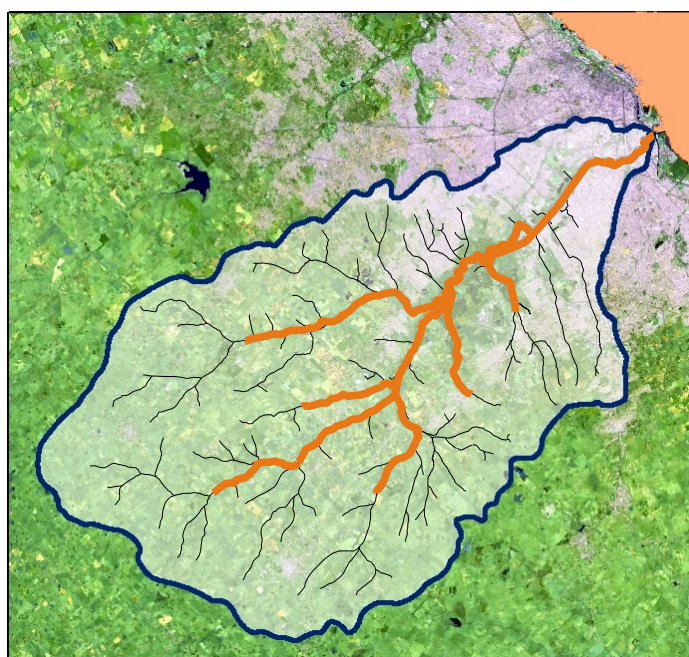


Modelación Matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el Estudio de Alternativas de Saneamiento



INFORME INTEGRADOR

Junio de 2008



Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sustentable
de la Nación



**COORDINADOR GENERAL POR LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL – FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA:**

Ing. Rubén RODRIGUEZ

DIRECTOR TÉCNICO:

Dr. Angel N. Menéndez

EQUIPO DE TRABAJO:

Sr. Nicolás BADANO

Ing. Pablo GARCÍA

Sr. Emilio LECERTÚA

Ing. Mag. María Fernanda LOPOLITO

Ing. Mag. Mariano RE

Sr. Julián RÍOS

Ing. Alejo SARUBBI

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	PLANTEO GENERAL DE MODELACIÓN	3
2.1	Sistema de estudio	3
2.2	Modelos de sub-sistemas	4
3	MODELO DEL MATANZA-RIACHUELO.....	6
3.1	Planteo del modelo.....	6
3.2	Hidrodinámica	9
3.2.1	Estadística de caudales	9
3.2.2	Caudal de lavado	12
3.2.3	Mareas.....	14
3.3	Fuentes domésticas	15
3.4	Fuentes industriales.....	18
3.5	Aportes puntuales.....	24
3.6	Fuentes de lavado	24
3.7	Sedimentos de fondo	25
3.8	Validación del modelo hidrodinámico	26
3.9	Calibración del modelo de calidad	28
3.10	Línea de base.....	32
4	MODELO DEL RÍO DE LA PLATA.....	40
4.1	Batimetría.....	40
4.2	Grilla de discretización	40
4.3	Canales de navegación	44
4.4	Aportes costeros.....	44
4.5	Concentraciones de fondo	50
4.6	Validación del modelo hidrodinámico	52
4.7	Validación del modelo de calidad del agua	60
4.8	Línea de base.....	87
5	ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO	94
5.1	Objetivos	94
5.2	Plan Director de AySA (PDA)	94
5.3	Programas de Reconversión Industrial (PRI).....	95
6	RESPUESTA DEL MATANZA-RIACHUELO.....	97

6.1	Representación del PDA + PRI.....	97
6.2	Resultados para el Escenario Parcialmente Centralizado (EPC).....	100
6.3	Variante centralizada.....	103
6.4	Resultados para el Escenario Totalmente Centralizado (ETC).....	105
7	RESPUESTA DEL RÍO DE LA PLATA.....	108
7.1	Representación del PDA + PRI.....	108
7.2	Zonas de uso.....	110
8	CONCLUSIONES	116

1 INTRODUCCIÓN

La calidad de las aguas de la mayor parte del río Matanza-Riachuelo y de muchos de sus tributarios es altamente deficitaria, llegándose incluso a una situación de anoxia en gran parte de su extensión. Esto surge como el efecto combinado de descargas domésticas de población no integrada a la red cloacal y efluentes industriales con poco o nulo nivel de tratamiento que llegan directa o indirectamente al curso de agua. Además, el vuelco de estas descargas sobre el Río de la Plata influencia negativamente, en forma significativa, la calidad de las aguas de la Franja Costera. A este deterioro también contribuyen las descargas contaminadas provenientes de las otras cuencas que desaguan al Río de la Plata.

Por otro lado, como parte del Plan Integral de Saneamiento Ambiental de la Cuenca Hídrica Matanza-Riachuelo (PISA) se incluyen los proyectos de extensión del emisario subfluvial de Berazategui y de construcción de un nuevo emisario (“Riachuelo”) a la altura de la desembocadura del A° Sarandí, que constituirán las salidas del sistema cloacal troncal de la Región Metropolitana de Buenos Aires.

El estudio de las soluciones para descontaminar la cuenca del Matanza-Riachuelo requiere, entonces, de un análisis integrado de todos los componentes descriptos, de modo de poder evaluar los beneficios y los costos, en términos de calidad, de las alternativas.

El objetivo del presente estudio, solicitado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) a la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda (UTN-FRA), es llevar adelante ese análisis integrado en base a la modelación matemática del transporte, dispersión y transformación de las cargas contaminantes en el río Matanza-Riachuelo y la Franja Costera del Río de la Plata.

Este Informe Integrador tiene como objetivo integrar los resultados presentados en varios Informes Parciales, donde se desarrollan los detalles aquí obviados. La estructura del Informe es como sigue. El capítulo 2 explica el planteo general que enmarca la modelación propuesta. En el capítulo 3 se describe la implementación y calibración del modelo del Matanza-Riachuelo y se establece su línea de base ambiental actualizada. Lo mismo se lleva a cabo en el capítulo 4 para el Río de la Plata. En el capítulo 5 se plantean objetivos

alcanzables a priori con las estrategias de saneamiento propuestas, y se describen brevemente los planes de obras y programas de reconversión. El capítulo 6 presenta y analiza los resultados del modelo del Matanza-Riachuelo para los escenarios de saneamiento. Similarmente, el capítulo 7 lo hace para el Río de la Plata. En el capítulo 8 se desarrollan las conclusiones.

2 PLANTEO GENERAL DE MODELACIÓN

2.1 Sistema de estudio

Al sistema bajo estudio se lo ha subdividido en una serie de sub-sistemas, a saber (Figura 2.1.1):

- La Cuenca del Matanza-Riachuelo (CMR).
- La Cuenca del Río Reconquista (CRR), en la que se incluye el tramo del río Luján que la conecta al Río de la Plata.
- La “Cuenca de los Arroyos Urbanos” (CAU), que comprende las cuencas de los arroyos que se desarrollan entre la CMR y la CRR (Maldonado, Medrano, etc.).
- La “Cuenca de los Arroyos del Sur” (CAS), que incluye las cuencas de los arroyos que se desarrollan entre la CMR y la ciudad de La Plata (Sarandí, Santo Domingo, etc.).
- El Río Paraná de las Palmas (RPP).
- La Franja Costera del Río de la Plata (FC1), que comprende la zona costera influenciada actualmente por las descargas desde la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA).
- La “Segunda Franja Costera del Río de la Plata” (FC2), adyacente a la anterior, hasta el límite del Corredor Palmas, es decir, la zona cuyas aguas tienen origen en lo descargado por el RPP^{1,2} (salvo las descargas relativamente menores en caudal desde las cuencas de la RMBA).

1 Jaime, P., Menéndez, A.N., Natale, O.E. Balance y Dinámica de Nutrientes Principales en el Río de la Plata Interior, Informe INA 10.4-01, setiembre de 2001

2 Menéndez, A.N., Jaime, P., Natale, O.E., Nutrients Balance in the Río de la Plata River using Mathematical Modelling, 5th International Conference HydroInformatics 2002, Cardiff, UK, July, 2002

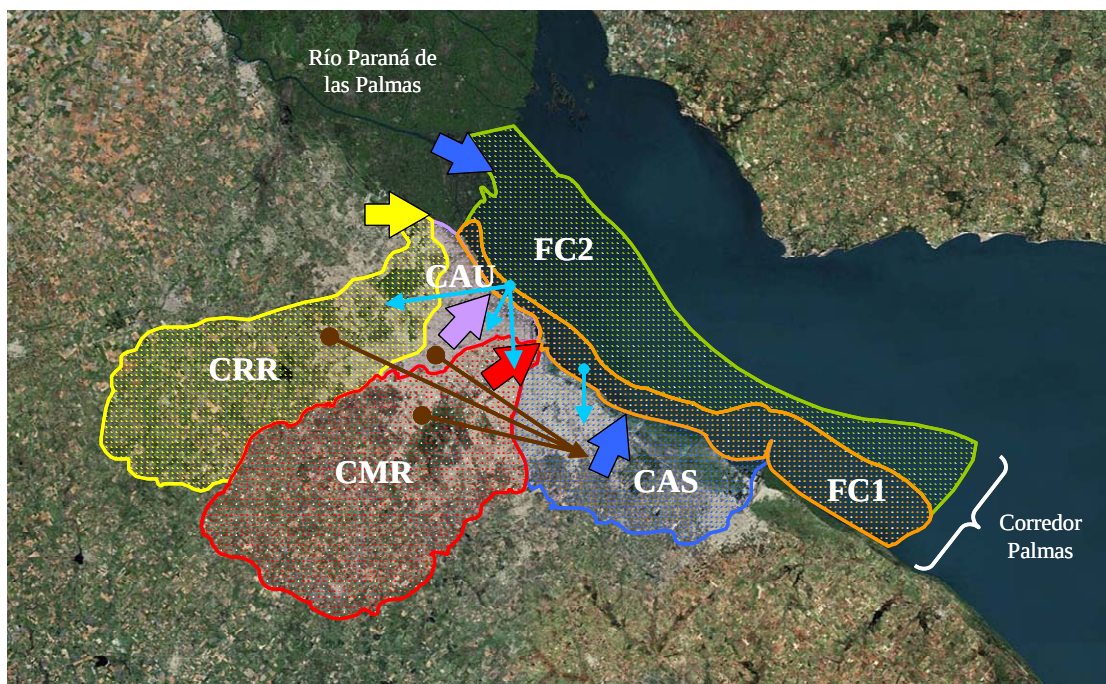


Figura 2.1.1. Sub-sistemas del sistema en estudio.

La relación entre los sub-sistemas es la siguiente:

- Desde CRR, CAU, CMR y CAS hay una descarga neta de agua con un grado de contaminación relativamente alto hacia FC1 (De todos modos, en las desembocaduras de estas cuencas se desarrolla una zona de transición, donde va perdiendo importancia la descarga fluvial y ganando significación la acción de la onda de marea).
- Desde CRR, CAU y CMR hay una exportación de aguas servidas hacia CAS (desde donde se descargan a través del emisario subfluvial de Berazategui).
- Desde RPP hay una descarga de agua con un grado de contaminación relativamente bajo hacia FC2.
- Desde FC1 hay una exportación de agua con un grado de contaminación relativamente bajo hacia CRR, CAU, CMR, CAS.

2.2 Modelos de sub-sistemas

En el presente estudio se han implementado dos modelos de calidad de aguas (Figura 2.1.2):

- Modelo de la Cuenca del Matanza-Riachuelo (CMR)
- Modelo del Río de la Plata Interior.

Este último incluye a ambas franjas costeras (FC1 y FC2), pero se extiende en ancho hasta la costa uruguaya y en largo hasta donde comienza el Río de la Plata Exterior, de modo de evitar que las condiciones de borde impuestas sobre contornos matemáticos (abiertos) afecten los resultados en la región de interés.

El modelo de la CMR provee, en particular, el flujo neto de agua y contaminantes hacia el Río de la Plata. Los restantes flujos al Río de la Plata (desde CRR, CAU, CAS y RPP) se especifican a partir de datos medidos.

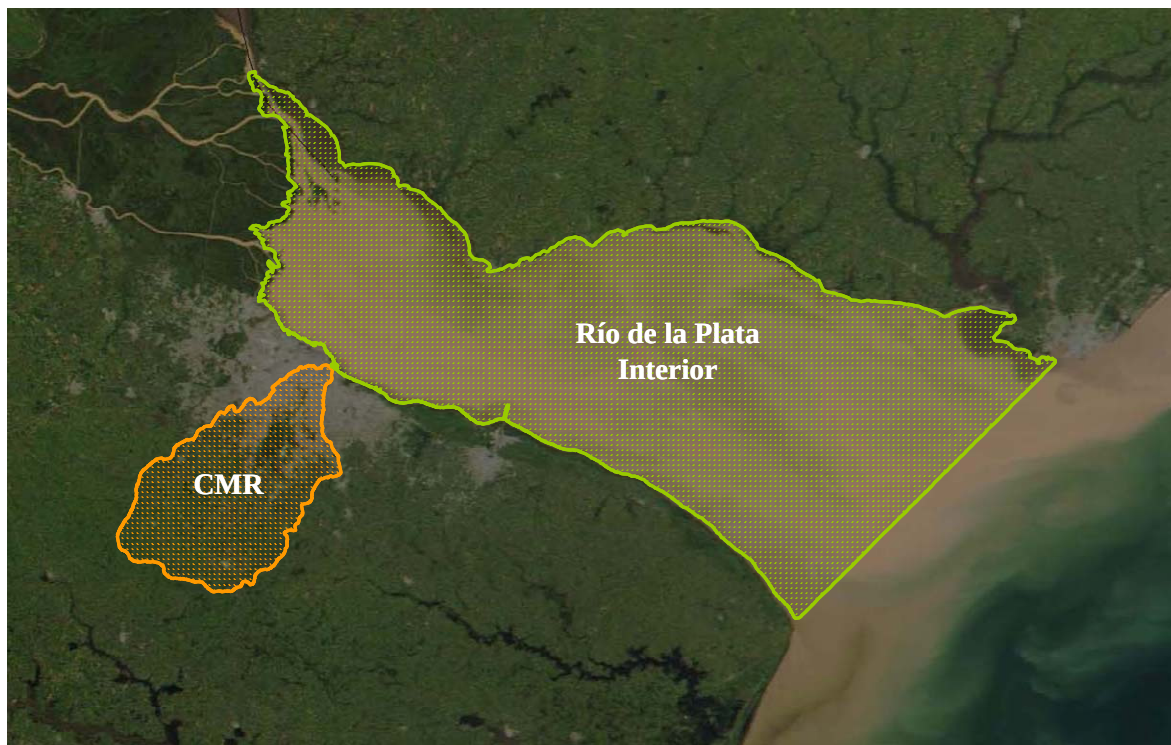


Figura 2.1.2. Modelos implementados.

3 MODELO DEL MATANZA-RIACHUELO

3.1 Planteo del modelo

Además del curso completo del Matanza-Riachuelo, se representaron los siguientes tributarios (Figura 3.1.1):

- A° Cañuelas
- A° Chacón
- A° Morales
- A° Aguirre
- A° Ortega
- A° Cañuelas

Los cursos de agua de la Cuenca del Matanza-Riachuelo (CMR) reciben aportes desde diversas fuentes, tanto en forma puntual como distribuida, con diversos grados de contaminación (Figura 3.1.2).

Las fuentes pueden agruparse como sigue (Figura 3.1.3):

- *Domésticas (FD)*: Se trata de las aguas residuales de origen doméstico que no se incorporan a la red cloacal de AySA (Agua y Saneamientos Argentinos), y que llegan a los cursos de agua como flujo superficial o subterráneo.
- *Industriales (FI)*: Idem a la anterior, pero para las aguas residuales de origen industrial.
- *Plantas de Tratamiento (PT)*: Son los vertidos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales presentes en la cuenca.

- *Lavado (FL)*: Representa los aportes resultantes del lavado de las áreas urbanas (y, eventualmente, rurales) provocados por las precipitaciones, y que llegan a los cursos de agua en forma distribuida.
- *Sedimentos de Fondo (SF)*: Se trata de los aportes de contaminantes provenientes desde los sedimentos depositados en el fondo, cerca de la desembocadura del río Matanza-Riachuelo.

La estimación de los caudales y cargas másicas de contaminantes asociados a cada fuente, y su distribución espacial, no es un proceso directo, salvo para las *PT*. Las metodologías de evaluación se explican más abajo.

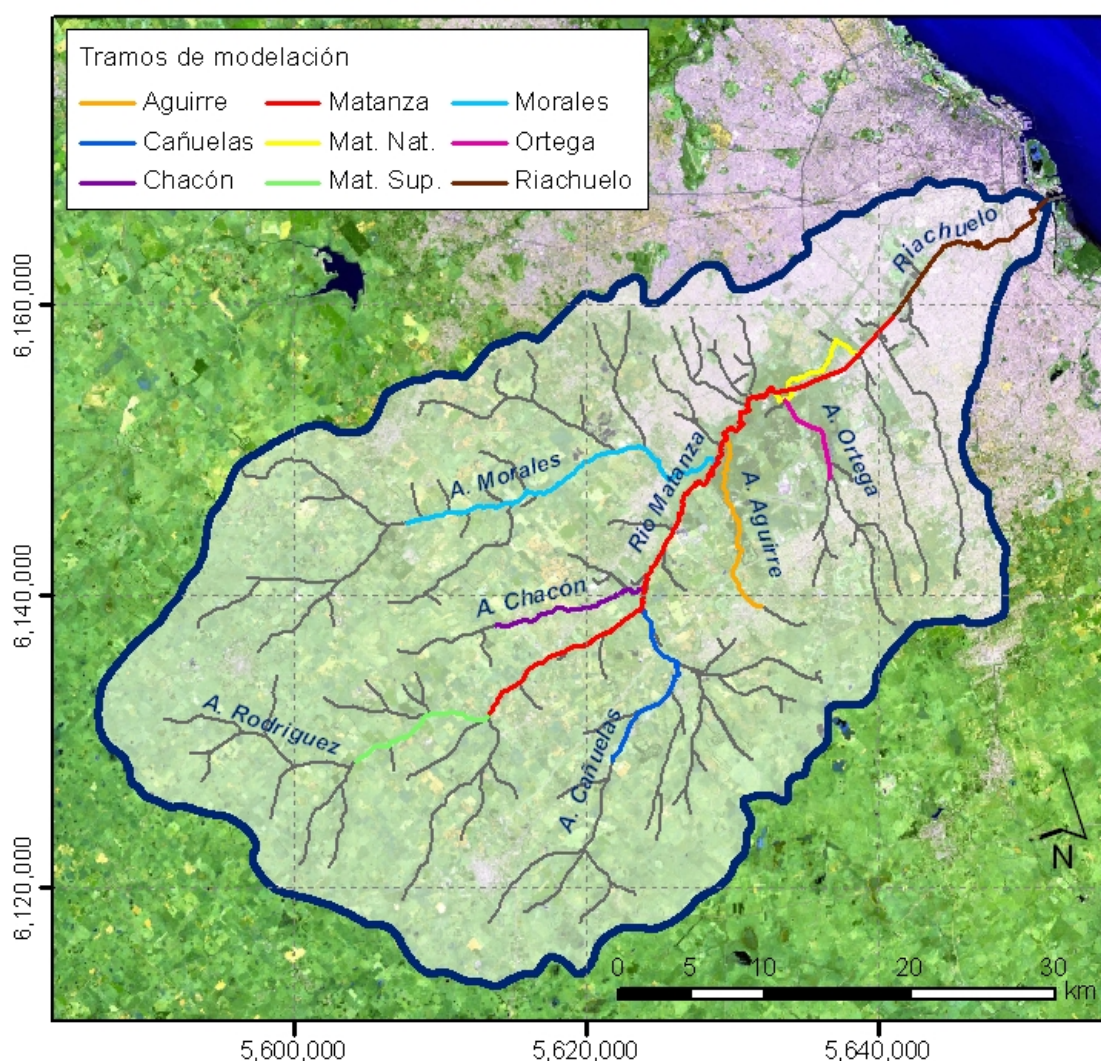


Figura 3.1.1. Cursos de agua de la CMR representados en el modelo.

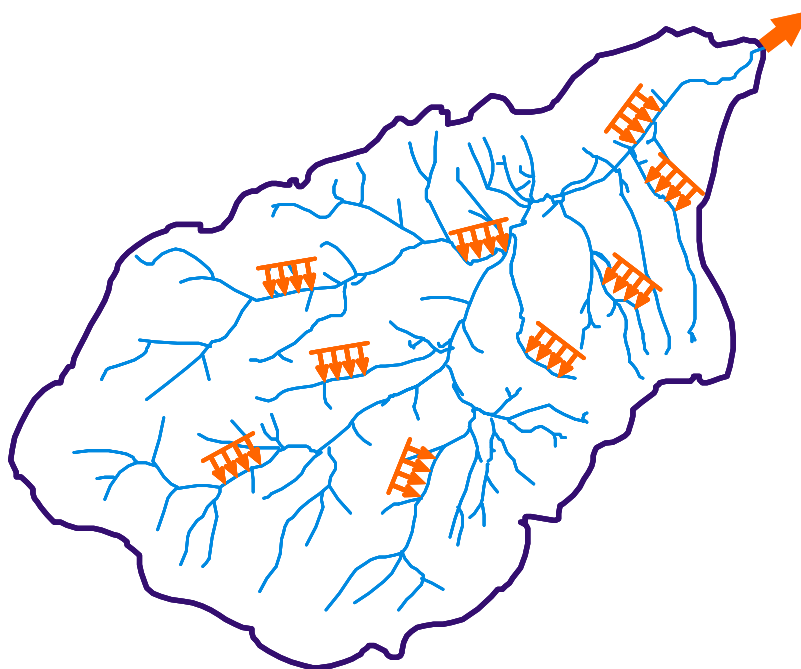


Figura 3.1.2. Aportes distribuidos a los cursos de la CMR.

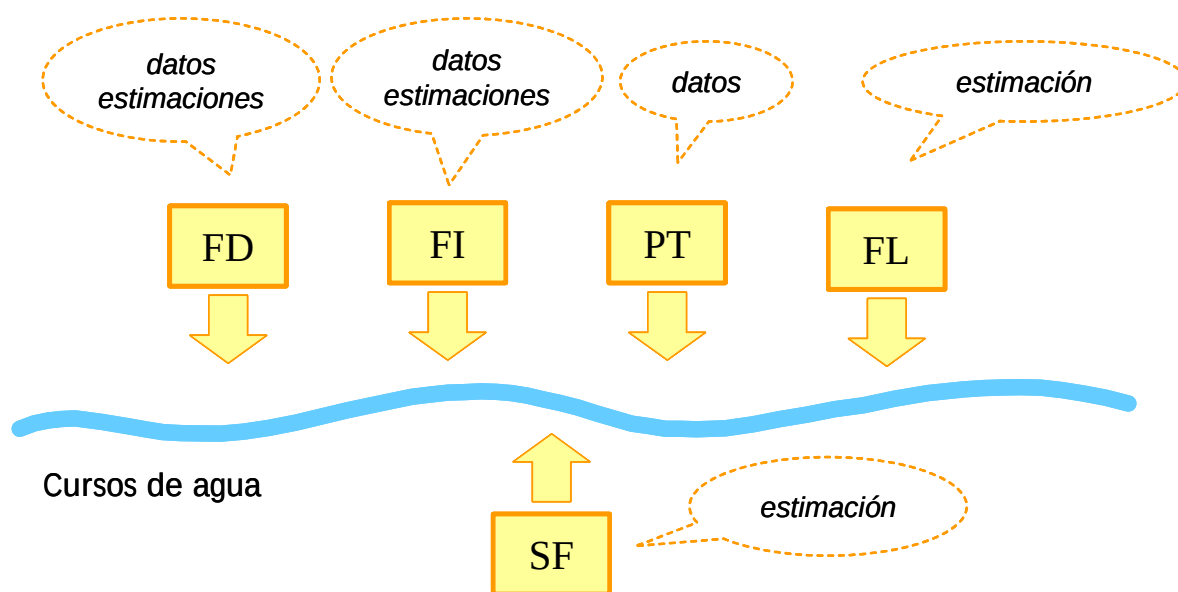


Figura 3.1.3. Fuentes de agua y contaminantes a los cursos de la CMR.

Dada la ausencia de estadísticas hidrológicas confiables y la escasez de datos hidrométricos, en esta primera fase de los estudios no se modeló la dinámica hidrológica de los cursos de agua, sino que se consideraron una serie de condiciones representativas.. En cambio, sí se tuvo en cuenta la dinámica de las mareas, capaz de provocar dilución en una extensa zona sobre el tramo inferior del Matanza-Riachuelo.

Por otro lado, dado el alto grado de contaminación del Matanza-Riachuelo, en esta fase de los estudios se ha trabajado sólo con los dos parámetros básicos de calidad, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y el oxígeno disuelto (OD).

3.2 Hidrodinámica

3.2.1 Estadística de caudales

Para caracterizar el estado hidrológico del río se utilizó una base de datos de 11 años de caudales diarios del Matanza en la sección de la Autopista Ricchieri para el período 1962-1972, con algunos baches, informada en el PGA³. En esa zona los efectos de la marea eran despreciables para el período de medición (la penetración de los efectos de la marea se hizo mayor luego de la construcción de la rectificación). En la Figura 3.2.1 se muestra la serie completa de registros. Por su parte, la Figura 3.2.2 presenta los caudales medios mensuales sobre todo el período; se observa que los valores máximos se producen entre agosto y octubre, mientras que los mínimos se dan entre noviembre y marzo, con la excepción de diciembre. El caudal medio que surge de las mediciones es de $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

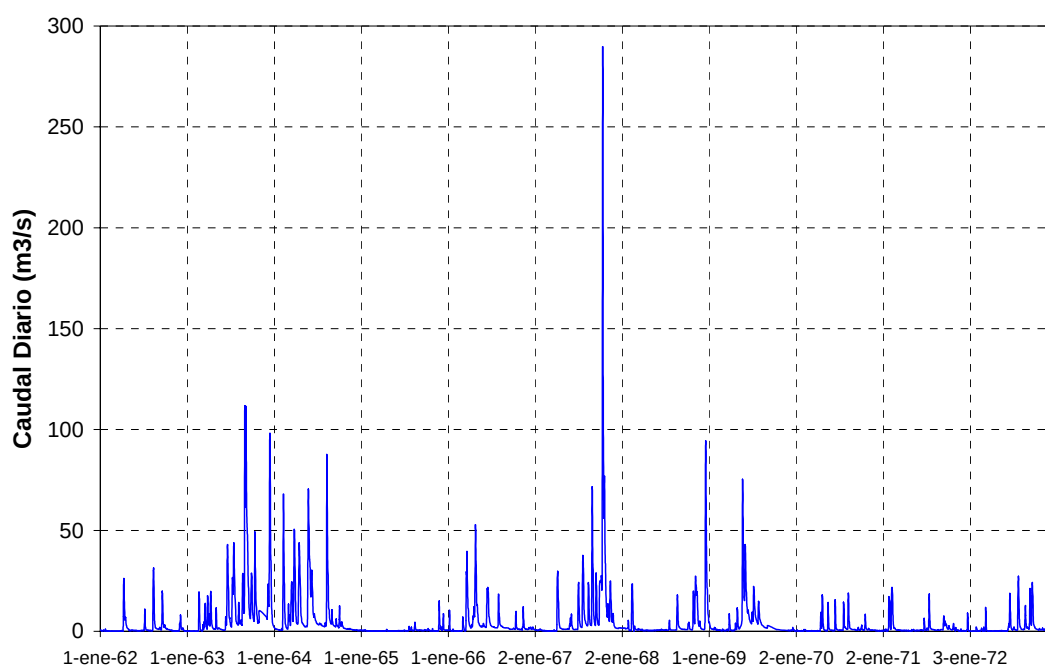


Figura 3.2.1. Serie temporal de caudales registrados en la Autopista Ricchieri en el período 1962-1972.

³ Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación, “Plan de Gestión Ambiental y de Manejo de la Cuenca Hídrica Matanza-Riachuelo”, Anexo Técnico A – Modelos Matemáticos, 1995

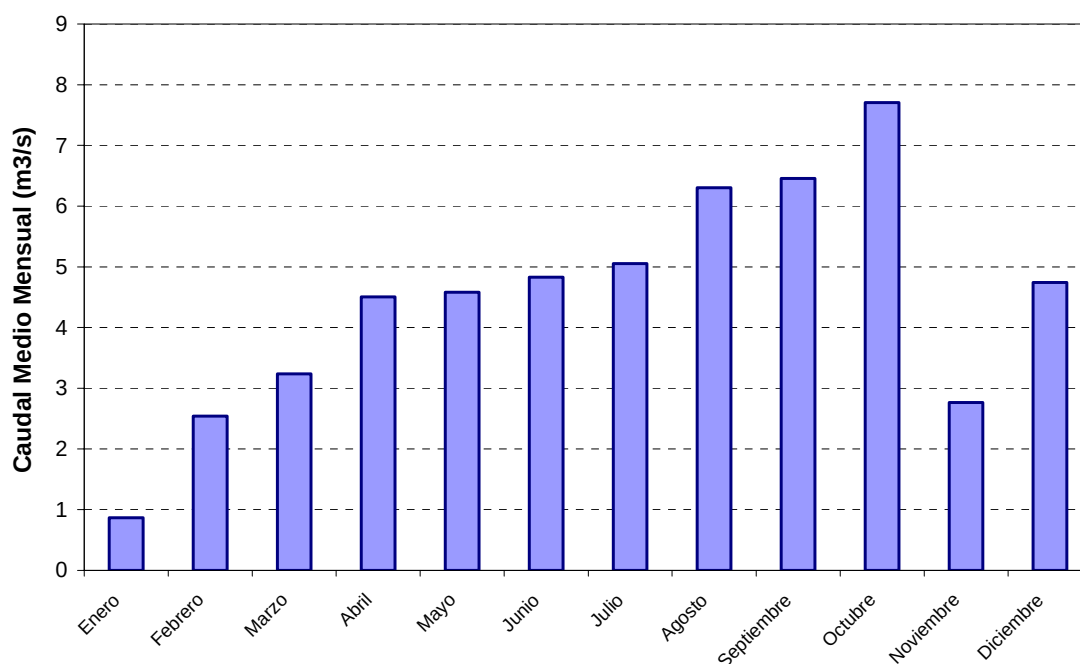


Figura 3.2.2. Caudales medios mensuales en la Autopista Ricchieri, de acuerdo a los registros.

La Figura 3.2.3 muestra la frecuencia de ocurrencia acumulada de caudales diarios en la Autopista Ricchieri, de acuerdo a los registros. Se observa que el caudal es menor a 0,8 m³/s el 50% del tiempo, a 4,1 m³/s el 80%, y a 12,3 m³/s el 90%.

Ahora bien, es plausible suponer que en el período de medición la zona de aporte hídrico a la sección del río en la Autopista Ricchieri era básicamente rural. En consecuencia, para estimar la curva de frecuencia acumulada actual en la Autopista Ricchieri, a este caudal ‘hidrológico’ ó ‘de lavado’ se le ha sumado, como un caudal de base, el aporte actual de origen antrópico del Tramo Superior, de 1,2 m³/s (ver más abajo). De esta manera surge la distribución mostrada en la Figura 3.2.4. Con esta actualización, el caudal es menor a 2 m³/s el 50% del tiempo, a 5,3 m³/s el 80%, y a 13,5 m³/s el 90%.

Para obtener una curva similar (para el caudal medio diario, es decir, sin el efecto de la marea) en la desembocadura del Riachuelo, se tuvo en cuenta que el caudal hidrológico se incrementa en un 30% desde el final del Tramo Superior al final del Inferior (ver próxima sección), mientras que el aporte antrópico pasa de 1,2 a 6,2 m³/s (ver más abajo). Entonces, se aplicó un factor 1,3 a la serie registrada de caudales, y se le sumó como caudal de base ese aporte antrópico, resultando la curva de la Figura 3.2.5. De ella surge que el caudal es menor a 7,2 m³/s el 50% del tiempo, a 11,5 m³/s el 80%, y a 21,8 m³/s el 90%.

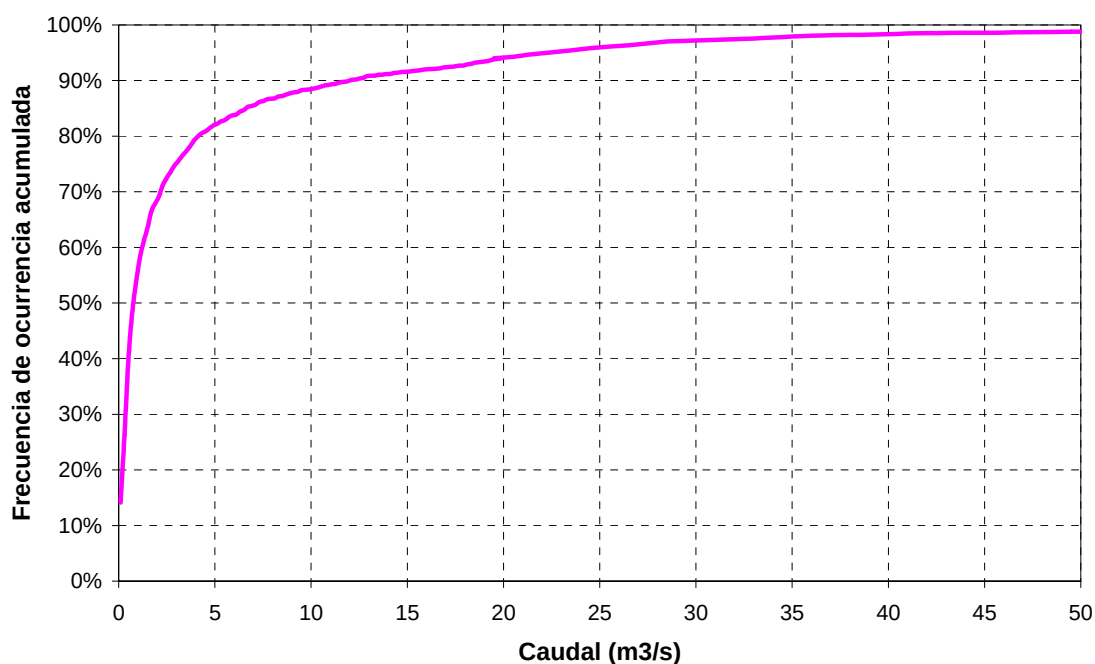


Figura 3.2.3. Frecuencia de ocurrencia acumulada de caudales diarios en la Autopista Ricchieri, de acuerdo a los registros.

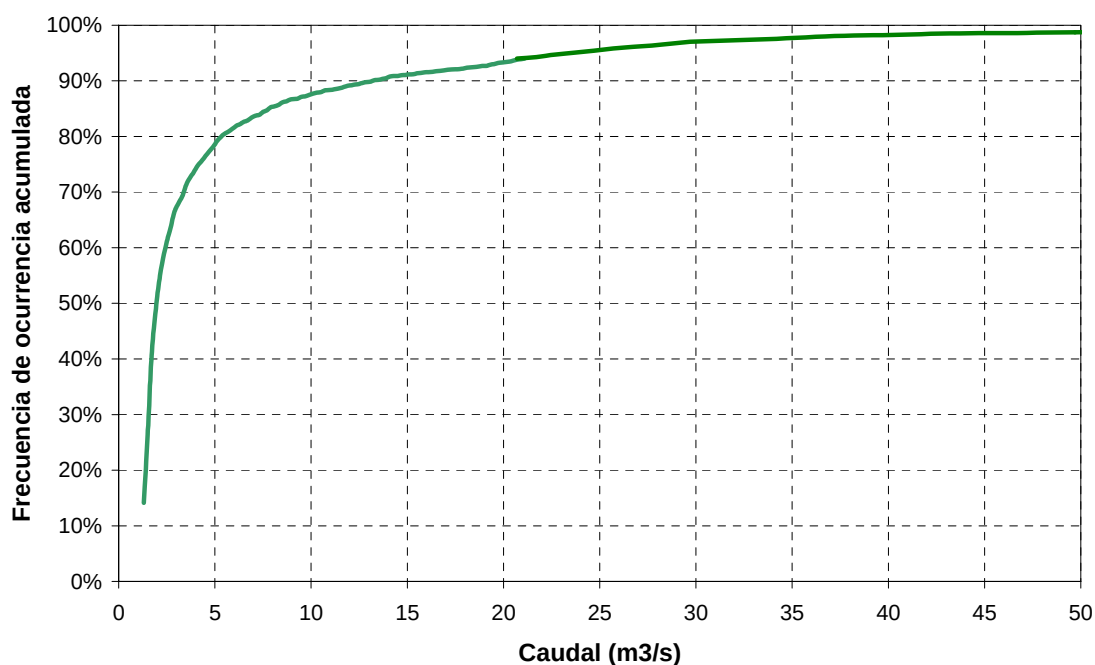


Figura 3.2.4. Frecuencia de ocurrencia acumulada de caudales diarios en la Autopista Ricchieri, para la situación actual.

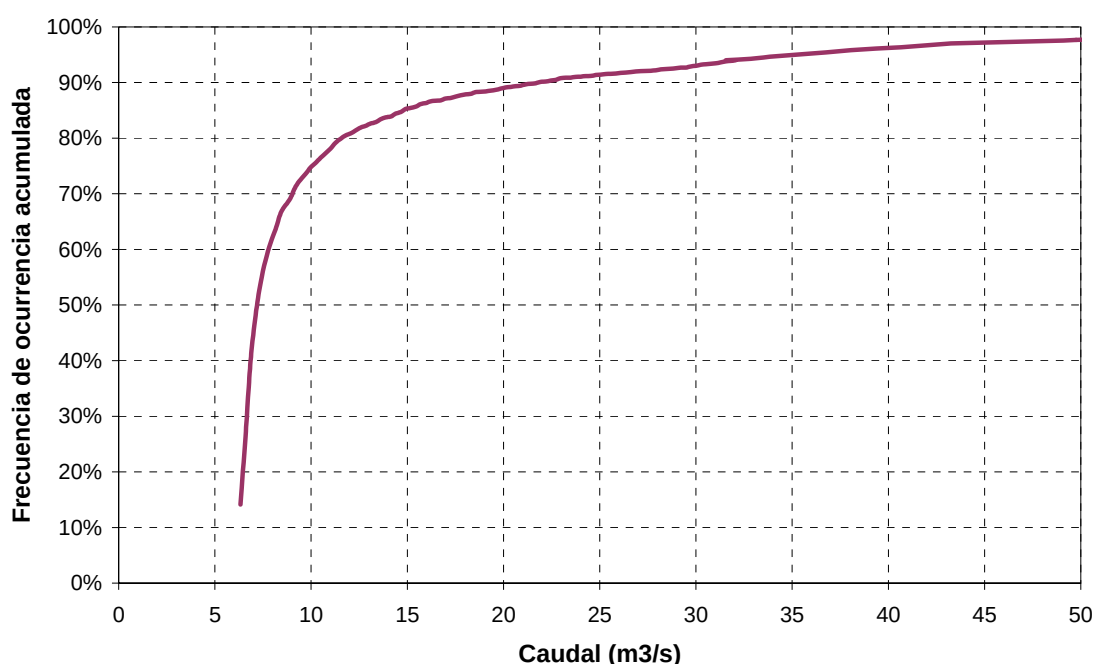


Figura 3.2.5. Frecuencia de ocurrencia acumulada de caudales diarios en la desembocadura del Riachuelo, para la situación actual.

En función de la estadística construida, se definieron las siguientes condiciones de referencia:

- Caudal Alto: 25 m³/s; se ve superada aproximadamente el 10% del tiempo.
- Caudal Medio: 8,0 m³/s; se ve superada aproximadamente el 50% del tiempo.
- Caudal Mínimo: 6,2 m³/s; se ve superada aproximadamente el 90% del tiempo; sólo transporta el caudal de origen antrópico (ver más abajo).

Entre los tres caudales se representa el rango de situaciones estadísticamente más significativas.

3.2.2 Caudal de lavado

Para distribuir el caudal hidrológico a través de la cuenca, se efectuó la hipótesis de que éste es proporcional al área de la subcuenca. La división en subcuencas de análisis se muestra en la Figura 3.2.6, donde también se indican los cauces representados en el modelo. Los valores de caudal de lavado resultantes por subcuenca, para caudal Alto, Medio y Mínimo, se presentan en la Tabla 3.2.1. Se observa que el rendimiento de la cuenca es de aproximadamente 1 litro/seg/km².

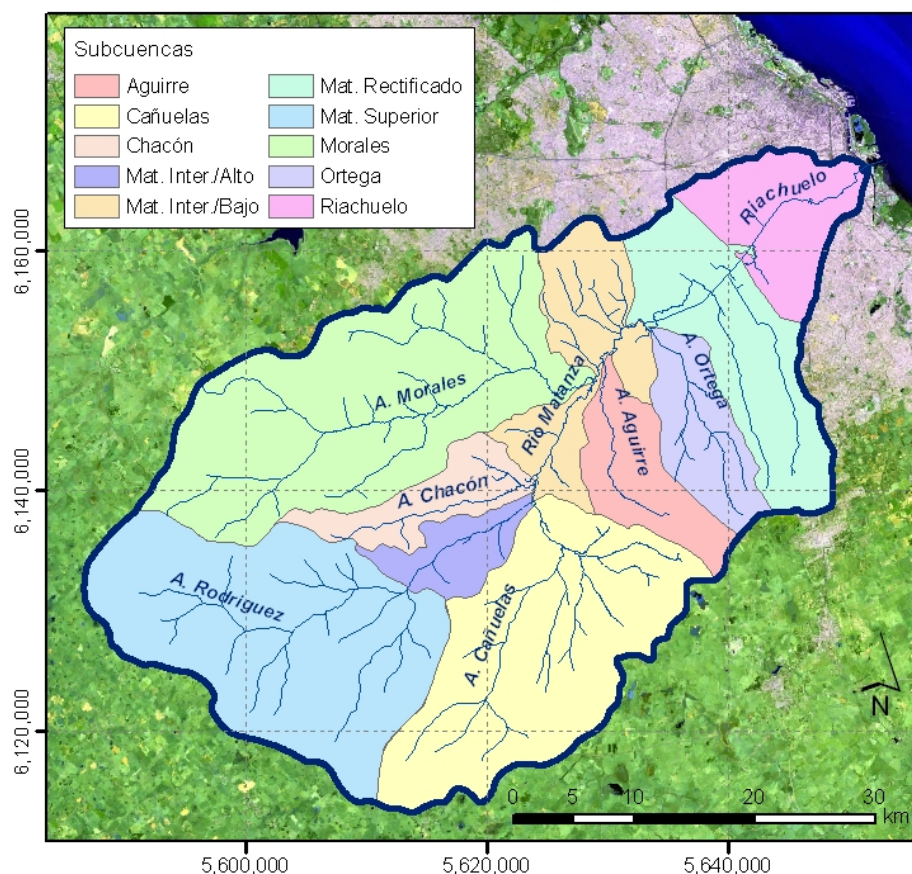


Figura 3.2.6. Subcuencas de análisis para distribuir el caudal hidrológico.

Tabla 3.2.1. Caudales de lavado por subcuencas de análisis.

Subcuenca	Área (km ²)	Caudal Alto (m ³ /s)	Caudal Medio (m ³ /s)	Caudal Mínimo (m ³ /s)
Aguirre	98	0.88	0.10	0
Cañuelas	368	3.31	0.37	0
Chacón	79	0.71	0.08	0
Matanza Superior	426	3.83	0.43	0
Morales	476	4.28	0.48	0
Ortega	94	0.85	0.09	0
Matanza Intermedio Alto	59	0.53	0.06	0
Matanza Intermedio Bajo	142	1.28	0.14	0
Matanza Rectificado	192	1.73	0.19	0
Riachuelo	130	1.17	0.13	0

Para las subcuencas en las cuales se ha representado en el modelo el curso de agua principal, el caudal de lavado se ingresa de dos maneras: en forma concentrada en la cabecera lo correspondiente a la subcuenca que aporta a ese punto, y en forma distribuida a lo largo del curso de agua el resto. Por otro lado, en aquellas en que no hay curso de agua representado, el caudal se especifica en forma distribuida sobre el tramo del Matanza-Riachuelo al que tributa esa subcuenca (Figura 3.2.7).

