

**XXIV CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
PUNTA DEL ESTE, URUGUAY, NOVIEMBRE 2010**

**METODOLOGÍA DE MODELACIÓN PARA DIAGNÓSTICO Y
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE RECUPERACIÓN DE RÍOS
ALTAMENTE CONTAMINADOS**

*Angel N. Menéndez, Emilio A. Lecertúa, Pablo E. García, M. Fernanda Lopolito, Alejo Sarubbi,
Nicolás D. Badano, Mariano Re, y Fernando Re*

INA (Instituto Nacional del Agua) & UTN (Universidad Tecnológica Nacional)
Autop. Ezeiza-Cañuelas, Tramo J.Newbery, km 1.600, Ezeiza, Argentina
angel.menendez@speedy.com.ar

RESUMEN:

La calidad de aguas de la mayor parte del río Matanza-Riachuelo y de muchos de sus tributarios es altamente deficitaria. El diseño de soluciones para la recuperación del río se ha efectuado a través de un estudio detallado de modelación numérica. Se presenta una metodología para evaluar las principales fuentes de aporte de agua y cargas contaminantes. Se muestra la calibración del modelo de calidad de aguas. Este permite efectuar un diagnóstico para la situación presente de contaminación, y analizar escenarios futuros de saneamiento. Se diseñan dos proyectos alternativos para garantizar condiciones óxicas en el río Matanza-Riachuelo.

ABSTRACT:

The water quality for most of the Matanza-Riachuelo River, and many of its tributaries, is very low. The design of solutions for regeneration of the river has been undertaken through a detailed numerical modeling study. A methodology to evaluate the main water and pollutant sources is presented. The calibration of the water quality model is shown. The model allows performing a diagnosis of the present situation of high pollution, and analyzing future regeneration scenarios. Two alternative projects to guarantee oxic conditions in the Matanza-Riachuelo River are designed.

PALABRAS CLAVES:

Calidad de aguas, recuperación de ríos, modelación numérica.

INTRODUCCIÓN

El río Matanza-Riachuelo, de aproximadamente 70 km de extensión, es el principal curso de agua urbano que atraviesa la Región Metropolitana de Buenos Aires. La descarga no controlada de altas cantidades de materia orgánica, proveniente tanto de fuentes domésticas como industriales, genera condiciones anóxicas para la mayor parte del río, y durante la mayor parte del tiempo. Esto ha conducido a un estado general de abandono y degradación de todo el medio natural y antrópico circundante.

Como parte de un plan de recuperación, motorizado por demandas judiciales que alcanzaron pronunciamientos de la Suprema Corte, se conformó la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo (ACuMaR). Esta encargó a UTN-INA la implementación de un modelo numérico de calidad de las aguas, de modo de producir un diagnóstico de la situación presente, y ensayar alternativas de recuperación.

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

Se implementó un modelo hidrológico-hidrodinámico y de calidad de agua para toda la cuenca del Matanza-Riachuelo, utilizando el software Mike 11-ECOLAB (DHI). En la Figura 1 se indican los cursos representados explícitamente.

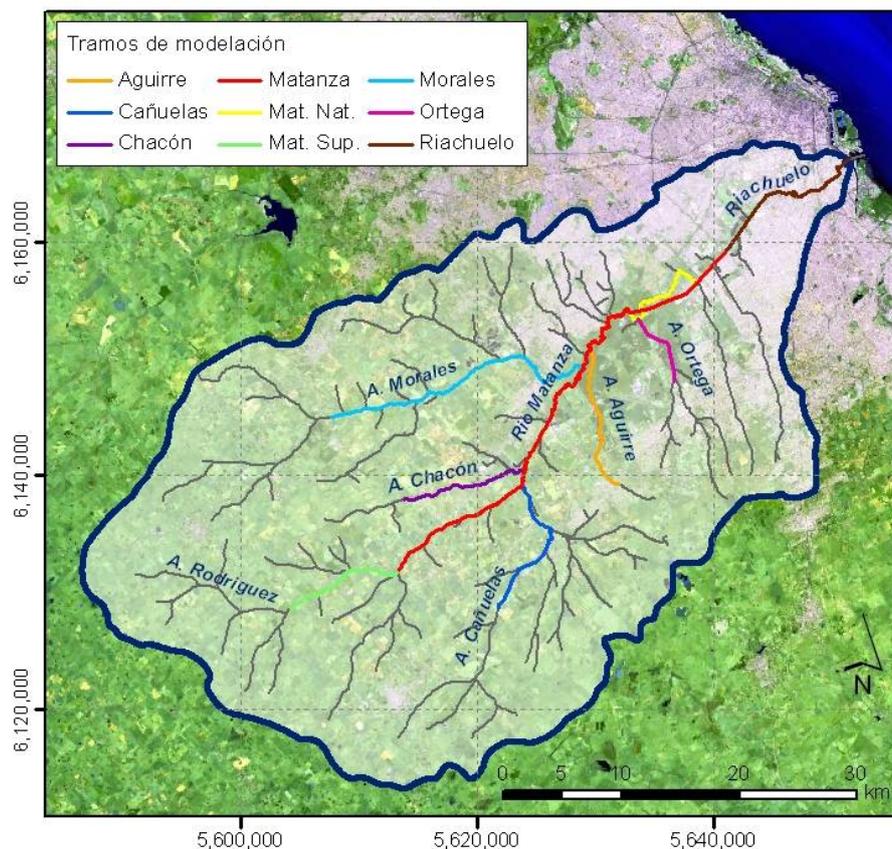


Figura 1.- Cursos de agua representados

Se identificaron cuatro fuentes principales de aporte de agua y carga contaminante:

