500.H+-B	7	0,07	0,1	0,2
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	SM 2510-B	10	0,1	0,1	0,2
Sólidos Sedimentables	ml/L	Gravimétrico	SM 2540-F	10	0,1	0,1	0,2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Gravimétrico	SM 2540-CyE	20	0,2	2	4
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Gravimétrico	SM 2540-DyE	20	0,2	2	4
Sulfuros	mg/L	Yodométrico	SM 4500-E	10	0,1	0,1	0,2
DBO	mgO ₂ /L	Método de dilución (incubación a 20°C-5 días)	SM 5210-B	16	0,16	2,0	4,0
DQO	mgO ₂ /L	Reflujo abierto	SM 5220-B	10	0,1	0,1	0,2
N-NO ₃	mg/L	Espectrométrico UV selectivo	SM 4500.NO ₃ --B	1	0,01	0,01	0,02
N-NO ₂	mg/L	Colorimétrico-sulfanilamida	SM 4500.NO ₂ --B	0,07	0,0007	0,001	0,002
N-NH ₃	mg/L	Espectrofotométrico-Nessler	SM 4500.NH ₃ -B y C	1	0,01	0,02	0,03
Ortofosfato Soluble	mgPO ₄ ³⁻ /L	Espectrofotométrico-Ácido ascórbico	SM 4500.P-A, B y E	0,1	0,001	0,005	0,006
SSEE	mg/L	Extracción en frío	OPN	8	0,08	20	30
SAAM	mg/L	Surfactante aniónico como SAAM	SM 5540-C	0,8	0,008	0,01	0,02
Fenoles	mg/L	Extracción de cloroformo-Espectrofotométrico-Persulfato-	SM 5530-C	0,08	0,0008	0,001	0,002
Manganeso	mg/L	Espectrofotométrico	SM 3500.Mn-D	3,9	0,039	0,040	0,050
Hierro	mg/L	Fenantrolina-Espectrofotométrico	SM 3500.Fe-D	1	0,01	0,01	0,02
Aluminio	mg/L	Eriocromo cianina R-Espectrofotométrico	SM 3500.Al-D	0,5	0,005	0,01	0,02

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Cromo total	µg/L	Absorción Atómica	EPA 600/R-94/111 Método 200.9 / SM 3113 B	1,4	0,014	5,0	10
Cadmio total	µg/L	Absorción Atómica	EPA 600/R-94/111 Método 200.9 / SM 3111 B	2,3	0,023	5,0	10
Zinc total	mg/L	Absorción Atómica	EPA 600/R-94/111 Método 200.2 / SM 3111 B	2,4	0,024	0,030	0,060
Plata	µg/L	Absorción Atómica	EPA 600/R-94/111 Método 200.9/ SM 3111 B	-	-	5,0	10
Cianuro	µg/L	Método colorimétrico	SM 4500CN-E	-	-	4	8
Hidrocarburos Totales	mg/L	Extracción con percloroetileno	EPA418.1 (1986)	-	-	0,5	0,5
Pesticidas Organoclorados	µg/L	Método cromatografía gaseosa	EPA SW 846 método 8081 A.	-	-	0,1	0,1
Pesticidas Organofosforados	µg/L	Método cromatografía gaseosa	EPA SW 846 método 8270 D	-	-	5	5
Glifosatos	µg/L	Método HPLC	AOAC international vol 83 N°3,2000/ SM 6651-22 edition.	-	-	100	100
5-cloro-2-metil-4-izotiazolin-3-ona (bactericida)	µg/L	Método HPLC	-	-	-	0,5	0,5
2-metil-4-izotiazolin-3-ona (bactericida)	µg/L	Método HPLC	-	-	-	0,1	0,1
Ácido abietico	mg/L	Método HPLC/extracción con resina amberlita XAD-2	-	-	-	0,0025	0,0025
Ácido diabietico	mg/L	Método HPLC/extracción con resina amberlita XAD-2	-	-	-	0,0015	0,0015

14. BIBLIOGRAFÍA

-APHA – AWWA – WPCF – Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.

17 Edición – Ediciones Díaz de Santos, S.A. 1.992 – Madrid, España.

-Toma de Muestras y Determinaciones Analíticas en Suelos y Aguas.