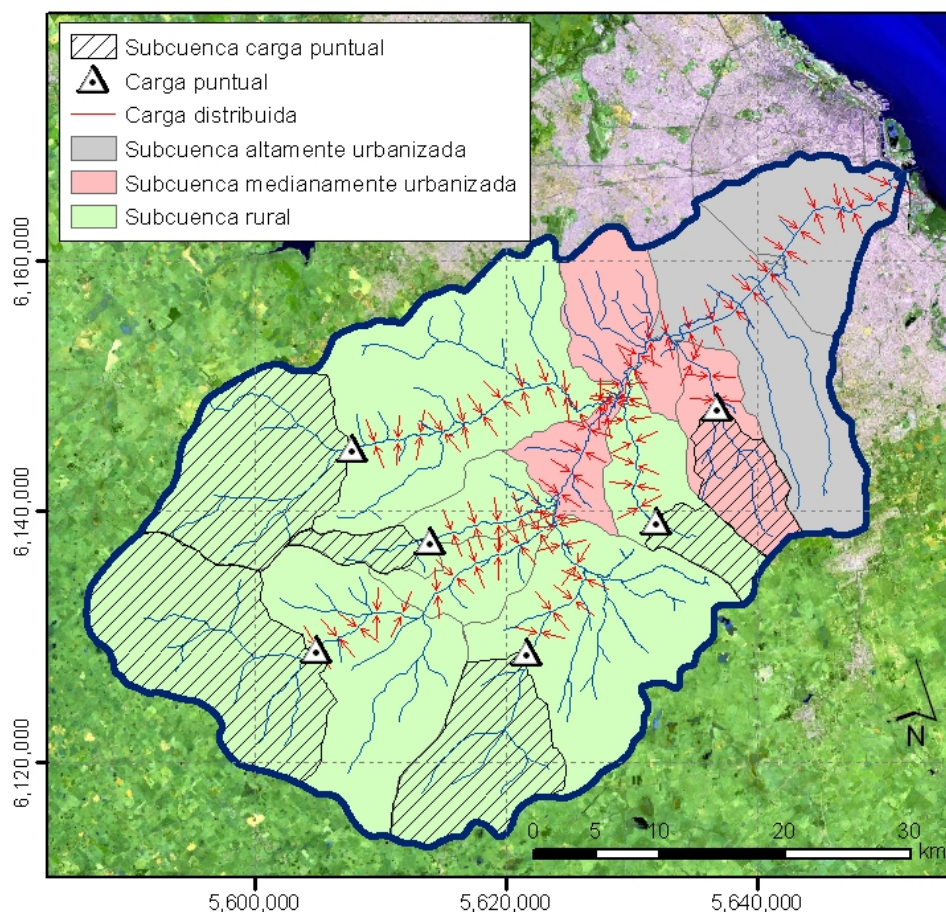


Figura 3.2.7. Ingreso de caudal de lavado.

3.2.3 Mareas

Se utilizó como forzante el registro histórico de todo el mes de febrero de 1997.

3.3 Fuentes domésticas

La estimación de la producción de agua y carga orgánica (medida en términos de la DBO) por parte de la población no servida de la CMR (fuente FD) se efectuó a partir de los datos censales del INDEC, mediante una metodología para cargas difusas. Se utilizaron los datos del censo de 2001. Se supuso un factor de emisión de agua de 500 litros/persona/día (valor manejado por AySA) y de DBO de 50 gramos/persona/día (valor obtenido de reducir criteriosamente los 62,5 gramos/persona/día estimados empíricamente para una población danesa y utilizados en el PGA⁴, teniendo en cuenta que en el presente caso se trata de población con edad media mucho menor).

Los caudales y cargas másicas vertidos efectivamente a los cursos de agua son menores que los producidos debido a las pérdidas y atenuaciones sufridas en el camino. Estas se estimaron en base al modelo esquematizado en la Figura 3.3.1, que es una adaptación del adoptado en el PGA.

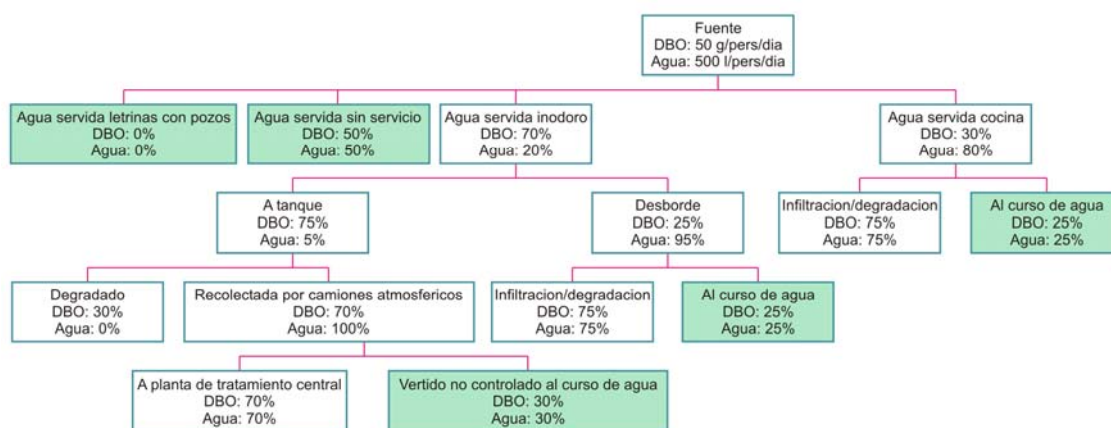


Figura 3.3.1. Modelo de pérdida y atenuación de caudales y carga másica desde fuentes domésticas. Los casilleros pintados de verde representan los vertidos a los cursos de agua.

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. En la Tabla 3.3.1 se indican los caudales y cargas másicas producidos y vertidos por Partido, ya actualizados al 2008 de acuerdo a la proyección de crecimiento poblacional del INDEC (suponiendo que se han mantenido las proporciones de población servida). Los aportes vertidos se presentan en forma relativa en la Figura 3.3.2. Se observa que entre La Matanza y Lomas de Zamora se explica casi el 60% de la carga. Además, se nota que la distribución relativa de caudal líquido y carga de DBO por partido son muy similares entre sí.

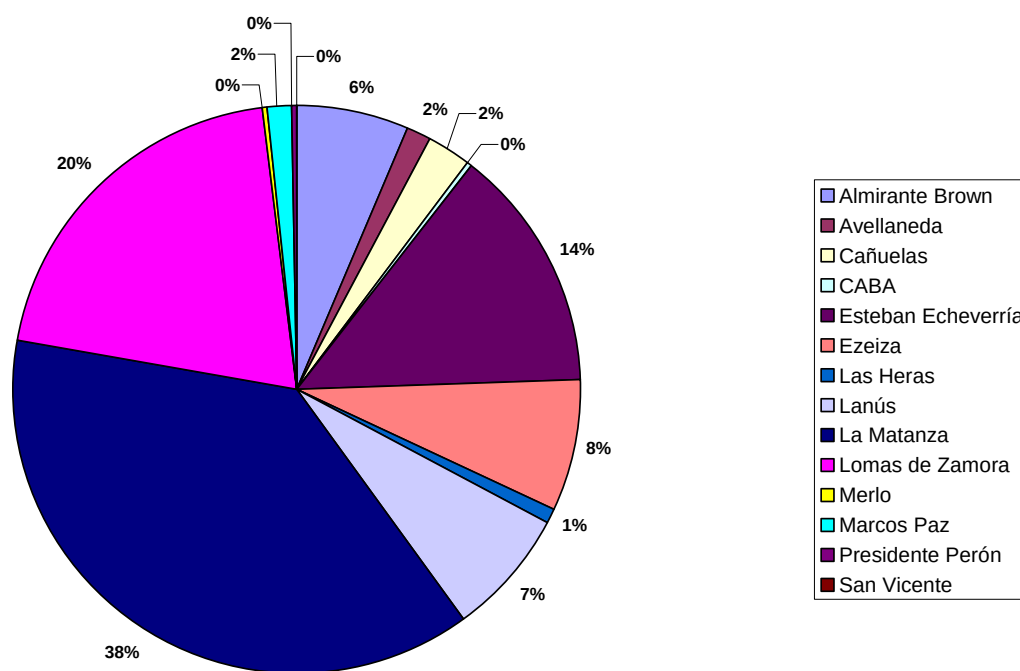
4 Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación, "Plan de Gestión Ambiental y de Manejo de la Cuenca Hídrica Matanza-Riachuelo", Anexo Técnico A – Modelos Matemáticos, 1995

Los vertidos se implementaron en el modelo como aportes puntuales distribuidos a lo largo del tramo del curso de agua que atraviesa el Partido, tal como se muestra en la Figura 3.3.3 (varias de esas ubicaciones coinciden con conductos identificados desde los cuales hay vertidos de aguas servidas⁵). La distribución del caudal y carga másica de cada Partido entre sus diversos puntos de vertido se construyó analizando las zonas servidas por AySA, de modo de asignar menor intensidad a las adyacentes a áreas con mayor cobertura.

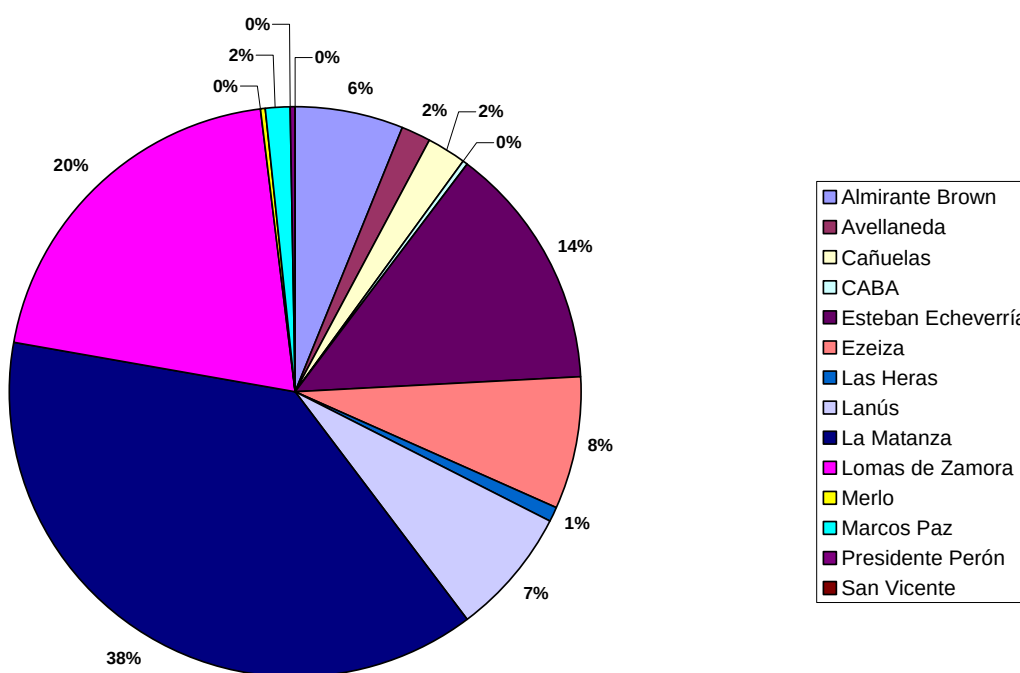
Tabla 3.3.1. Descargas de aguas residuales domésticas desde zonas sin sistema centralizado cloacal.

Partido	Producido			Vertido		
	Caudal líquido (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal líquido (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Almirante Brown	0.01	6.18	100	0.01	0.84	93
Avellaneda	0.03	2.80	100	0.02	0.21	92
Cañuelas	0.01	1.30	100	0.00	0.33	94
CABA	1.66	0.56	100	1.28	0.02	91
Esteban Echeverría	0.81	12.14	100	0.11	1.91	95
Ezeiza	0.38	6.46	100	0.06	1.04	95
Las Heras	0.02	0.52	100	0.00	0.11	92
Lanús	0.29	11.14	100	0.04	0.99	94
La Matanza	2.23	33.75	100	0.36	5.19	95
Lomas de Zamora	1.03	16.42	100	0.10	2.77	94
Merlo	0.75	0.25	100	0.12	0.04	95
Marcos Paz	0.73	1.09	100	0.12	0.21	95
Presidente Perón	0.78	0.10	100	0.13	0.02	94
San Vicente	0.47	0.01	100	0.08	0.00	94
<i>TOTAL</i>	9.20	92.73	100	2.42	13.68	95

5 Bovo, J.L., Lobos, J., “Aguas Argentinas S.A. Relevamiento de Descargas en el Cauce del Río Matanza-Riachuelo”, Informe INA-LHA 156-01-97, abril de 1997.



a) Caudal líquido



b) Carga de DBO

Figura 3.3.2. Aporte relativo de aguas residuales domésticas desde los distintos partidos.

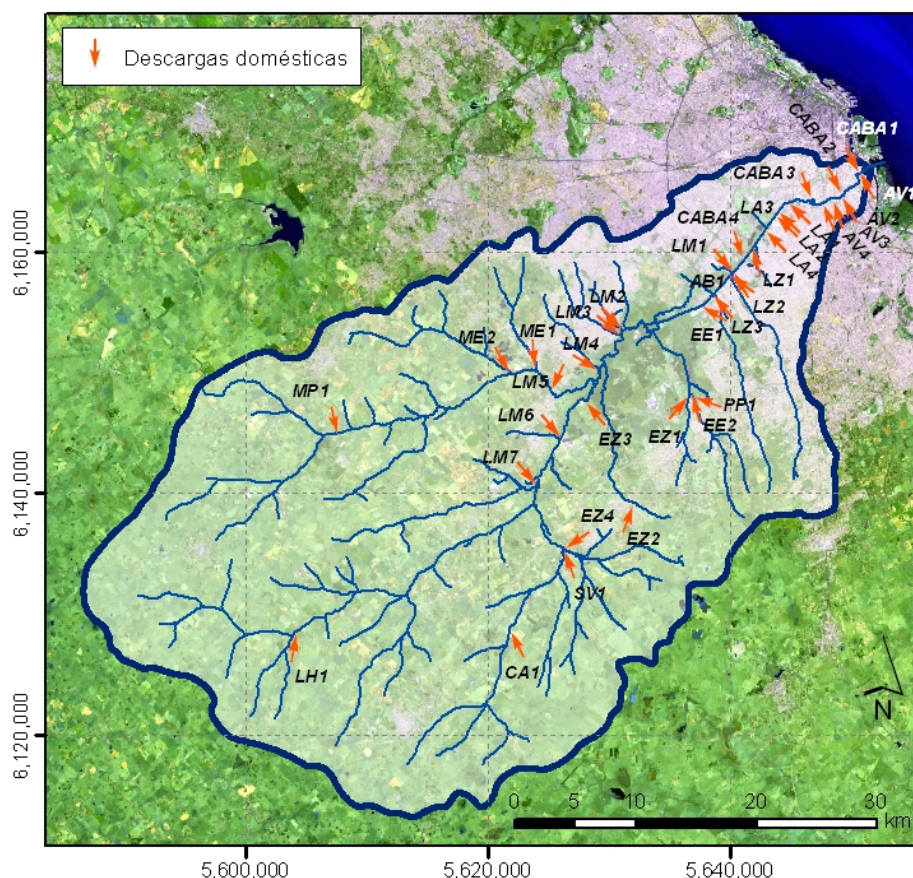


Figura 3.3.3. Ubicación de descargas de origen doméstico en el modelo de la CMR.

3.4 Fuentes industriales

Para estimar los aportes de aguas residuales provenientes de las industrias que descargan a los cursos de agua de la cuenca del Matanza-Riachuelo sin pasar por el sistema cloacal (fuente FI), se contó con dos fuentes de información:

- La base de datos de industrias de la cuenca construida por la SAyDS a partir de declaraciones juradas, cuyas emisiones de caudal líquido y carga másica orgánica fueron estimadas en base a los datos de producción. Se trata de 533 industrias.
- La base de datos MatRia⁶, que contiene un listado de 3527 industrias ubicadas en la cuenca en base a un censo expeditivo.

La base SAyDS no está completa, ya que una gran cantidad de industrias no presentaron declaración jurada. Se tomaron las no conectadas a la red de AySA, que alcanzan 414. De ese total, 29 industrias explican el 95% de la producción de carga orgánica; a este conjunto se lo denomina “lista corta de industrias de la base SAyDS”. Debido a la metodología de construcción utilizada (“Rapid Assessment”), en estas evaluaciones ya está considerado que parte de la carga es tratada, aunque con deficiencias.

⁶ Instituto Nacional del Agua. “Evaluación de la Calidad Ambiental de la Cuenca Matanza-Riachuelo”, Informe para el Comité Ejecutor de la Cuenca Matanza-Riachuelo, 2005.

Es útil subdividir el Matanza-Riachuelo en un Tramo Superior, que se extiende hasta el comienzo de la rectificación del Matanza (incluyendo entonces la cuenca alta y parte de la media), y otro Inferior (que incluye parte de la cuenca media y toda la baja), de modo de poder discriminar los efectos de las acciones de saneamiento planificadas (ver más abajo). Entonces, de las 29 industrias de la lista corta de la base SAyDS, 23 caen en el Tramo Inferior y 6 en el Tramo Superior

La base MatRia se utiliza para completar los aportes industriales no registrados en la base SAyDS. A la base MatRia se le realizó una depuración a partir de un listado de las industrias que están conectadas a la red cloacal (provisto por AySA), arribándose a un total de 1885 industrias (de las 3527 originales) que fueron consideradas en primera instancia como descargas directas a los cursos de agua. Un cruce posterior con la base de datos SAyDS permitió reducir esa cantidad a 1602 industrias. Ahora bien, como no se contó con datos de emisión ni de volúmenes de producción para estas industrias, se estimaron factores de emisión por tipo de industria para el caudal y la carga orgánica (es decir, se aplicó una metodología de estimación de cargas difusas). Se utilizó información generada por el INA⁷, basada en bibliografía y en datos presentados por aproximadamente 800 industrias en declaraciones juradas a las autoridades nacionales y provinciales de control de vertidos, con los cuales se obtuvieron valores medios. Se trabajó con cinco tipos de industrias (ver Primer y Segundo Informes):

- *Tipo 1:* Metalurgia, galvanoplastia, fundiciones, autopartes.
- *Tipo 2:* Bebidas, alimentos no cárnicos, carnes y derivados, criaderos avícolas.
- *Tipo 3:* Textil, calzado, cueros, pieles
- *Tipo 4:* Química, plásticos, farmacéutica, goma y caucho, papeleras, estaciones de servicio.
- *Tipo 5:* Otras actividades.

En la Tabla 3.4.1 se muestran los factores de emisión resultantes por industria para cada tipo. La metodología provee los valores correspondientes al efluente crudo. En el caso de ser sometido a tratamiento, se supone una reducción del 10% en el volumen de agua y una concentración de 200 mg/l a la salida, tal como también se indica en la Tabla 3.4.1.

Tabla 3.4.1. Valores medios de factores de emisión por industria, para distintos tipos, sobre la cuenca del Matanza-Riachuelo.

Grupo	Crudo			Con tratamiento		
	Caudal (m ³ /día)	DBO (kg/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /día)	DBO (mg/l)	DBO (kg/día)
1	114	75	656	103	200	21
2	211	241	1139	190	200	38
3	45	149	3303	41	200	8
4	87	18	203	78	200	16
5	16	5	298	14	201	3

7 INA, “Evaluación de Vertidos Industriales en la Cuenca del Río Matanza – Riachuelo”, 1998.

Con vistas a generar estrategias de gestión para el saneamiento (ver más abajo), se efectuó una interpretación de esta carga difusa utilizando los datos de descargas disponibles en la base MatRia, considerados de menor certidumbre que los incluidos en la base SAyDS. Se identificaron, así, 22 industrias que explican el 95% de la carga total producida; a este conjunto se lo denomina “lista corta de la base MatRia”. De ellas, 16 caen en el Tramo Inferior y 6 en el Superior.

Ahora bien, quitando las industrias de la lista corta de la MatRia, los factores de emisión calculados resultan excesivos para representar las industrias remanentes, ya que estas son de menor envergadura que el promedio. El ajuste hacia abajo de los valores de los coeficientes de emisión fue efectuado durante la calibración, es decir, estos factores fueron utilizados como parámetros de calibración para explicar la distribución longitudinal de DBO y OD a lo largo de los cursos de agua (ver más abajo). Los valores adoptados se indican en la Tabla 3.4.2.

Tabla 3.4.2. Valores calibrados de factores de emisión por industria, para distintos tipos.

Grupo	Crudo			Con tratamiento		
	Caudal (m ³ /día)	DBO (kg/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /día)	DBO (mg/l)	DBO (kg/día)
1	13	5	426	11	200	2
2	24	17	740	21	200	4
3	5	11	2145	5	200	1
4	10	1	132	10	132	1
5	2	0.35	194	2	194	0.35

Se efectuó un análisis geográfico, relacionando la ubicación de las descargas de las industrias con las redes pluvial y fluvial y con un relevamiento detallado de descargas directas al Matanza-Riachuelo efectuado por el INA⁸. De este análisis surgió un agrupamiento de las industrias en 41 zonas, cada una de las cuales descarga a un punto sobre un curso de agua, tal como se indica en la Figura 3.4.1. La Figura 3.4.2 muestra en qué zonas caen las 29 industrias de la lista corta de la base SAyDS y las 22 de la lista corta de la base MatRia.

Como en el caso de las fuentes domésticas, se generan pérdidas y atenuaciones de los caudales y cargas máscas producidos en el camino hacia los cursos de agua. La Figura 3.4.3 muestra una esquematización del modelo utilizado para estimarlas.

En la Tabla 3.4.4 se indican los caudales y cargas producidos y vertidos en función del curso receptor (ver Figura 3.1.1), incluyendo industrias de las listas cortas y difusas, de acuerdo a lo que surge luego de la calibración. La partición relativa de lo vertido se muestra en la Figura 3.4.4. Se observa que el Riachuelo recibe alrededor del 40% de la carga; además, los arroyos Aguirre y Chacón colectan cantidades relativamente significativas (16% y 12%, respectivamente).

8 INA, “Aguas Argentinas S.A. - Relevamiento de Descargas en el Cauce del Río Matanza-Riachuelo”, Informe LHA 156-01-97, Abril de 1997.

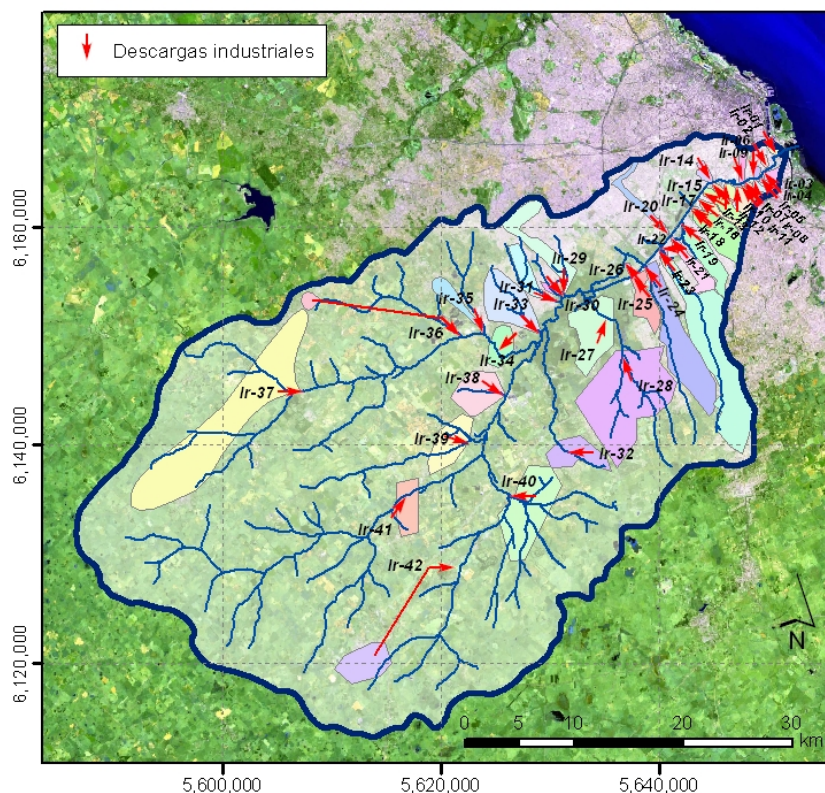


Figura 3.4.1. Zonificación industrial y ubicación de las descargas correspondientes en el modelo de la CMR.

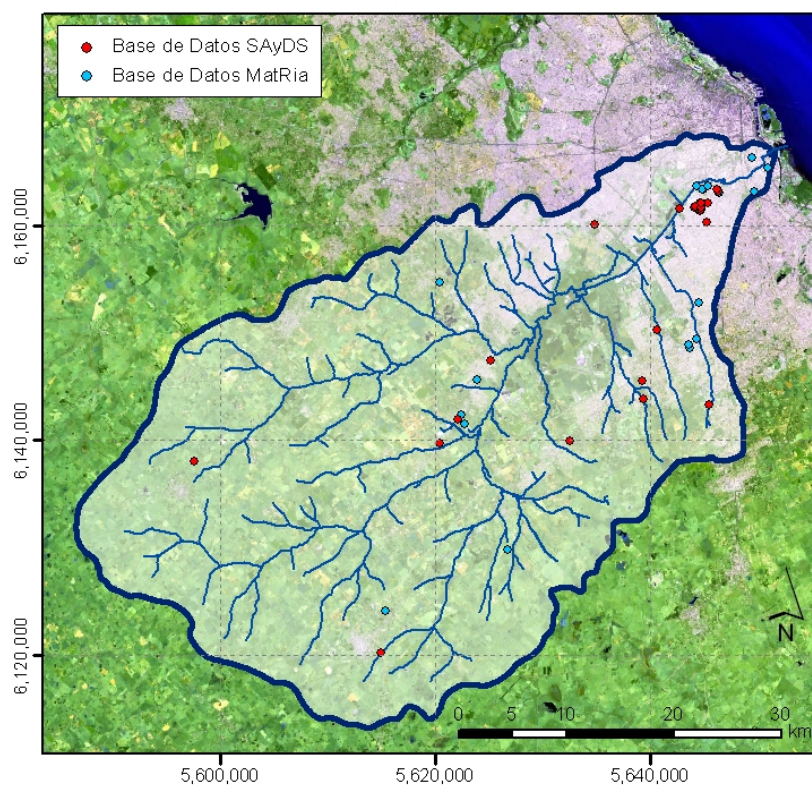


Figura 3.4.2. Ubicación de las industrias de la lista corta.

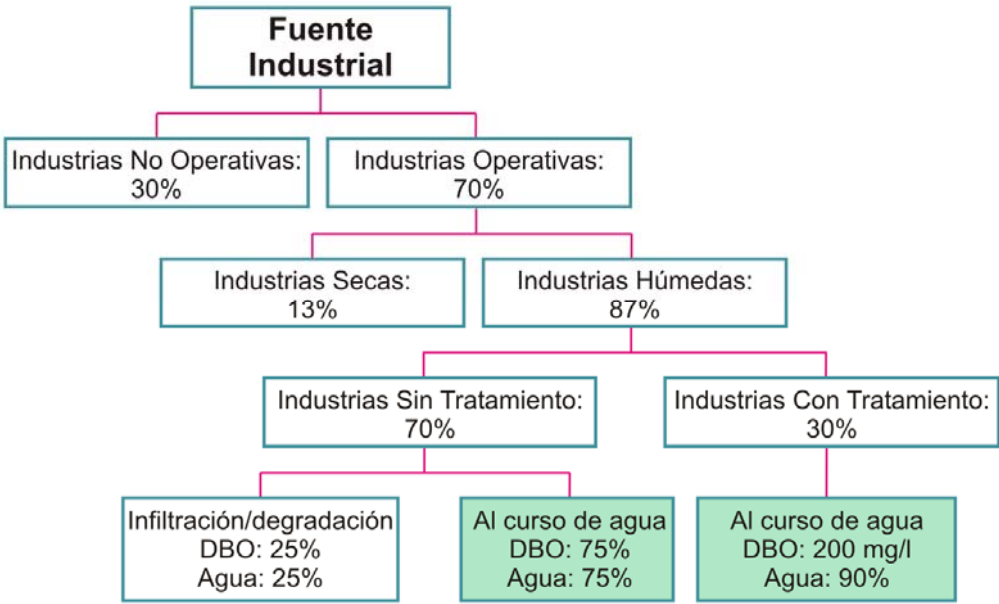
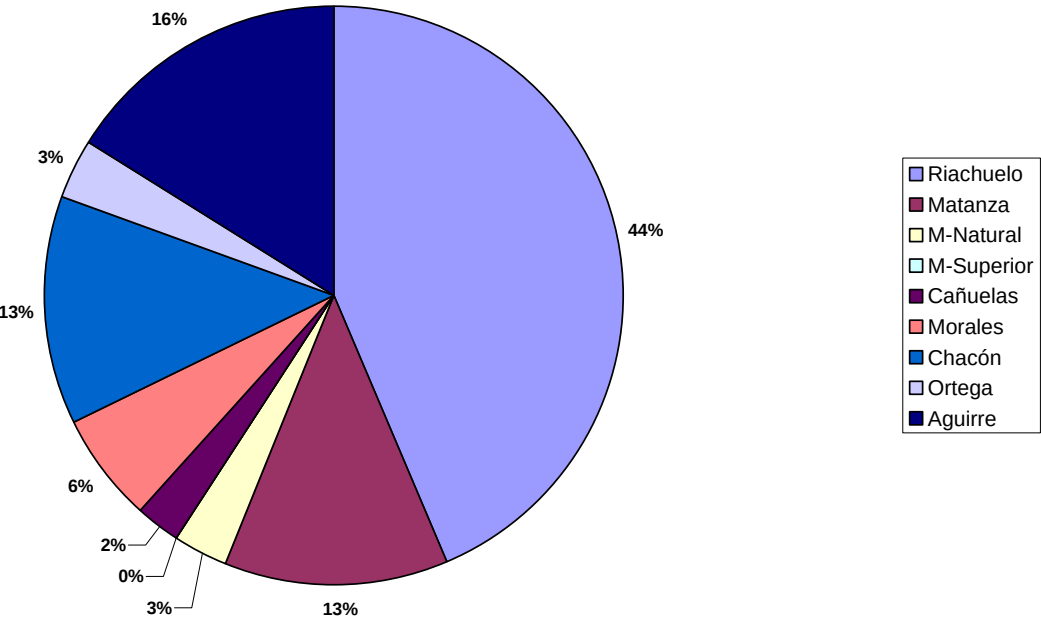
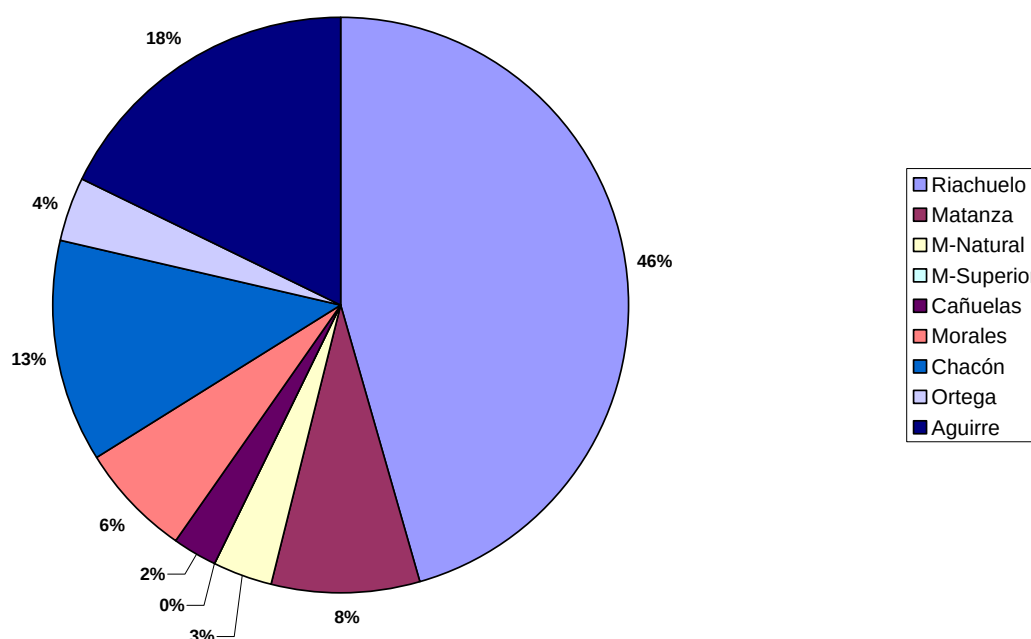


Figura 3.4.3. Modelo de pérdida y atenuación de caudales y carga másica desde fuentes industriales. Los casilleros pintados de verde representan los vertidos a los cursos de agua.



a) Caudal líquido



b) Carga de DBO

Figura 3.4.4. Aporte relativo de aguas residuales industriales a los distintos cursos de agua.

Tabla 3.4.4. Descargas de aguas residuales industriales.

Descarga	Producido			Vertido		
	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Riachuelo	0.33	54.34	629	0.26	43.47	1926
Matanza	0.06	7.33	85	0.08	7.99	1217
Matanza-Natural	0.02	3.92	45	0.02	2.92	1888
Matanza-Superior	—	—	—			
Cañuelas	0.02	3.36	39	0.01	2.52	2099
Morales	0.05	7.51	87	0.04	5.98	1842
Chacón	0.09	13.40	155	0.08	10.87	1654
Ortega	0.03	2.91	34	0.02	2.16	1247
Aguirre	0.13	3.55	41	0.10	2.66	318
Subtotal	0.73	96.32	1115	0.60	78.57	1517

3.5 Aportes puntuales

En principio, las plantas de tratamiento constituyen los aportes puntuales más importantes. Las plantas de tratamiento presentes en la cuenca son las siguientes (Figura 3.5.1):

- *Planta Sudoeste*: De acuerdo a información provista de AySA, opera con un caudal de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ y con el efluente a 30 mg/l de DBO.
- *Planta El Jagüel*: De acuerdo a AySA, su caudal es de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Dado que su funcionamiento ha sido anómalo hasta el presente, se consideró que el efluente se descarga crudo, con una DBO de 250 mg/l . De todos modos, luego de un análisis que incluyó una visita a la zona, se ha considerado que el 90% de todo lo vertido queda retenido en la Laguna de Rocha (donde infiltra y evapora) y no llega al curso del Río Matanza, es decir, el caudal efectivamente aportado al Matanza es de sólo 10 l/s .
- *Planta Cañuelas*: Teniendo en cuenta que el total de la población con servicio cloacal del partido de Cañuelas está conectada a la planta, se estimó un caudal de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Se la ha considerado como no operativa, es decir, se tomó una DBO de 250 mg/l .
- *Planta González Catán*: Efectúa el tratamiento de los efluentes del relleno sanitario de González Catán, que comenzó a funcionar en diciembre de 1998. De acuerdo a información provista por el CEAMSE, opera con un caudal de $250 \text{ m}^3/\text{d}$ (es decir, del orden de 3 l/s), estimándose la DBO a la salida en 50 mg/l .

Para todas se supuso un valor de OD a la salida de 2 mg/l .

No se tuvo en cuenta como fuente puntual el espiche de la Segunda Cloaca Máxima, ya que, de acuerdo a información suministrada por AySA, descargaría sólo luego de eventos de lluvias intensas.

El A° Cildañez (Figura 3.5.1) también fue considerado como un aporte puntual, ya que transporta agua y contaminantes originados en la cuenca del A° Maldonado, es decir, externos a la CMR. Se dispone de mediciones de este aporte efectuadas en 2004, de las que surgen un caudal de $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ y una DBO de 28 mg/l (también se asignó $\text{OD} = 2 \text{ mg/l}$).

3.6 Fuentes de lavado

La carga orgánica resultante del lavado fue asignada al caudal de lavado. Se especificaron valores de DBO de acuerdo al grado de desarrollo urbano:

- Para las subcuencas altamente urbanizadas (Riachuelo y Matanza-Rectificado) se tomó 11 mg/l , que es un valor típico para un desagüe pluvial en una tal zona, de acuerdo al PGA.
- Para las subcuencas medianamente urbanizadas (Matanza-Intermedio-Bajo, Ortega) se lo disminuyó a 5 mg/l .
- Para las subcuencas esencialmente rurales (Matanza-Intermedio-Alto, Matanza-Superior, Morales, Cañuelas, Aguirre, Chacón) se lo fijó en 1 mg/l .

Para todos ellos se consideró un valor de $\text{OD} = 8 \text{ mg/l}$.

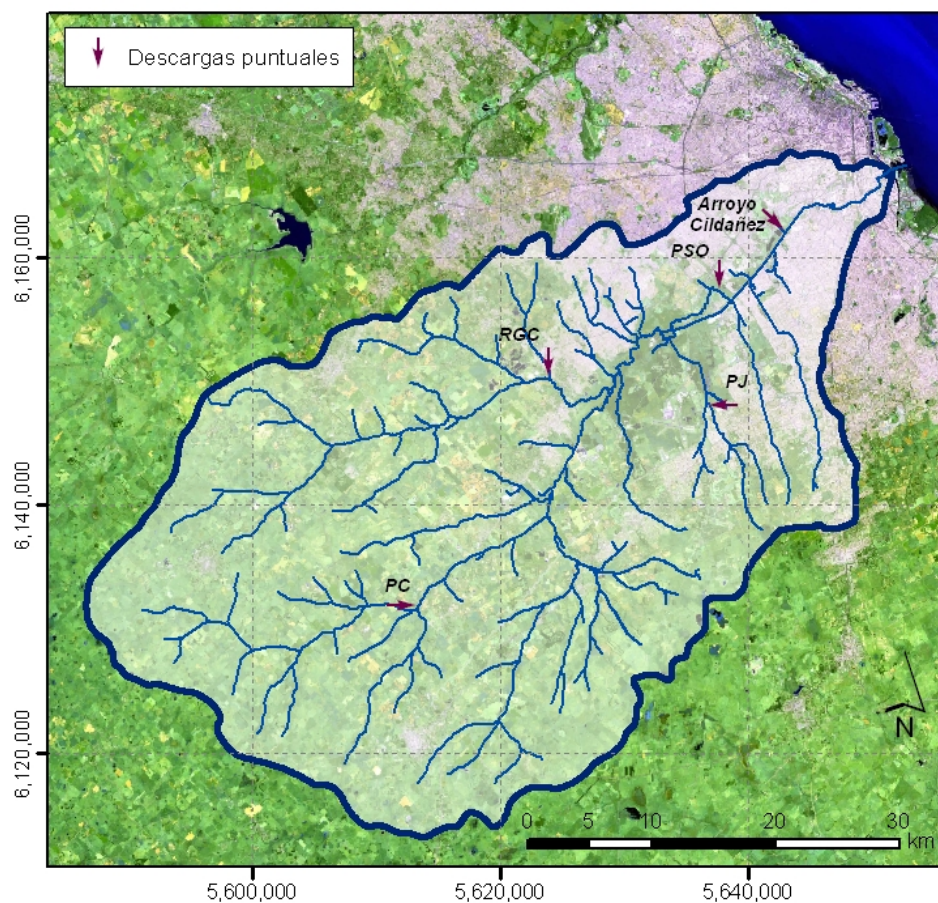


Figura 3.5.1. Ubicación de las descargas puntuales.

3.7 Sedimentos de fondo

Los sedimentos de fondo cercanos a la desembocadura del Riachuelo, donde ha tenido lugar la deposición, presentan un relativamente alto grado de contaminación. En la actualidad se los puede considerar en una situación de relativo equilibrio con el cuerpo de agua, también altamente contaminado, es decir, no constituye una fuente activa de significación.

De todos modos, permanecen como una fuente potencial de aporte a activarse al implementarse medidas de saneamiento que disminuyan la carga contaminante en la columna de agua. Se trataría, entonces, de un fenómeno transitorio, cuya intensidad y duración sería posible eventualmente estimar.

3.8 Validación del modelo hidrodinámico

Para validar el modelo hidrodinámico sólo se dispuso de registros de niveles hidrométricos en tres estaciones. En particular, se contó con datos para el año 1967 en las estaciones Candelaria (A° Morales) y Máximo Paz (río Matanza) y para el año 1986 en la estación Ezeiza (Matanza)⁹. La ubicación de estas estaciones se indica en la Figura 3.8.1. Se seleccionaron los menores niveles registrados como representativos de condiciones de estiaje. En la Figura 3.8.2 se muestra la comparación de esos niveles medidos (que muestran una variación de alrededor de ± 5 cm) con los que surgen del modelo hidrodinámico para el caudal Medio. Se observa un acuerdo satisfactorio con la situación de mínima (correspondiente a marea bajante, en el caso del Tramo Inferior del Matanza-Riachuelo). La tendencia de los valores medidos a caer algo por debajo de los calculados puede explicarse teniendo en cuenta que la simulación corresponde a una situación relativamente reciente, en la que existe un caudal de base como fruto de la mayor importación de agua hacia el sistema en relación a la década del 60.