I) Domésticas: corresponden a las aguas residuales de origen doméstico que no se incorporan a la red cloacal llegando a los cursos de agua como flujo superficial y subterráneo (fuentes difusas), y los vertidos provenientes de las plantas de tratamiento presentes en la cuenca

(fuentes puntuales). Se desarrolló un submodelo para estimar las descargas domésticas difusas en base a datos censales del INDEC de 2001. Se supuso un factor de emisión de agua y una concentración de DBO para la población. Se construyó un modelo de pérdida y atenuación de caudales y carga másica desde estas fuentes hacia los cursos de agua. Los cálculos de caudales y cargas másicas vertidos se efectuaron por partido y para la CABA, dado que ese es el nivel de agregación de la información censal. Prácticamente los partidos de La Matanza y Lomas de Zamora explican casi el 60 % de la carga de DBO. Para construir los diversos puntos de vertido se analizó las zonas servidas por AySA, de modo de asignar menor intensidad a las zonas adyacentes a áreas con mayor cobertura. Las plantas de tratamiento constituyen los aportes más significantes, los datos de caudales y cargas másicas de las plantas operadas por AySA fueron suministrados por dicha empresa, y en las demás plantas se estimaron estos valores.

II) Industriales: corresponden a las aguas residuales de origen industrial que descargan a los cursos de agua de la cuenca sin pasar por el sistema cloacal. Se contó con la base de datos de industrias de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) construida a partir de declaraciones juradas, y la base de datos MatRia, que contiene industrias ubicadas en la cuenca en base a un censo expeditivo. Se efectuó una interpretación de la carga difusa utilizando los datos de descargas disponibles de la base MatRia, considerados de menor certidumbre que los incluidos en la base SAyDS, resultando un agrupamiento de las industrias en 41 zonas. Al igual que en las fuentes domésticas, se generan pérdidas y atenuaciones de los caudales y cargas másicas producidos en el camino hacia los cursos de agua. En cuanto a las descargas puntuales, alrededor de 60 industrias explican el 95% de la producción de carga orgánica, a este conjunto se lo denomina "lista corta de industrias de la base SAyDS".

III) De lavado: estas fuentes se activan durante los eventos de lluvia, incluyen las asociadas a los residuos urbanos dispuestos en forma no controlada, que constituyen un aporte significativo llegando a los cursos de agua en forma distribuida. Se distinguieron diferentes valores de DBO de acuerdo al grado de desarrollo urbano. Para las subcuencas altamente urbanizadas (tramo inferior) se consideró un valor de 11 mg/l, que es un valor típico para un desagüe pluvial en una tal zona, de acuerdo al PGA(1995). Para las subcuencas medianamente urbanizadas (tramo intermedio) se lo disminuyó a 5 mg/l y para las subcuencas esencialmente rurales se fijó en 1 mg/l.

IV) Béntica: proviene de los sedimentos contaminados depositados en el fondo. Es relativamente baja en las actuales circunstancias de bajo contenido de oxígeno disuelto (OD) en la columna de agua, pero será significativa cuando comience a recuperarse la calidad de la columna de agua.