Ministerio de Agricultura y Ganadería – Provincia de Santa Fe – 1982.

Metodología para la Evaluación de la Calidad del Agua.

Paredes, D., Guerrero, J., Castaño, JM. – Scientia et Technica N° 5 - 2001.

-METCALF & EDDY – Ingeniería de Aguas Residuales – Vol I

Ediciones Mc Graw Hill – España.

-Monitoreo y Evaluación de Calidad de Agua. Plan para la definición de una línea de base del Río Negro.

Departamento de Calidad Ambiental. División de Evaluación de la Calidad Ambiental. DINAMA. Agosto 2.011

www.mvotma.gub.uy

-Monitoreo de la Calidad de Agua del Embalse San Roque. Efecto de Contaminantes por descarga de Efluentes.

Natalia Crema, Andrea Fernández y otros

Instituto Nacional de Agua. www.ina.gov.ar

-Análisis de la Composición Iónica de las Aguas del Embalse San Roque, Córdoba.

Rodríguez, Granero y otros

XIX Congreso Nacional del Agua – Villa Carlos Paz, Córdoba. Agosto 2.002.

Instituto Nacional de Agua. www.ina.gov.ar

-Informe Final – Diagnóstico, Plan Monitoreo, Modelo Conceptual – Funcionamiento Calidad de Agua Embalse RAPEL.

CEA – Global Environmet – Diciembre de 2.010 – Chile

-Proyecto Hidroeléctrico Reventazón: Estudios Ambientales Adicionales. Parte B:

Estudio Calidad de Agua.

ICE – American Development Bank.

Integrated Environments – ERM – APPLIED AQUATIC. Research Ltd. 2.012-

-OPS, OMS. La Calidad del Agua Potable en América Latina.

Ilsi Press – Washington D.C. – 1.996-

-Manual Análisis de Calidad de Agua.

Bióloga Margarita Aurazo de Zumaeta.

OPS/CEPIS/PUB/02.93 – Lima 2.004-

-Agua para Bebidas de Bovinos.

Ricardo L. Sager. INTA E.E.A. San Luis – Reedición de la serie técnica N° 126 – 2.000-

-Aspectos Biológicos de la Calidad del Agua.

Bióloga Margarita Aurazo de Zumaeta.

[www.bvsde.paho.org/bvsatr/full text/tratamiento/manual I/Tomo I/ma1_cap2.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/full%20text/tratamiento/manual%20I/Tomo%20I/ma1_cap2.pdf)

-Análisis del Ciclo del Carbono en Embalses y su posible efecto en el cambio climático.

Aplicación al Embalse de Susqueda (Río Ter, NE España).

Antoni Palau, Miguel Alonso, David Corregidor.

Fundación para el fomento de la Ingeniería de Agua. ISSN: 1134-2196

Presentado en la Sesión Monográfica “Agua y Energía” de las Jornadas de Ingeniería del Agua, celebradas en Madrid – Octubre 2009-

-Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 74. AIDIS. Argentina.

ISSN: 0328-2937. Mayo-Junio 2.004-

-Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 81. AIDIS. Argentina.

ISSN: 0328-2937. Julio-Agosto 2.005-

-El Fósforo, Parámetro crítico de Calidad de Agua. Técnicas Analíticas y de Muestreo.

Judith Sánchez de Fuentes.

XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitaria e Ambiental. Venezuela.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

-Determinación Espacio-temporal de la concentración de Fósforo en el lago Tota.

Cordero – Ruíz – Vargas

Revista colombiana de Química – Volumen 34 – N° 2 – 2.005-

-Avalúo de Riesgo de Sustancias Fenólicas en la descarga de una Planta de Agua Potable.

Wanda Ivette Ríos Martínez.

Universidad Metropolitana – Escuela graduada de Asuntos Ambientales. Puerto Rico.
Mayo 2.009-

-El Cianuro en la minería: algunas observaciones sobre la Química, Toxicidad y Análisis de las Aguas Asociadas con la Minería.

Robert Morán Ph.D.

Ediciones del Tribunal Latinoamericano del Agua.

<http://tragua.com/wp-content/uploads/2013/10/El-cianuro-en-la-mineria.pdf>

-Minería Argentina. Todas las respuestas. Cianuro.

Cámara Argentina de Empresarios Mineros.