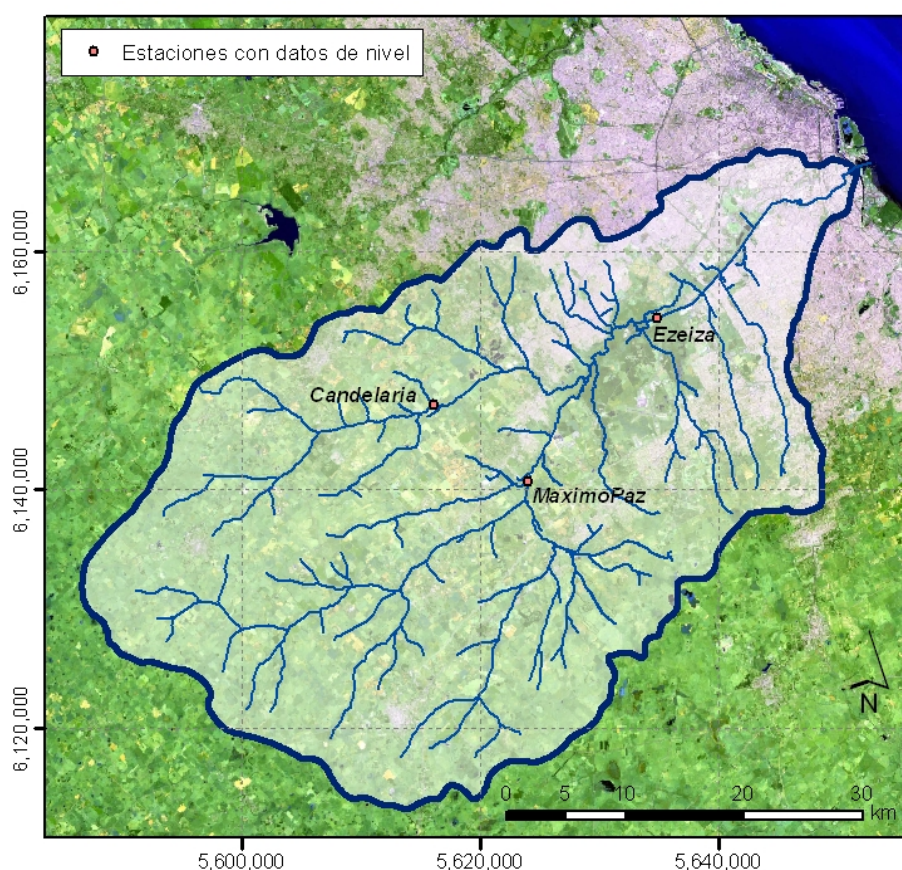
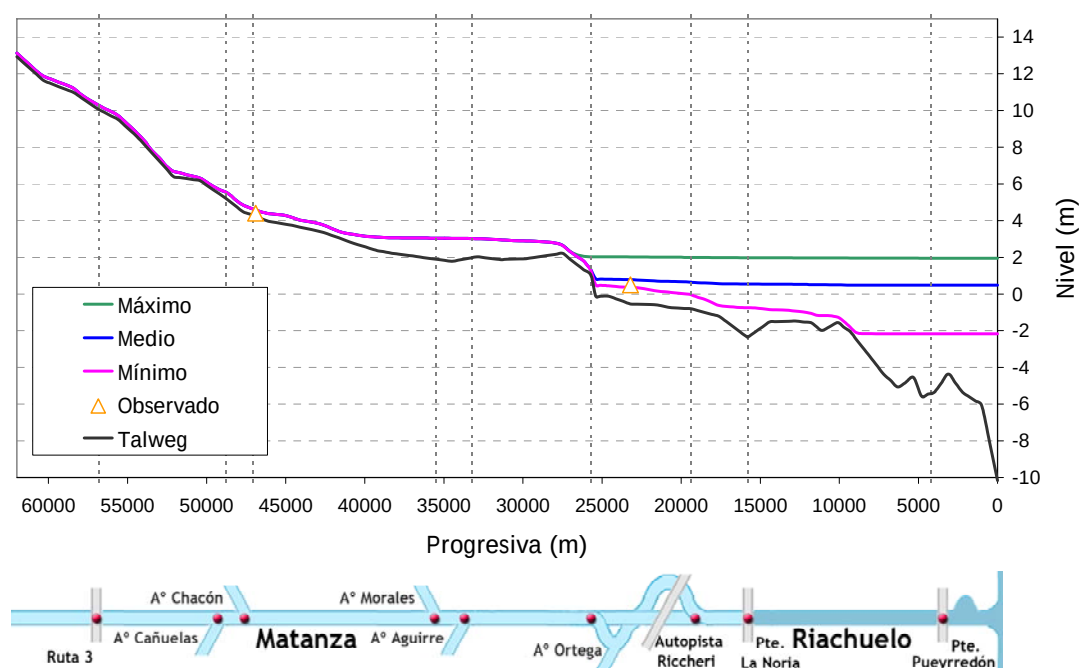
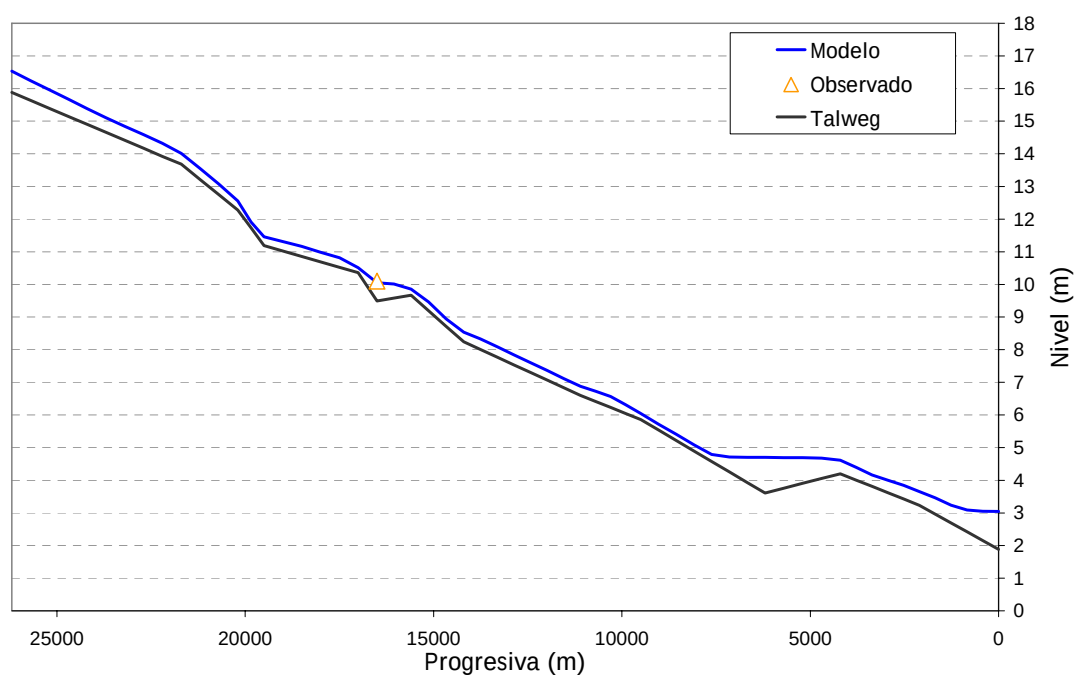


Figura 3.8.1. Ubicación de estaciones de comparación de niveles.

⁹ Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación, “Plan de Gestión Ambiental y de Manejo de la Cuenca Hídrica Matanza-Riachuelo”, Anexo Técnico A – Modelos Matemáticos, 1995



a) Matanza-Riachuelo



b) A° Morales

Figura 3.8.2. Comparación entre niveles de estiaje medidos y calculados con el modelo.

3.9 Calibración del modelo de calidad

Para calibrar el modelo de calidad se utilizaron datos de mediciones de DBO y OD sobre el curso del Matanza-Riachuelo efectuadas por el INA durante 1999 y 2004¹⁰, y se las complementó con mediciones efectuadas por Aguas Argentinas durante 1994-99 en Puente Avellaneda. En la Figura 3.9.1 se indica la ubicación de las estaciones de medición. Se efectuó un análisis para descartar aquellos valores informados considerados inconsistentes (por ejemplo, valores muy altos de OD medidos en laboratorio respecto del valor en campo). Se tomó el intervalo entre los valores mínimo y máximo medidos como representativo del rango de incertidumbre.

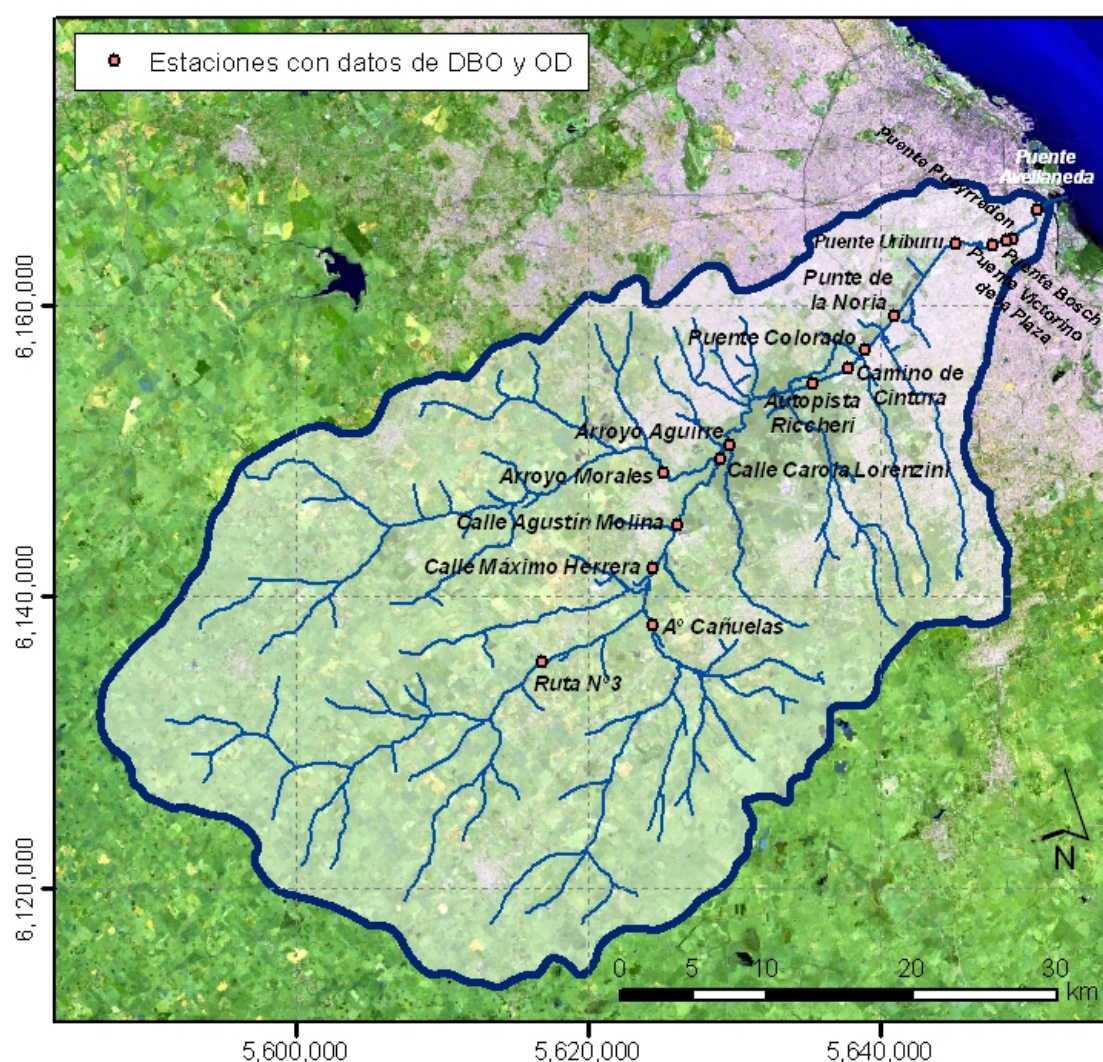
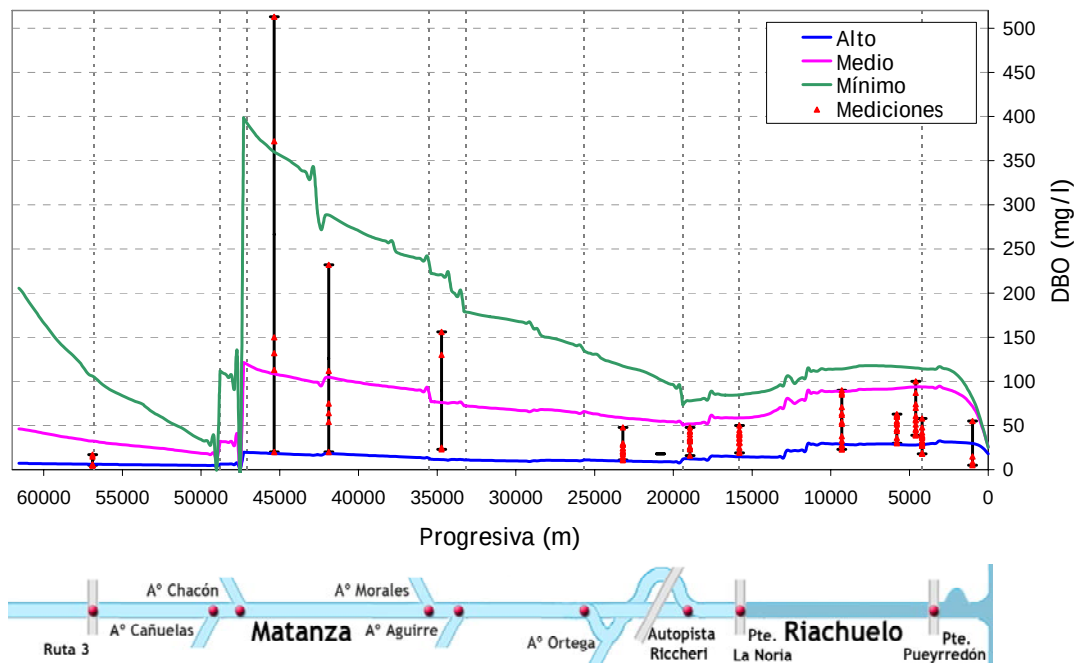


Figura 3.9.1. Ubicación de las estaciones de medición.

¹⁰ Instituto Nacional del Agua. "Evaluación de la Calidad Ambiental de la Cuenca Matanza-Riachuelo", Informe para el Comité Ejecutor de la Cuenca Matanza-Riachuelo, 2005.

En la Figura 3.9.2 se muestran las distribuciones (medias temporales) de DBO y el OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para los tres caudales (Mínimo, Medio y Alto) de acuerdo al modelo, junto con los valores medidos. Se observa que mientras con el caudal Mínimo se logra representar aproximadamente la envolvente de valores medidos máximos de DBO y mínimos de OD, lo inverso sucede con el caudal Alto. Esto se considera un nivel de acuerdo muy satisfactorio. En el caso del OD, la penetración de la onda de marea produce un incremento adicional de concentración en la desembocadura, tal como indican las mediciones, lo cual se observa en la Figura 3.9.3, donde se incluyen los resultados del modelo para Pleamar.

La Figura 3.9.4 presenta la comparación entre modelo y mediciones sobre los tributarios, donde estas últimas existen. Se observa una buena consistencia entre ambas.



a) DBO

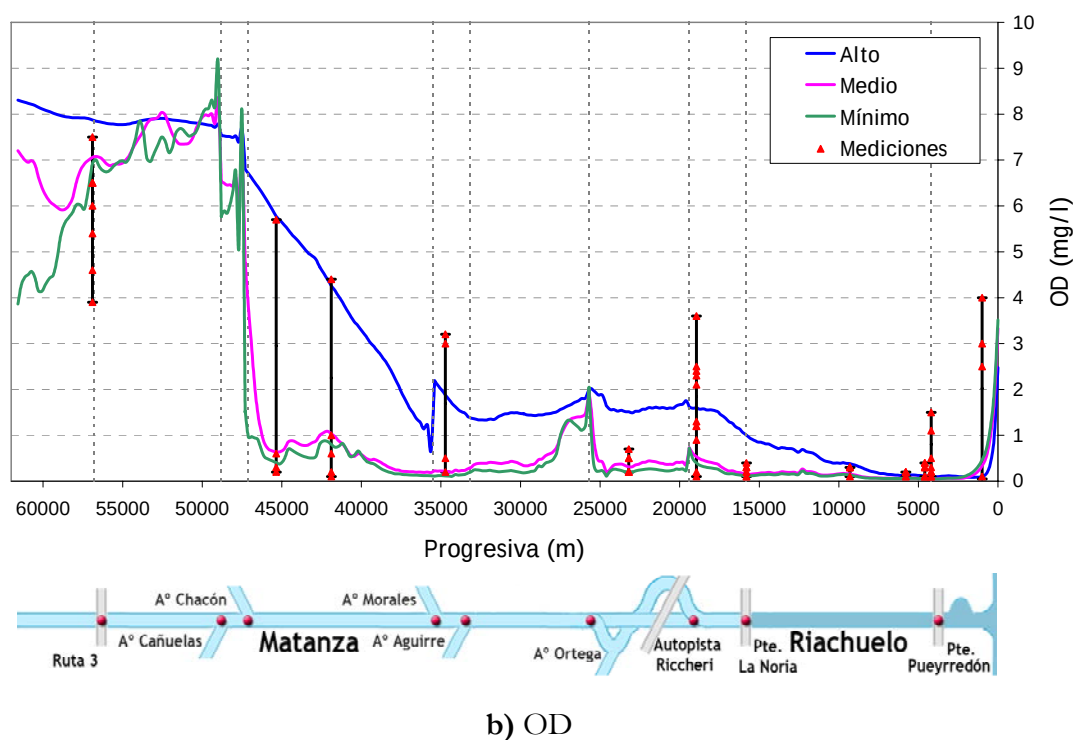


Figura 3.9.2. Comparación entre valores de DBO y OD medidos (barras verticales) y distribuciones calculadas con el modelo a lo largo del Matanza-Riachuelo.

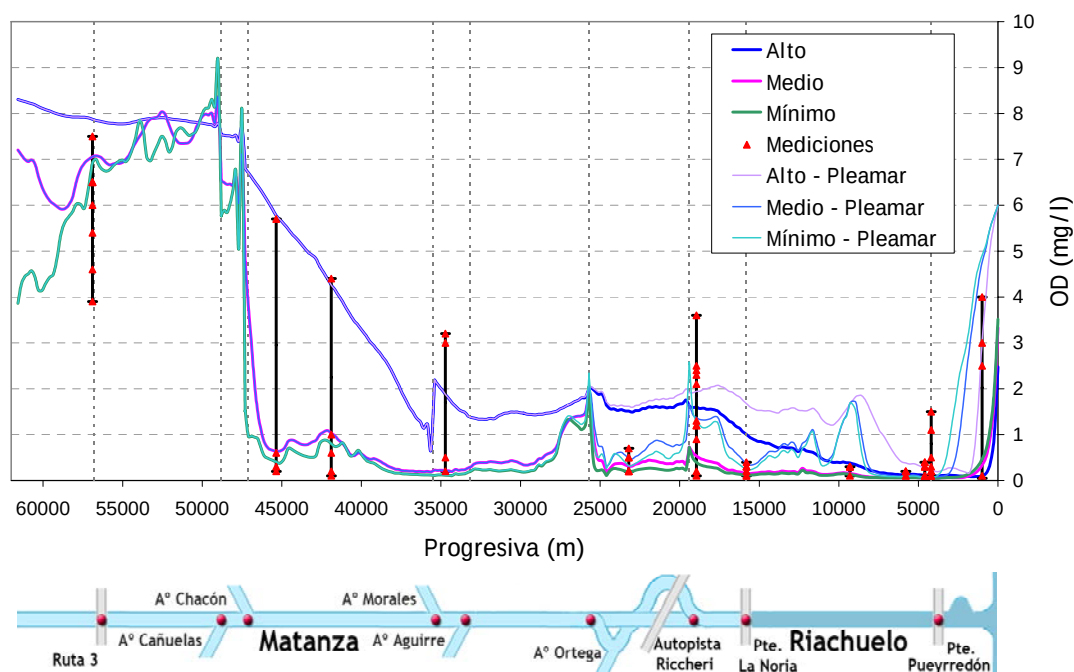


Figura 3.9.3. Comparación entre valores de OD medidos y distribuciones medias y de pleamar calculadas con el modelo a lo largo del Matanza-Riachuelo.

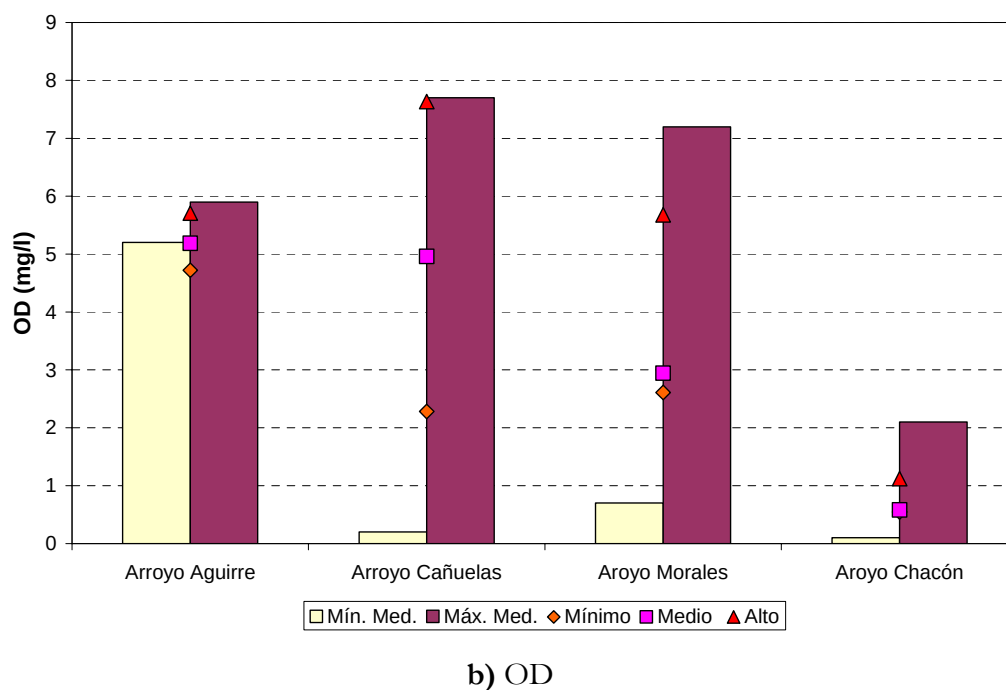
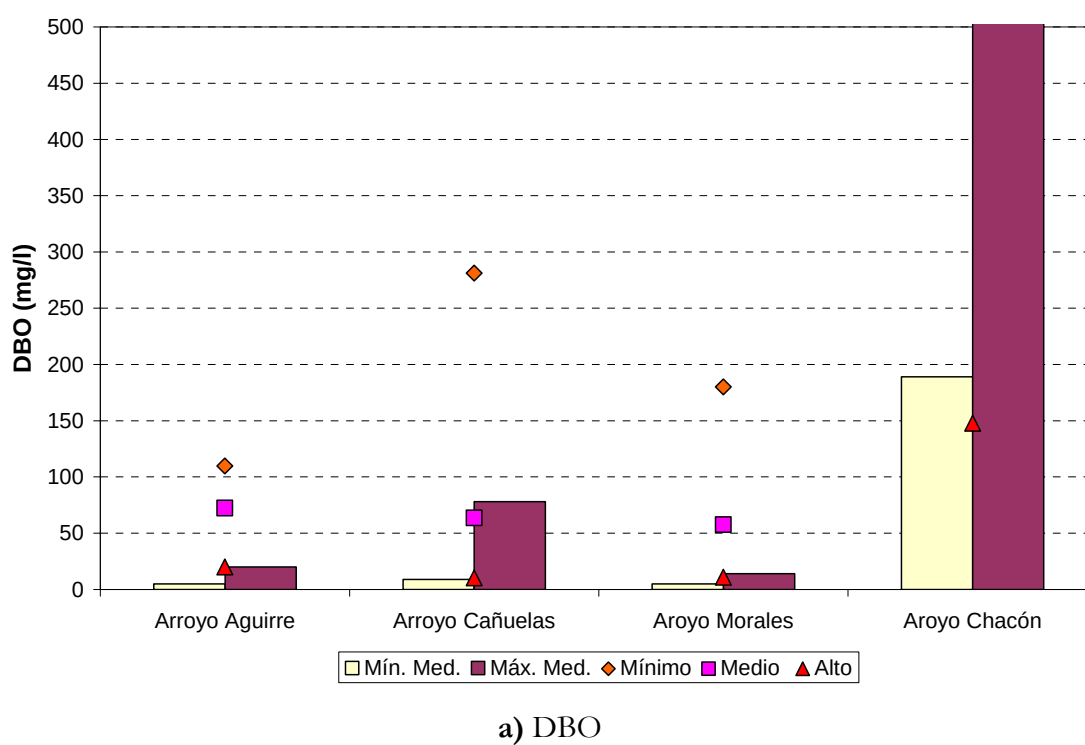


Figura 3.9.4. Comparación entre valores medios y extremos de DBO y OD medidos (Med.) y calculados en los tributarios del Matanza-Riachuelo.

3.10 Línea de base

En las Tablas 3.10.1 a 3.10.3 se sintetizan las cargas aportadas a los cursos de agua para la situación actual (2008), de acuerdo a lo que surge luego de la calibración del modelo, para el Tramo Superior, el Tramo Inferior y el total, respectivamente.

En las Figuras 3.10.1 a 3.10.3 se indican lo que representan como aporte relativo los vertidos desde las fuentes puntuales, industriales y domésticas, para el Tramo Superior, el Tramo Inferior y el total, respectivamente. Se observa que, con respecto al vertido de caudales líquidos, en el Tramo Superior predomina fuertemente el de origen doméstico (casi 70%), mientras que en el Tramo Inferior la fuente dominante son los puntuales (alrededor del 75%); estas últimas siguen dominando en el total (aproximadamente 65%). En cambio, en relación a la carga de DBO, en ambos tramos hay un fuerte predominio de la fuente industrial (en torno al 75%).

Tabla 3.10.1. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo en la situación actual (2008) en el Tramo Superior.

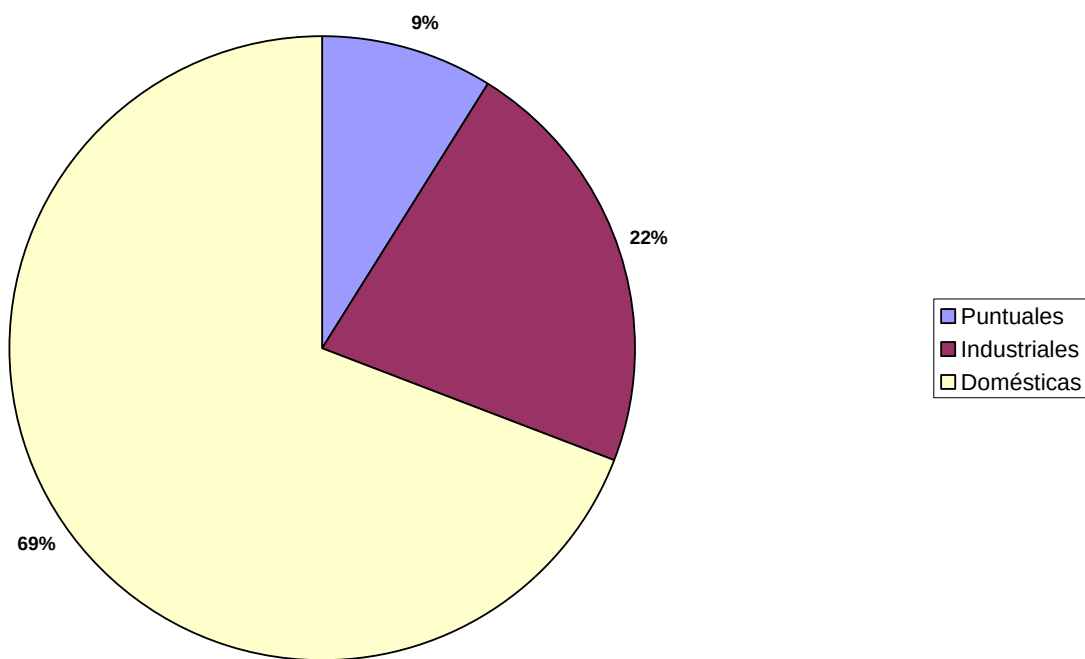
Descarga	Producido			Vertido		
	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	0.1	2.2	244	0.1	2.2	244
Industriales	0.3	30.3	1091	0.3	23.6	1075
Domésticas	4.8	41.5	100	0.8	6.6	95
Total Caudal Mínimo	5.2	74.0	164	1.2	32.4	323
Lavado Caudal Medio	1.6	0.2	1.5	1.6	0.2	1.5
Total Caudal Medio	6.9	74.2	125	2.8	32.6	134
Lavado Caudal Alto	14.8	1.9	1.5	14.8	1.9	1.5
Total Caudal Alto	20.1	75.9	44	16.0	34.3	25

Tabla 3.10.2. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo en la situación actual (2008) en el Tramo Inferior.

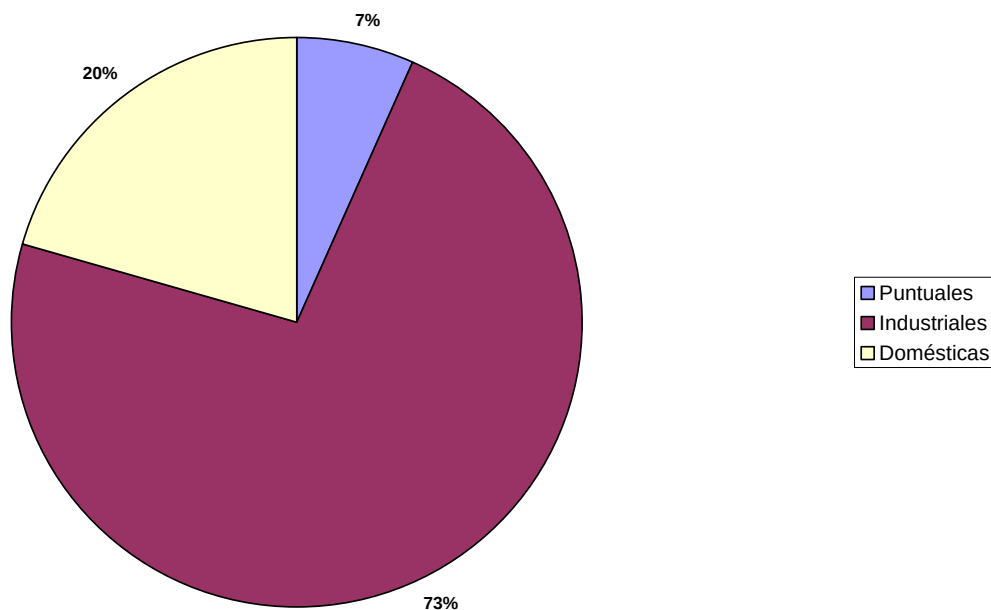
Descarga	Producido			Vertido		
	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	3.8	9.8	30	3.8	9.8	30
Industriales	0.4	68.2	1808	0.3	54.9	1843
Domésticas	5.9	51.2	100	0.9	7.1	94
Total Caudal Mínimo	10.2	129.2	147	5.0	71.7	165
Lavado Caudal Medio	0.4	0.3	9.6	0.4	0.3	9.6
Total Caudal Medio	10.6	129.5	142	5.4	72.1	153
Lavado Caudal Alto	3.7	3.1	9.6	3.7	3.1	9.6
Total Caudal Alto	13.9	132.3	110	8.8	74.9	99

Tabla 3.10.3. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo en la situación actual (2008) en todo el Matanza-Riachuelo.

Descarga	Producido			Vertido		
	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	3.9	11.9	35	3.9	11.9	35
Industriales	0.8	98.5	1504	0.6	78.6	1517
Domésticas	10.7	92.7	100	1.7	13.7	95
Total Caudal Mínimo	15.4	203.2	153	6.2	104.2	195
Lavado Caudal Medio	2.1	0.6	3.1	2.1	0.6	3.1
Total Caudal Medio	17.5	203.7	135	8.3	104.7	147
Lavado Caudal Alto	18.6	5.0	3.1	18.6	5.0	3.1
Total Caudal Alto	34.0	208.2	71	24.8	109.2	51

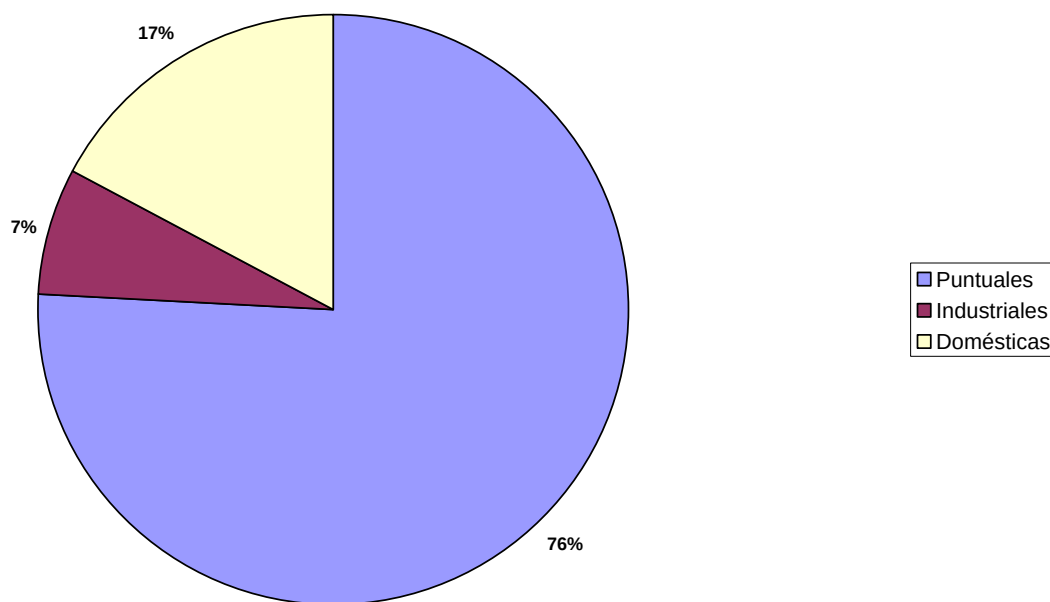


a) Caudal líquido

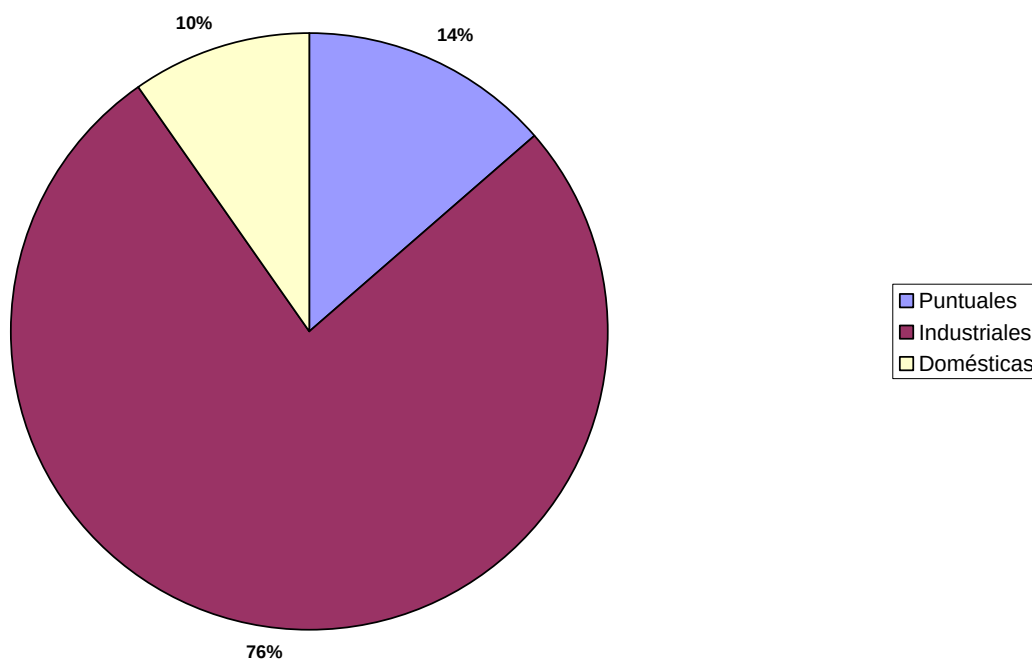


b) Carga de DBO

Figura 3.10.1. Aporte relativo de aguas residuales de distintas fuentes en el Tramo Superior.

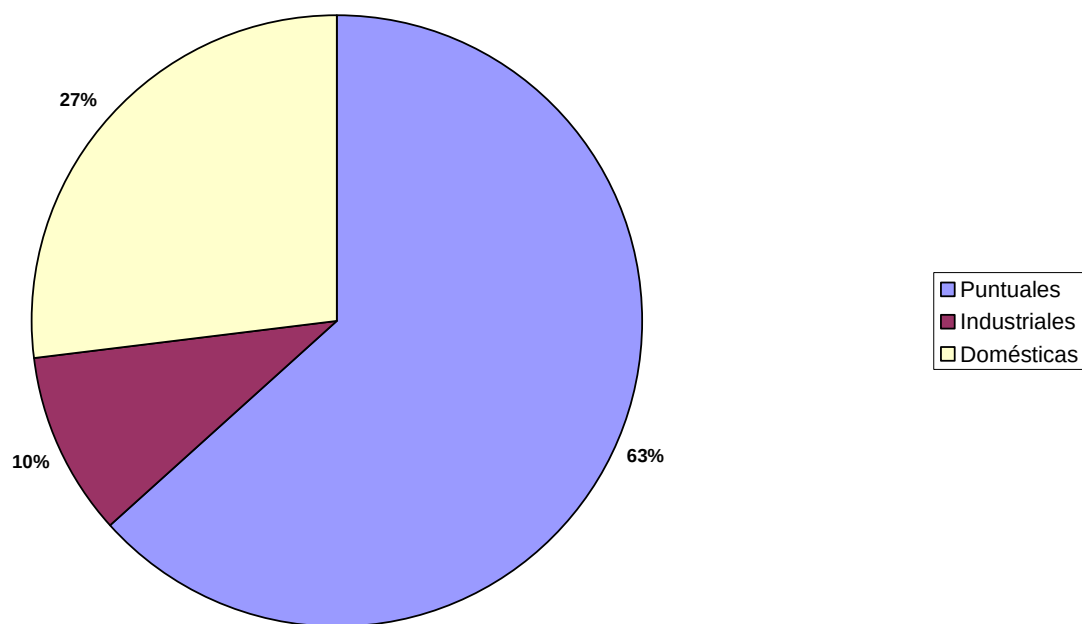


a) Caudal líquido

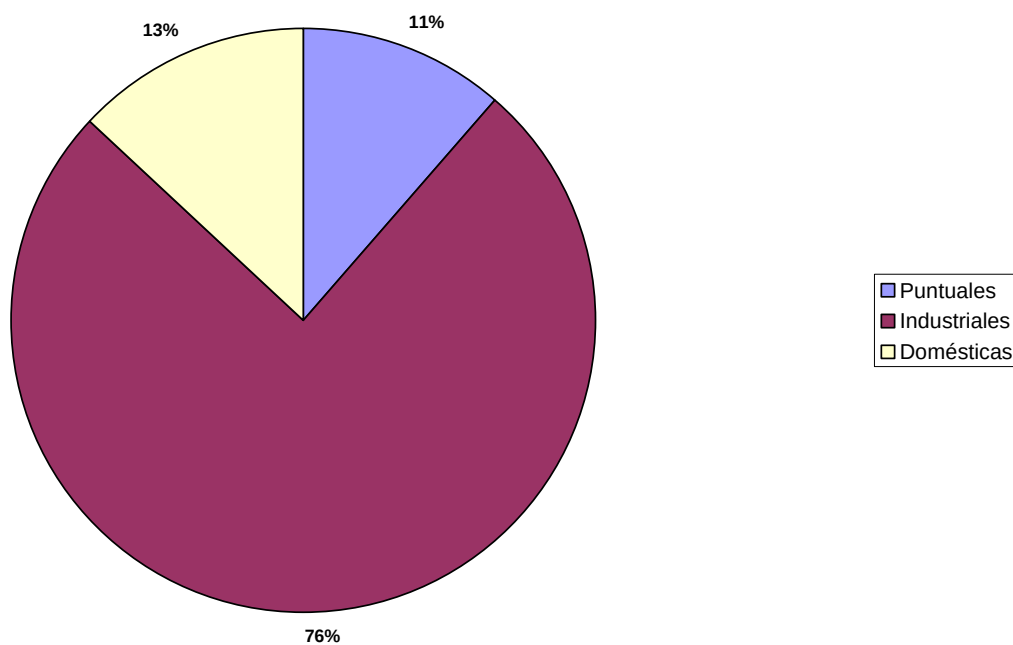


b) Carga de DBO

Figura 3.10.2. Aporte relativo de aguas residuales de distintas fuentes en el Tramo Inferior.



a) Caudal líquido



b) Carga de DBO

Figura 3.10.3. Aporte relativo de aguas residuales de distintas fuentes para todo el Matanza-Riachuelo.

Por otro lado, comparando el subtotal de las tres fuentes recién analizadas (puntuales, industriales y domésticas) con el aporte de la fuente de lavado, surgen los porcentajes indicados en la Tabla 3.10.4 para el caudal y la carga de DBO. Se observa que el lavado representa porcentajes de caudal desde medios (en torno al 50%) a altos (mayor al 90%) en el Tramo Superior, pasando al rango bajos (menor al 10%) a medios (en torno al 50%) en el Tramo Inferior. En cuanto a la carga de DBO, el aporte del lavado va de muy bajo (menor al 1%) a bajo (menor al 10%).

Tabla 3.10.4. Aporte de carga de lavado relativo al resto de las fuentes (puntuales, industriales y domésticas).

Caudal	Tramo Superior		Tramo Inferior		Total	
	Caudal	DBO	Caudal	DBO	Caudal	DBO
Medio	59%	0,6%	7,7%	0,5%	25%	0,5%
Alto	93%	5,6%	43%	4,2%	75%	4,6%

La Figura 3.10.1 repite las distribuciones de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para los tres caudales de ensayo, ya mostradas en la calibración. Se observa que, bajo la situación de carga actual, el río se encuentra en estado de anoxia en la mayor parte de su recorrido para las situaciones normales de caudal. En particular, todo el Tramo Inferior (25 km) se halla en esa situación al menos para caudales de Medio a Mínimo. El Tramo Superior comienza a complicar su estado de calidad desde la desembocadura del A° Cañuelas. En la Figura 3.10.2 se ilustra esta situación sobre la cuenca completa, incluyendo los tributarios del Matanza-Riachuelo modelados; se estima que, la situación fluctúa, básicamente, entre estos tres estados.