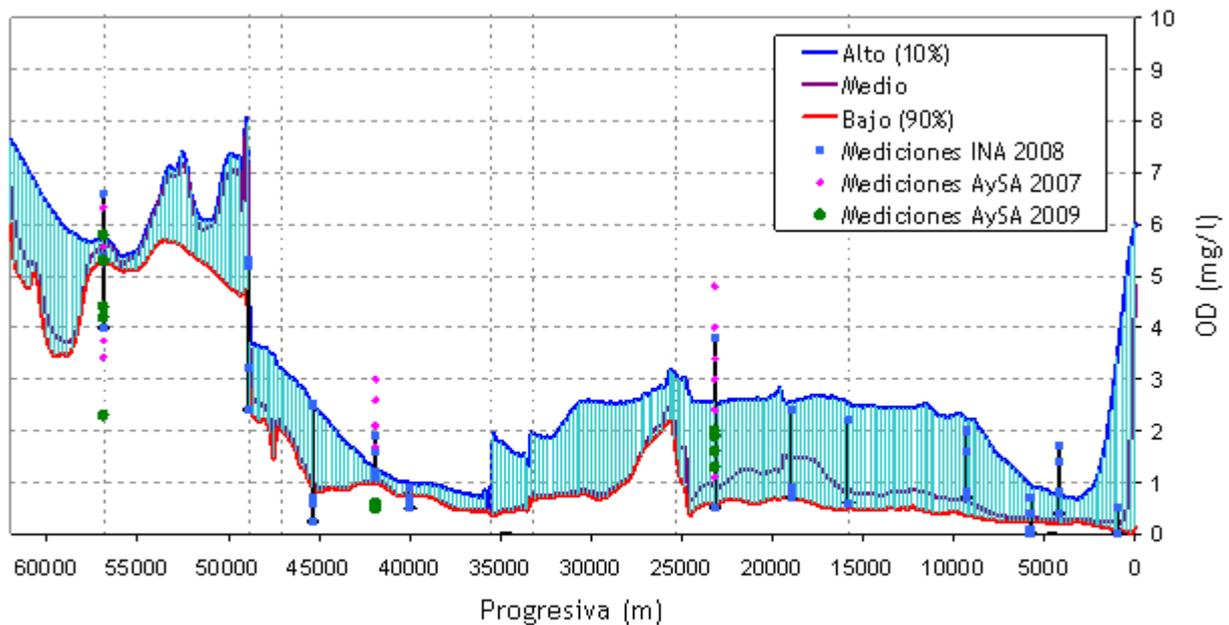
CALIBRACIÓN DEL MODELO

Se modelaron 16 parámetros de calidad de agua incluyendo OD, DBO, DQO, amonio, nitratos, detergentes, plomo y cromo entre otros.

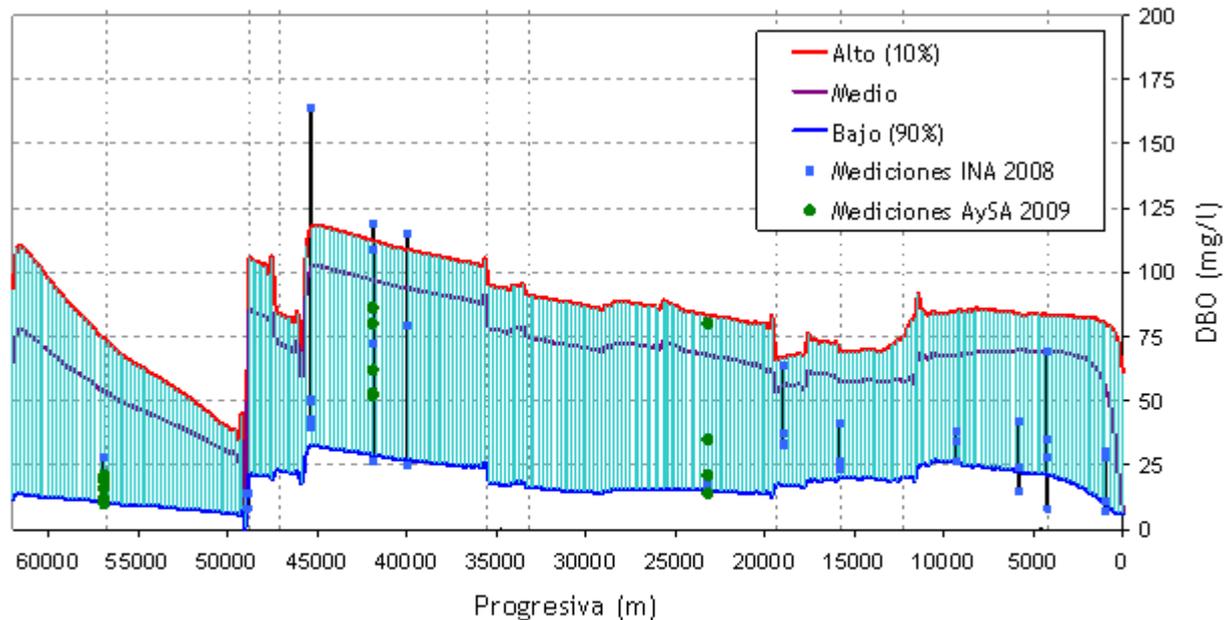
El modelo hidrológico-hidrodinámico fue calibrado en base a una serie de datos de caudales diarios de 3 años de duración (1966-1968) registrados en la autopista Riccheri.

Por su parte, el modelo de balance OD-DBO fue calibrado comparando los rangos definidos por las distribuciones de concentraciones superadas el 90% del tiempo (Baja) y el 10% del tiempo (Alta), con los rangos de valores medidos en muestras puntuales durante campañas de 2008 efectuadas por

el INA y por AySA en 2007 y 2009, de modo que las mediciones caigan mayormente dentro del rango más probable provisto por el modelo, tal como se muestra en la Figura 2 para el OD y DBO.



a) OD



b) DBO

Figura 2.- Distribución de OD y DBO a lo largo del Matanza-Riachuelo

DIAGNÓSTICO

La Figura 3 muestra la extensión de las zonas anóxicas (consideradas como aquellas donde el OD es menor a 2 mg/l) para la condición actual media, de acuerdo al modelo. Se observa que ellas se desarrollan no sólo en la cuenca baja, donde se concentra el conglomerado urbano, sino que también aparecen en la cuenca media y alta (esta última, de características esencialmente rurales), donde se asientan grandes industrias.