<http://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2013/10/Miner%C3%ADa-Argentina-Todas-las-Respuestas-Cianuro.pdf>

-Estudio sobre Metales Pesados en sedimentos en la cuenca del Jequetepeque, Perú.

Planas Martín, Miriam

<http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/10583>

-Evaluación de la contaminación por metales pesados y arsénico en sedimentos en embalses del estado de Chihuahua, México.

Hernández García, Sosa Cerecedo y otros.

Revista latinoamericana de Recursos Naturales. 4 (2): 89-94, 2.008-

-Evaluación del grado de Contaminación por Pesticidas Organoclorados del Río Otún, mediante GC-MS.

Jéssica Maritza Usma Ríos y otros.

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

Scientia et Technica Año XIV – N° 40. Universidad Tecnológica de Pereira.

ISSN 0122-1701. Diciembre 2.008-

-Degradación e Inactivación de Plaguicidas.

aguas.igme.es/igme/publica/libro28/pdf/lib28/3_degra.pdf

-Características generales de los Plaguicidas Organoclorados. BVSDE.

www.bvsde.pho.org/bvsacd/eco/033965/033965-02-A1PDF

-Toxicología-Plaguicidas Organofosforados 1° Parte.

[www.estrucplan.com.ar-salud, seguridad y medio ambiente en la industria.](http://www.estrucplan.com.ar-salud,seguridad_y_medio_ambiente_en_la_industria)

-Determinación de Plaguicidas Organoclorados en Agua Potable de CD, Victoria, Tamps y su Potencial riesgo para la salud.

M.C. Olga Guadalupe Ramos García.

Universidad Autónoma de Nueva León – Dirección General de Bibliotecas.

-Control Microbiológico en la Industria Papelera.

Claudia Esperanza Torres García.

Memorias para optar al grado de Doctor. Universidad Complutense de Madrid.

Madrid 2.012-

-Biocidas para el control de aguas de refrigeración.

Gregori de Dios. Director Técnico STENCO. División circuitos industriales.

[www.cresca.upc.edu/.../Gregori_de_Dios_Visio_generica_dels_Biocidas.](http://www.cresca.upc.edu/.../Gregori_de_Dios_Visio_generica_dels_Biocidas)

-Mecanismo de acción de biocidas a base de Isotiazolonas.

www.kurimexicana.com/agualog-diciembre-2013-biocidasbase.shtml

-Diagnóstico de la presencia de Glifosato en Aguas superficiales de los Departamentos de Canindeyú y San Pedro.

Adam, F; Annett, B y otros.

Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.
Asunción, Paraguay –

Convenio
Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP)
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - UNAM

http://www.academia.edu/6434001/DIAGN%C3%93STICO_DE_LA_PRESENCIA_DE_GLIFOSATO_EN_AGUAS_SUPERFICIALES

-Impacto de Glifosato en el Medio Ambiente.

Recopilación hecha por Elizabeth Bravo.

rapaluruaguay.org/glifosato/Impactos_Glifosato_Medio_Ambiente.html

-Informe: Evaluación de la Información Científica Vinculada al Glifosato en su Incidencia sobre la Salud Humana y el Medio Ambiente.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 2.009-

-Estudio de la dinámica de los herbicidas Glifosato e Imazapir en distintos suelos de Argentina. Monitoreo de herbicidas en aguas subterráneas y superficiales. AEGA 1664 Proyecto INTA.

INTA 2.009-

-Determinación de Hidrocarburos en muestras de Agua y sedimento alrededor de la Isla Robinson Crusoe.

Christian Bonert y otros.

Revista Ciencia y Tecnología del Mar. ISSN 0718-0969 - Versión en línea.

Volumen 29 (2) – Comité Oceanográfico Nacional – Chile - 2.006-

-Informe final. Diseño de Monitoreo frente derrame de Hidrocarburos.

Consultor Gustavo Castro Varela. Ing. Ambiental.

Quillota, Chile – junio 2.007-

-Calidad de Agua: herramientas de interpretación.

www.region8water.org

-Organización Mundial de la Salud TDS en agua potable.

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/tds.pdf

-USEPA Regulaciones secundarias en el Agua potable.

<http://www.epa.gov/safewater/consumer/2ndstandards.html>