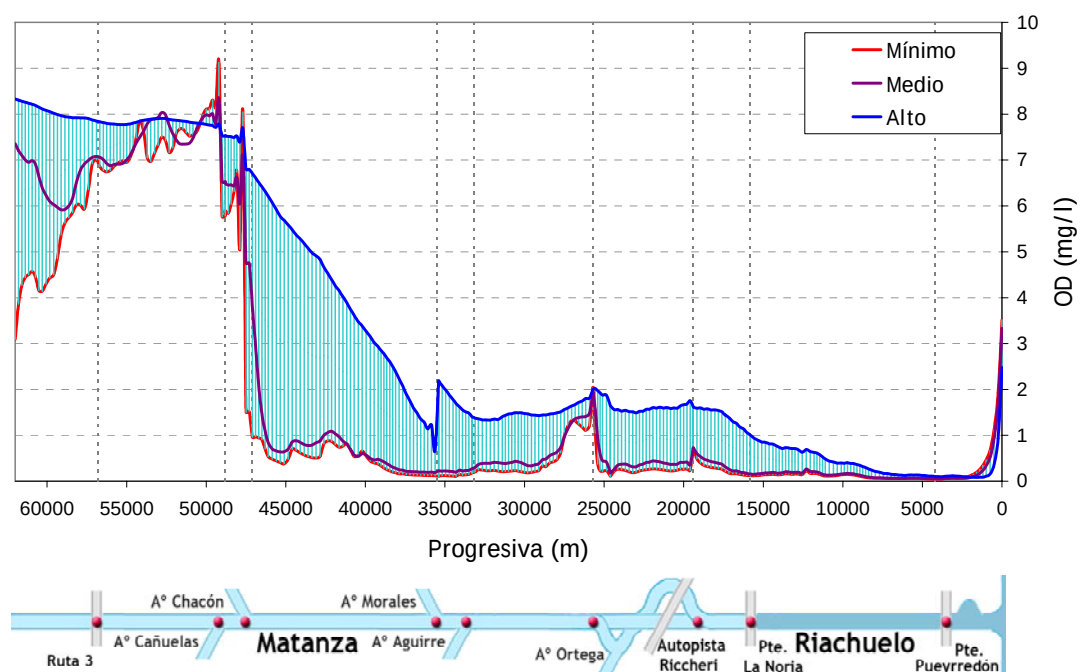
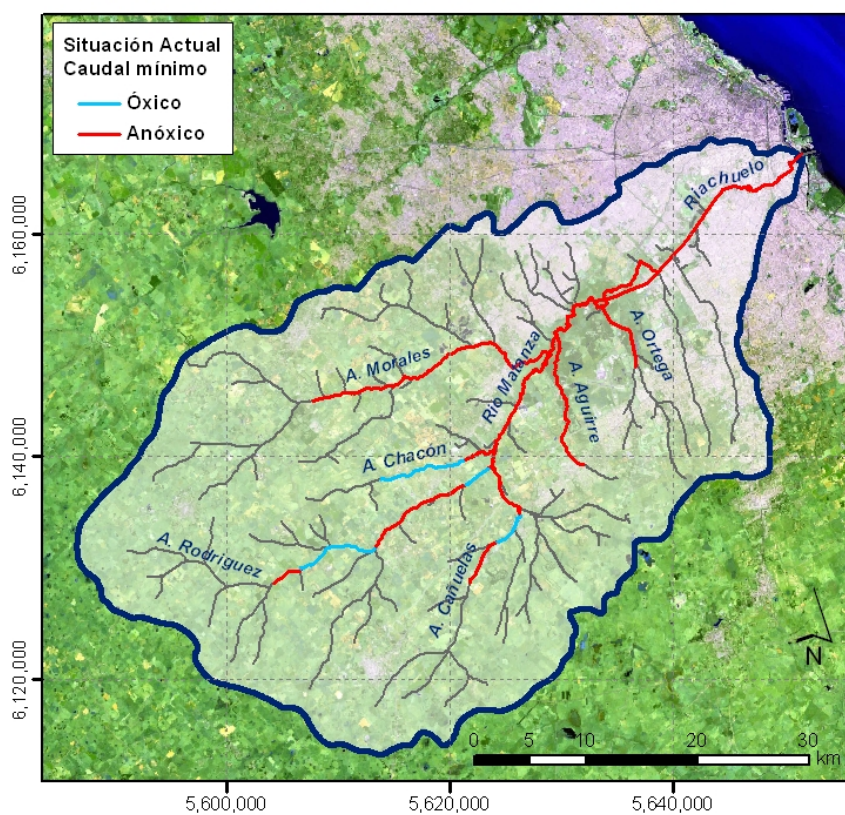
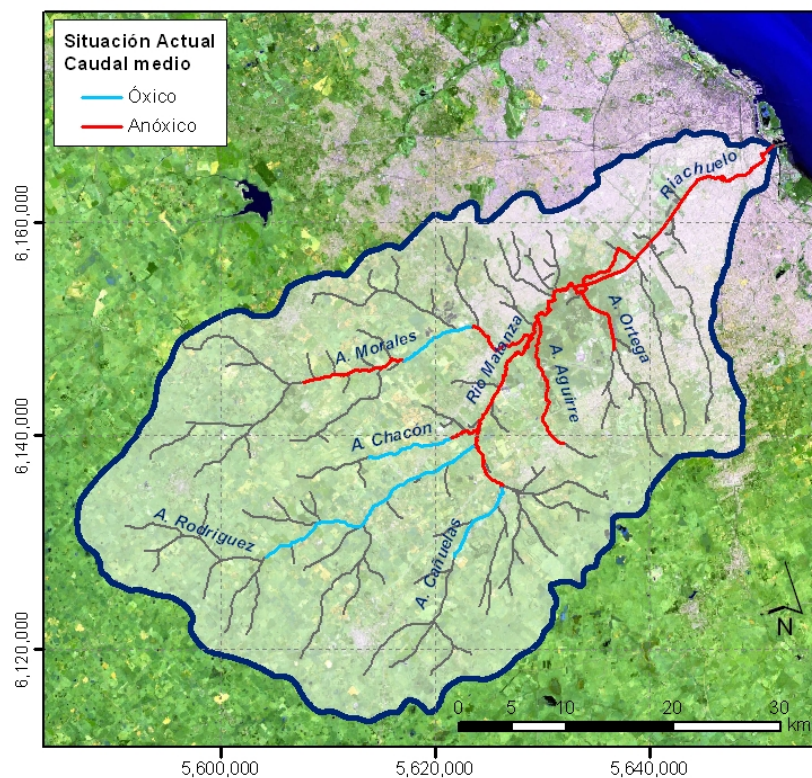


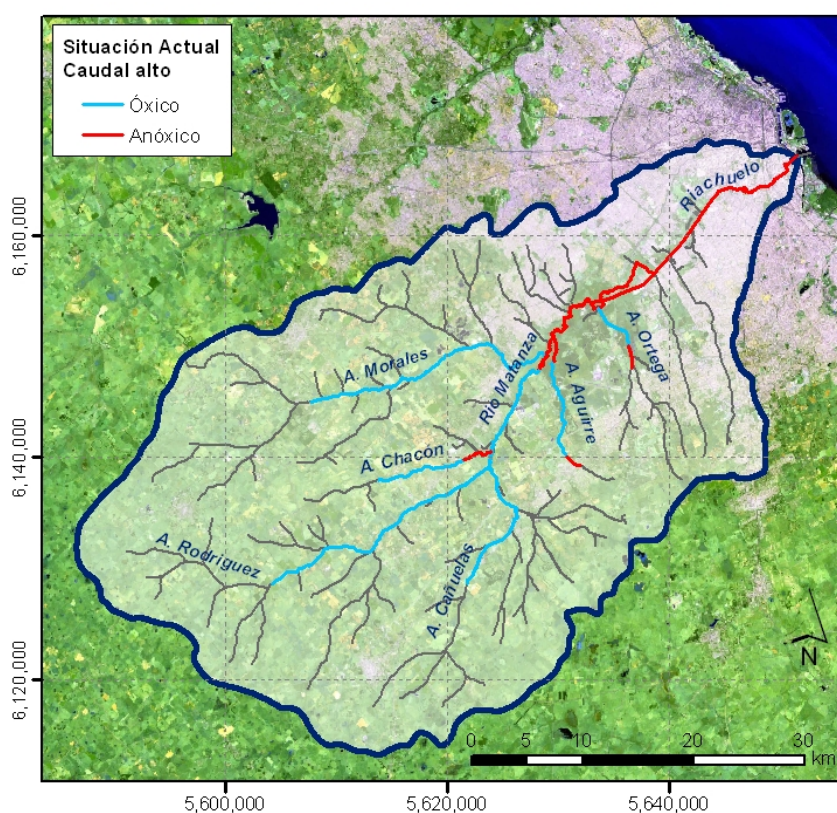
Figura 3.10.1. Distribución de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para la situación actual (2008)



a) Caudal Mínimo



b) Caudal Medio



c) Caudal Alto

Figura 3.10.2. Zonificación de zona anóxica sobre la cuenca del Matanza-Riachuelo para la situación actual (2008).

4 MODELO DEL RÍO DE LA PLATA

4.1 Batimetría

Para construir el modelo digital del terreno se utilizó una base de datos batimétricos puntuales, digitalizados a partir de las siguientes cartas náuticas del Servicio de Hidrografía Naval (SHN).

- SHN-H116, Río de la Plata Medio y Superior
- SHN-H118, Río de la Plata Superior
- SHN-H130, Delta del Paraná
- SHN-H156, Puerto de Buenos Aires

Estas cartas representan distintas escalas de resolución, de modo que incluyen distintas densidades de puntos. En las zonas de superposición entre cartas se seleccionaron los puntos con mayor densidad. En total, se digitalizaron 5424 puntos (Figura 4.2.1).

4.2 Grilla de discretización

Se definieron cinco patrones de textura de la grilla de discretización. Los tipos se resumen en la Tabla 4.3.1, donde se indica el nombre, la extensión media del paso de malla y el área máxima del elemento.

Tal como se muestra en la Figura 4.3.1, la textura A se aplica en la zona de menor interés. Para las zonas donde se requiere mayor poder de resolución (Primera Franja Costera) se utilizan las texturas C y D. La textura E se aplica en torno a los emisarios subacuáticos de los escenarios futuros.

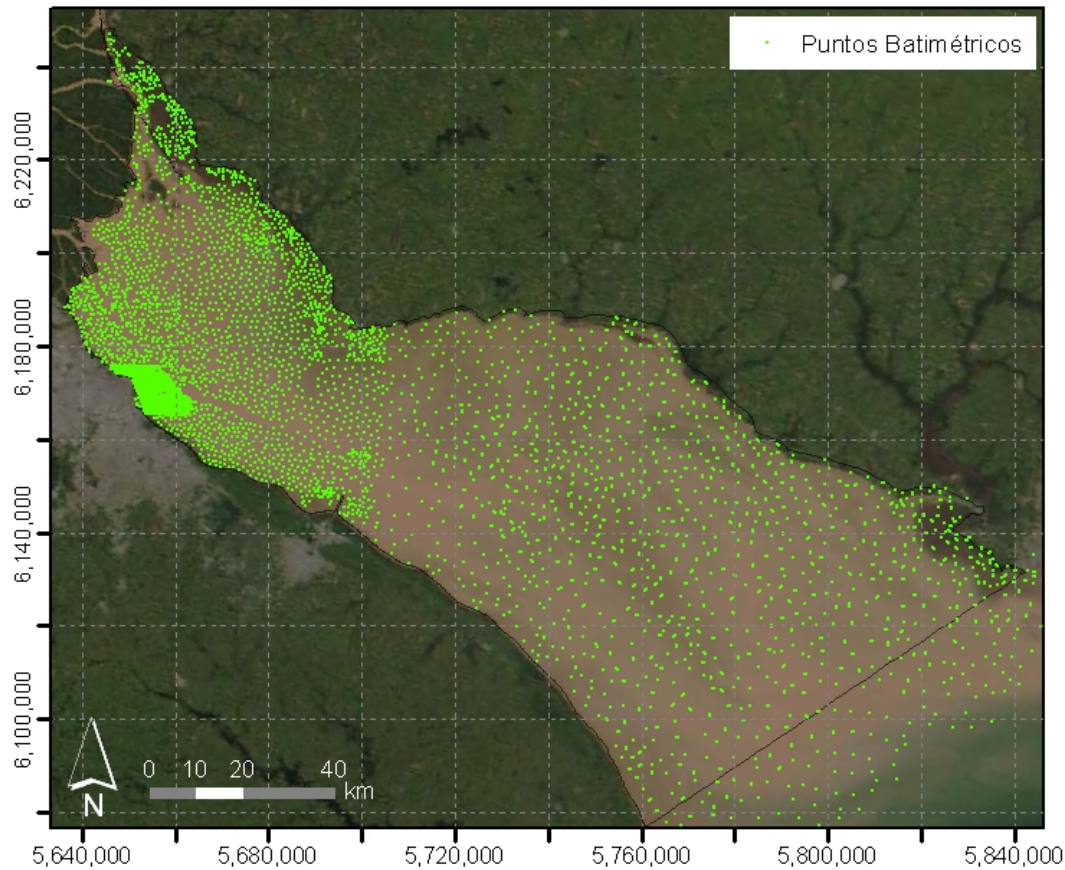
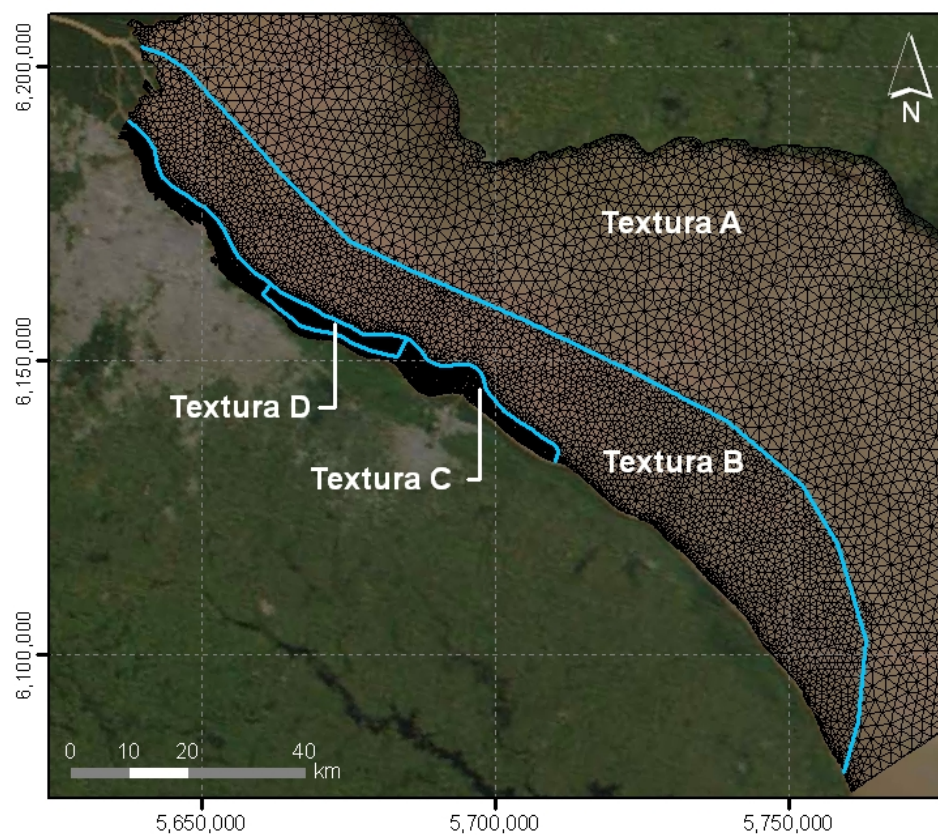


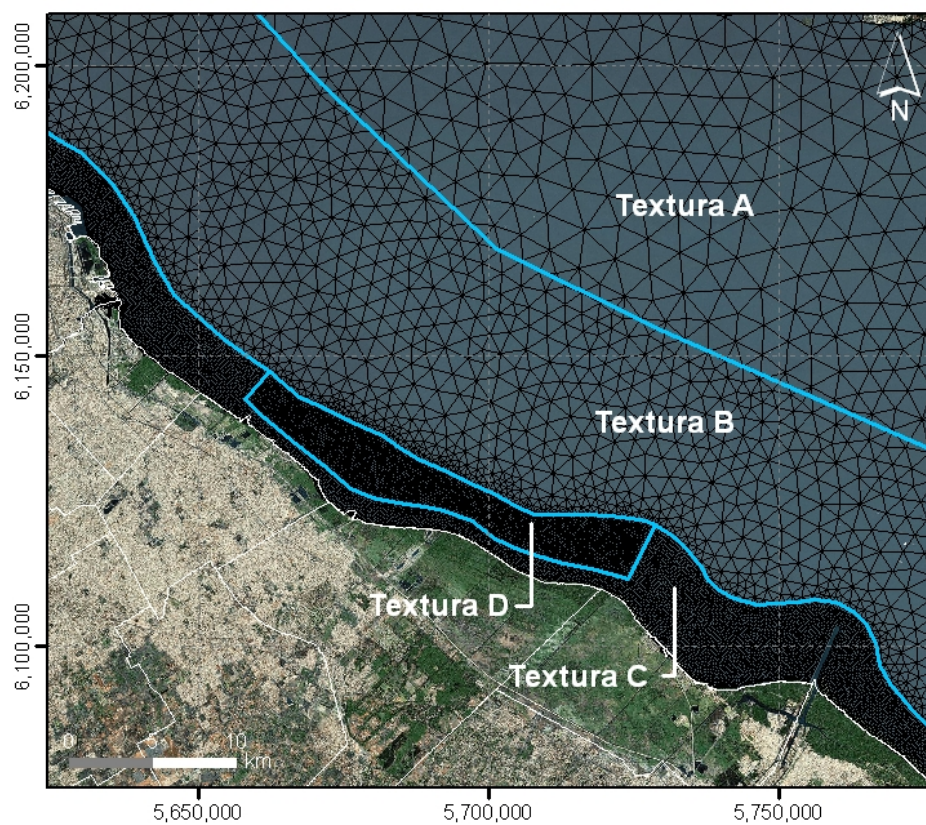
Figura 4.2.1. Ubicación de puntos con datos batimétricos.

Tabla 4.3.1. Dimensiones características de las texturas de la grilla de discretización.

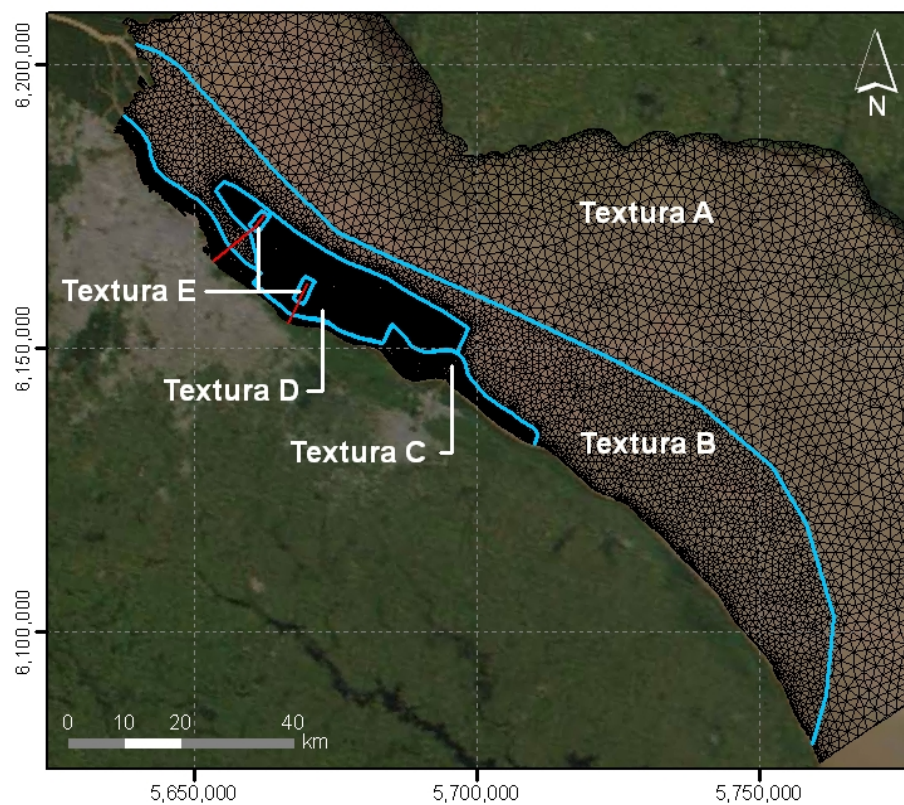
Textura	Paso medio (m)	Área máxima (m²)
A	1700	2,5*10 ⁶
B	1075	1,0*10 ⁶
C	192	32.000
D	136	16.000
E	96	8.000



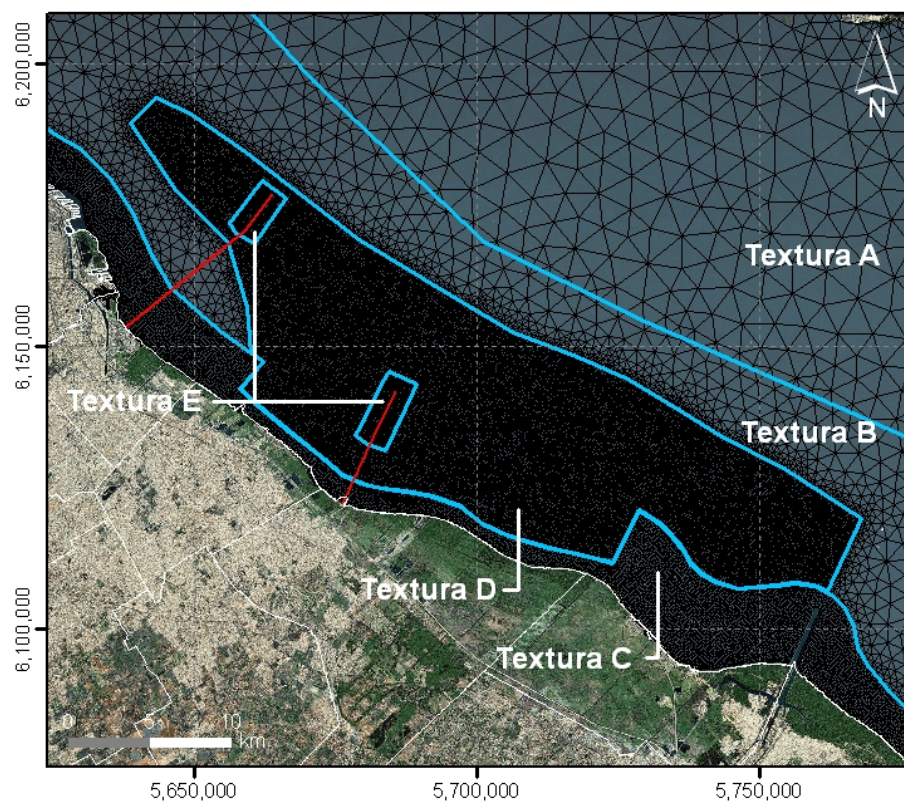
a) Vista general para situación actual



b) Vista de detalle para situación actual



c) Vista general para situación futura



d) Vista de detalle para situación futura

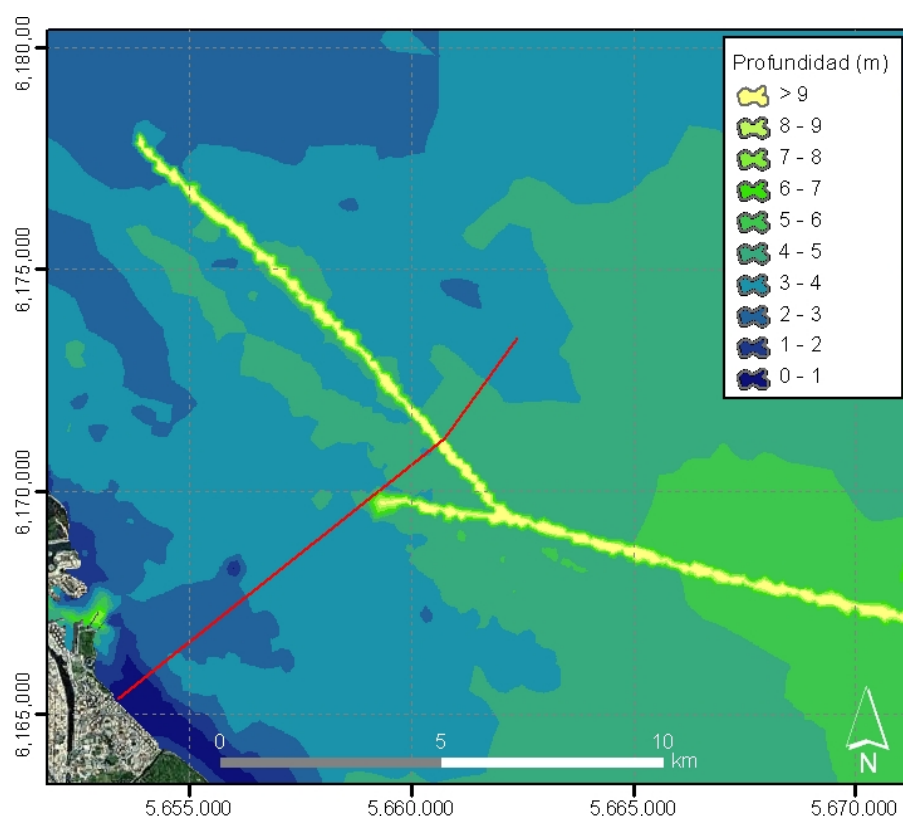
Figura 4.3.1. Zonas texturales para el modelo del Río de la Plata.

4.3 Canales de navegación

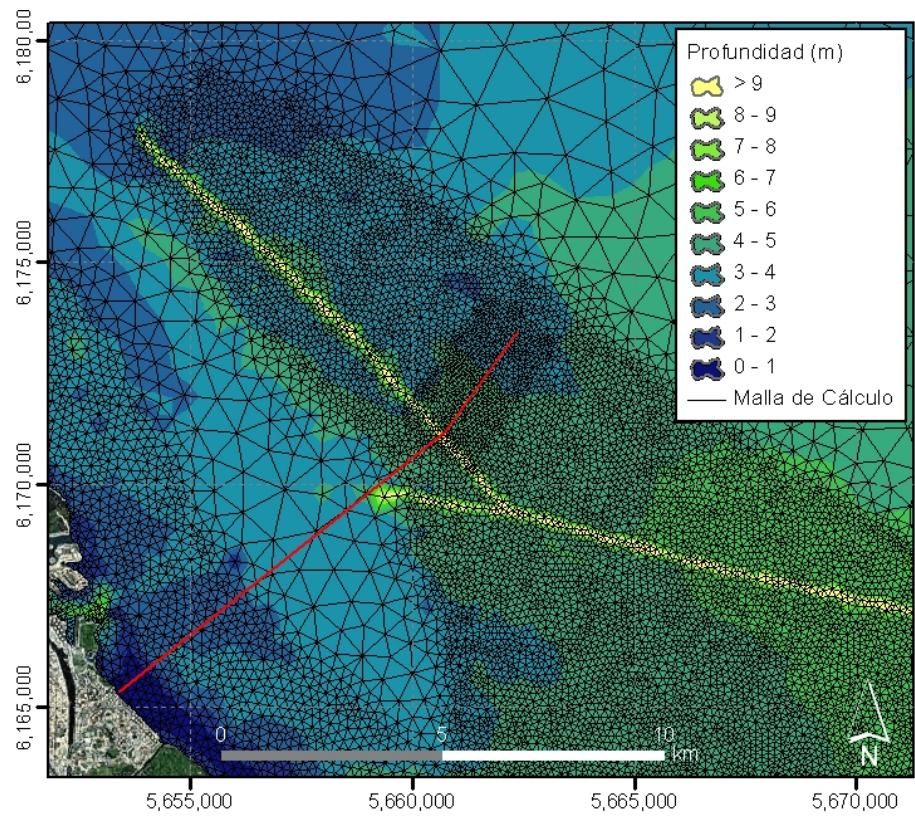
Los canales de navegación del Río de la Plata (Emilio Mitre, de Acceso al Puerto de Buenos Aires, Norte y Sur), cuya profundidad es de alrededor de 32 pies (aproximadamente 10 metros) al Plano de Referencia, fueron introducidos en el modelo asignando esa profundidad a los nodos de la grilla que caen dentro del ancho del canal, pero sólo en las zonas de textura cuya paso de malla es del orden de ese ancho (texturas D y E). En la Figura 4.4.1 se muestra como queda incorporado el canal de navegación en el modelo digital del fondo basado en la grilla de discretización.

4.4 Aportes costeros

La ubicación de los aportes costeros significativos, todos representados en el modelo, se muestran en la Figura 4.5.1.



a) Zonas de nivel



b) Zonas de nivel con grilla superpuesta

Figura 4.4.1. Batimetría con el canal de navegación incorporado.

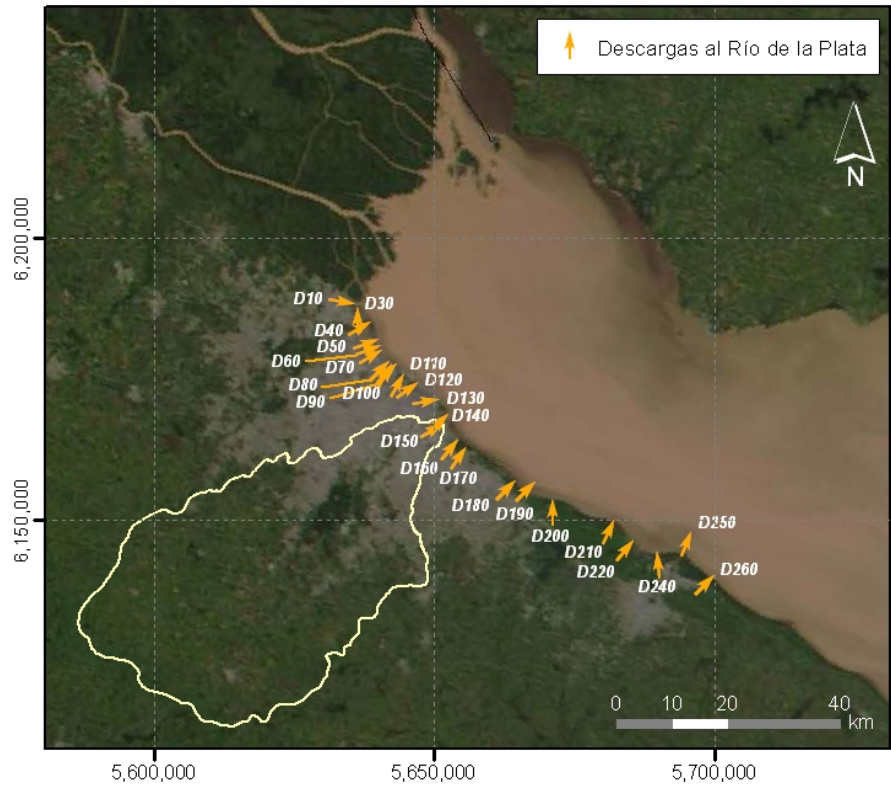
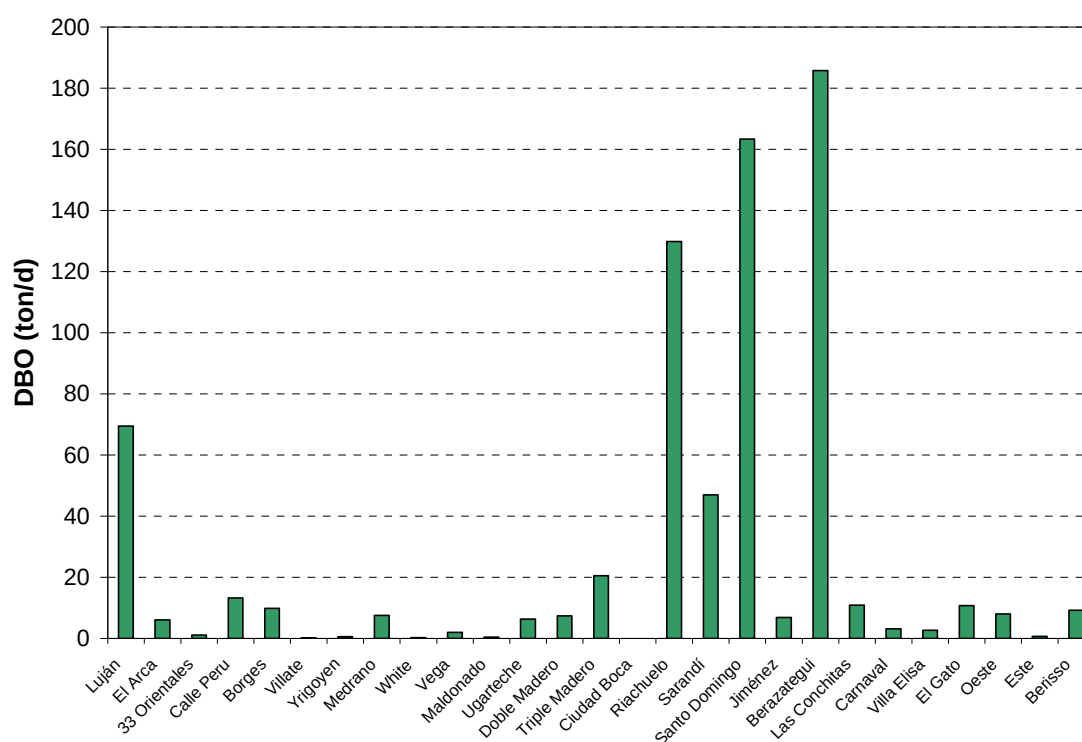


Figura 4.5.1. Ubicación de aportes laterales al Río de la Plata.

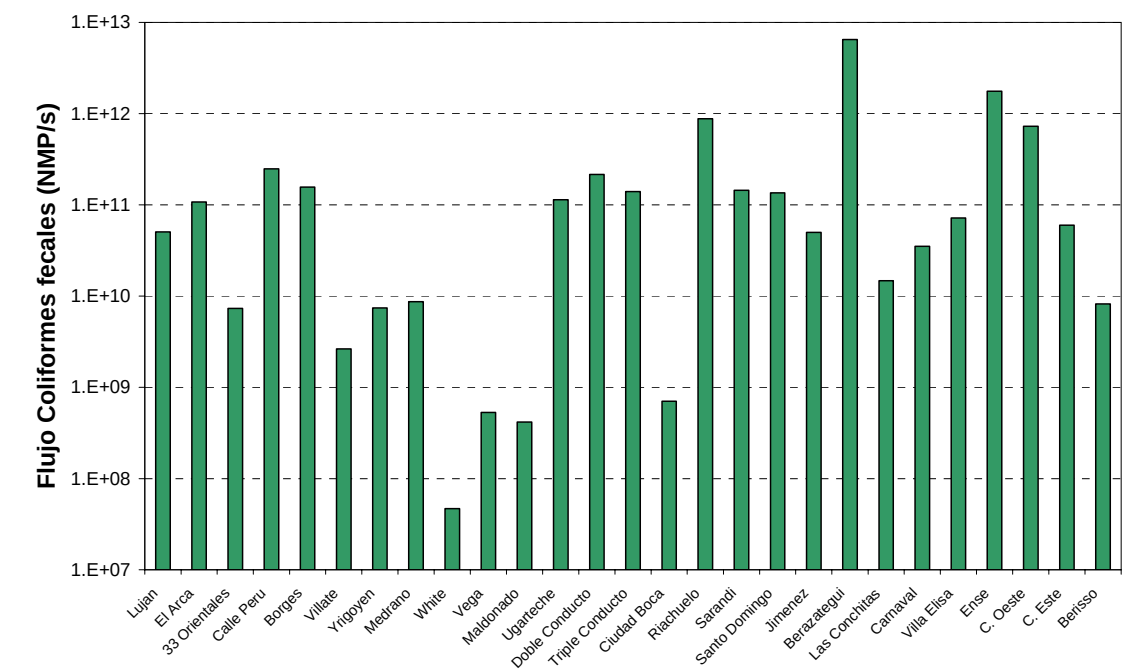
Se consideraron los siguientes parámetros:

- o DBO
- o Coliformes fecales
- o Nitrógeno de amonio
- o Nitrógeno de nitrato
- o OD (Oxígeno disuelto)
- o Sustancias fenólicas
- o Detergentes
- o Cromo
- o Plomo
- o Cadmio

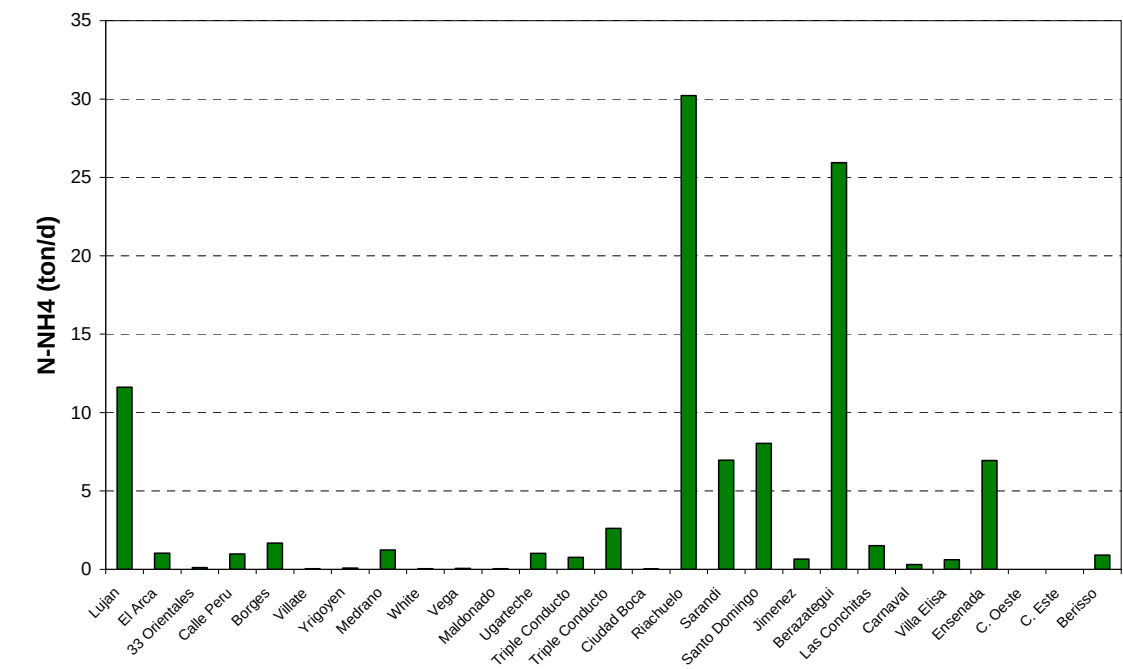
Se utilizaron los datos de mediciones efectuadas por Aguas Argentinas durante el período 1994-1999, y se tomaron los valores medios. Estos aportes se muestran en la Figura 4.5.1 y la Tabla 4.5.1 (para el Cadmio el aporte se consideró nulo).



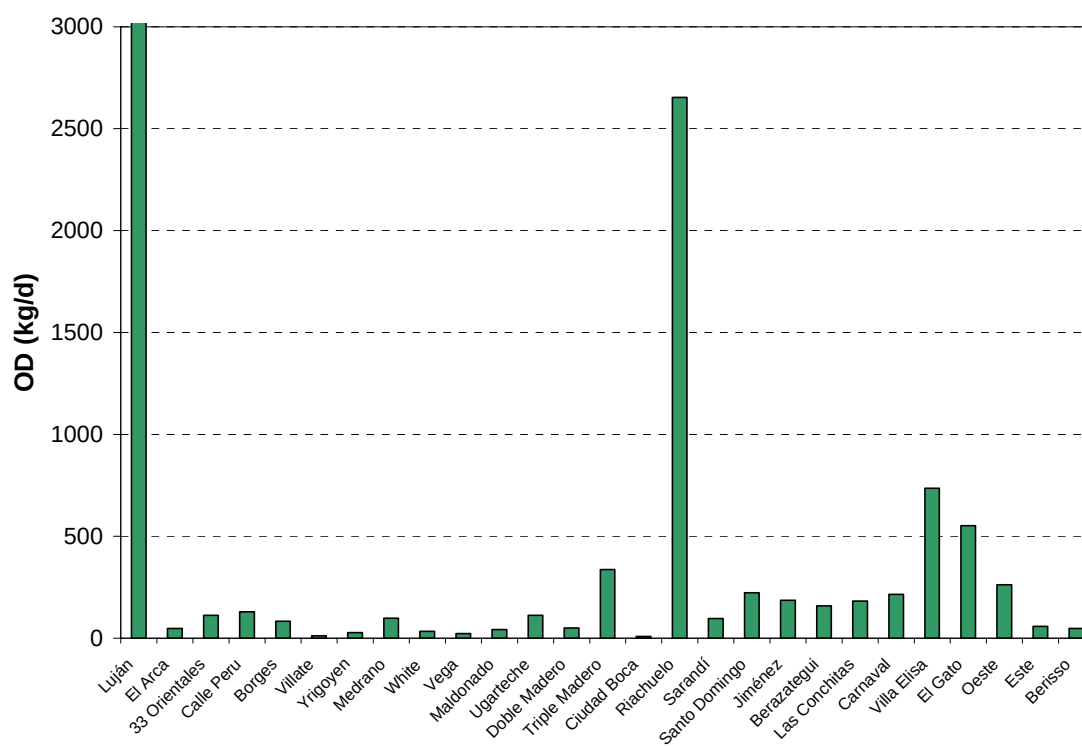
a) DBO



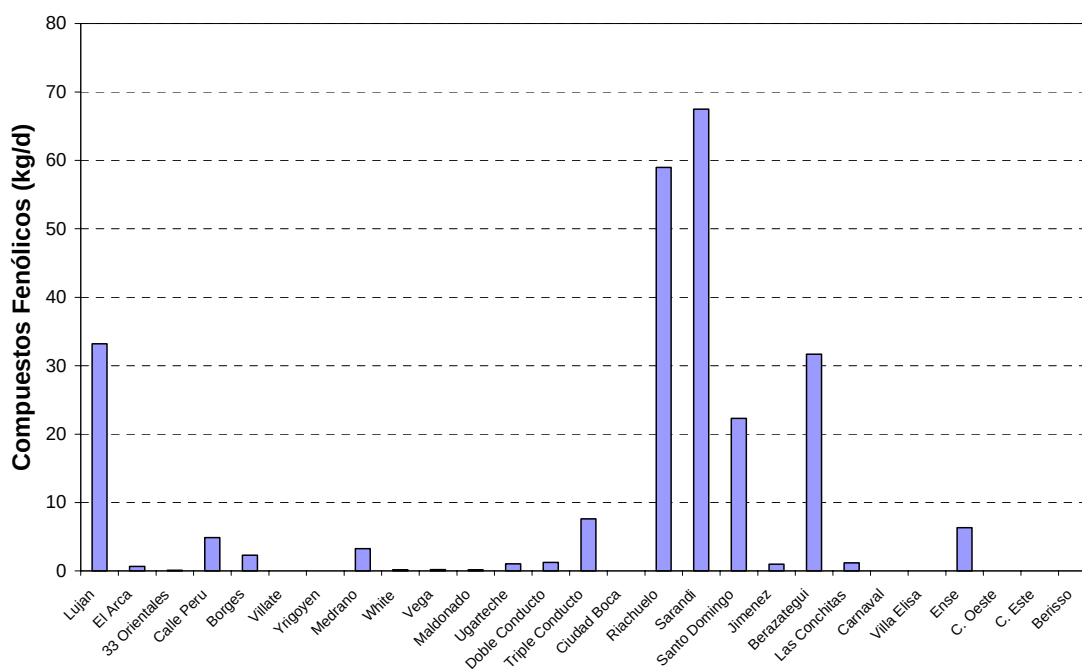
b) Coliformes fecales



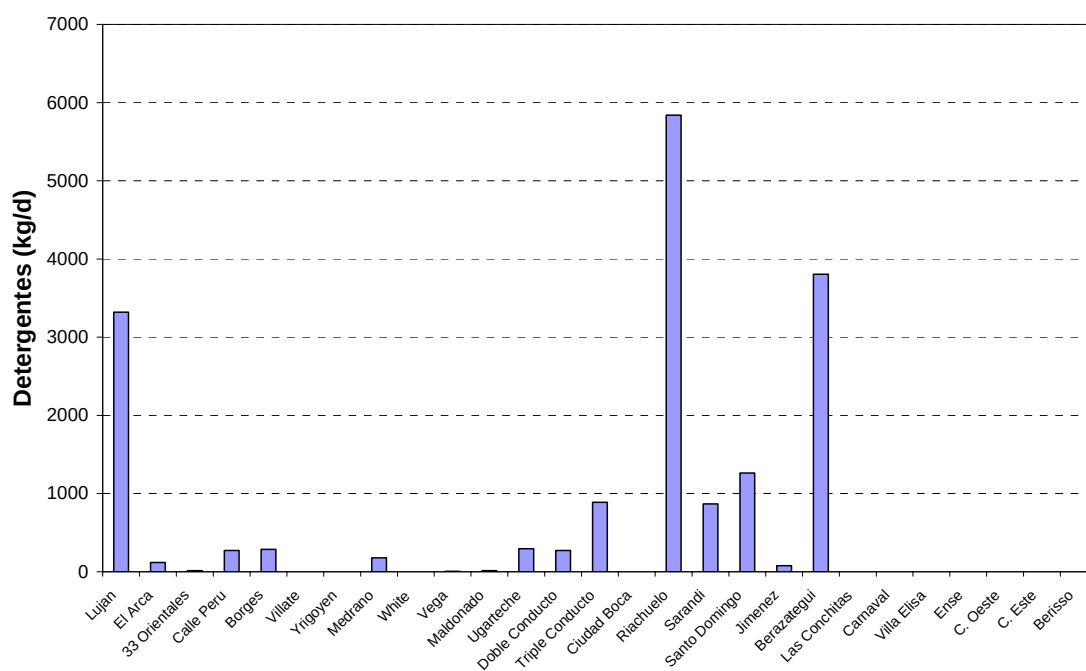
c) Nitrógeno de amonio



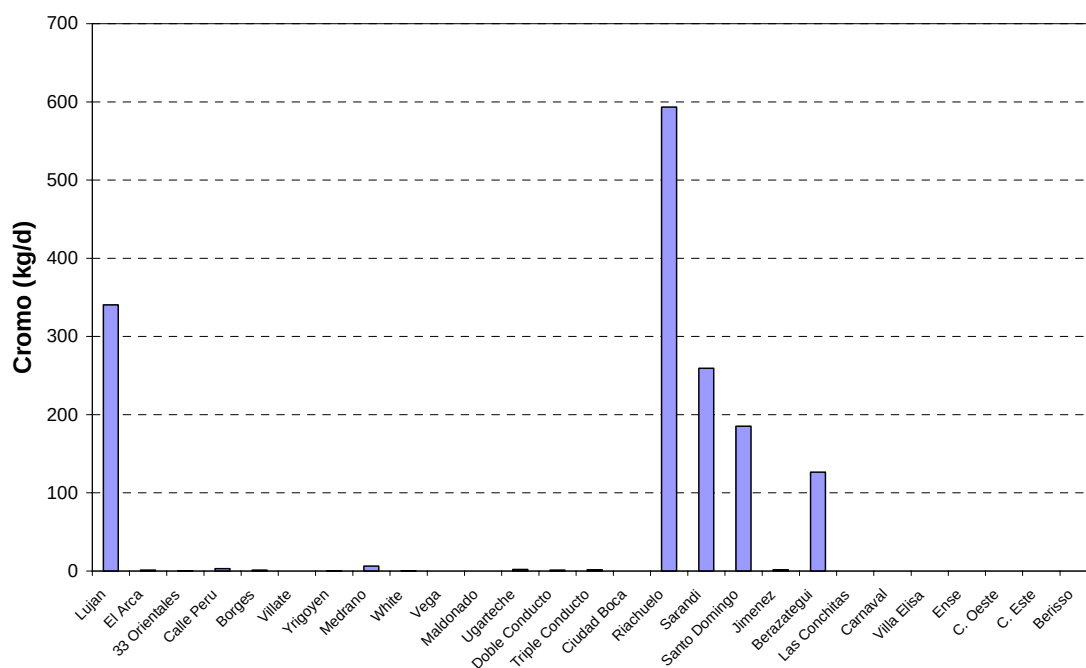
d) OD



e) Fenoles



f) Detergentes



g) Cromo

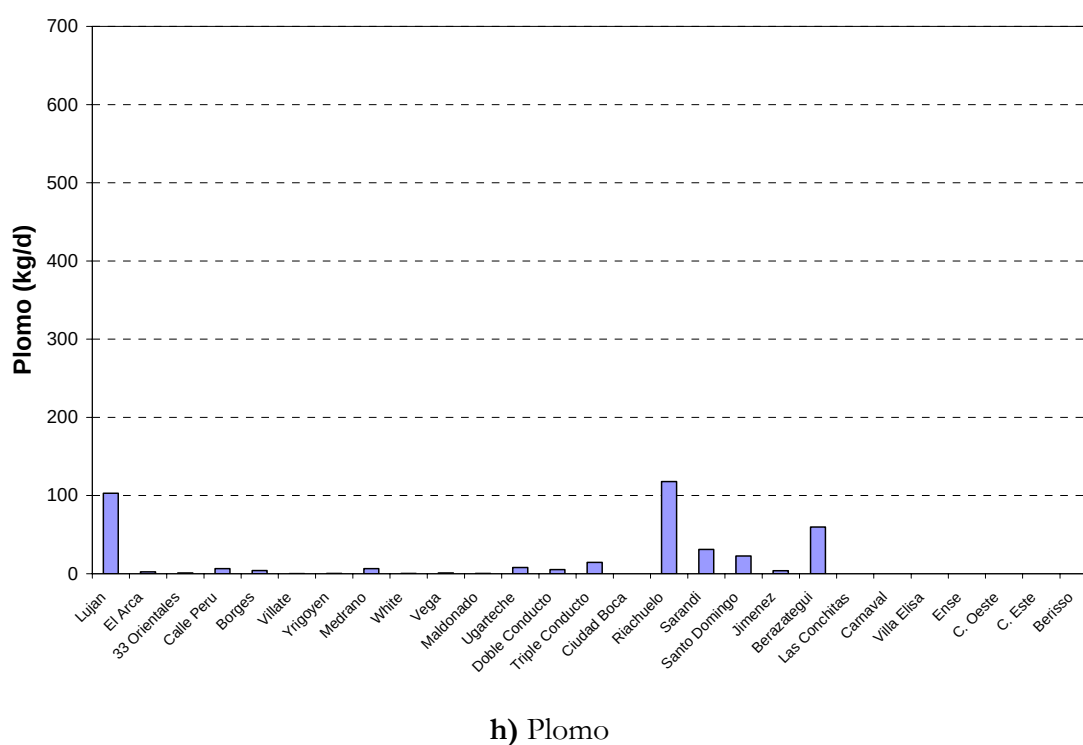


Figura 4.5.1. Aportes laterales al Río de la Plata.