El modelo ha indicado que, para poder recuperar las condiciones óxicas, es necesario controlar simultáneamente las fuentes domésticas e industriales. En el caso de estas últimas, la mayor parte de la carga orgánica aportada proviene de un universo del orden del centenar de industrias, dentro de las miles asentadas dentro de la cuenca, por lo que resulta viable establecer una estrategia de control.

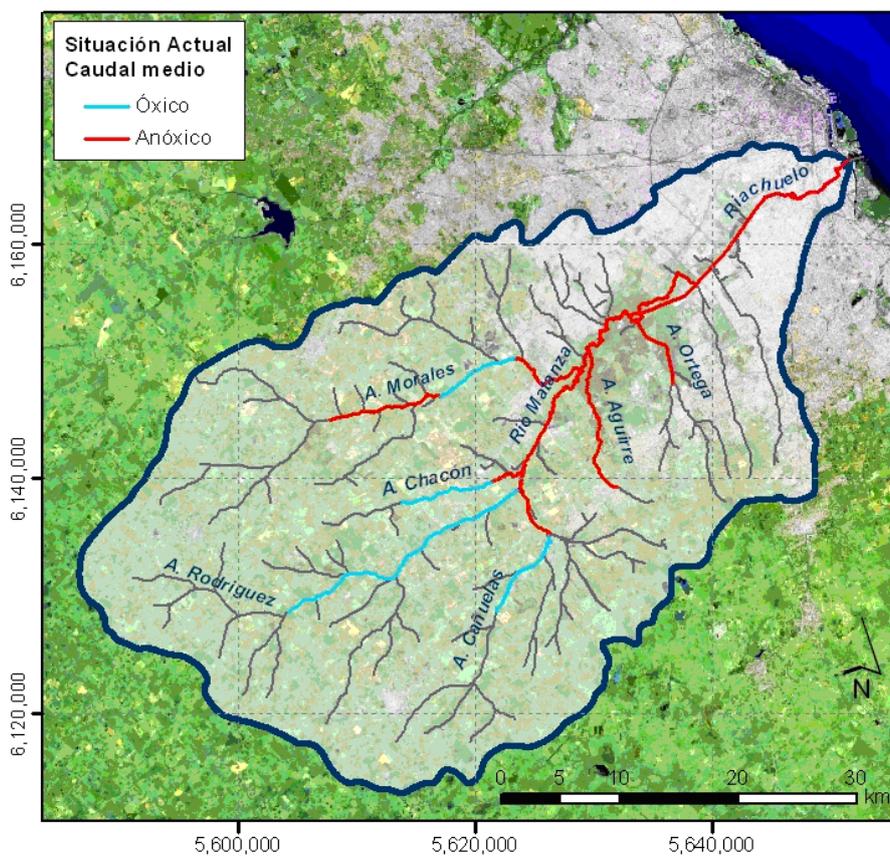


Figura 3.- Estado de situación

PLAN DE SANEAMIENTO

El Plan Integral de Saneamiento (PISA) surgió de la combinación y adaptación del Plan Director de AySA (PDA) y Planes de Reconversión Industrial (PRI) para las grandes industrias. La estrategia de saneamiento contempla alcanzar objetivos mensurables en cuanto a mejora de la calidad del agua tanto del Matanza-Riachuelo como de la Franja Costera del Río de la Plata. Dado el alto grado de contaminación actual del río, el objetivo de gestión planteado ha sido el de poder superar las condiciones de anoxia al menos en el tramo inferior. Esto evitaría la producción de malos olores, lo que constituye una mejora mensurable.

Los PRI están destinados a las mayores industrias contaminantes, de modo que desarrollen sistemas de tratamientos adecuados que permitan su conexión al sistema cloacal ó su vertido final al Río de

la Plata. La estrategia consiste en concentrarse, en primera instancia, en los mayores aportantes de carga orgánica al sistema, de modo de producir un efecto de saneamiento mensurable a partir del control de una cantidad limitada y manejable de industrias.

El PDA plantea la construcción de un Colector de Margen Izquierda para el Riachuelo, entre el aliviador del arroyo Cildañez y el Río de la Plata; un Colector Ribereño para la costa del Río de la Plata, entre el Partido de San Fernando y la boca del Riachuelo, que intercepta todas las descargas costeras; la construcción de un emisario subacuático de 11,5 km de extensión que parte desde cercanías de la desembocadura del Riachuelo; y la extensión del emisario subacuático de Berazategui desde los 2,5 km actuales a 7,5 km. Cada emisario estará precedido de Plantas de Pretratamiento. AySA ampliará las Plantas Depuradoras Sudoeste y El Jagüel, y construirá la Planta Gregorio de Laferrere, todas ellas descargando al río Matanza (Figura 4).

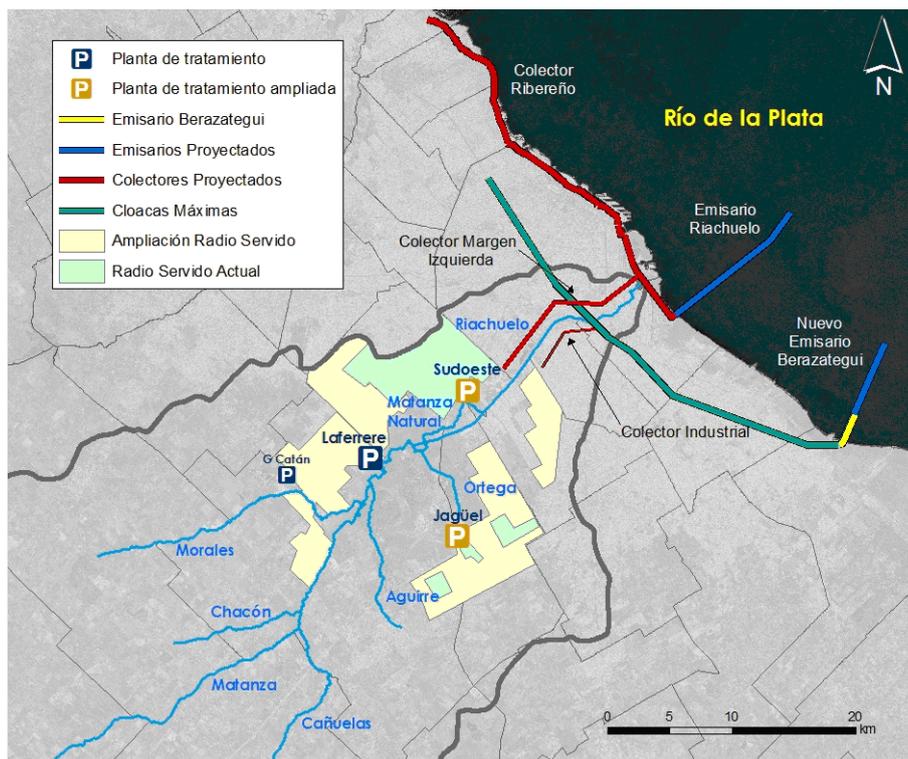


Figura 4.- Esquema del Plan Director de AySA

AJUSTE DEL PLAN DIRECTOR

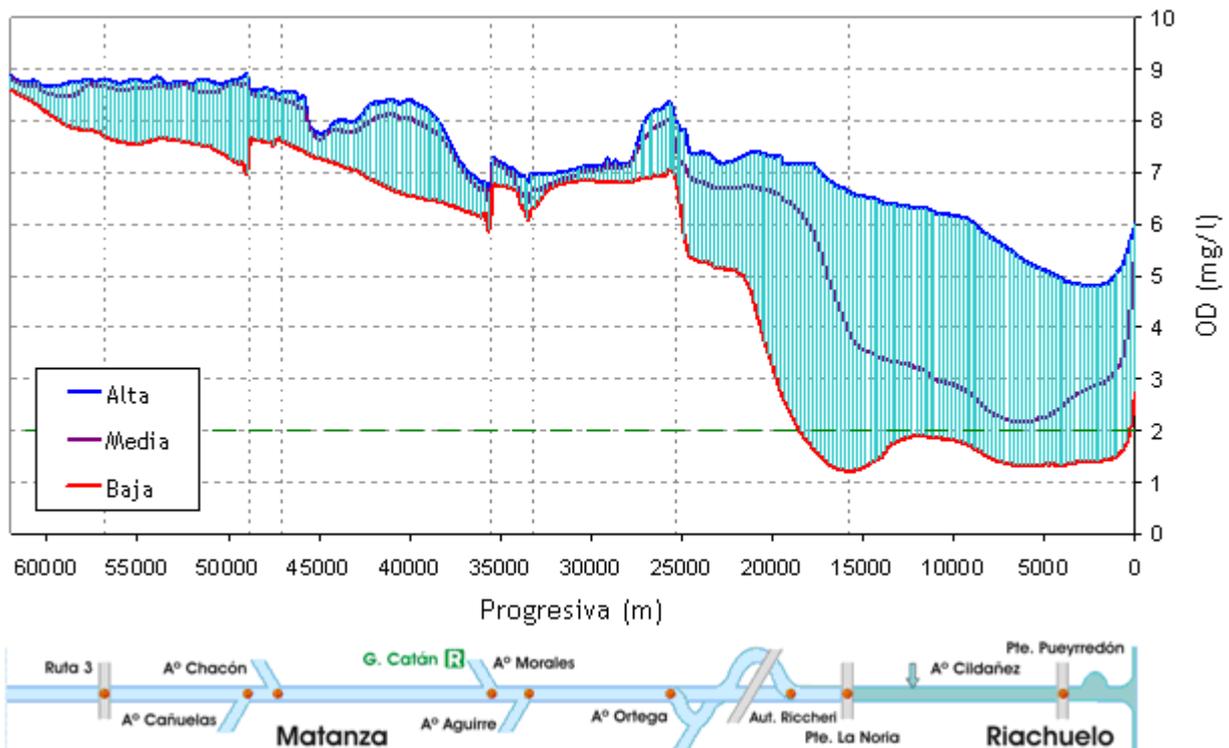
El modelo indicó que, para que fuera viable, el Plan Director debía ser corregido de acuerdo a una de las dos alternativas siguientes:

- A) la eliminación de las Plantas de Tratamiento descargando al Matanza, y la construcción de un Colector de Margen Derecha (CMD) para transportar hacia el Río de la Plata esos efluentes;
- B) la construcción de obras de aireación en la Cuenca Baja y descarga industrial controlada en la Cuenca Alta.