4.5 Concentraciones de fondo

Las concentraciones de fondo son las existentes en ausencia de los vertidos desde las cuencas metropolitanas (desde CR hasta CAS), es decir, las provenientes de contaminación originada en el río Paraná de las Palmas. Si bien ellas son bajas para la mayoría de los parámetros, fue necesario tener en cuenta las asociadas al Plomo (Pb) y al Cromo (Cr), ya que se detectan valores relevantes. Específicamente, se asignaron valores de concentración de Pb y Cr a la descarga desde el río Paraná de las Palmas de modo de representar satisfactoriamente los valores medidos. Estos fueron los siguientes:

Concentración de Pb: 11 $\mu\text{g/l}$

Concentración de Cr: 4,5 $\mu\text{g/l}$

Tabla 4.5.1. Aportes medios al Río de la Plata.

Curso de Agua / Conducto	Caudal líquido (m³/s)	DBO (ton/d)	Coli fecales (NMP/s)	N-NH ₄ (ton/d)	OD (kg/d)	Fenoles (kg/d)	Detergentes (kg/d)	Cromo (kg/d)	Plomo (kg/d)
Río Luján	190	69	620	12	12*10 ⁴	33	3300	340	100
Arca	0,51	6,1	1,1	1,0	48	0,7	120	1,2	2,4
33 Orientales	0,29	1,1	1,3	0,12	110	0,1	15	0,6	1,1
Perú	1,3	13	4,8	0,98	130	4,9	270	3,0	6,7
Borges	0,81	9,8	2,8	1,7	84	2,3	290	1,2	4,0
Villate	0,04	0,18	0,13	0,05	11	0	0	0,1	0,1
Yrigoyen	0,12	0,59	0,32	0,09	28	0	0	0,1	0,4
A° Medrano	1,9	7,5	9,4	1,2	98	3,3	180	6,3	6,7
A° White	0,19	0,26	0,39	0,05	34	0,2	0	0,2	0,4
A° Vega	0,22	2,0	0,43	0,06	22	0,2	7,6	0,1	1,0
A° Maldonado	0,17	0,40	0,82	0,05	43	0,2	15	0,1	0,4
A° Ugarteche	1,2	6,3	5,0	1,0	110	1,0	300	2,1	8,0
Doble Madero	0,90	7,4	1,6	0,77	50	1,2	270	1,1	5,1
Triple Madero	3,0	21	6,0	2,6	340	7,6	890	1,8	15
Ciudad Dep. Boca	0,07	0,03	0,10	0,01	9	0	0	0	0,1
Riachuelo (Pte.Avell.)	68,3	130	173	30	2700	59	5800	590	120
Canal Sarandí	5,6	47	22	7,0	96	47	870	260	31
Canal Santo Domingo	8,6	160	28	8,0	220	160	1300	190	23
Canal Jiménez	1,1	6,9	3,1	0,65	190	6,9	78	0,65	190
Emisario Berazategui	18	190	27	26	160	190	3800	26	160
A° Las Conchitas	1,3	11	4,2	1,5	180	11	0	1,5	180
Canal Carnaval	3,5	3,1	5,0	0,30	220	3,1	0	0,30	220
A° Villa Elisa	7,2	2,7	17	0,62	740	2,7	0	0,62	740
A° El Gato	7,3	11	13	7,0	550	11	0	7,0	550
Oeste	3,0	8,0	6,1		260	8,0	0		260
Este	0,25	0,63	1,3		58	0,63	0		58
Berisso	0,82	9,3	1,1	0,92	48	9,3	0	0,92	48

4.6 Validación del modelo hidrodinámico

Se dispuso de mediciones de corriente en las ubicaciones de las tomas de agua de Palermo y Bernal de AySA para el período 10/Mar a 20/Abr de 2004. En la Figura 4.6.1 se muestran las rosas de corrientes correspondientes, centradas en los puntos de medición.

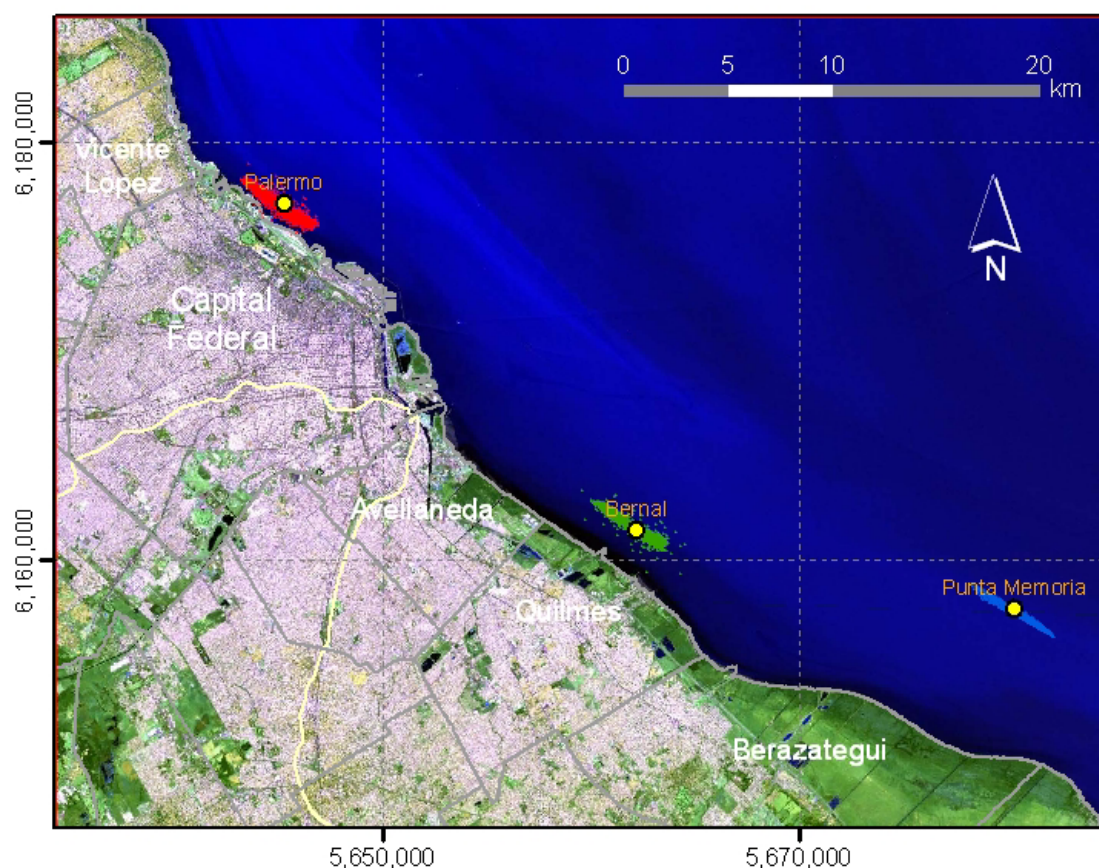
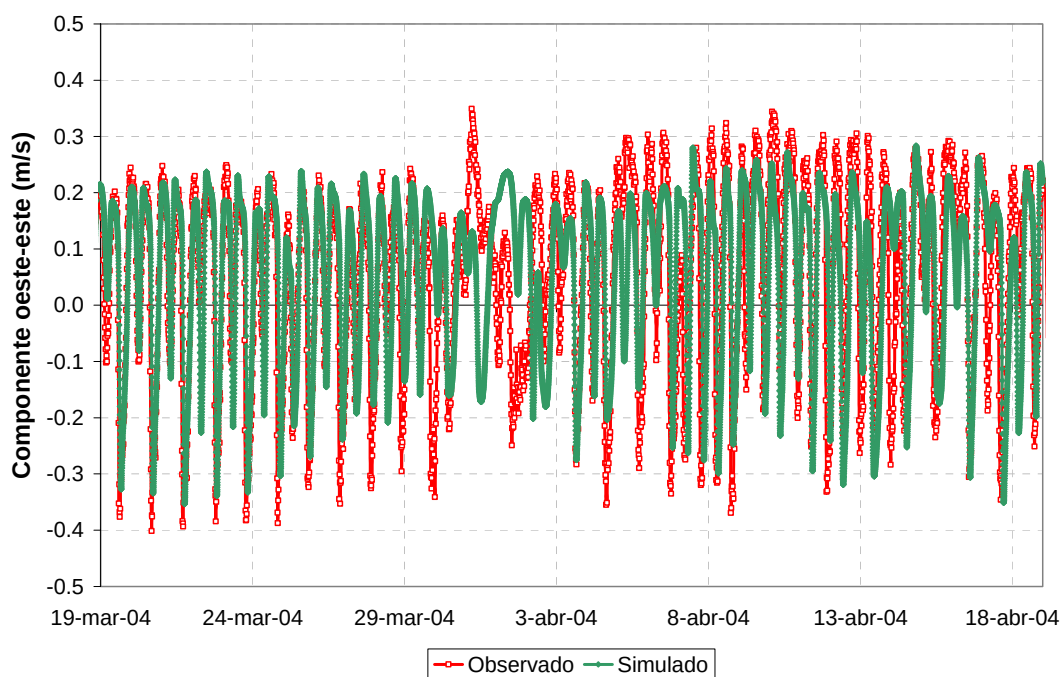
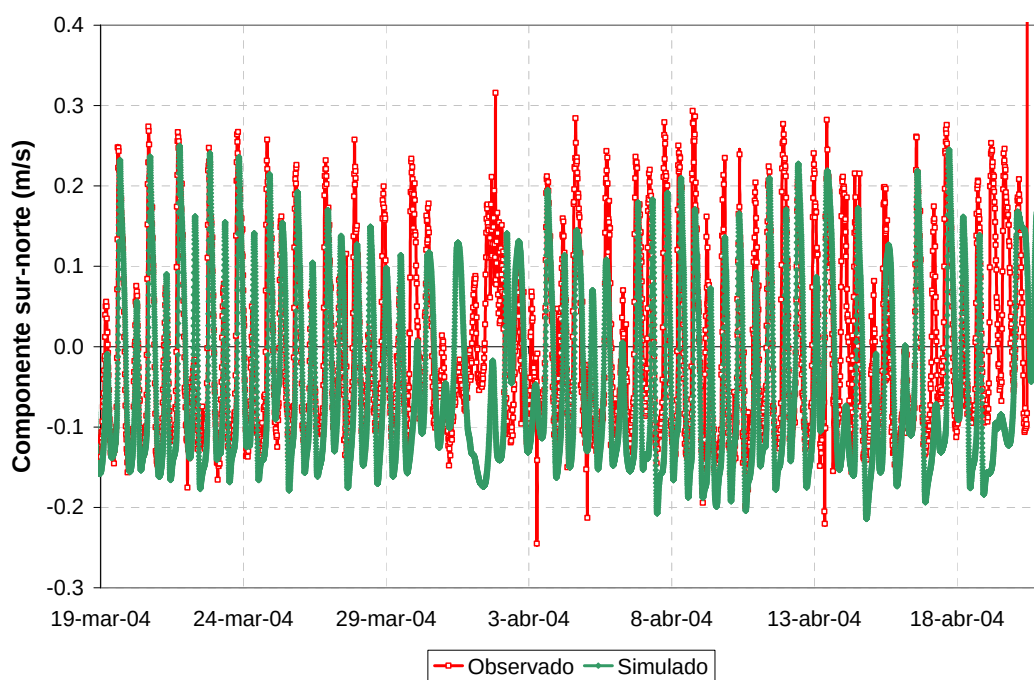


Figura 4.6.1. Rosas de corriente medidas.

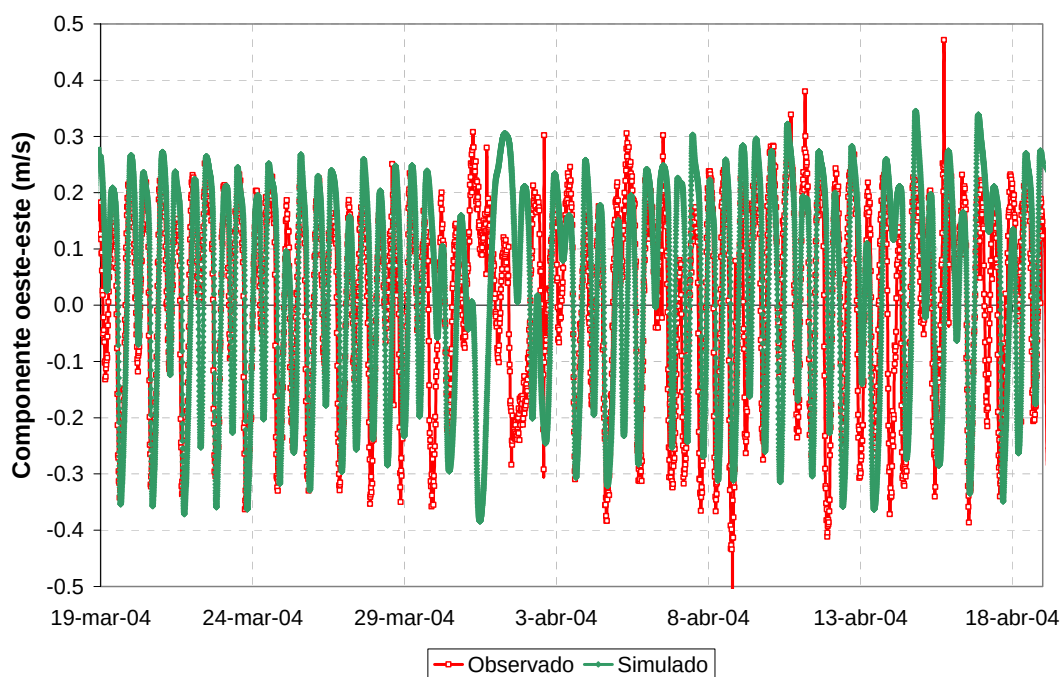
Estos registros de corrientes fueron utilizados para validar el modelo hidrodinámico. El acuerdo general se considera satisfactorio, tal como se observa en la Figura 4.6.2. Las desviaciones principales ocurren en presencia de vientos intensos. De hecho, el acuerdo es altamente satisfactorio para los períodos de tiempo con vientos medios a bajos, tal como se ilustra en la Figura 4.6.3 para una parte del intervalo de tiempo de medición con esas características.



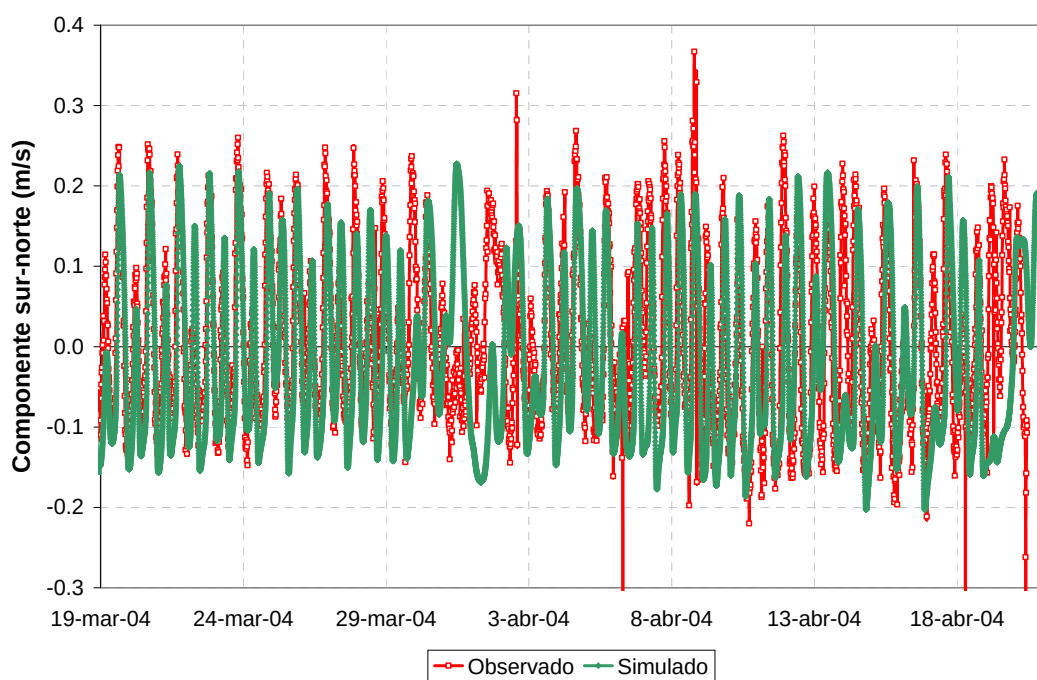
a) Componente oeste-este en Palermo



b) Componente sur-norte en Palermo

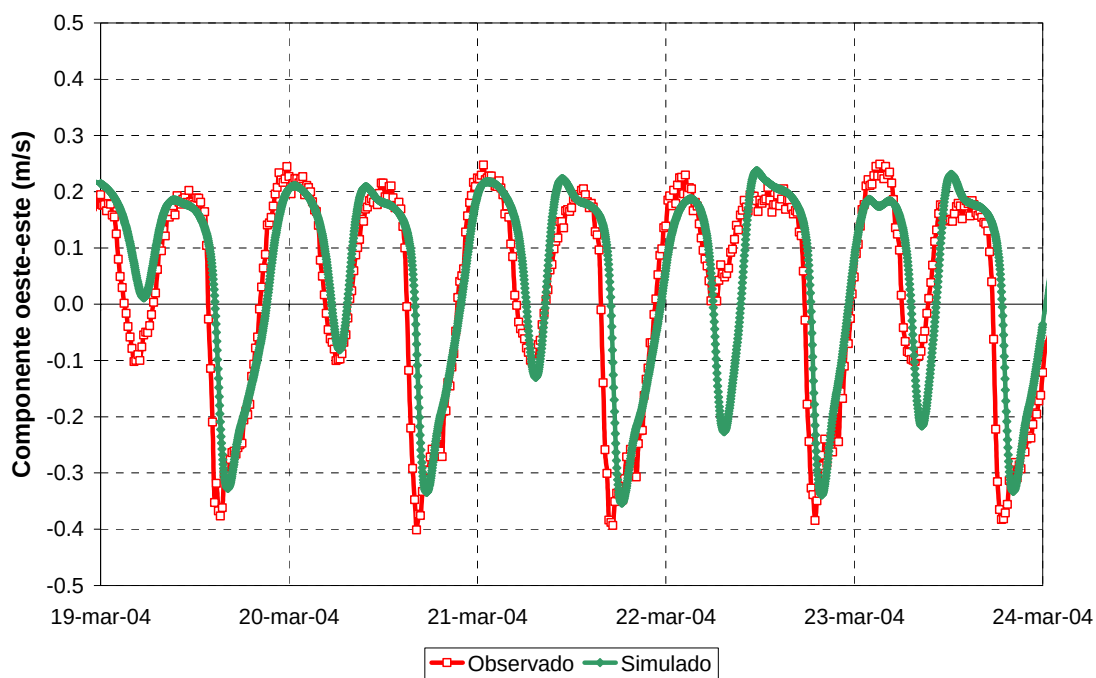


c) Componente oeste-este en Bernal

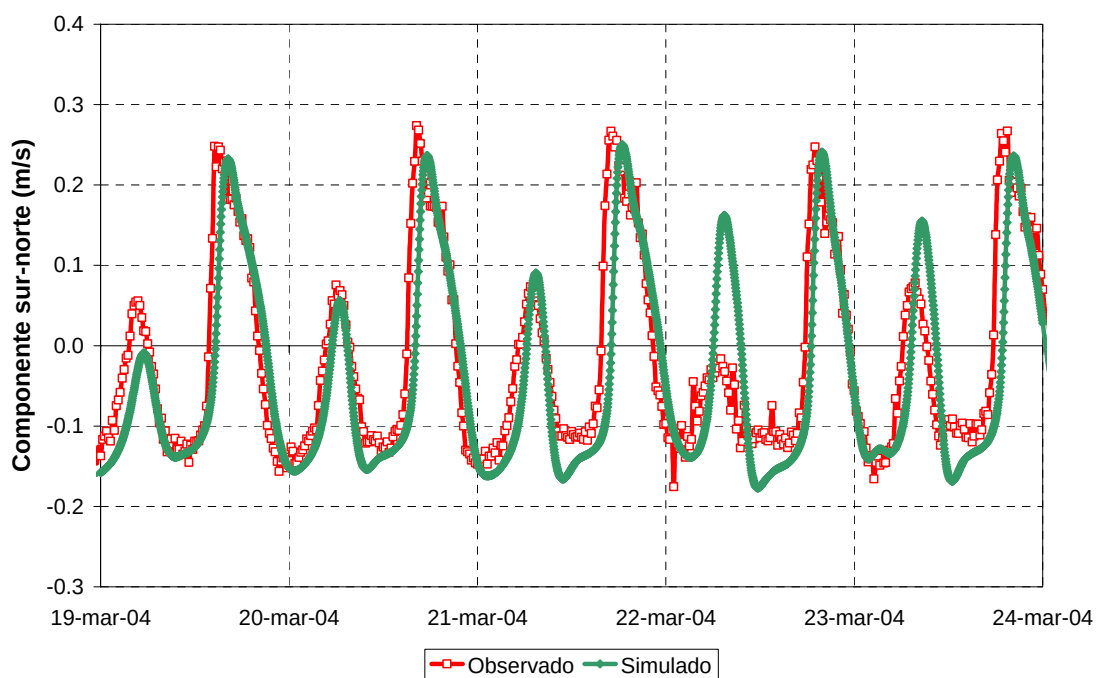


d) Componente sur-norte en Bernal

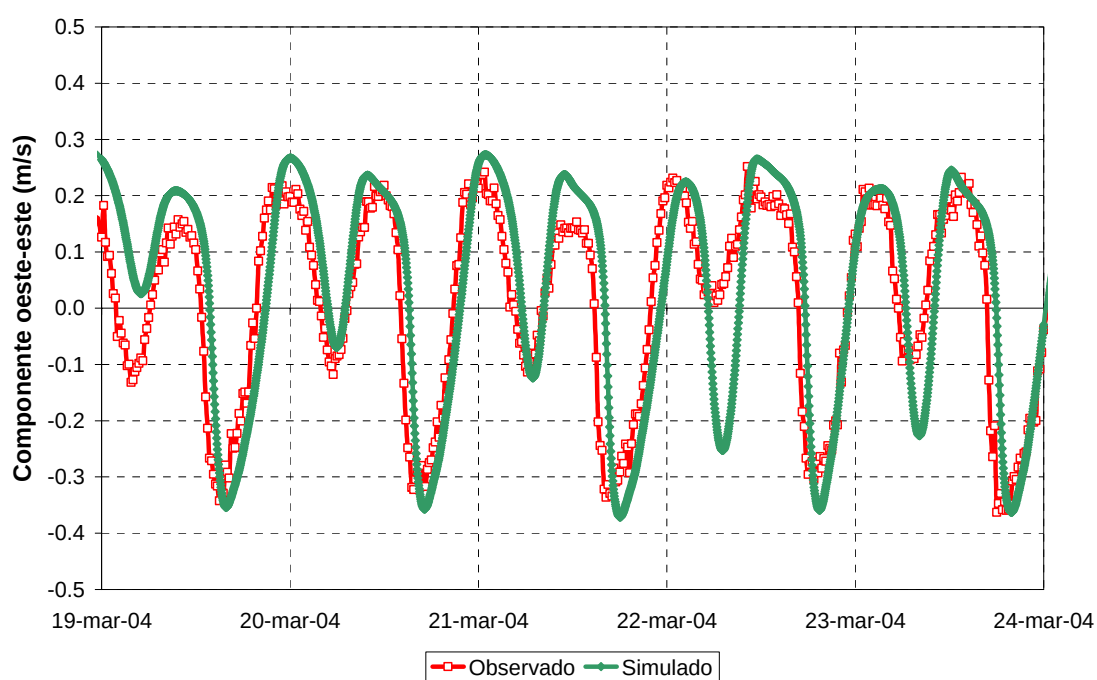
Figura 4.6.2. Comparación de velocidades medidas y calculadas



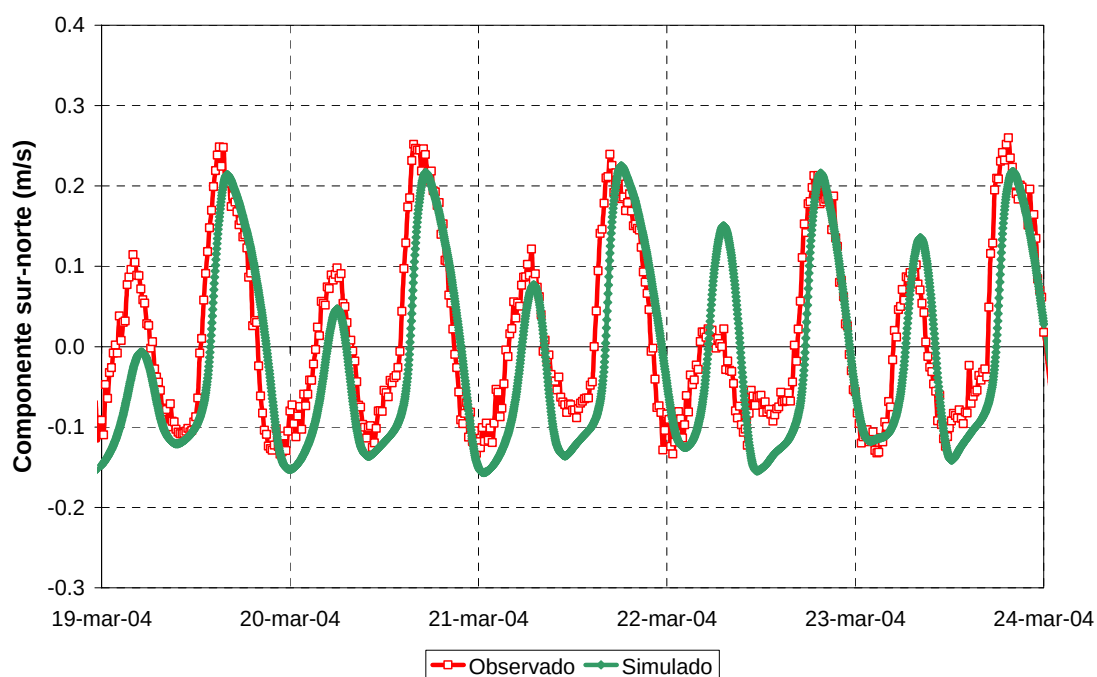
a) Componente oeste-este en Palermo



b) Componente sur-norte en Palermo



c) Componente oeste-este en Bernal

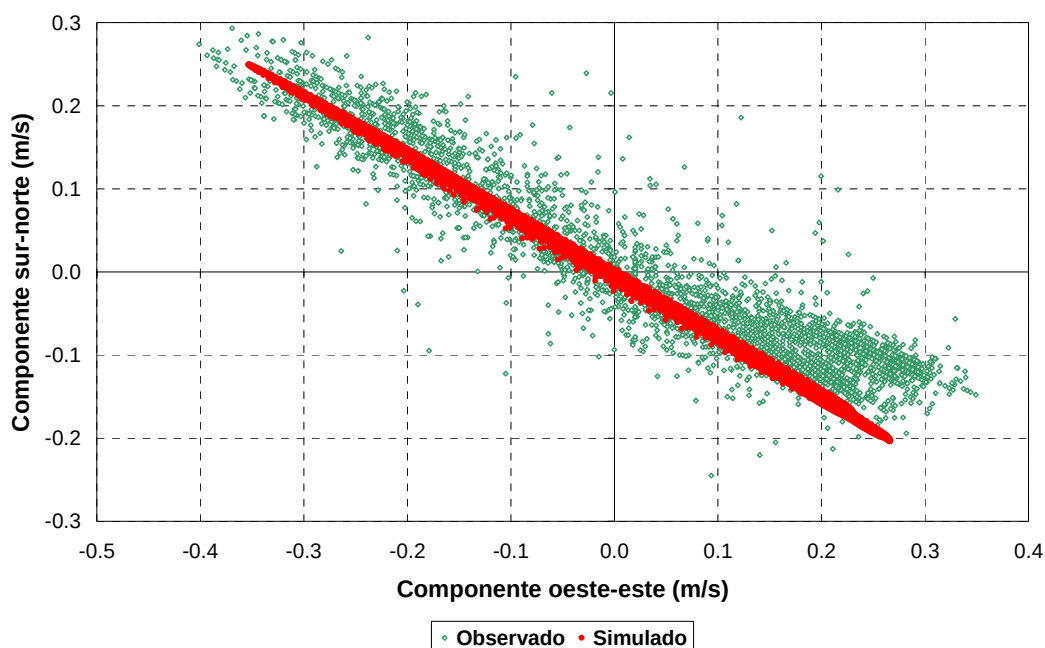


d) Componente sur-norte en Bernal

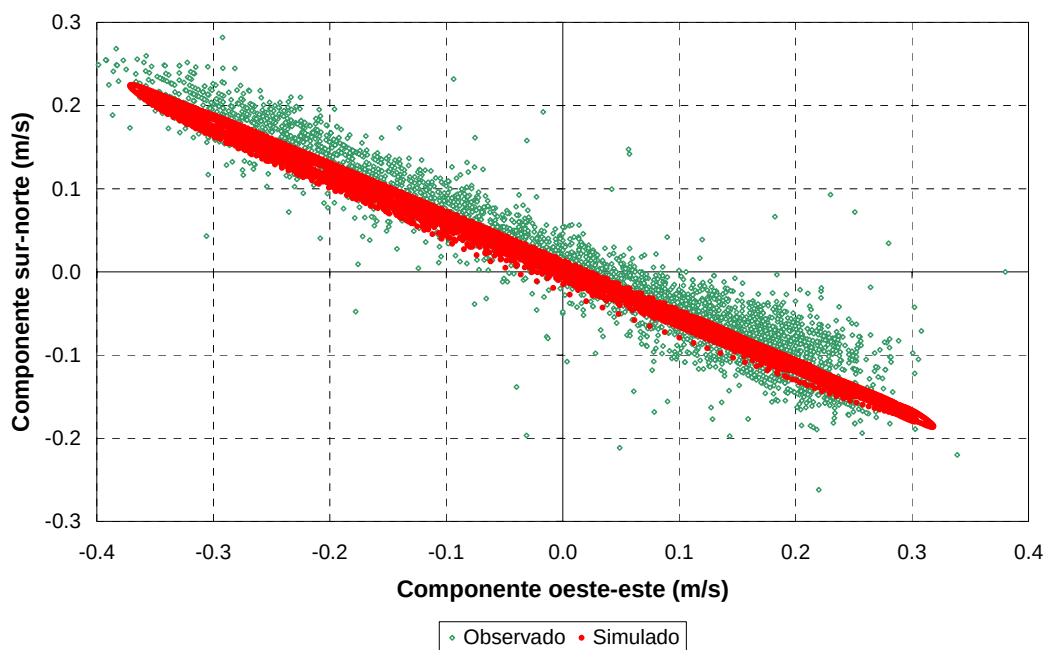
Figura 4.6.3. Comparación de velocidades medidas y calculadas sobre ventana de tiempo con vientos suaves.

En la Figura 4.6.4 se presenta las comparaciones entre rosas de corrientes para todo el intervalo de tiempo. Se observa que existe compatibilidad en cuanto a la dirección principal de movimiento y magnitud de los picos de corriente en ambos sentidos. La mayor dispersión de los puntos experimentales se asocia al efecto del viento (tal como ya se comentó más arriba), que genera un perfil vertical de velocidades con leves variaciones de dirección no representadas por el modelo bidimensional utilizado. De todos modos, estas desviaciones no se consideran lo suficientemente significativas como para influenciar las conclusiones que más abajo se derivan del modelo de calidad de aguas asociado.

El mencionado efecto del viento se manifiesta más críticamente en la superficie, donde produce una capa límite en la que las partículas de fluido responden directamente a su fuerza de arrastre. Se dispuso de la trayectoria de una boya medida por AySA, que partió de las cercanías de la descarga del Emisario Berazategui, y se desarrolló entre las 8:30 y las 14 horas del día 23 de mayo de 2007. En la Figura 4.6.5 se muestran los datos de intensidad y dirección del viento disponibles, medidos en las estaciones San Isidro y Dársena Norte. Se supuso que la uniformidad mostrada hasta aproximadamente las 10 horas se mantuvo, adoptándose entonces un viento uniforme de 4 m/s desde el sector SO, con una dirección de $38,4^\circ$ respecto del norte. Debido a que los datos de vientos regionales (NCEP/NCAR) difieren bastante de los medidos en superficie, para la ventana de tiempo en cuestión, y que se trata de vientos de intensidad leve, las condiciones de borde fueron generadas considerando condiciones de calma.



a) Palermo



b) Bernal

Figura 4.6.4. Rosas de corrientes.

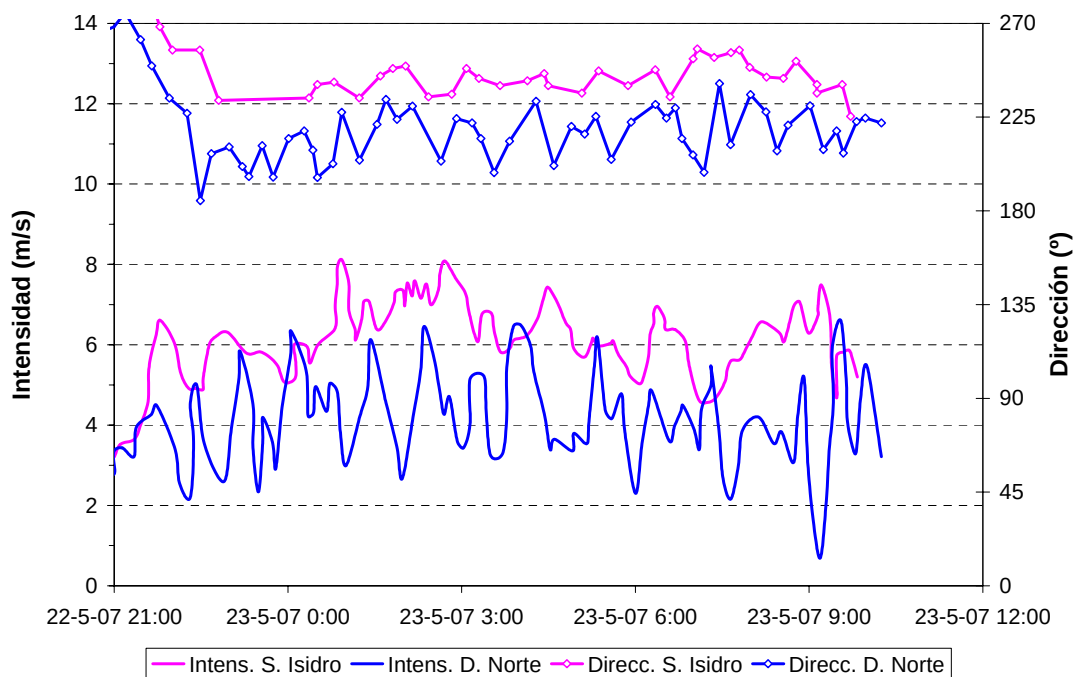


Figura 4.6.5. Serie temporal del viento (Dirección de viento norte = 0; sentido horario).

La Figura 4.6.6 muestra la comparación entre la trayectoria medida y la calculada. El acuerdo en dirección es excelente. Las posiciones concuerdan satisfactoriamente, con alguna desviación hacia el final del período de tiempo, que puede estar ligada a una variación de la intensidad del viento.

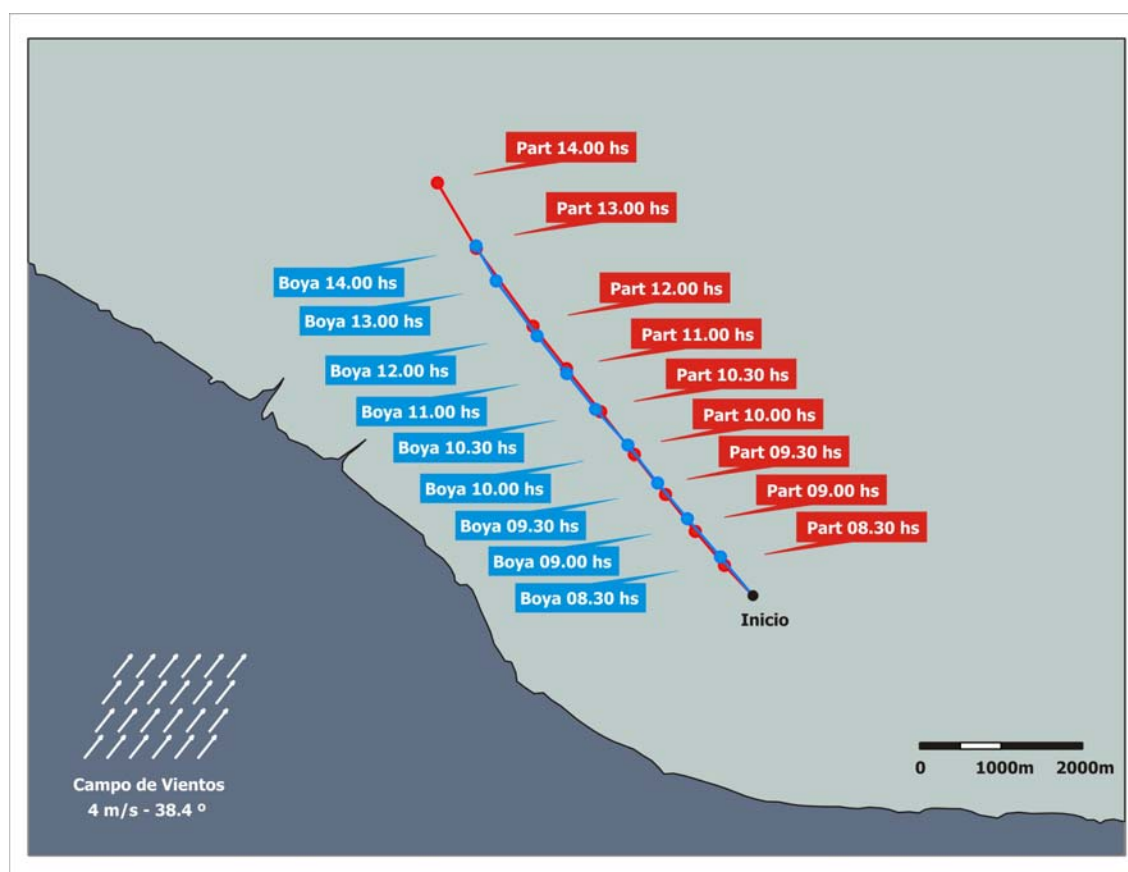


Figura 4.6.6. Trayectoria de la partícula

A título ilustrativo, en la Figura 4.6.7 se muestran las trayectorias correspondientes a partículas arrojadas simultáneamente a la anterior y en la misma posición en planta, pero a distintas profundidades. Se observa la deriva relativa que produce el viento en la vertical, tal como se comentó anteriormente en relación a las rosas de corrientes.