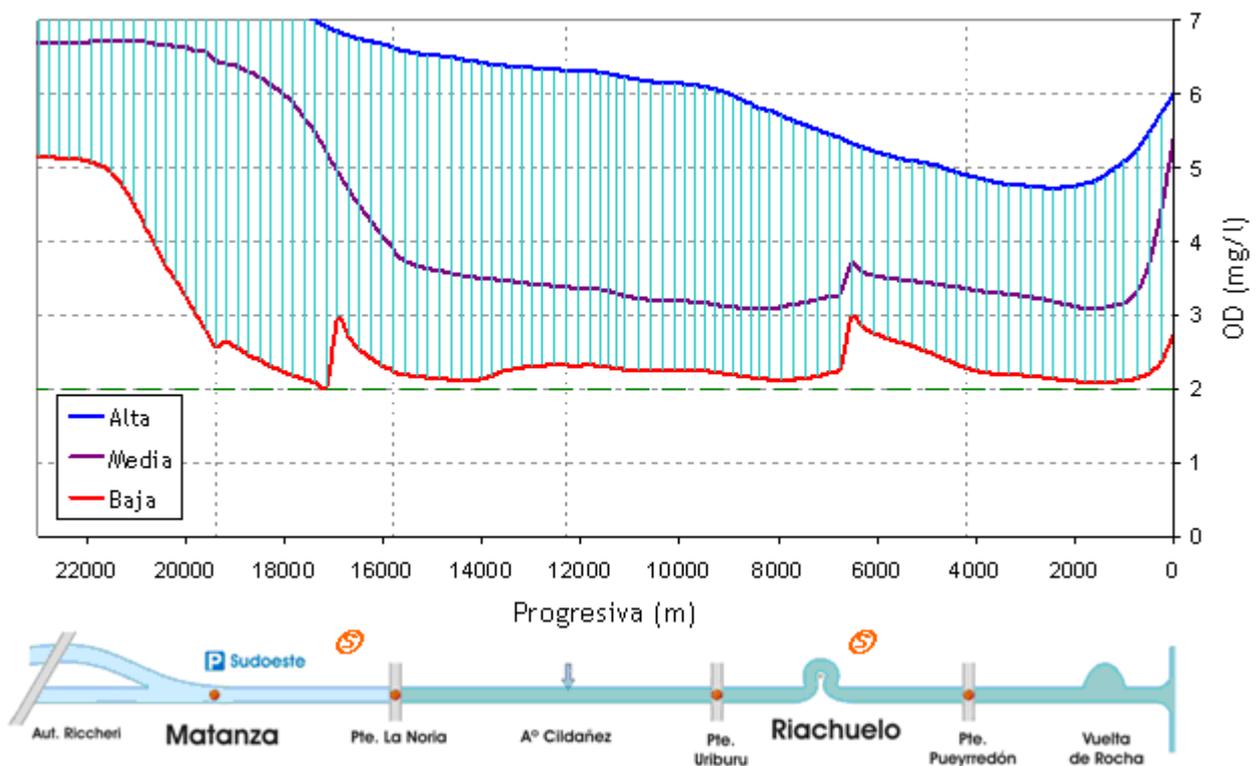
En ambos casos se utilizaron obras de aireación del tipo SEPA (Sidestream Elevated Pool Aeration). La aplicación de este sistema de aireación tiene como antecedente más significativo lo efectuado en el río Calumet, en Chicago, Illinois, EEUU. Allí se desarrolló el sistema conocido como estaciones SEPA que consiste en bombear una porción importante del agua del río aun

pequeño reservorio elevado, para dejarla caer al río nuevamente a través de una serie de cascadas, produciéndose de este modo la reaireación de la porción recirculada.

En las Figuras 5 y 6 se muestra la distribución de OD resultante del Matanza - Riachuelo para la Alternativa A y B respectivamente.

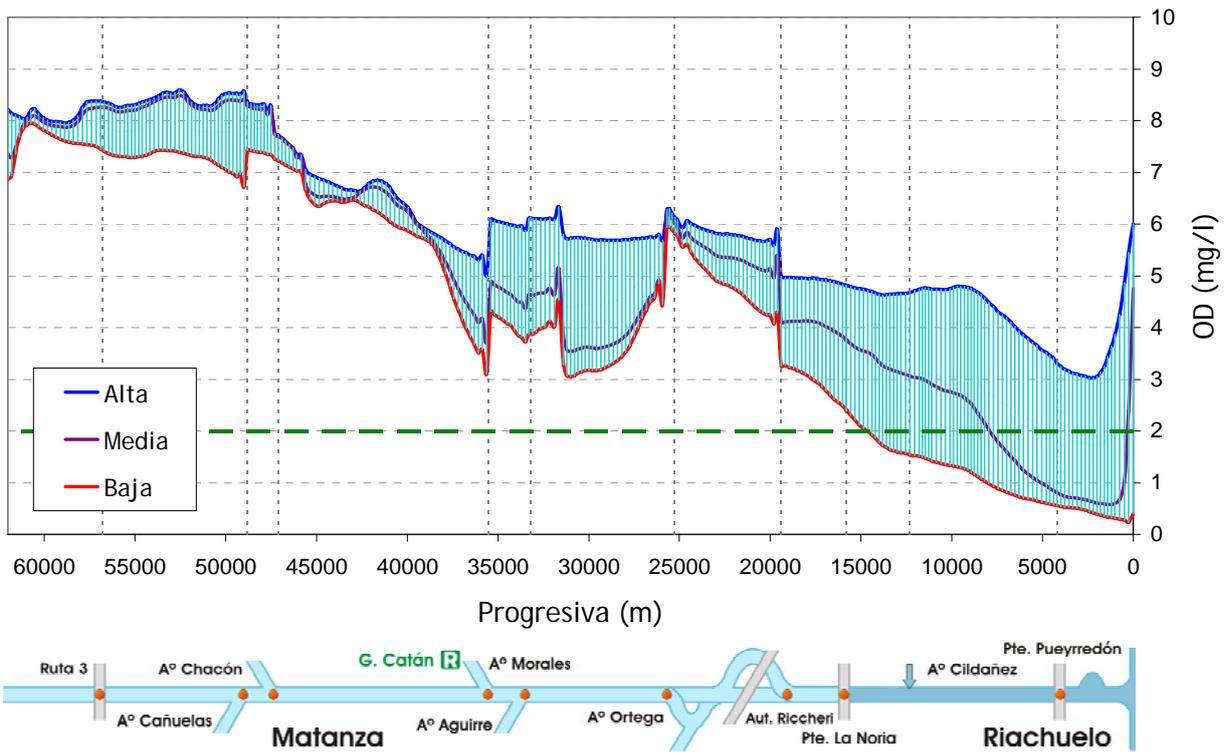


a) Matanza-Riachuelo sin estaciones de aireación

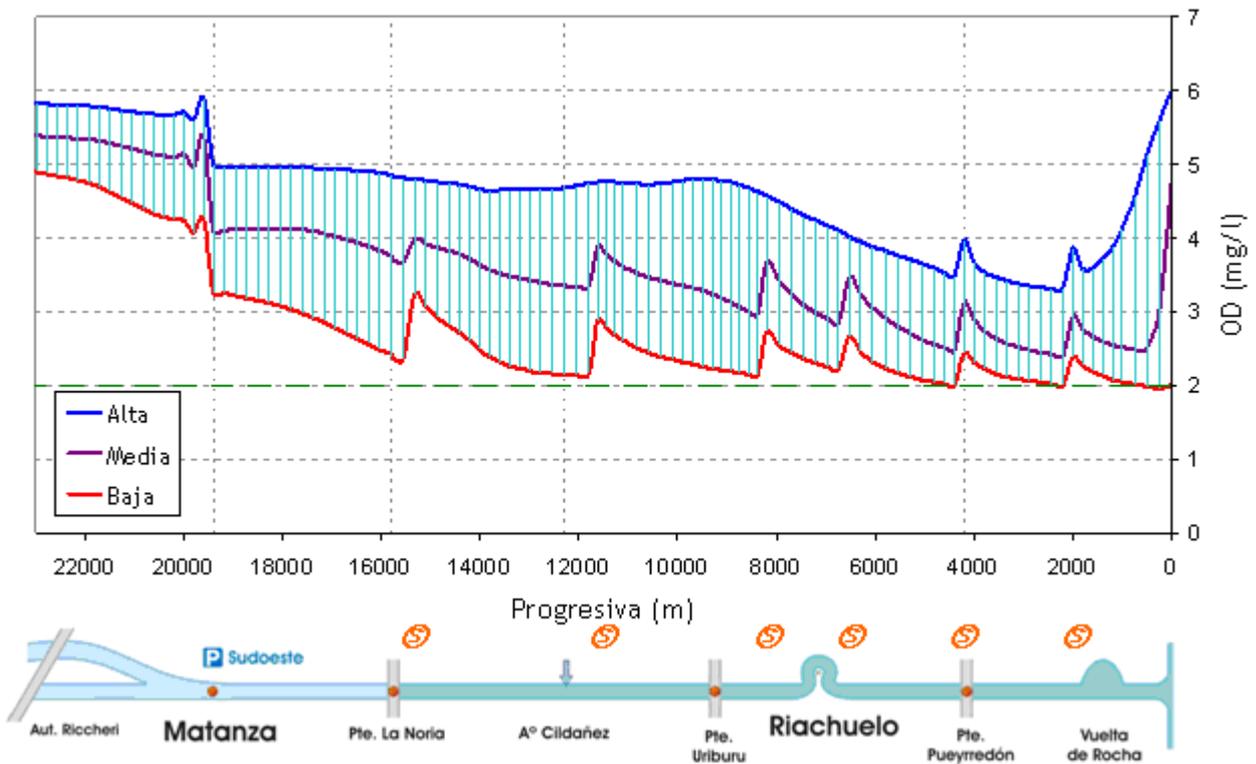


b) Tramo inferior con estaciones de aireación

Figura 5.- Distribución de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para la alternativa A



a) Matanza-Riachuelo sin estaciones de aireación



b) Tramo inferior con estaciones de aireación

Figura 6.- Distribución de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para la alternativa B

El modelo proveyó el dimensionamiento de las estaciones de aireación y su ubicación. Para la alternativa A se necesitaron 2 estaciones de aireación mientras que para la alternativa B 6 estaciones. En la figura 7 se muestran resultados adicionales que provee el modelo acerca del volumen bombeado y la capacidad de cada estación SEPA para la alternativa B.