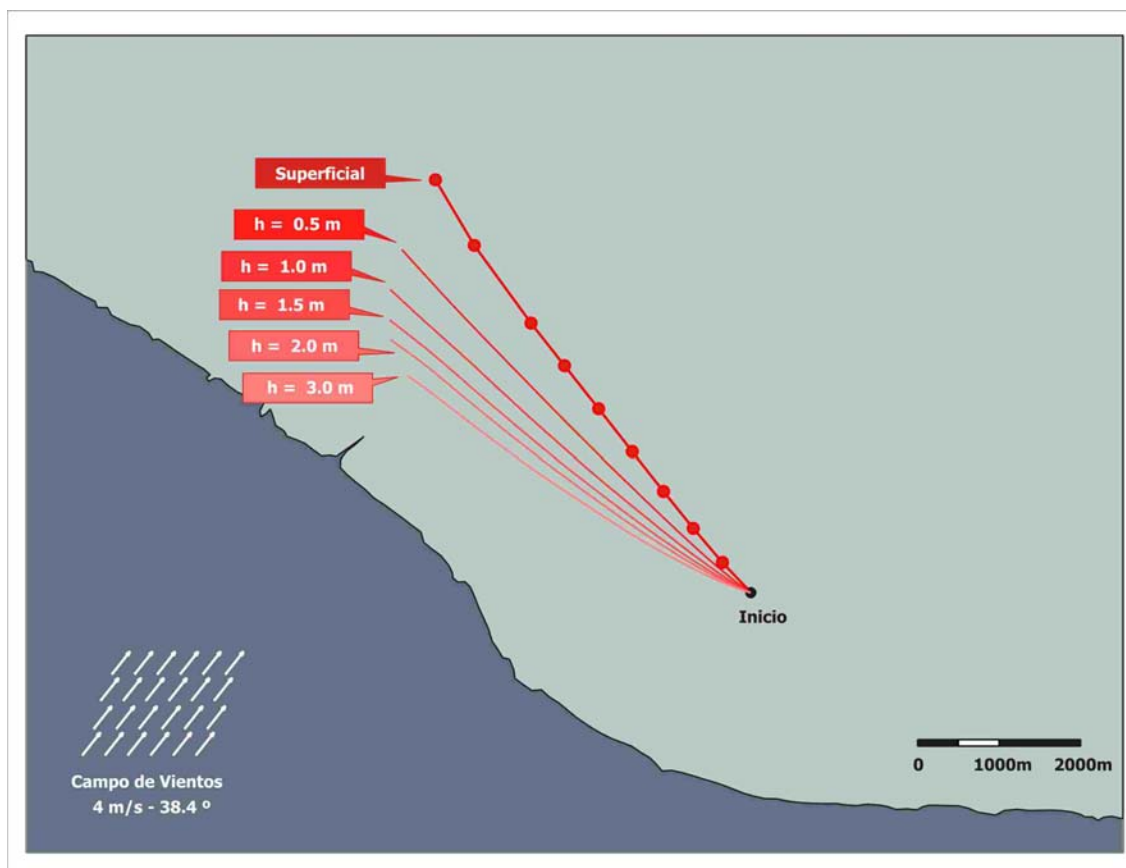


Figura 4.6.7. Trayectorias a distintas profundidades de partida

4.7 Validación del modelo de calidad del agua

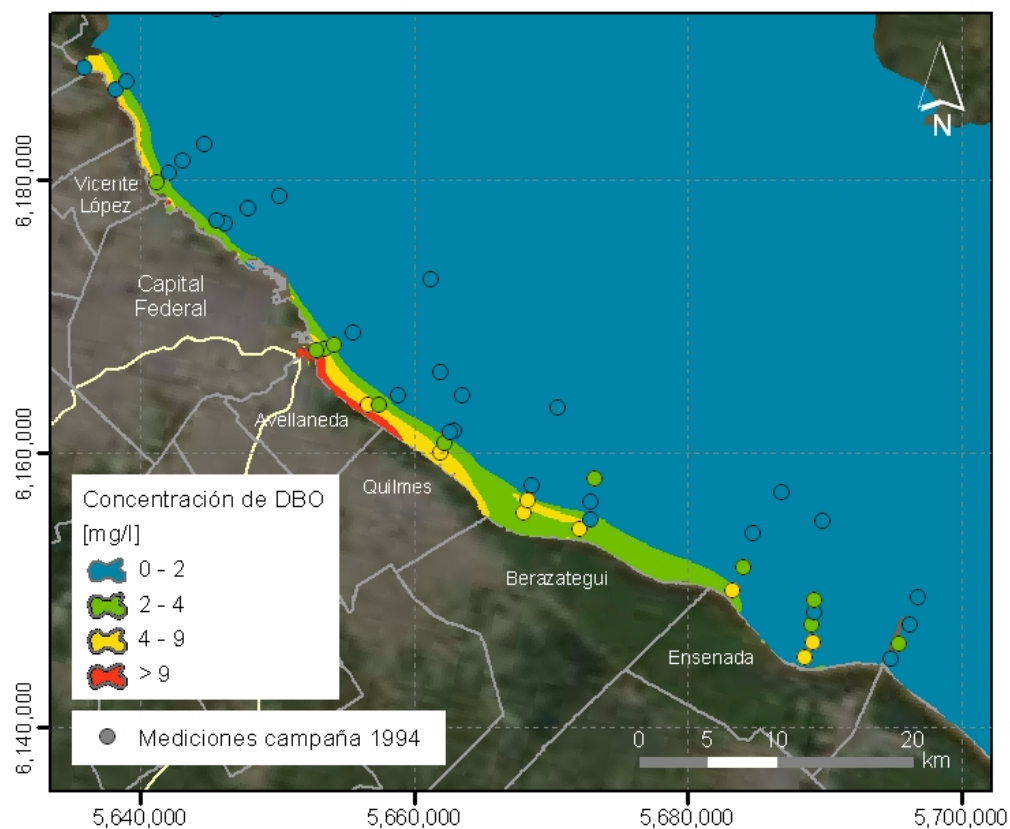
Las constantes adoptadas para las cinéticas de reacción fueron las siguientes:

- Constante de biodegradación, $K_b = 0,25 \text{ d}^{-1}$.
- Tiempo de decaimiento bacteriano, $T_{90} = 1 \text{ día}$ ($K_d = 2,3 \text{ d}^{-1}$).
- Constante de nitrificación, $K_n = 0,1 \text{ d}^{-1}$

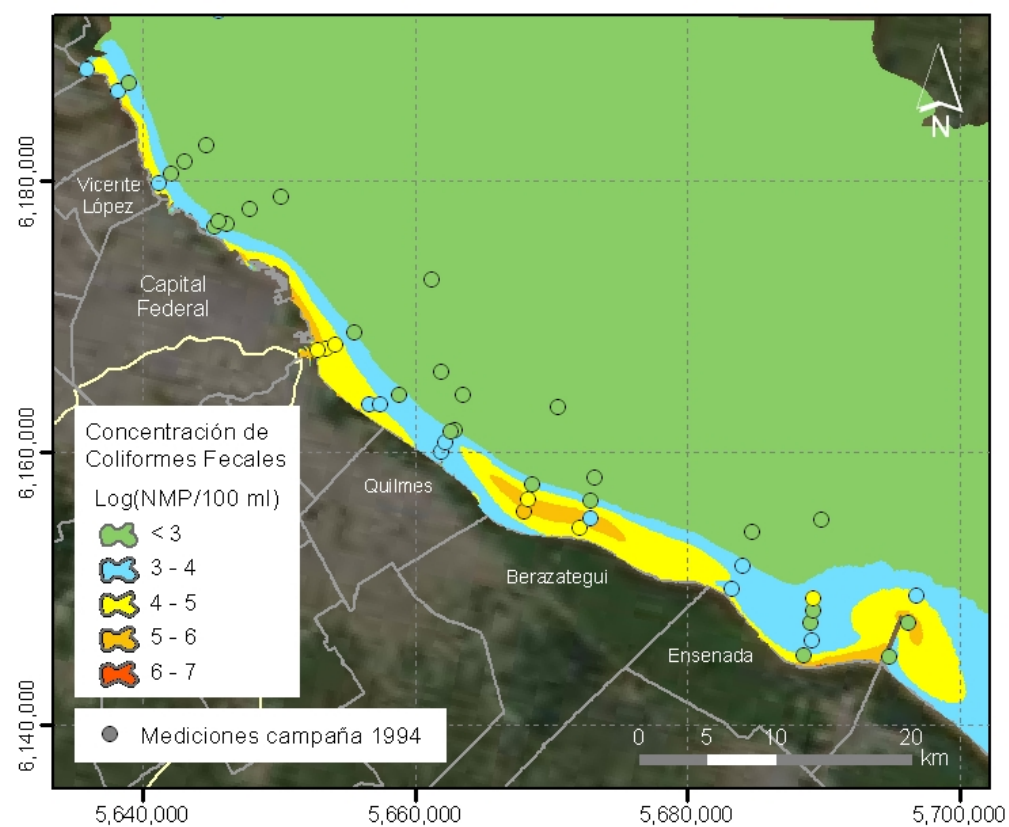
El resto de los parámetros fueron considerados como conservativos.

La Figura 4.7.1 muestra las distribuciones medias temporales de DBO, coliformes, amonio, nitrato, OD y Cromo a lo largo de la Franja Costera obtenidas con el modelo para una ventana de tiempo de tres semanas (desde 28 de febrero al 20 de marzo de 1997), y se las compara con los valores medios de la segunda campaña de mediciones de la Franja Costera (1993-94). Se observa un acuerdo general muy satisfactorio.

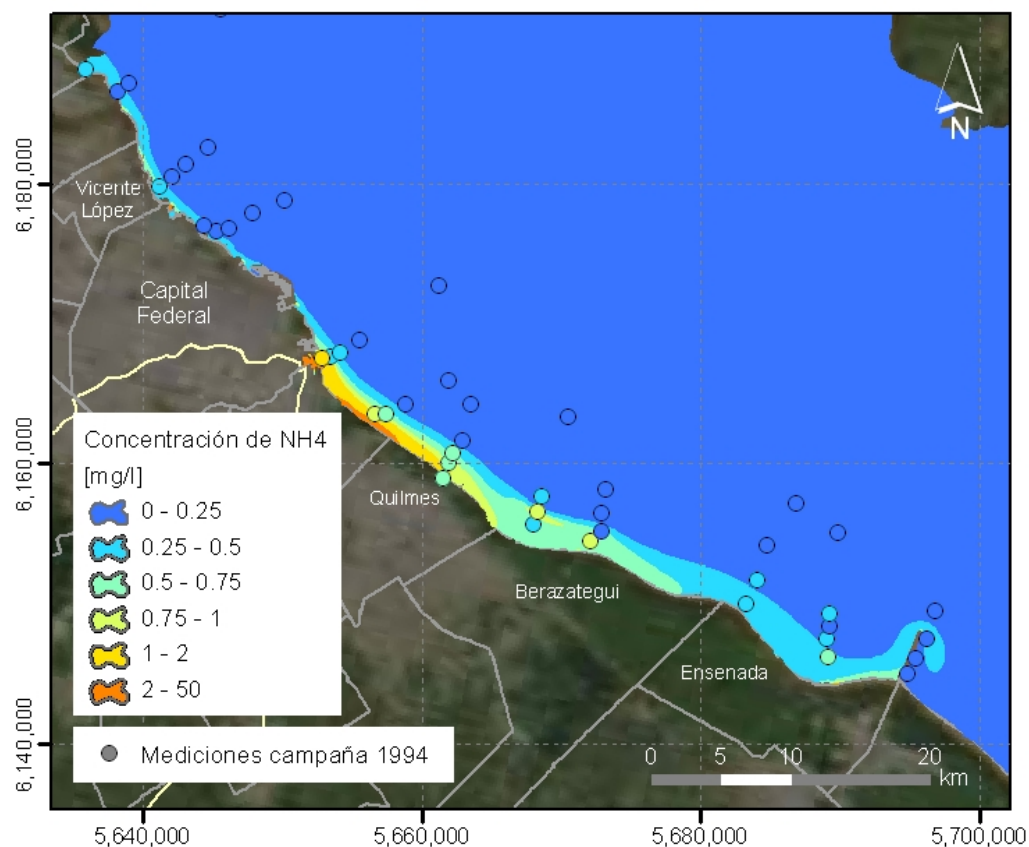
Una forma de comparación de mayor detalle consiste en representar las distribuciones de los parámetros a lo largo de las estaciones de medición de la Franja Costera, que se ordenan en hileras ubicadas a una distancia de la costa del orden de los 500, 1500, 3000, 5000 y 10.000 m, tal como se indica en la Figura 4.7.2. Los resultados se presentan en las Figuras 4.7.3 a 4.7.7, donde también se indican los rangos de incertidumbre. Nótese que el modelo representa correctamente las tendencias y, en general, la comparación es consistente si se tienen en cuenta los rangos de incertidumbre.



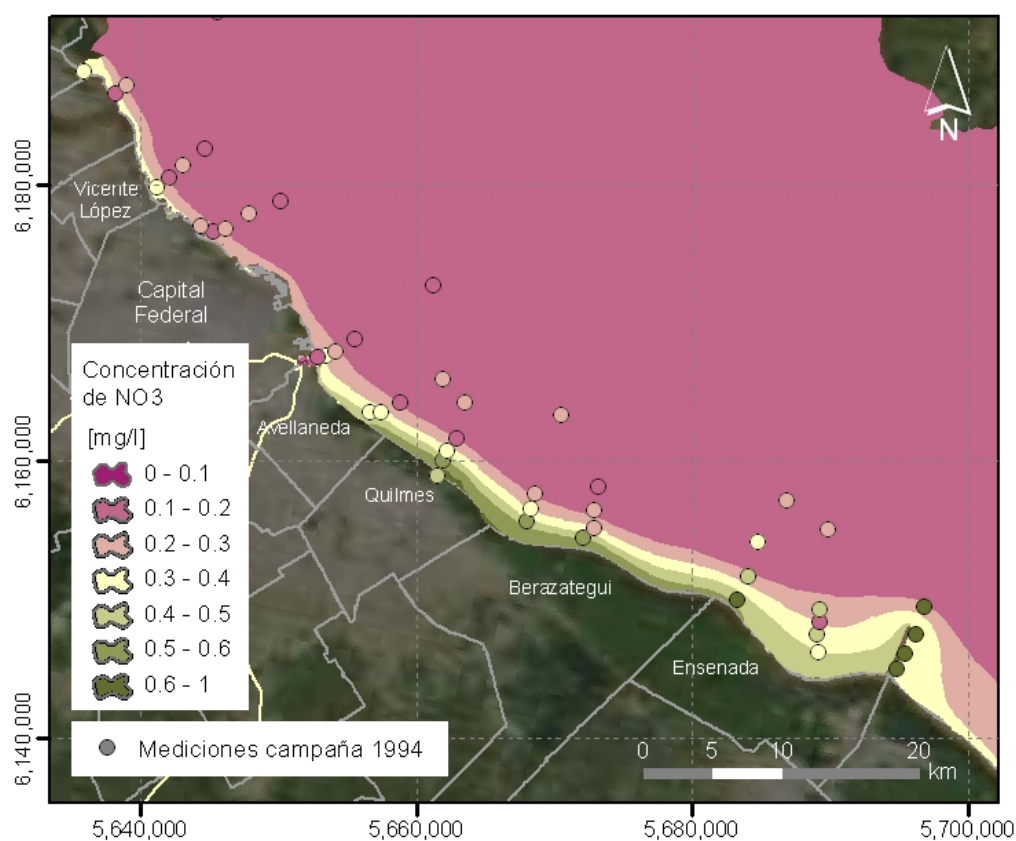
a) DBO



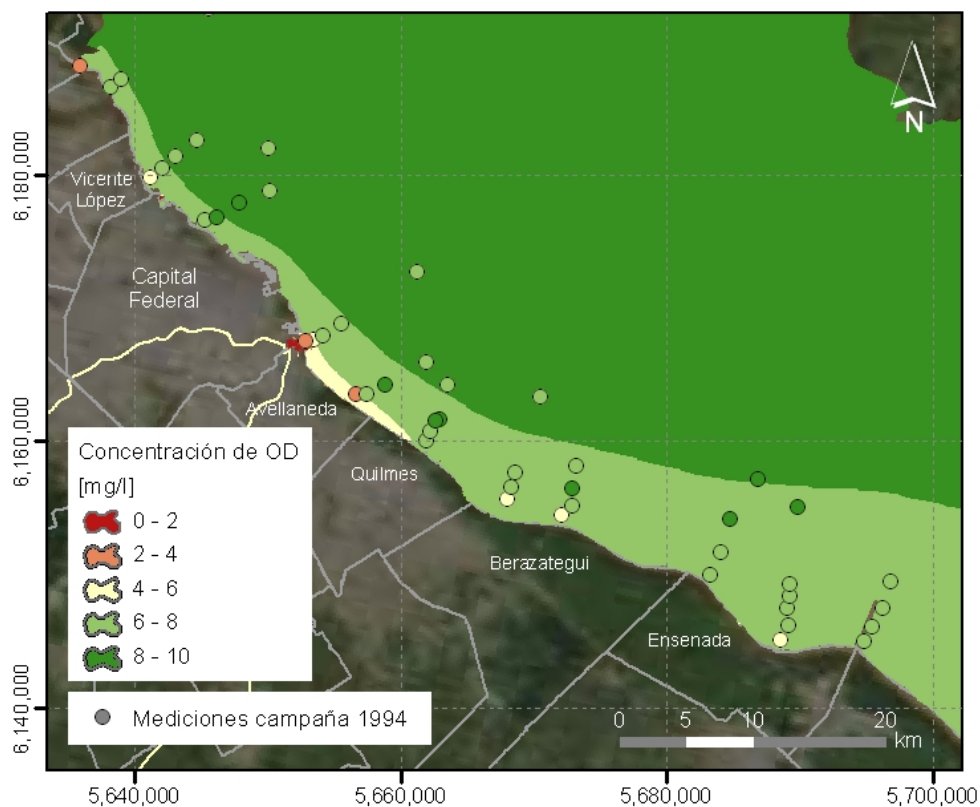
b) Coliformes fecales



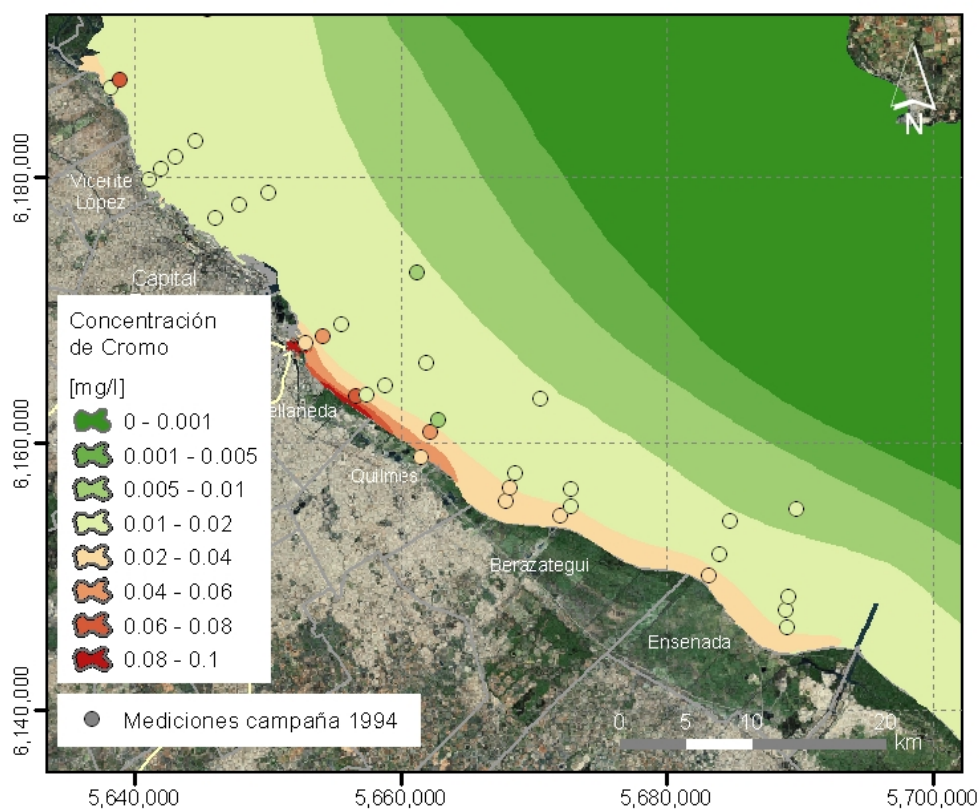
c) Amonio



d) Nitrato



e) OD



f) Cromo

Figura 4.7.1. Comparación de parámetros sobre la Franja Costera del Río de la Plata

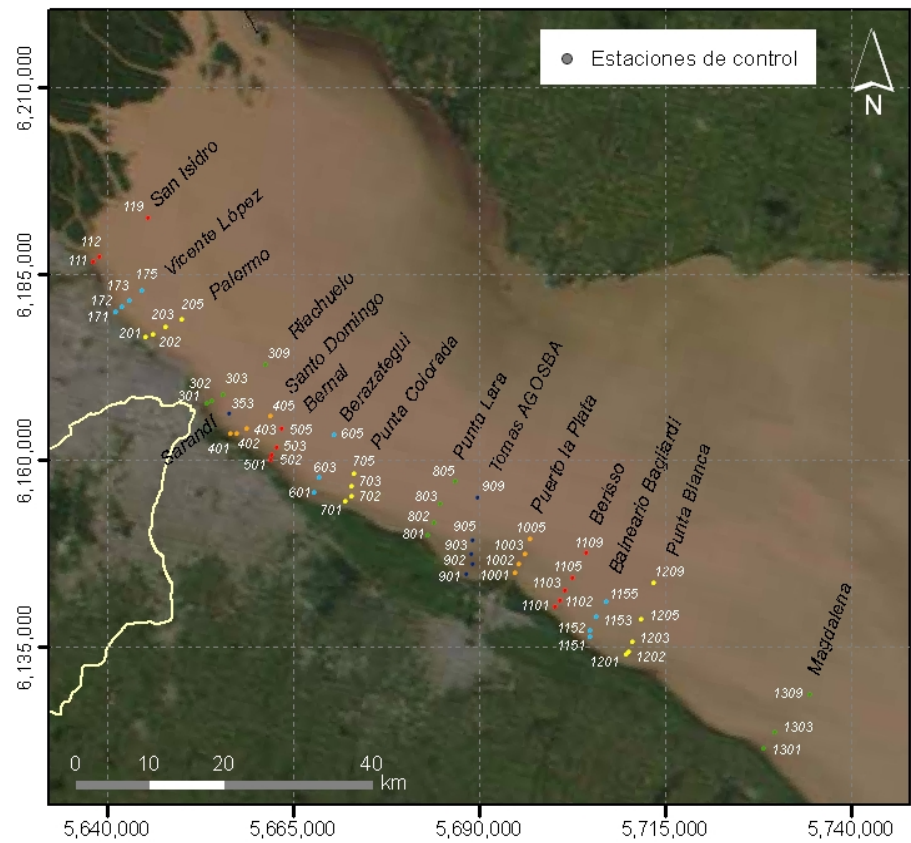
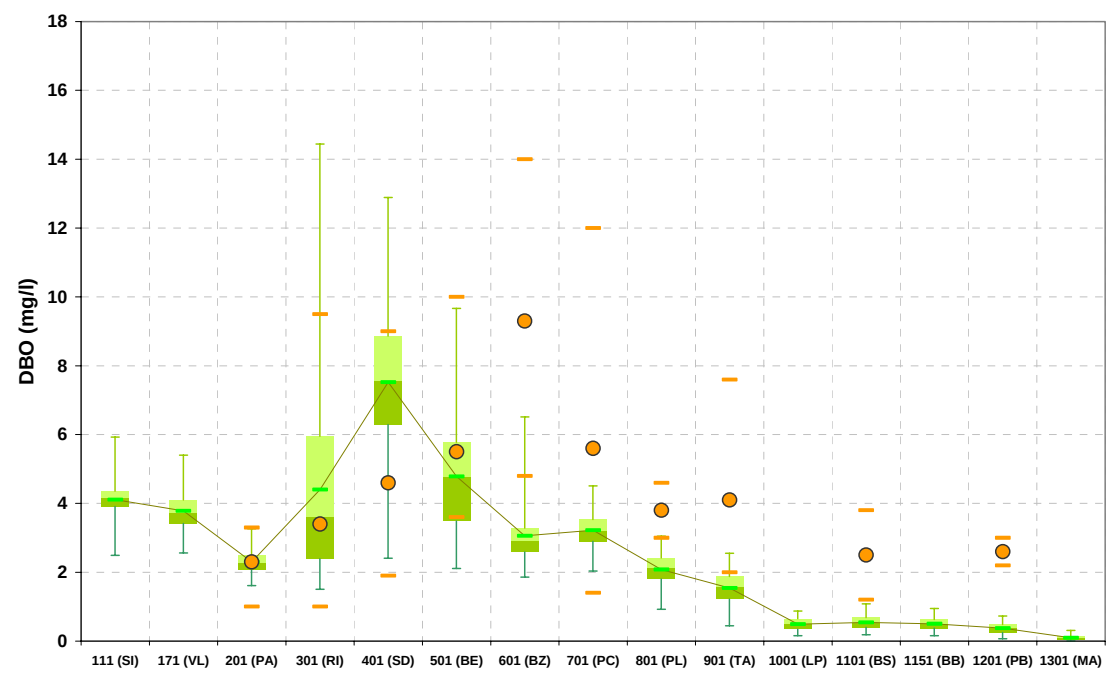
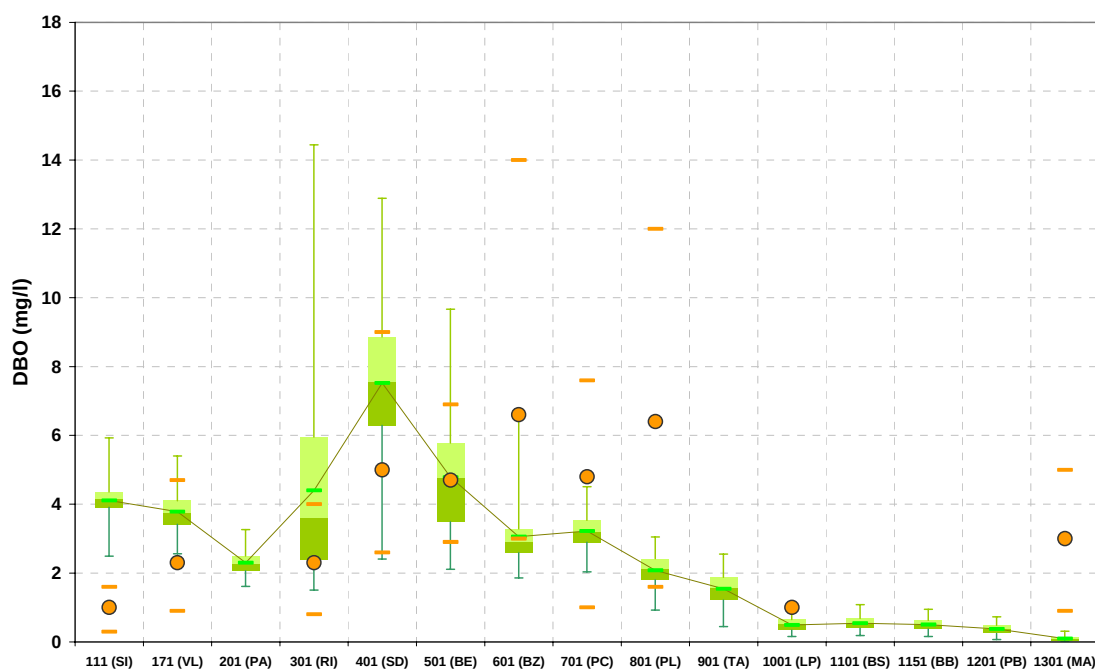


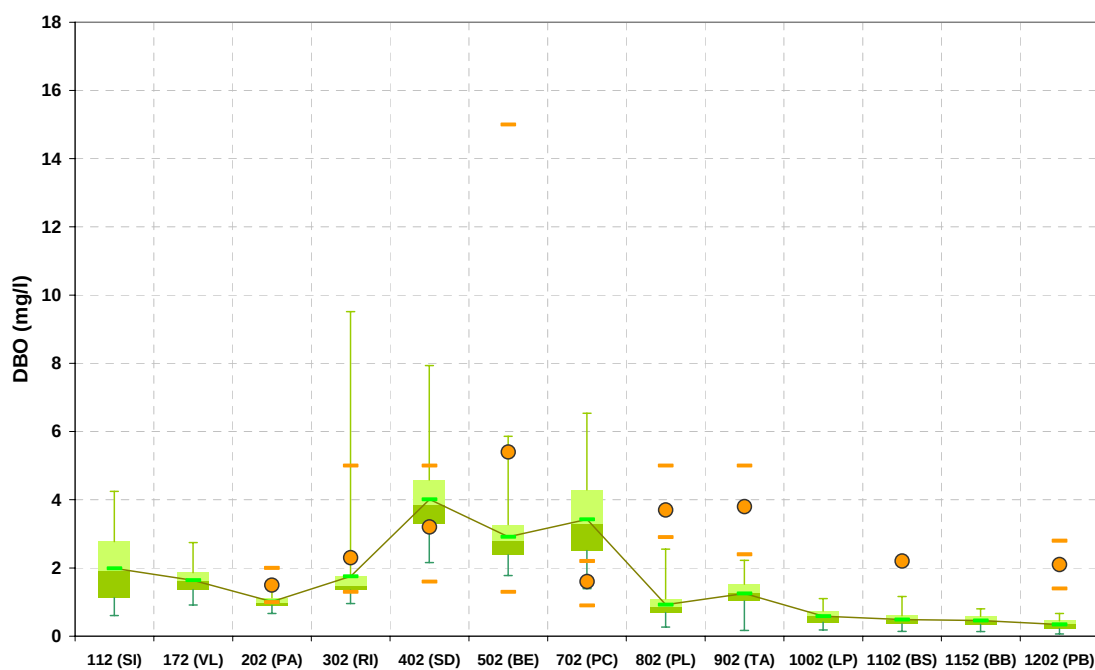
Figura 4.7.2. Ubicación de estaciones de medición sobre la Franja Costera del Río de la Plata



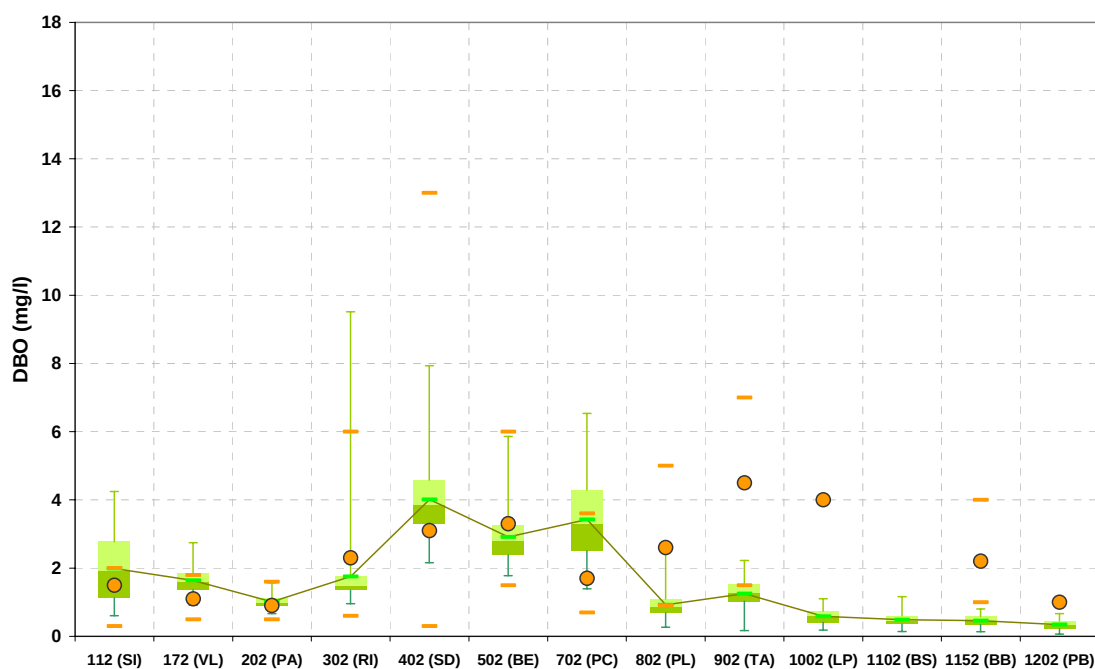
a) 500 m - Campaña 1992



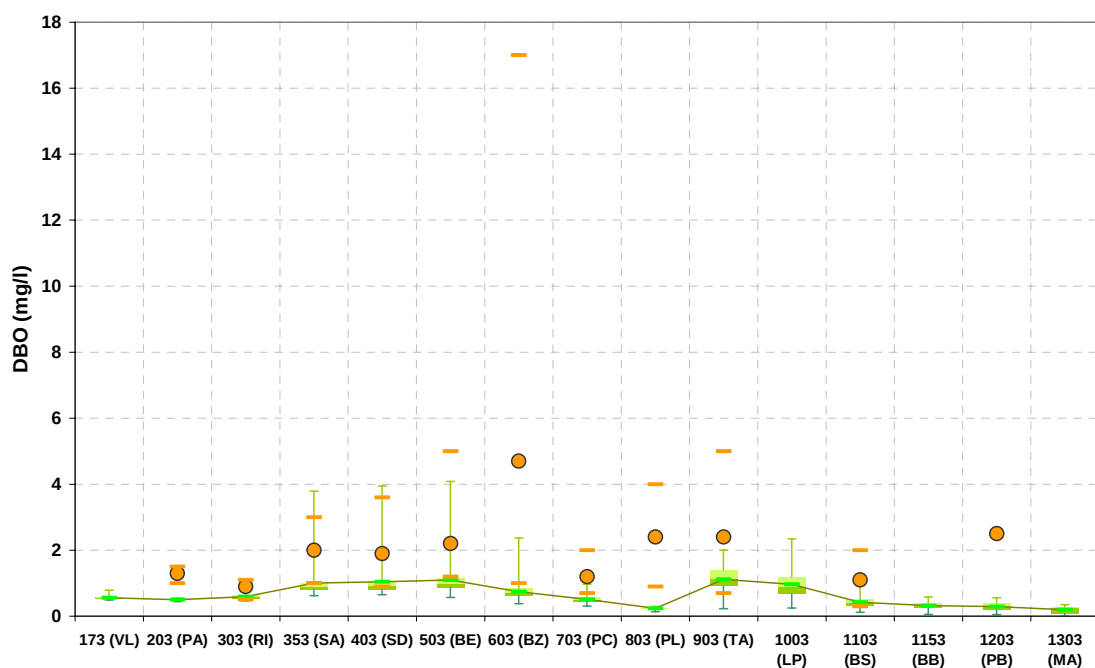
b) 500 m - Campaña 1994



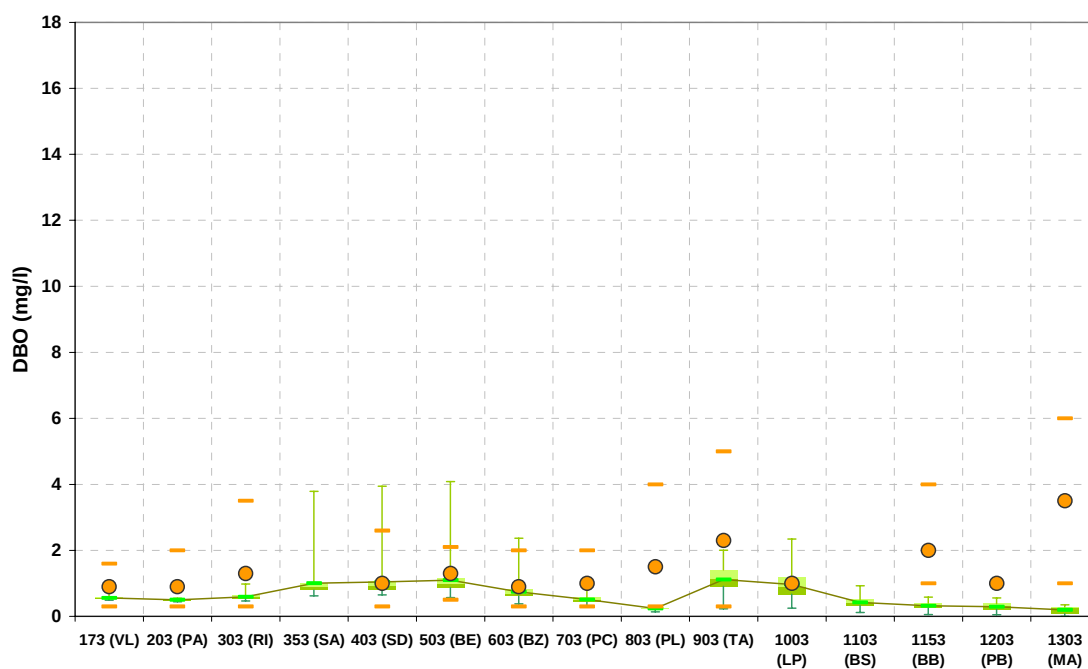
c) 1500 m - Campaña 1992



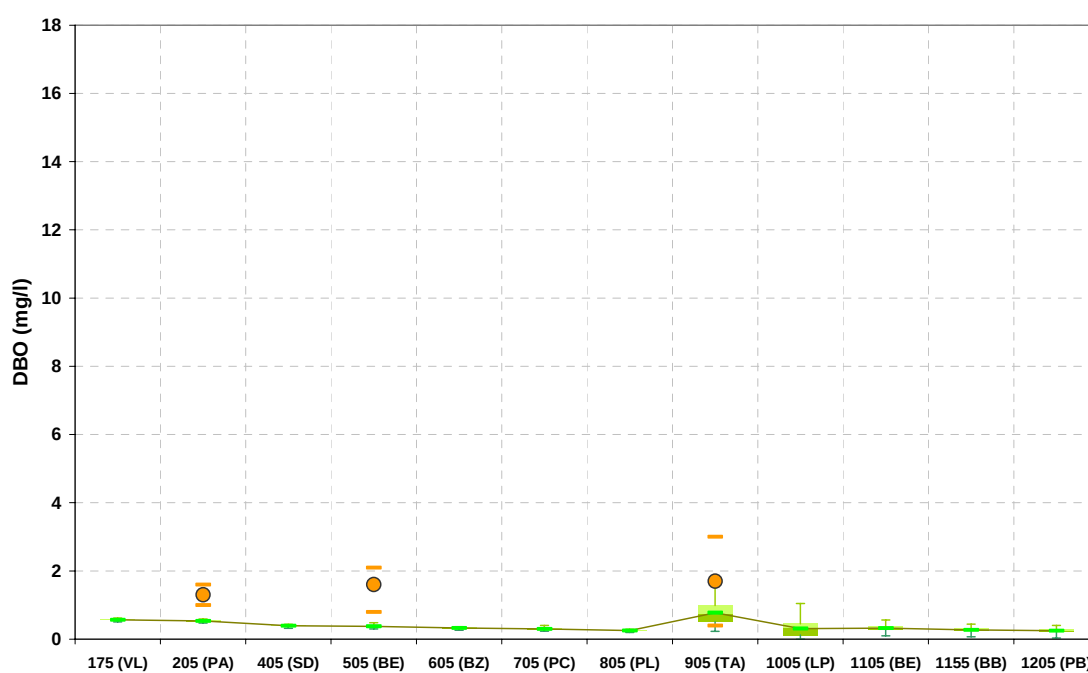
d) 1500 m - Campaña 1994



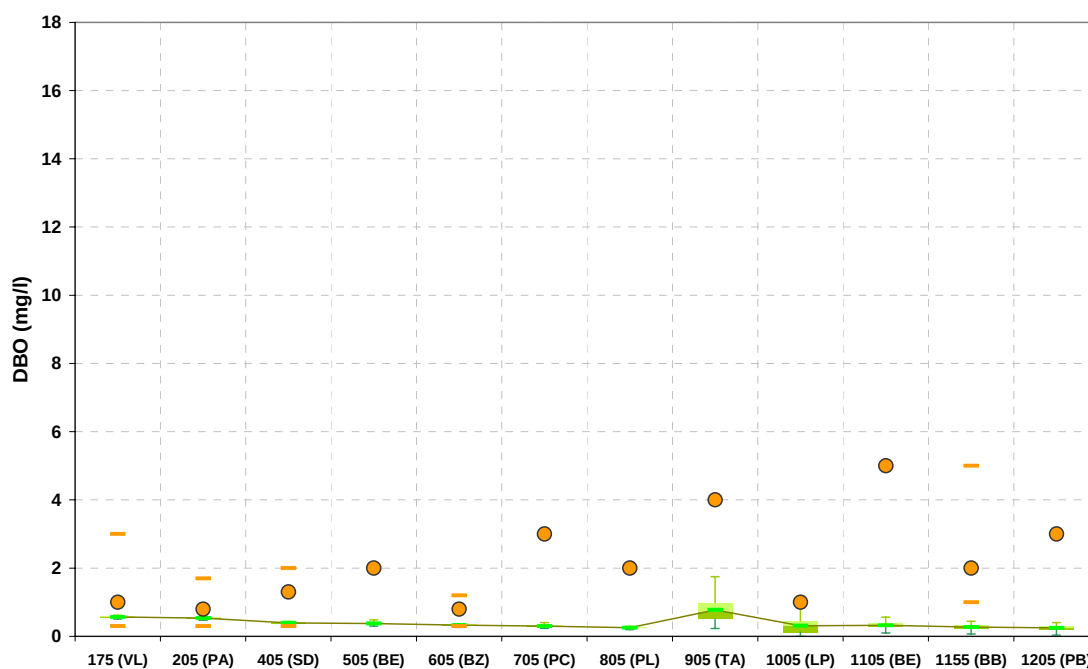
e) 3000 m - Campaña 1992



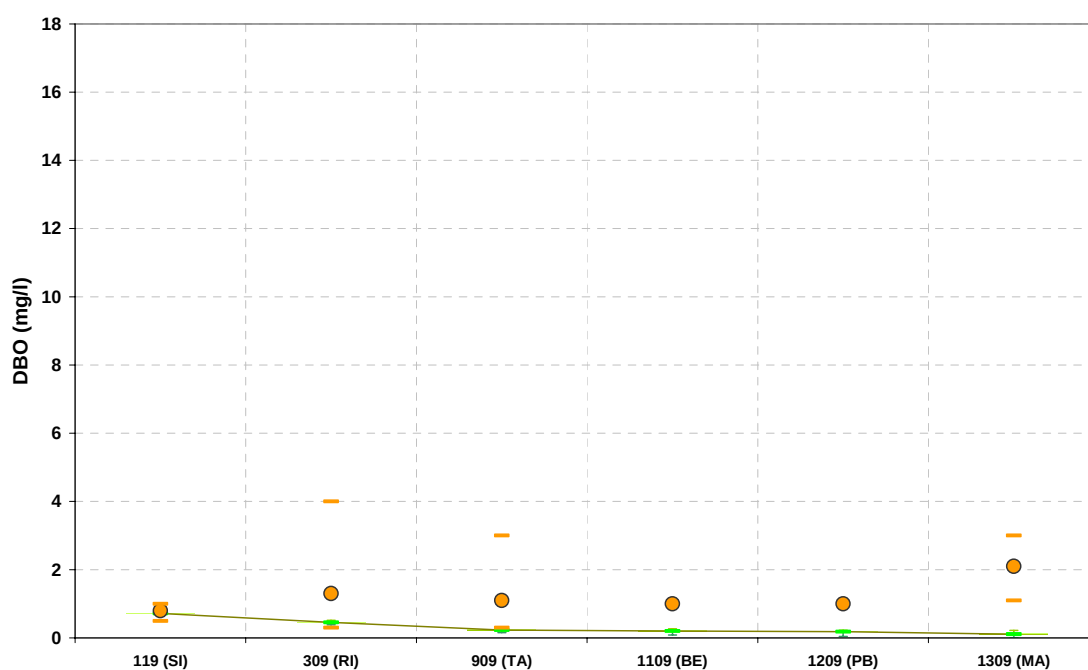
f) 3000 m - Campaña 1994



g) 5000 m - Campaña 1992

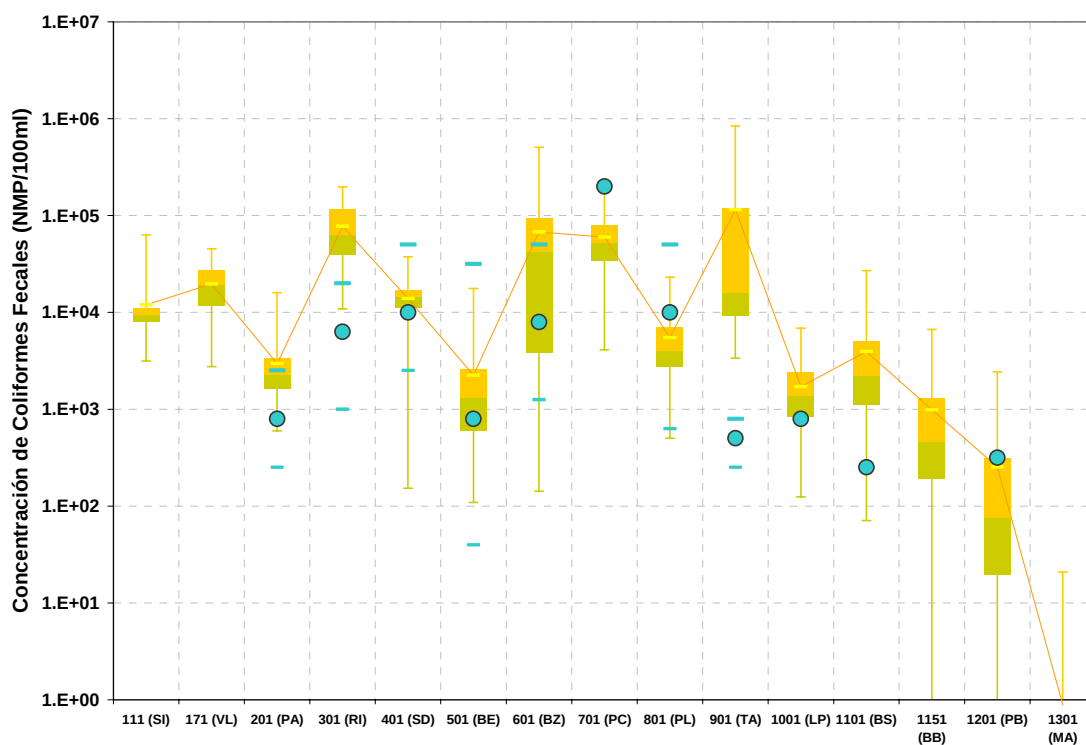


h) 5000 m - Campaña 1994

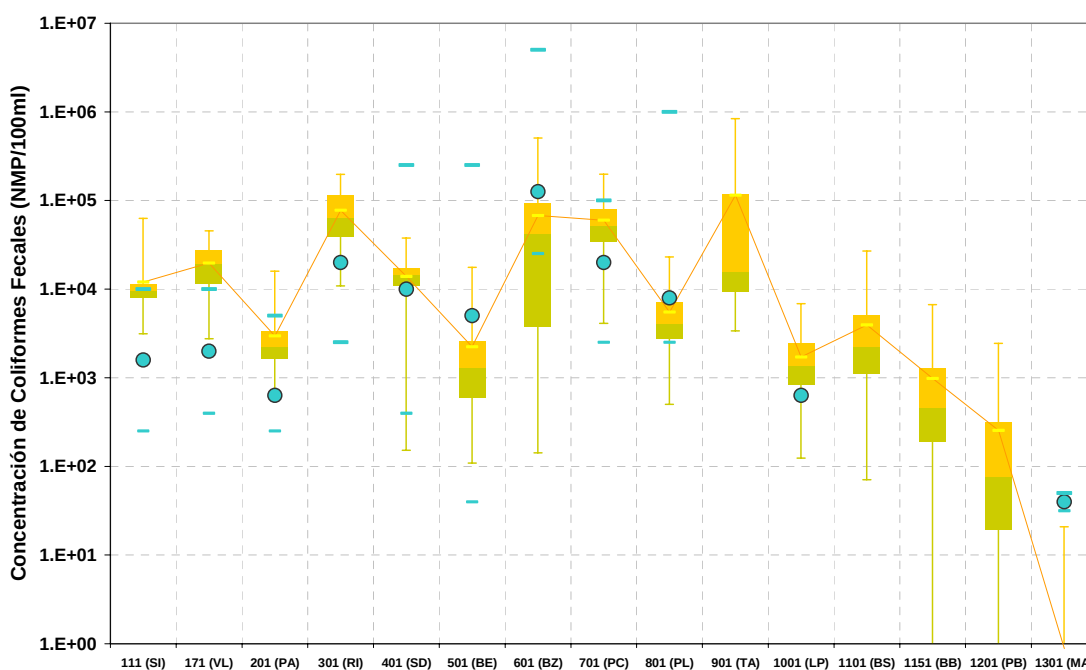


i) 10.000 m - Campaña 1994

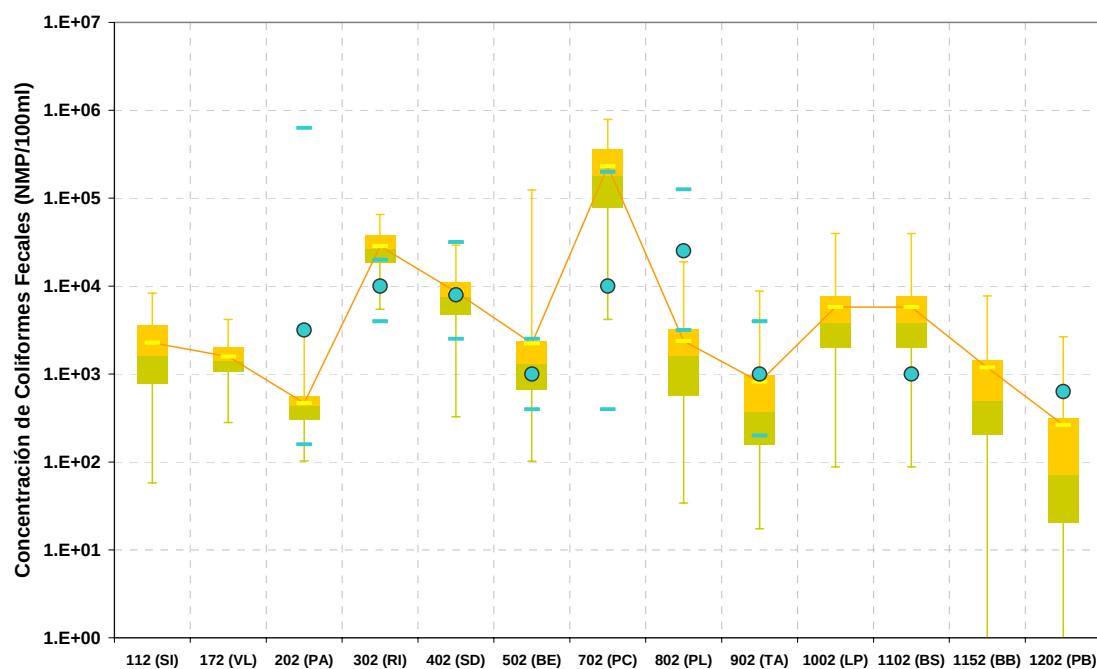
Figura 4.7.3. Distribución de DBO a lo largo de las estaciones de la Franja Costera del Río de la Plata. En naranja se representan los valores medidos (mínimo, medio y máximo) y en verde los simulados (mediana, cuarteles y valores extremos).



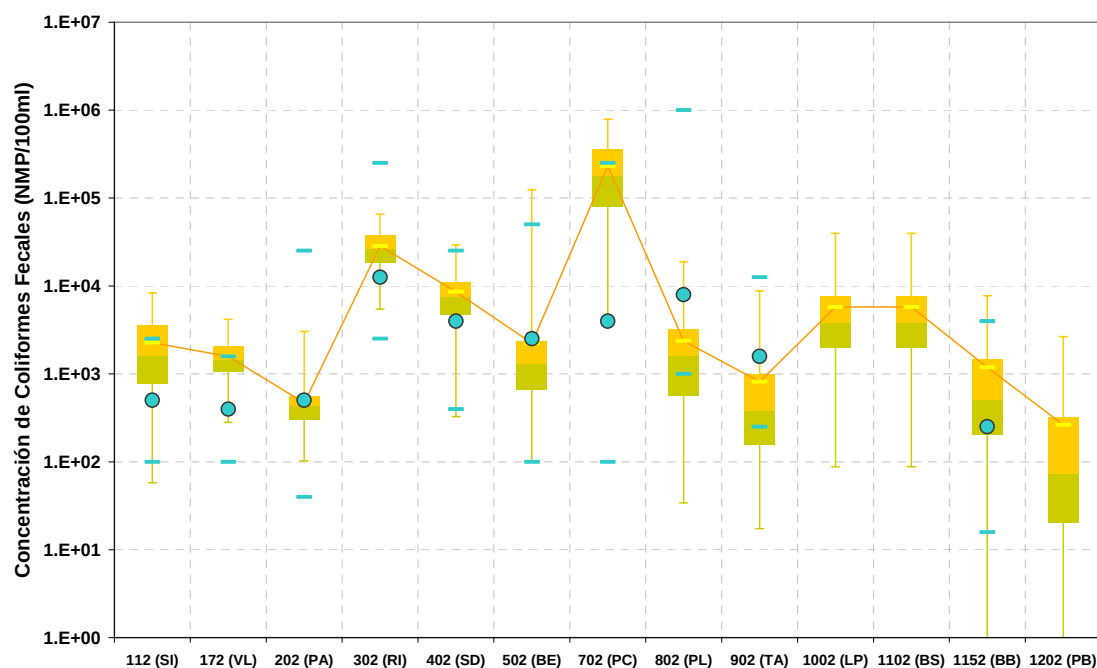
a) 500 m - Campaña 1992



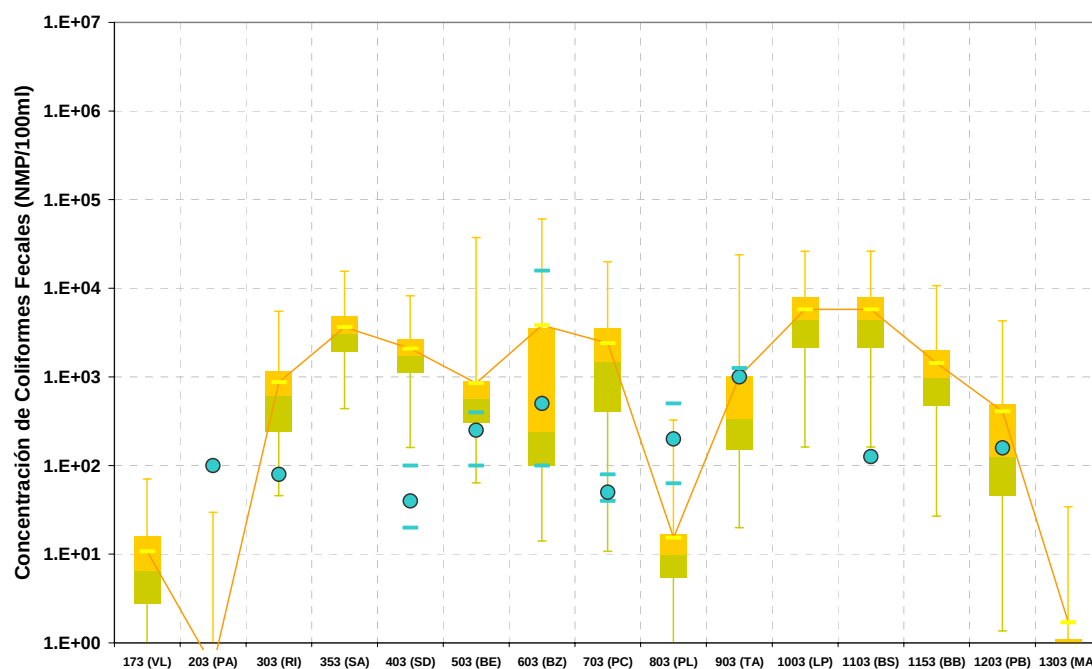
b) 500 m - Campaña 1994



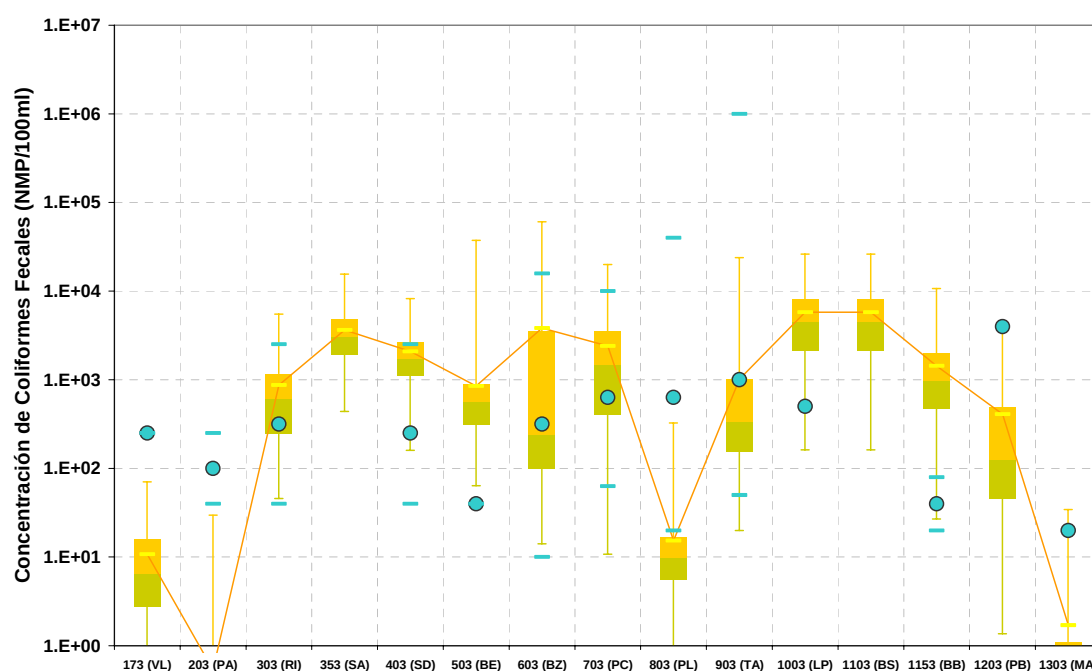
c) 1500 m - Campaña 1992



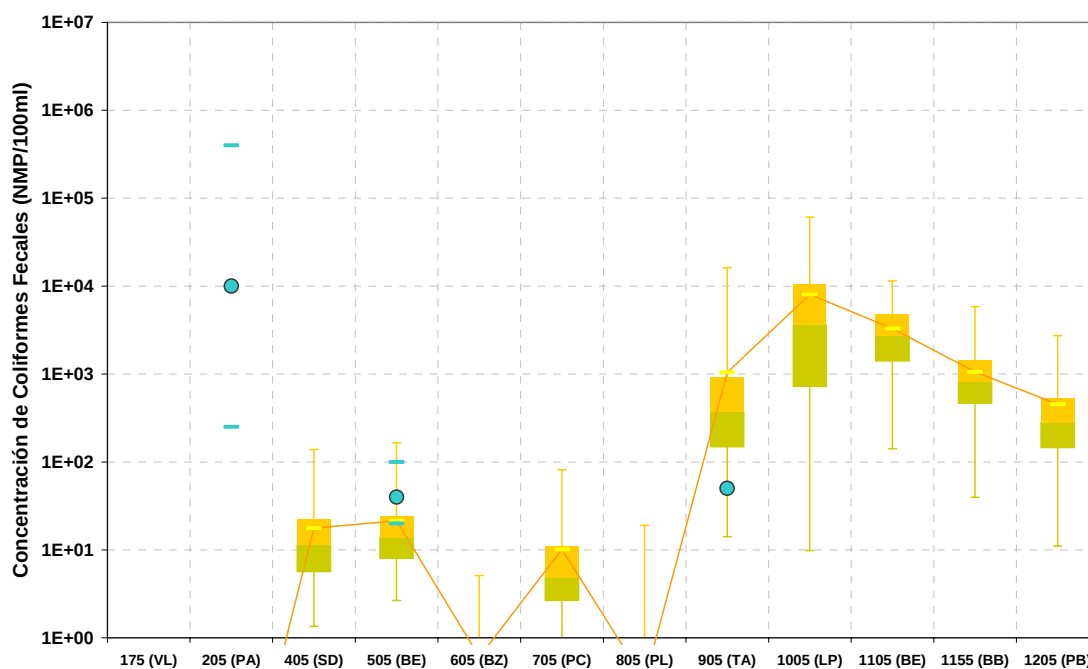
d) 1500 m - Campaña 1994



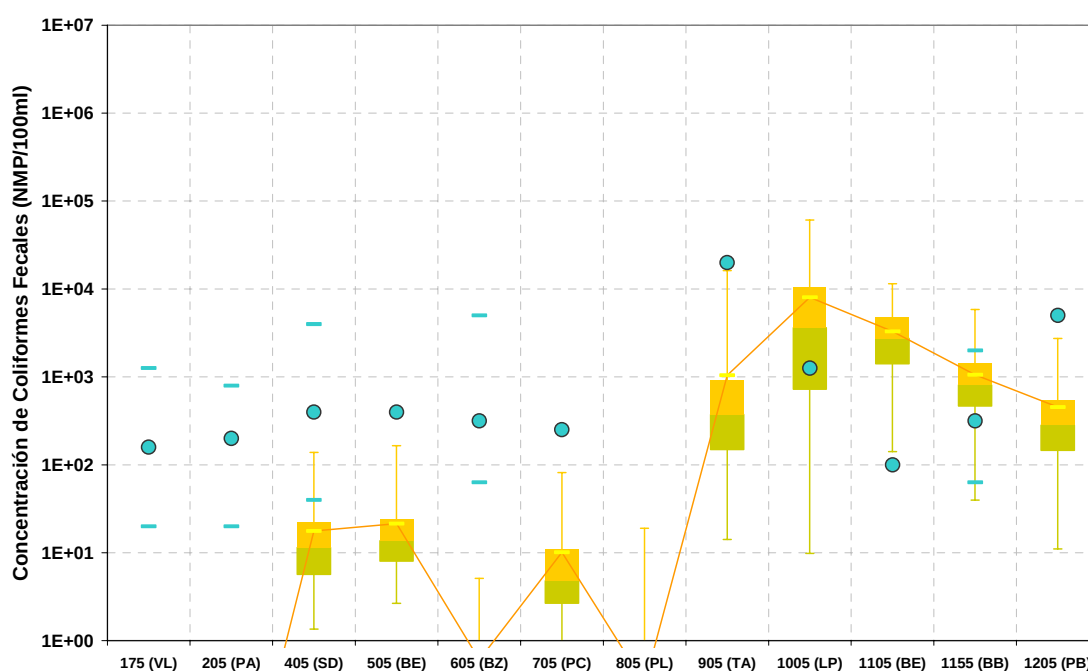
e) 3000 m - Campaña 1992



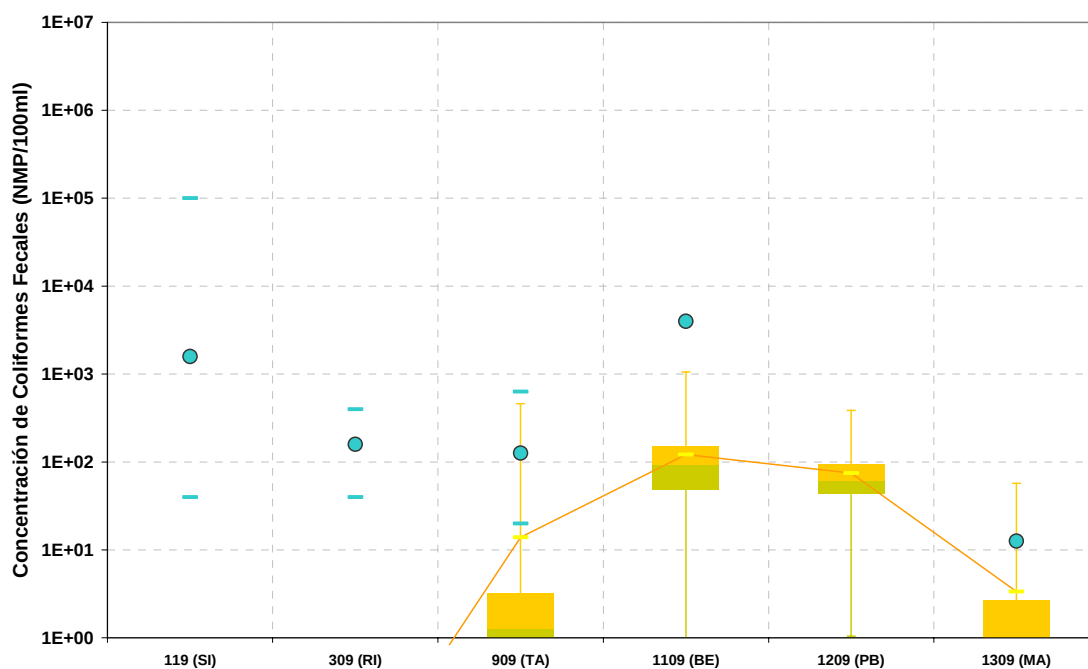
f) 3000 m - Campaña 1994



g) 5000 m - Campaña 1992

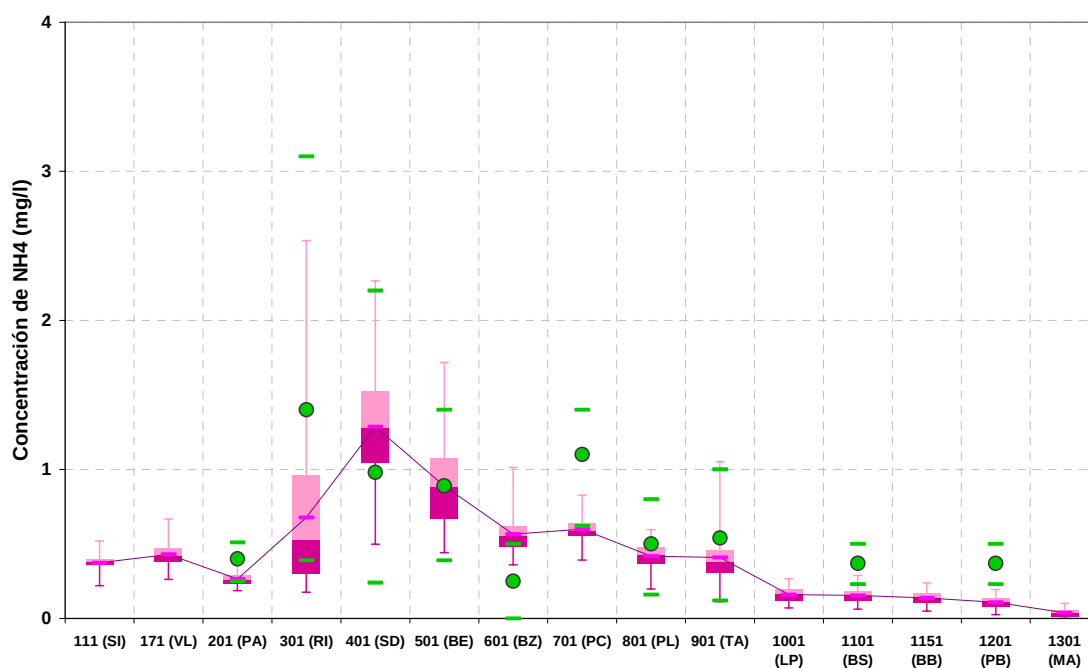


h) 5000 m - Campaña 1994

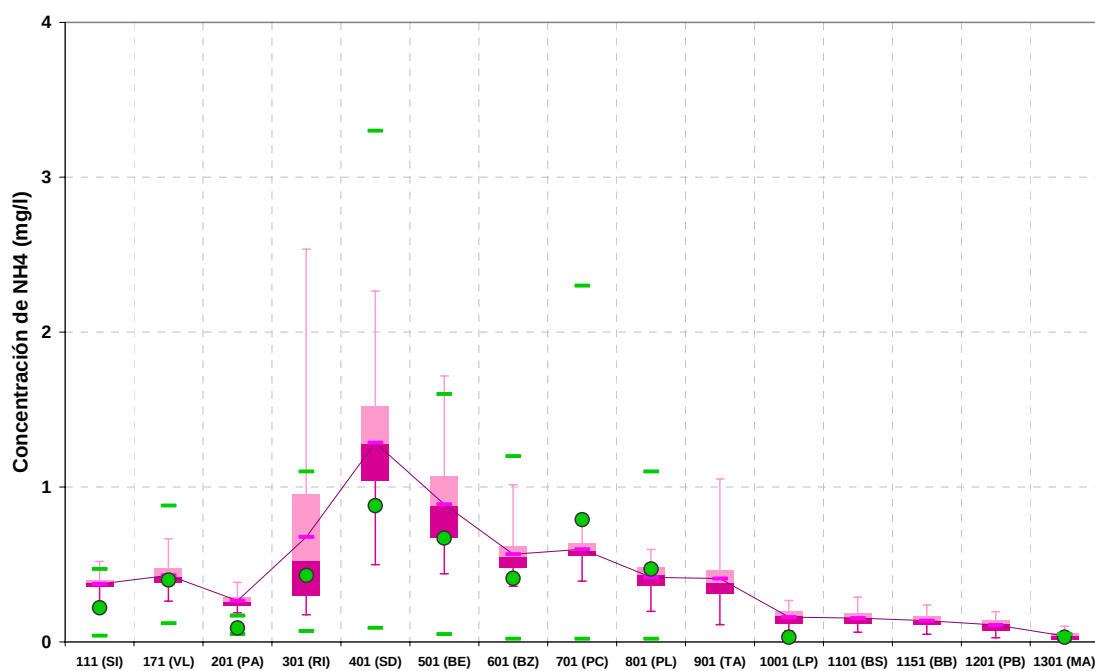


i) 10.000 m - Campaña 1994

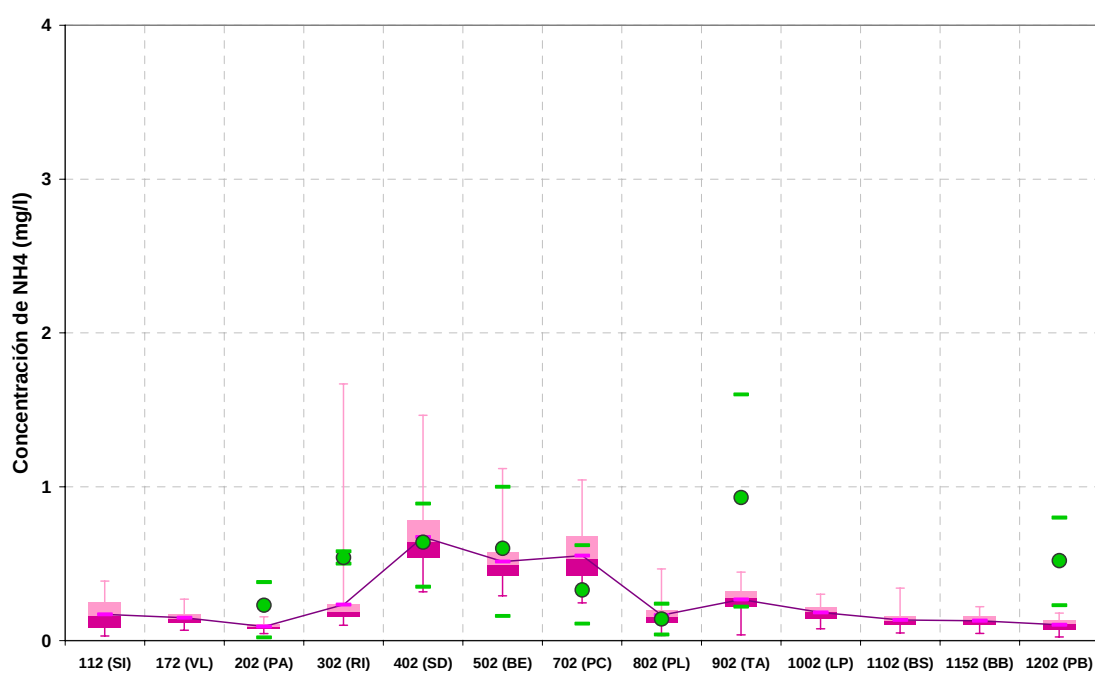
Figura 4.7.4. Distribución de coliformes fecales a lo largo de las estaciones de la Franja Costera del Río de la Plata. En celeste se representan los valores medidos (mínimo, medio y máximo) y en naranja/verde los simulados (mediana, cuarteles y valores extremos).



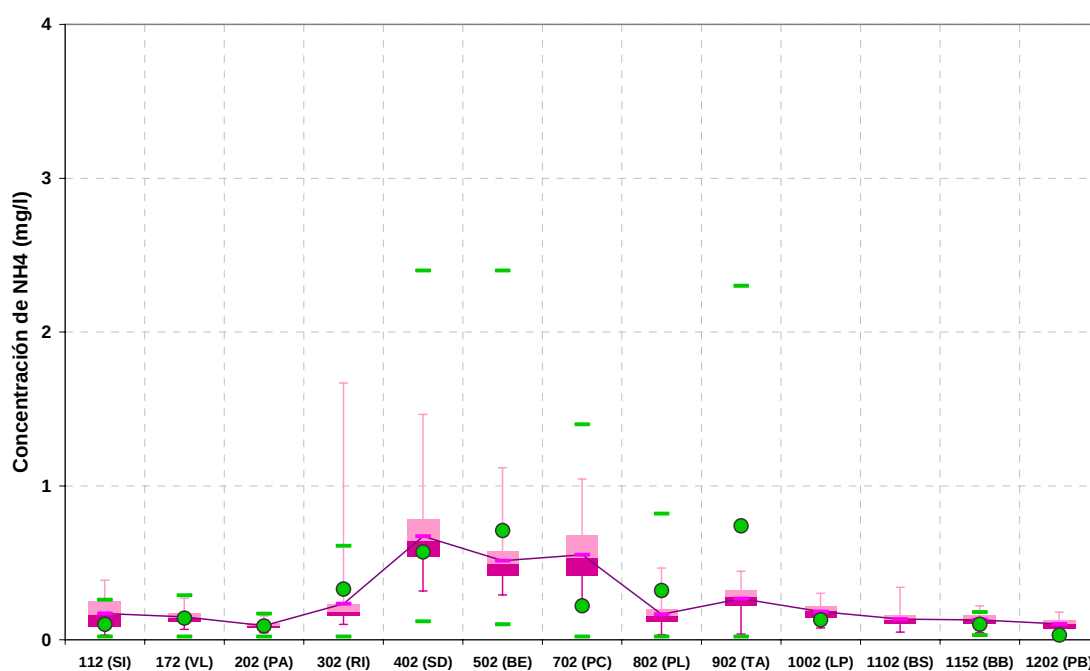
a) 500 m - Campaña 1992



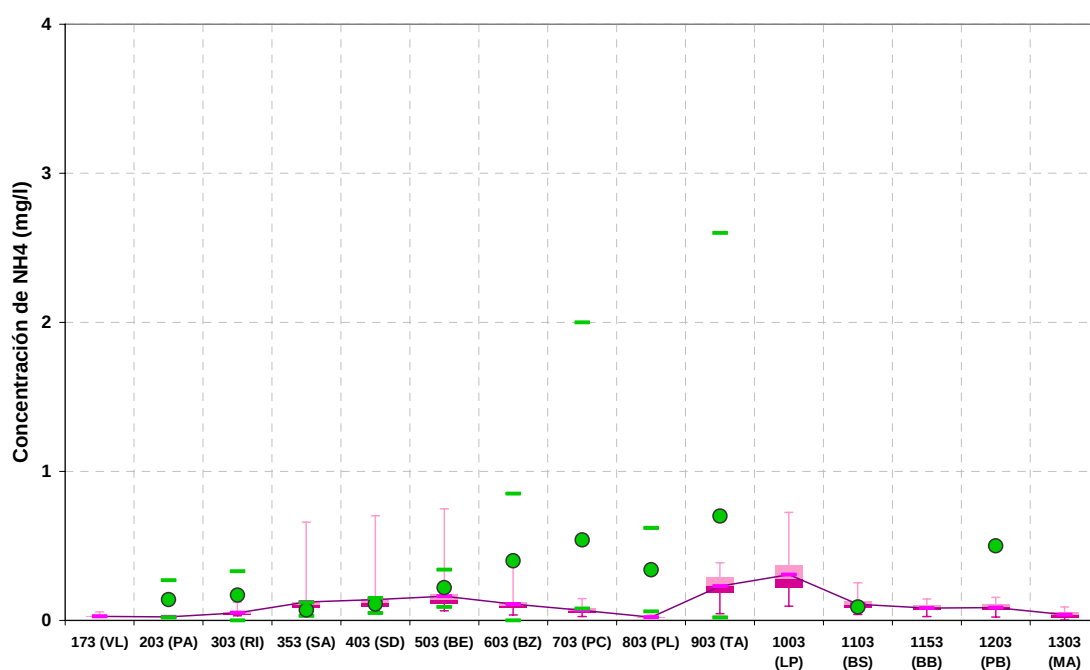
b) 500 m - Campaña 1994



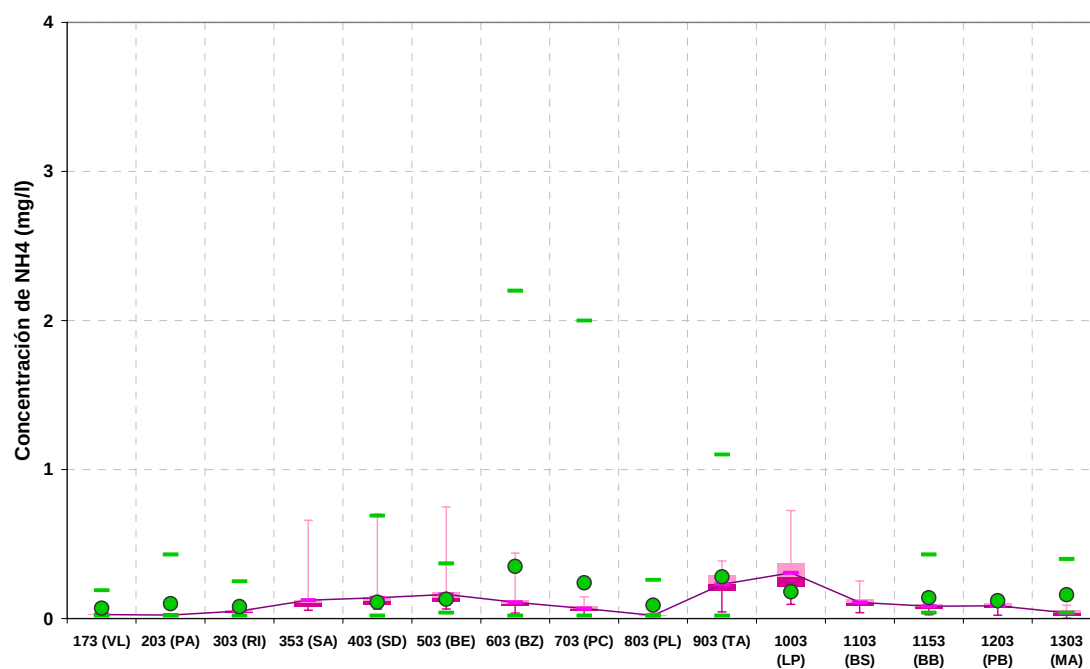
c) 1500 m - Campaña 1992



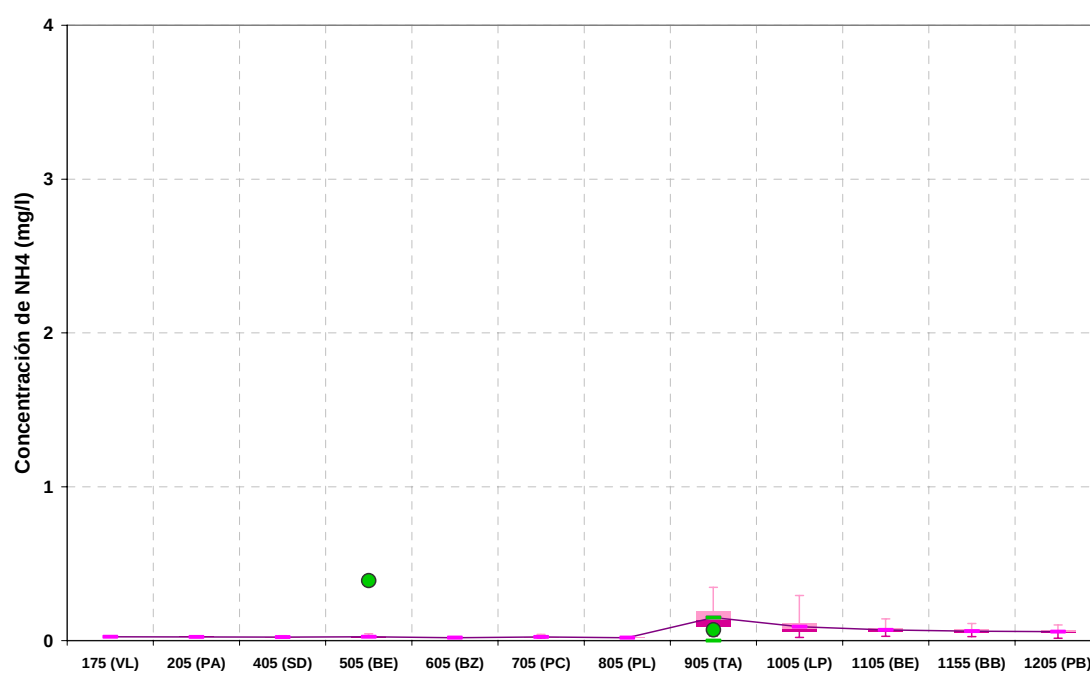
d) 1500 m - Campaña 1994



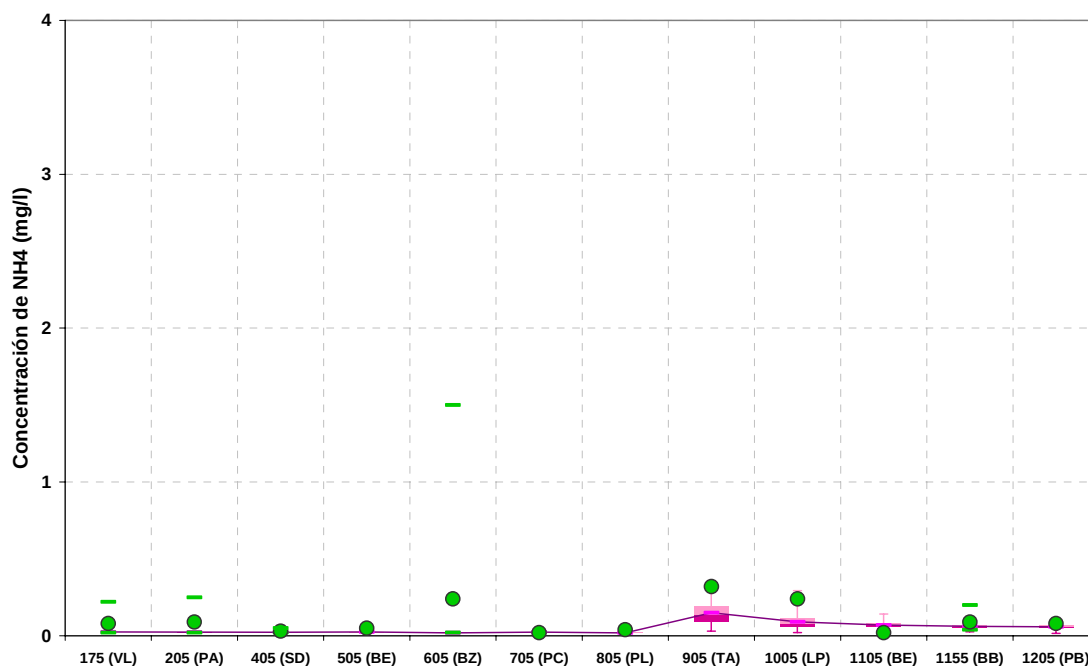
e) 3000 m - Campaña 1992



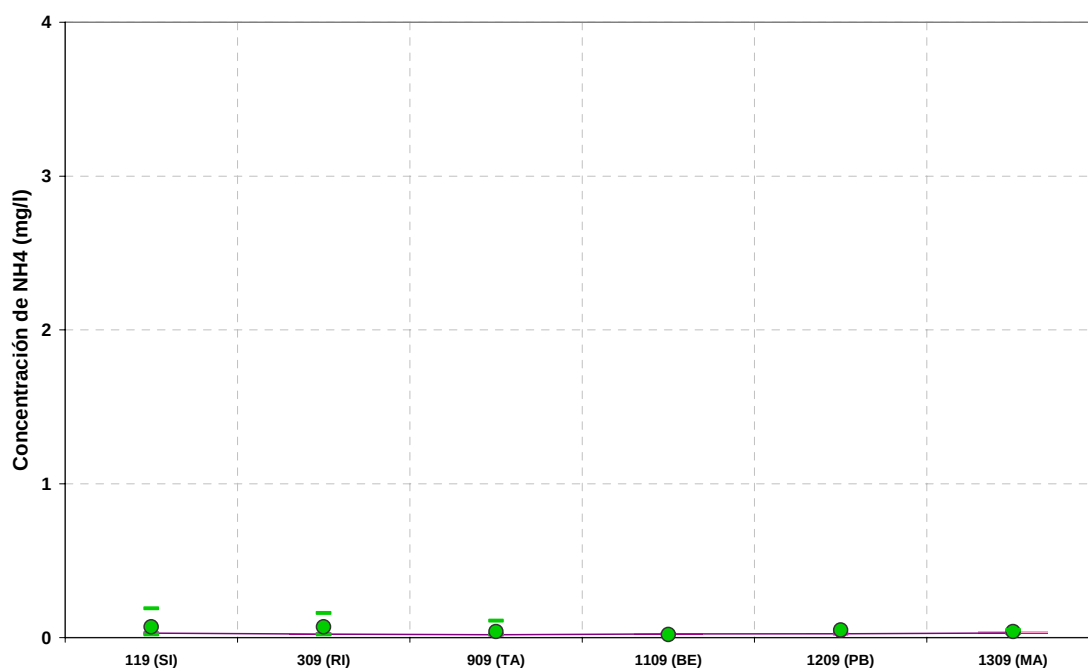
f) 3000 m - Campaña 1994



g) 5000 m - Campaña 1992

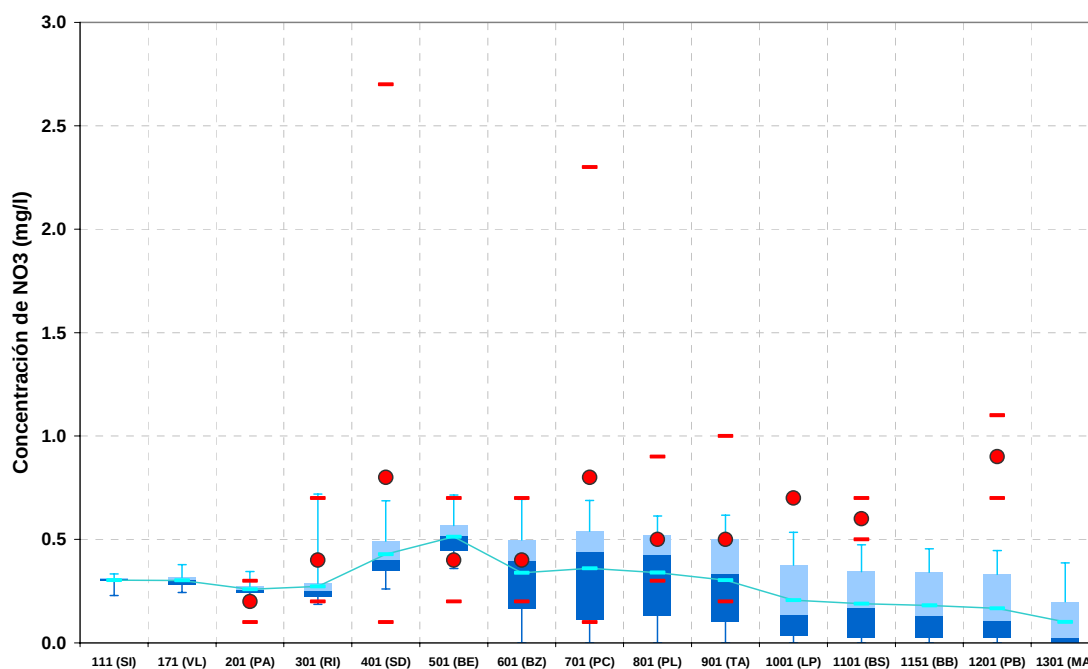


h) 5000 m - Campaña 1994

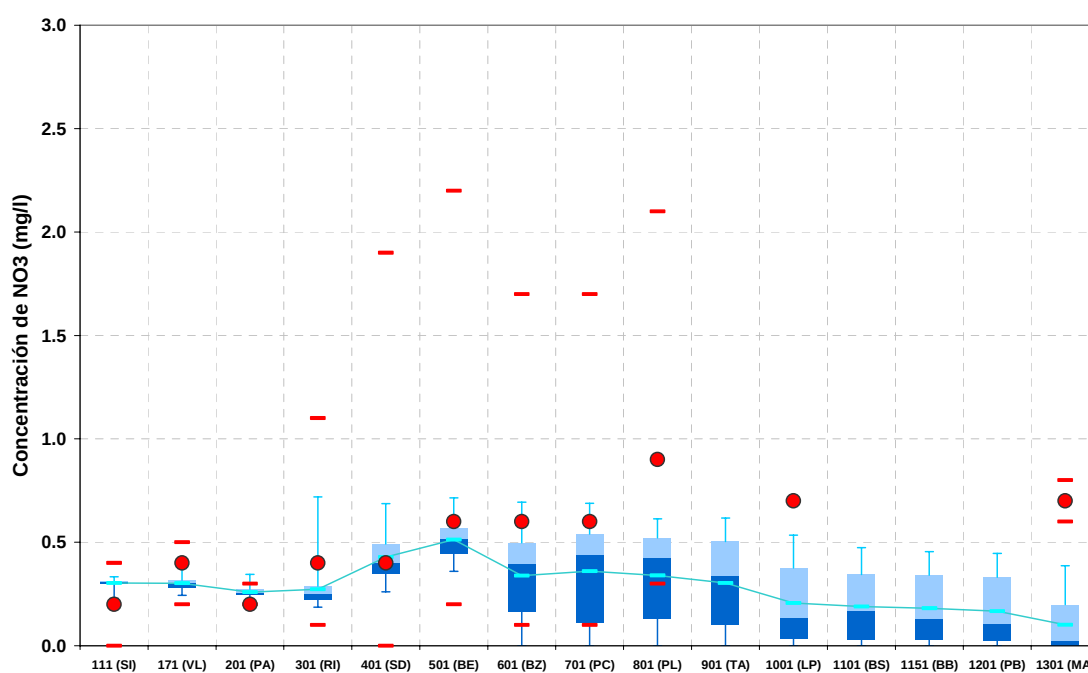


i) 10.000 m - Campaña 1994

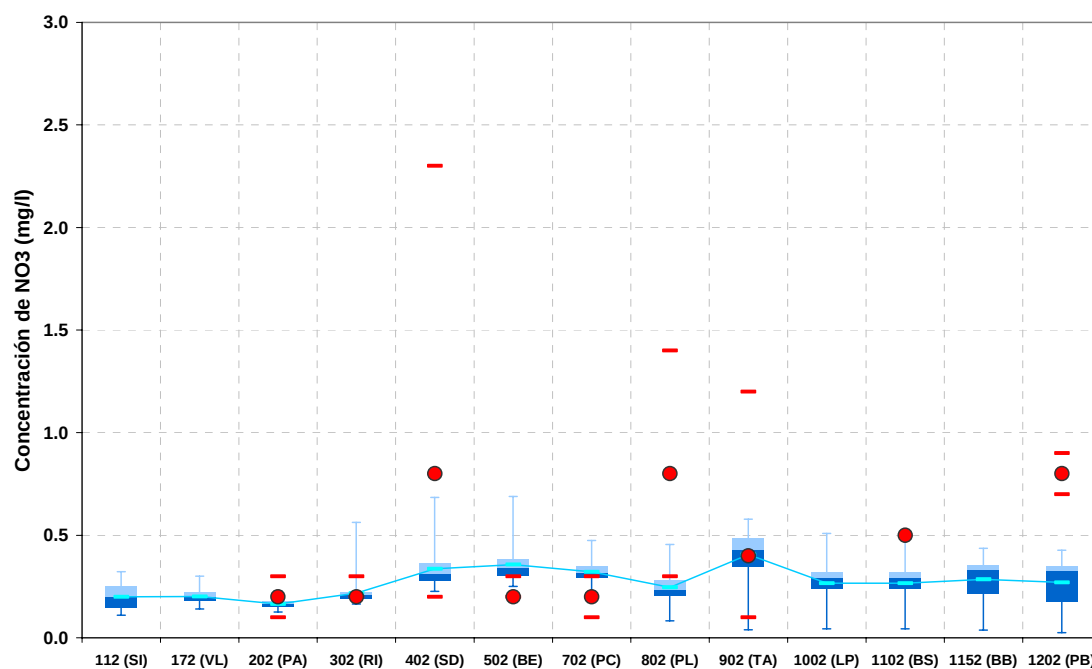
Figura 4.7.5. Distribución de amonio a lo largo de las estaciones de la Franja Costera del Río de la Plata. En verde se representan los valores medidos (mínimo, medio y máximo) y en morado los simulados (mediana, cuarteles y valores extremos).