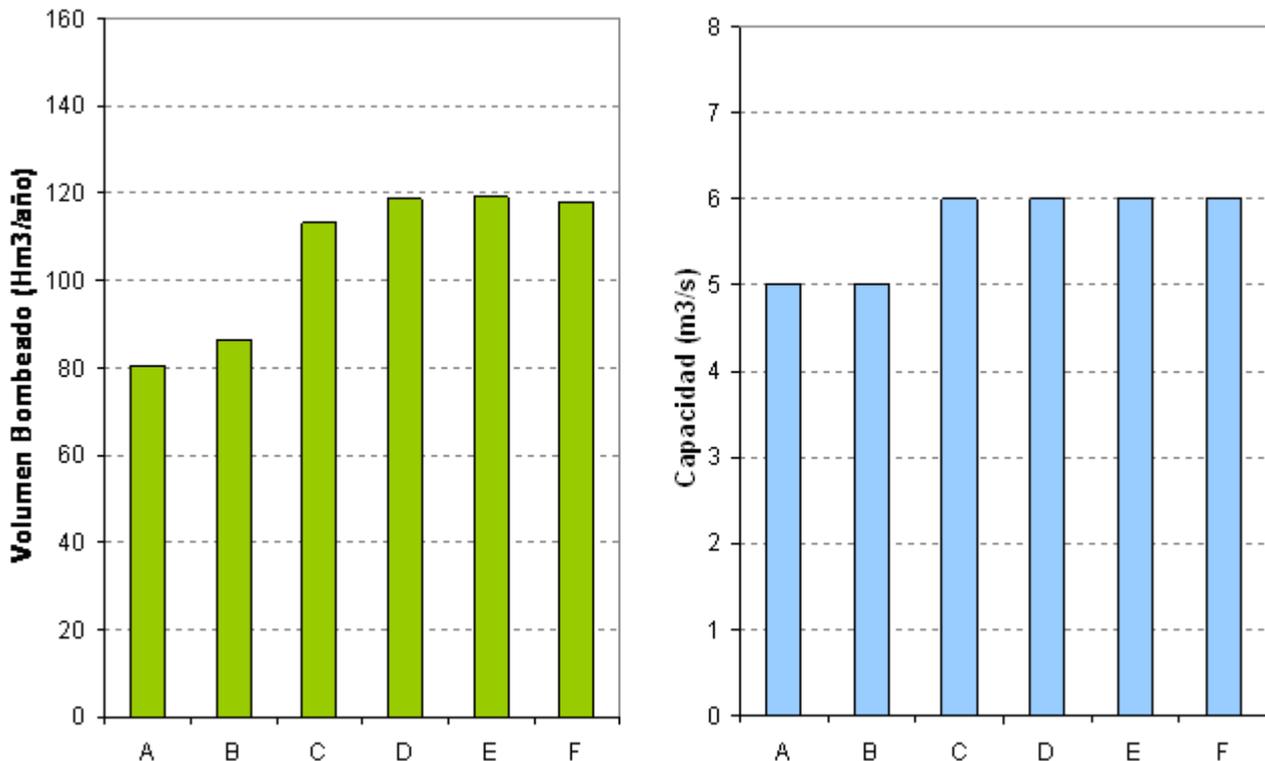


Figura 7.- Volumen y capacidad de las estaciones de aireación para la alternativa B

En base a estos estudios, en el año 2009 el Banco Mundial otorgó un préstamo, cuyo tramo inicial es de 800 millones de dólares, para ejecución de las acciones destinadas a la recuperación de la cuenca del Matanza-Riachuelo.

CONCLUSIONES

Del estudio efectuado se desprenden las siguientes conclusiones:

- La modelación dinámica de la calidad del agua de un río altamente contaminado, en combinación con un detallado análisis y evaluación de las cargas aportadas por las distintas fuentes de contaminación, constituye una herramienta eficaz para la toma de decisión en relación a proyectos de recuperación del recurso.
- En particular, la modelación permite ensayar y comparar la eficacia de distintas alternativas de recuperación.
- En el caso del Matanza-Riachuelo, la modelación condujo a la definición de dos soluciones posibles, las cuales se sometieron posteriormente a análisis complementarios para determinar la más conveniente.

REFERENCIAS

PGA(1995). "Plan de Gestión Ambiental y de Manejo de la Cuenca Hídrica Matanza-Riachuelo" - Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación, Anexo Técnico A - Modelos Matemáticos.