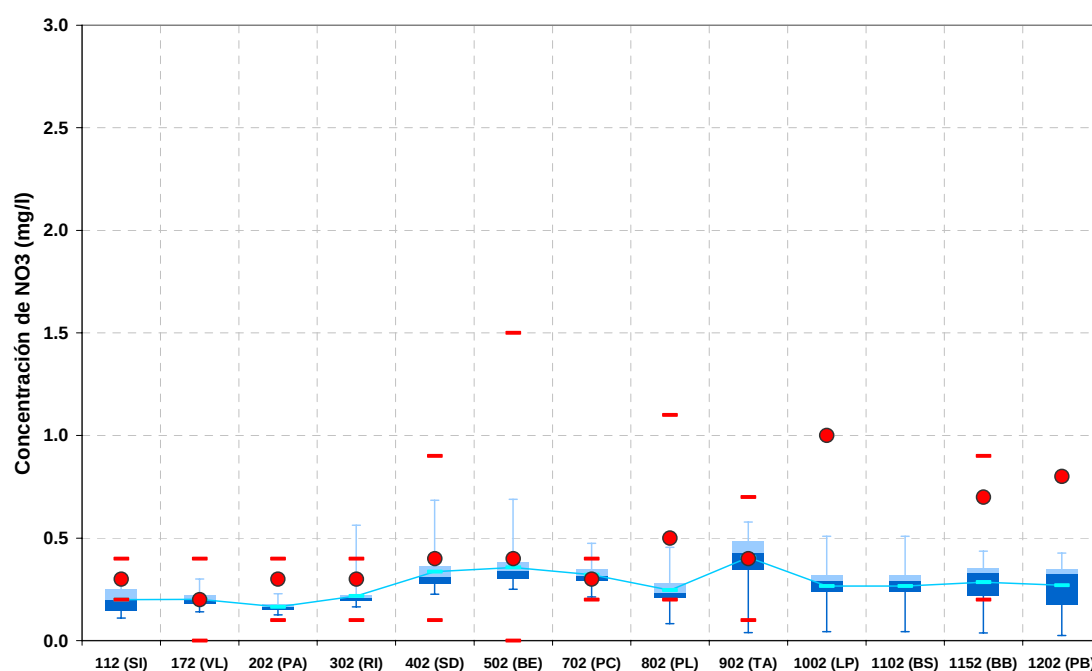
a) 500 m - Campaña 1992



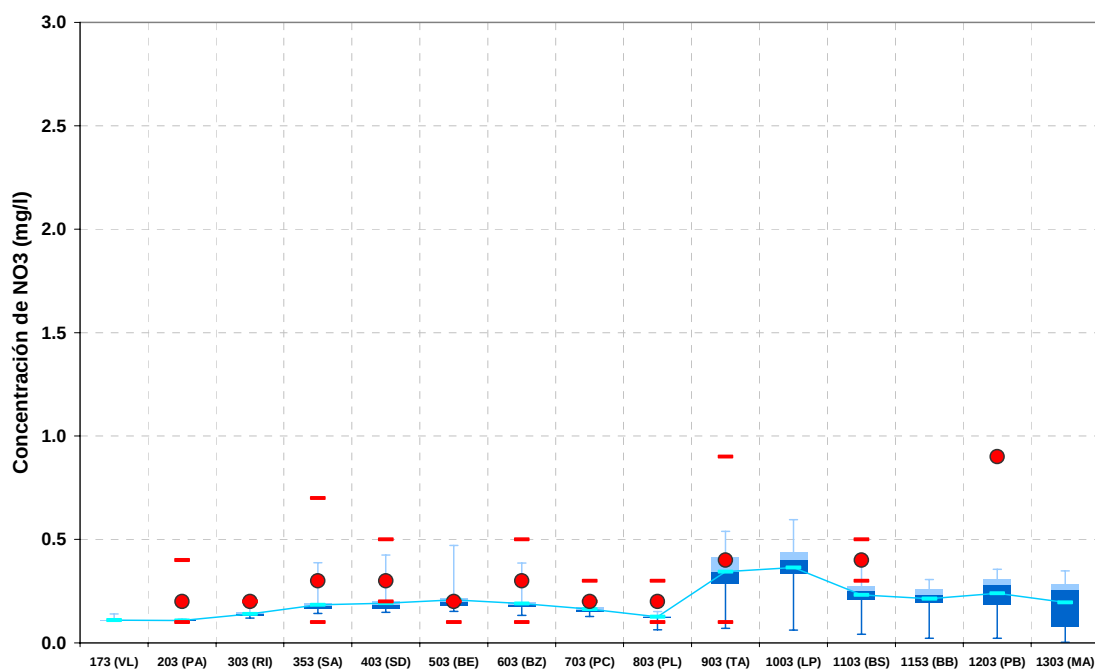
b) 500 m - Campaña 1994



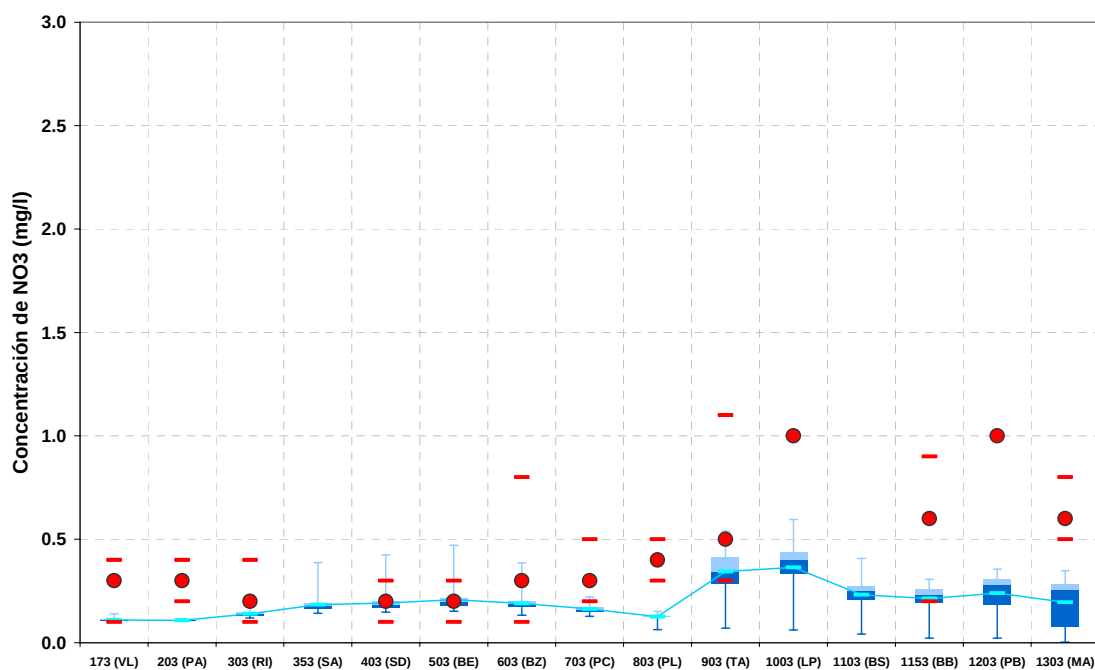
c) 1500 m - Campaña 1992



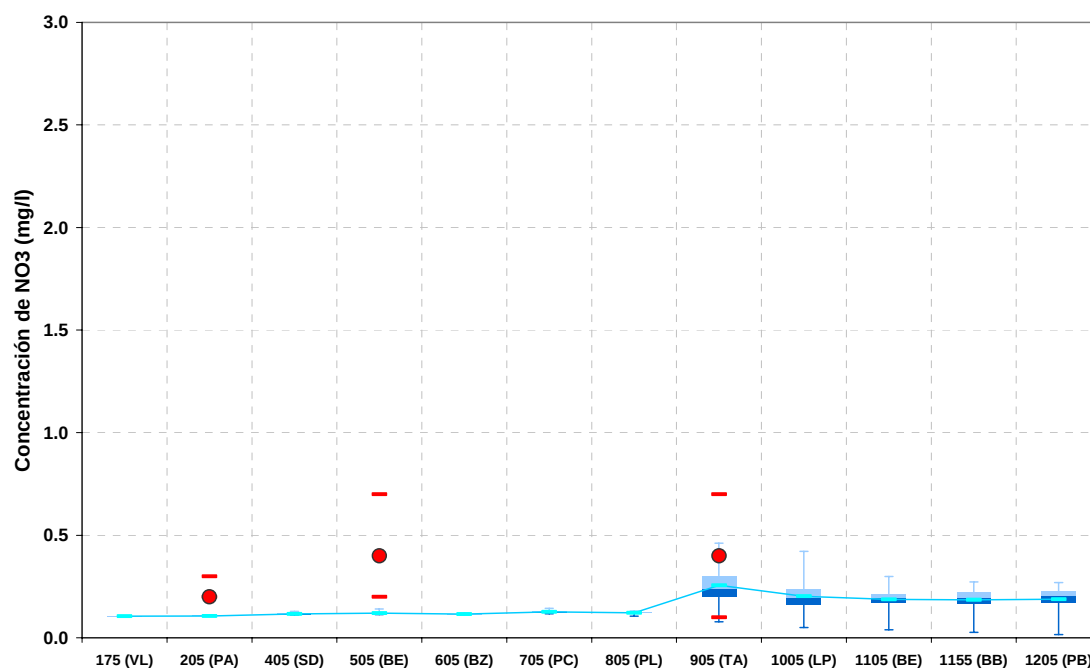
d) 1500 m - Campaña 1994



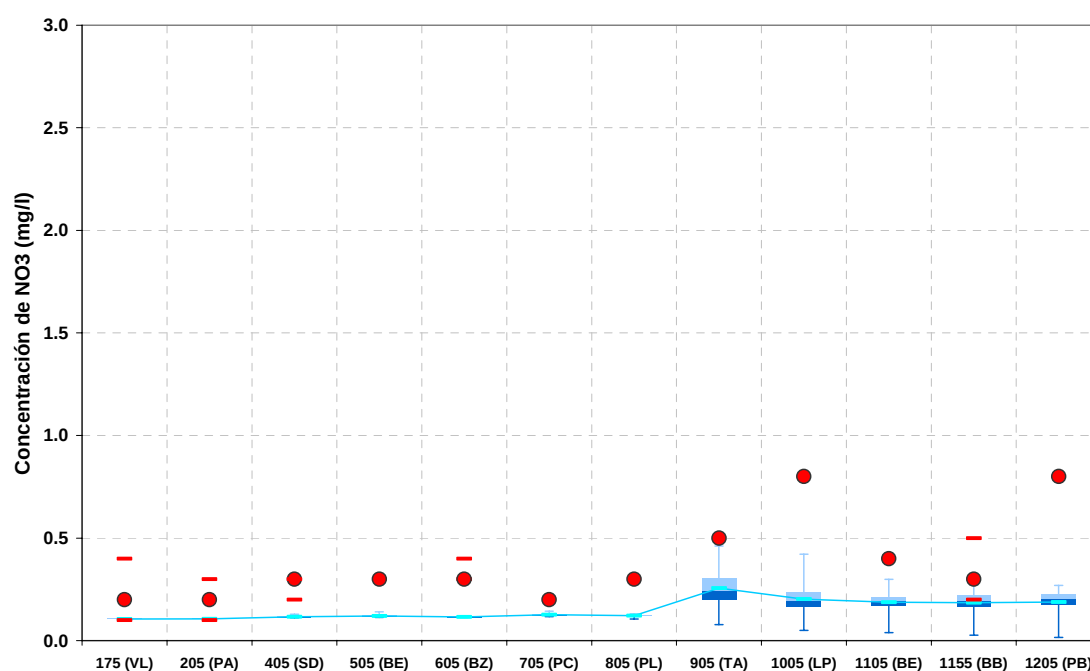
e) 3000 m - Campaña 1992



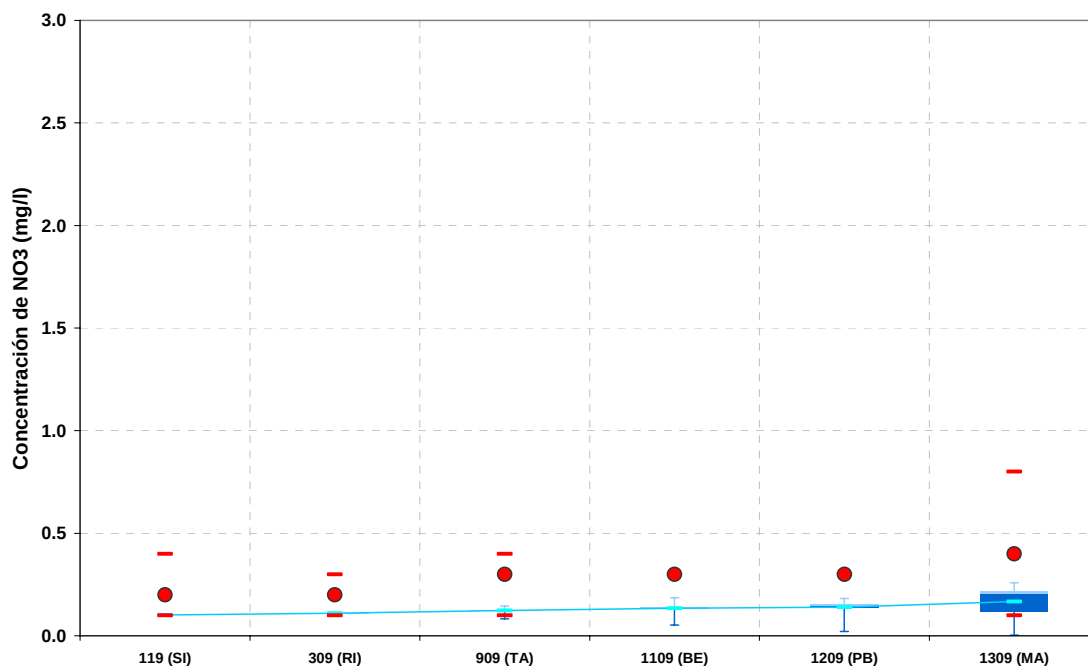
f) 3000 m - Campaña 1994



g) 5000 m - Campaña 1992

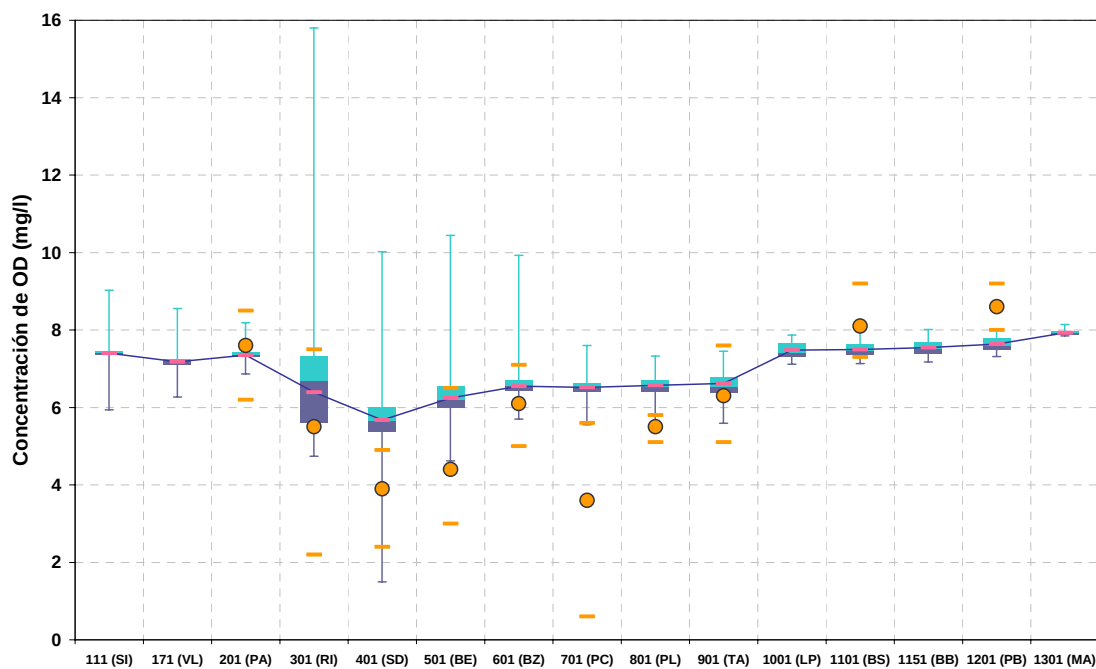


h) 5000 m - Campaña 1994

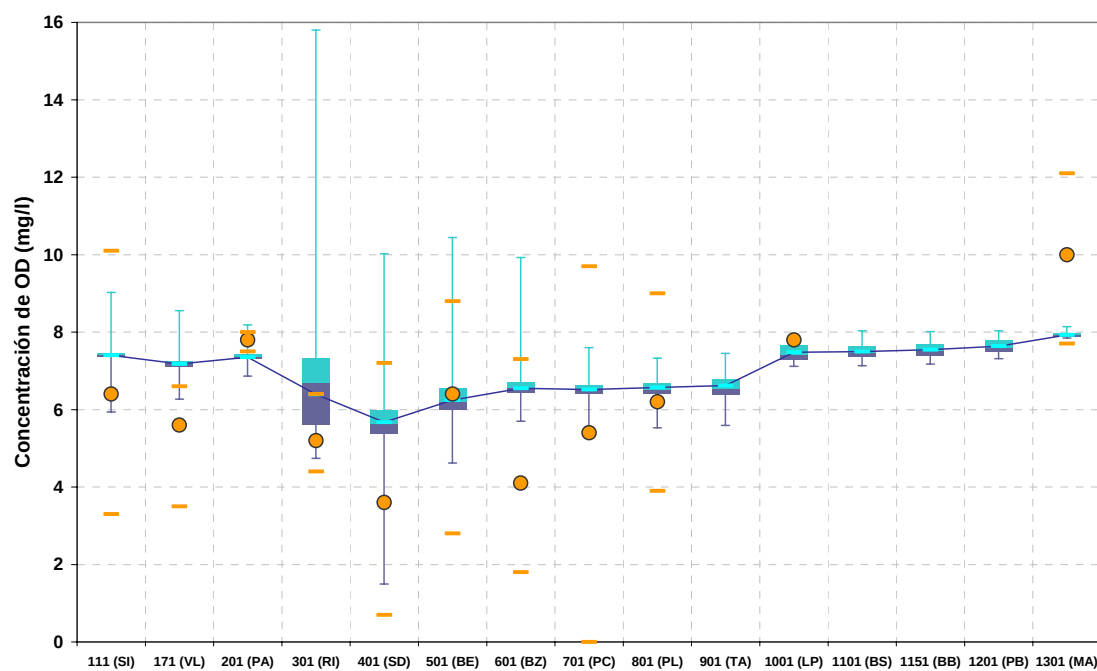


i) 10.000 m - Campaña 1994

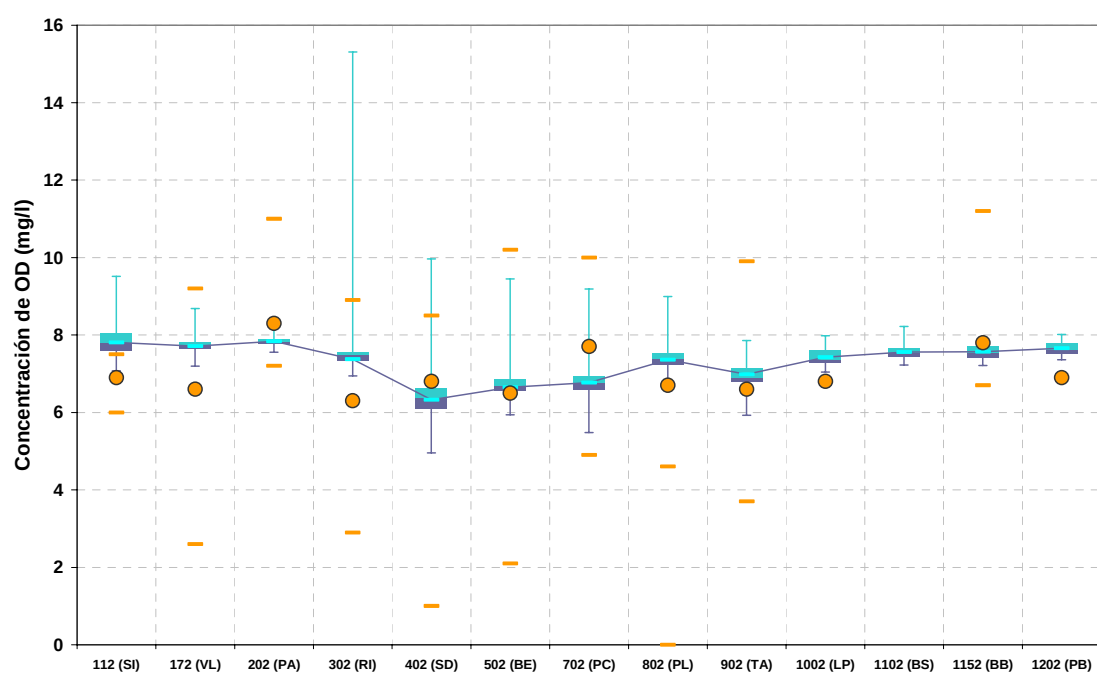
Figura 4.7.6. Distribución de nitrato a lo largo de las estaciones de la Franja Costera del Río de la Plata. En rojo se representan los valores medidos (mínimo, medio y máximo) y en celeste/azul los simulados (mediana, cuarteles y valores extremos).



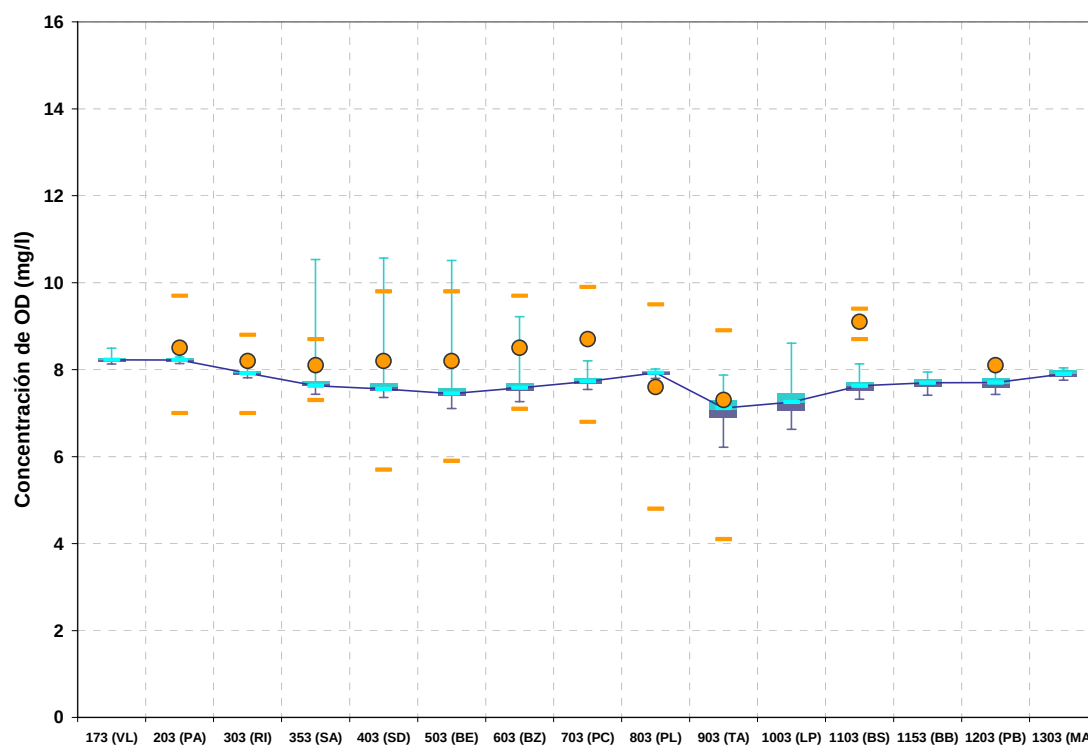
a) 500 m - Campaña 1992



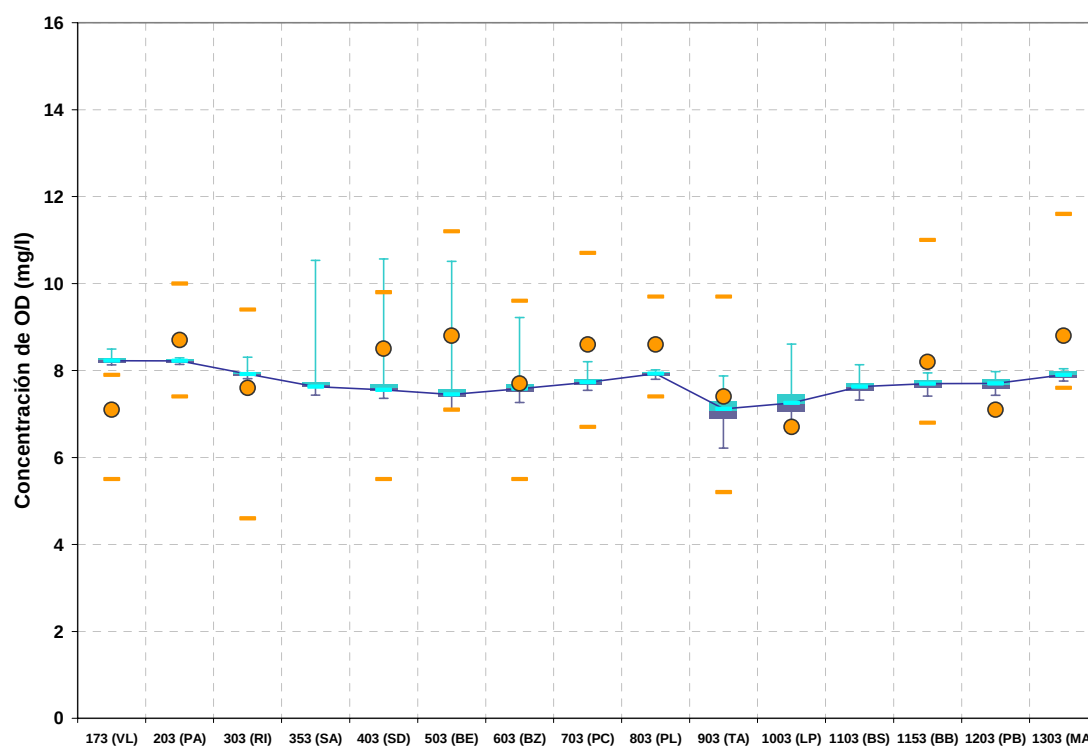
b) 500 m - Campaña 1994



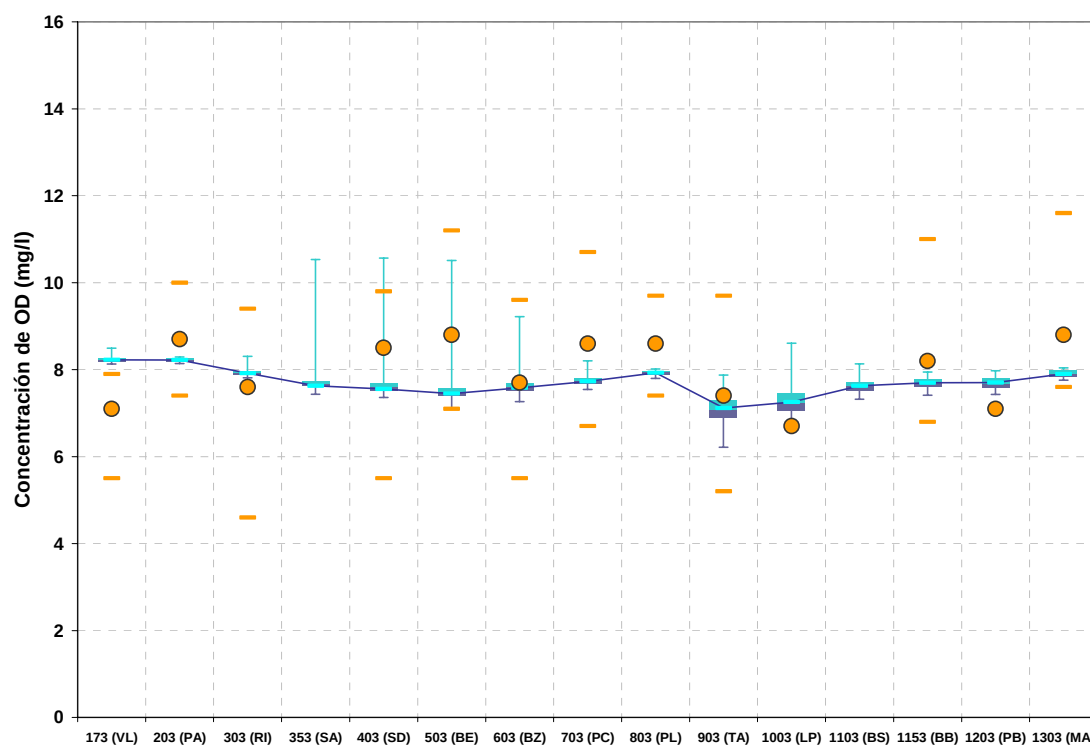
c) 1500 m - Campaña 1992



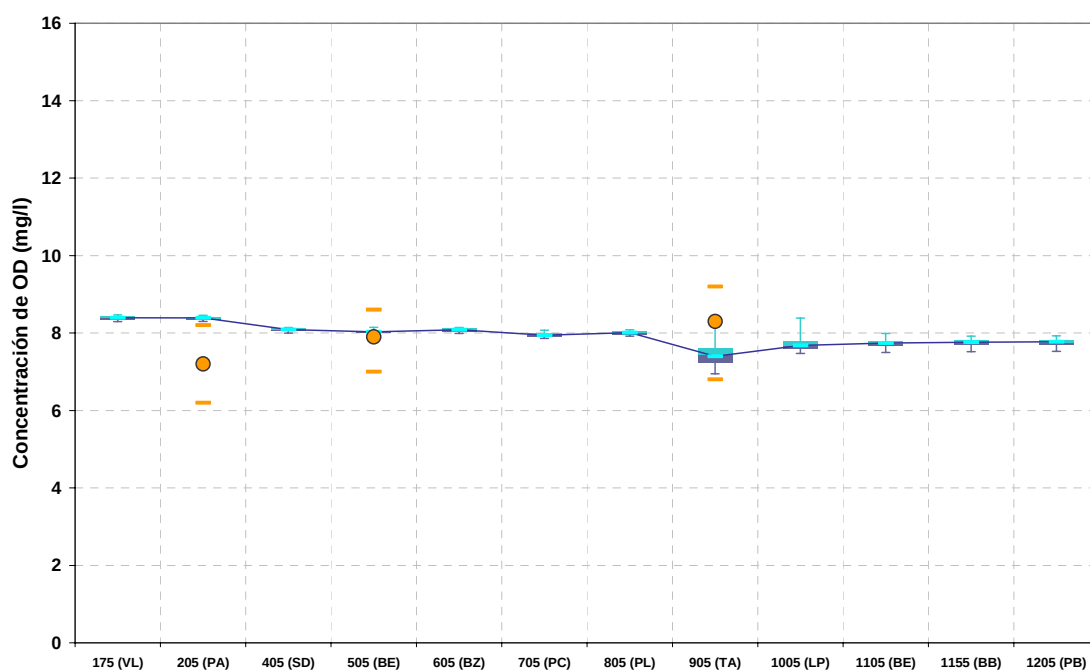
d) 1500 m - Campaña 1994



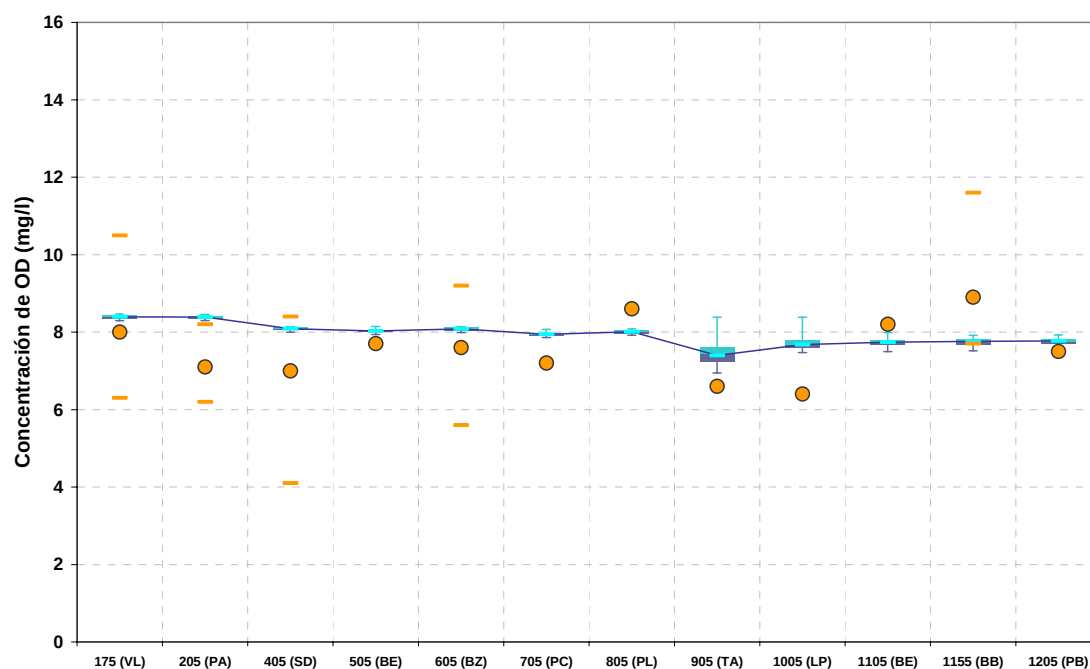
e) 3000 m - Campaña 1992



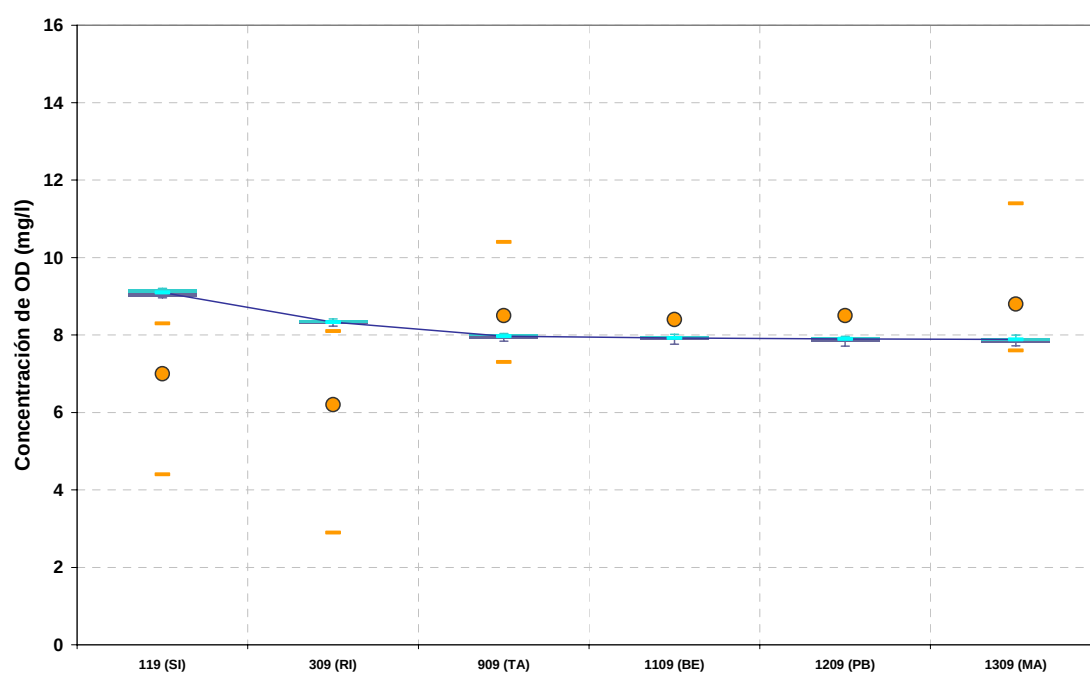
f) 3000 m - Campaña 1994



g) 5000 m - Campaña 1992



h) 5000 m - Campaña 1994



i) 10.000 m - Campaña 1994

Figura 4.7.7. Distribución de OD a lo largo de las estaciones de la Franja Costera del Río de la Plata. En naranja se representan los valores medidos (mínimo, medio y máximo) y en celeste/azul los simulados (mediana, cuarteles y valores extremos).

4.8 Línea de base

Para definir una línea de base, en cuanto al estado de contaminación de la Franja Costera, se plantearon valores límites a los diez parámetros modelados, en relación a los cuatro usos principales del agua, a saber:

- *Uso I*: Agua para consumo humano con tratamiento convencional
- *Uso II*: Agua para actividades recreativas con contacto directo
- *Uso III*: Agua para actividades recreativas sin contacto directo
- *Uso IV*: Protección de vida acuática

Para plantear los valores límites se recurrió a niveles guía ó, en el caso del Uso I, a análisis efectuados por AySA sobre el agua cruda captada en sus tomas. Estos valores límites se presentan en la Tabla 4.8.1, donde se indica la fuente de cada uno.

Para los usos II a IV el nivel de cumplimiento se impone para el 95% del tiempo. Este nivel se reduce al 90% en el caso del Uso I, con excepción de los coliformes fecales, a los que se les aplica un criterio del 80% en base a considerar la incertidumbre de la técnica de análisis.

Dado que AySA trabaja con E.Coli en lugar de coliformes fecales, aquel es el parámetro que se considera al representar los resultados para Uso I. Utilizando datos medidos en aportes al Río de la Plata, se ha establecido que existe una muy alta correlación entre ambos parámetros, a saber, $[E.Coli] = 0,6217 [Col. Fec.]^{1,0132}$, donde los corchetes significan concentración; nótese que, básicamente, la concentración de E.Coli es entonces de alrededor del 62% de la de coliformes fecales.

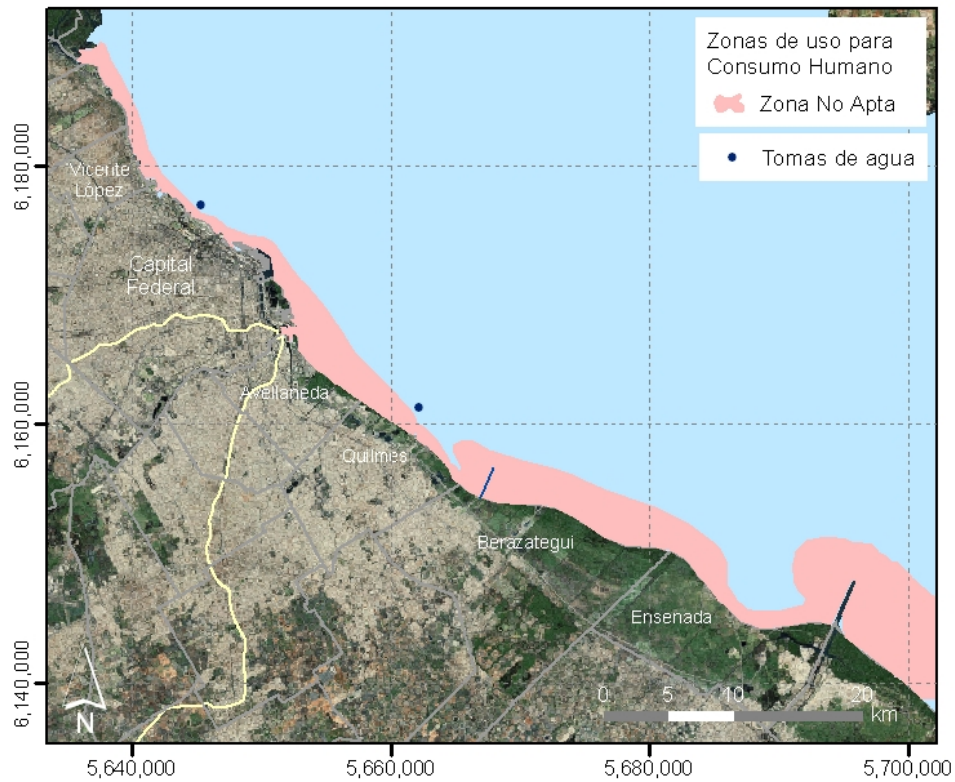
Se utilizaron los resultados del modelo sobre el período 28/Feb al 20/Mar de 1997 para determinar zonas de uso limitado en base a los criterios de la Tabla 4.8.1. En la Figura 4.8.1 se muestran las zonas restringidas por uso, para la situación actual. Se observa que, con los valores límites planteados, las tomas de agua de AySA caen dentro de la zona apta para consumo humano con tratamiento convencional, aunque su cercanía al borde de zona no apta indica que la situación podría ser más comprometida en el futuro si no se encaran acciones (Figura 4.8.1a). Por su parte, toda la zona modelada – Corredor Palmas – se muestra como no apta para preservación de la vida acuática (Figura 4.8.1d).

Tabla 4.8.1 Criterios de zonas de uso del Río de la Plata en términos de los parámetros modelados.

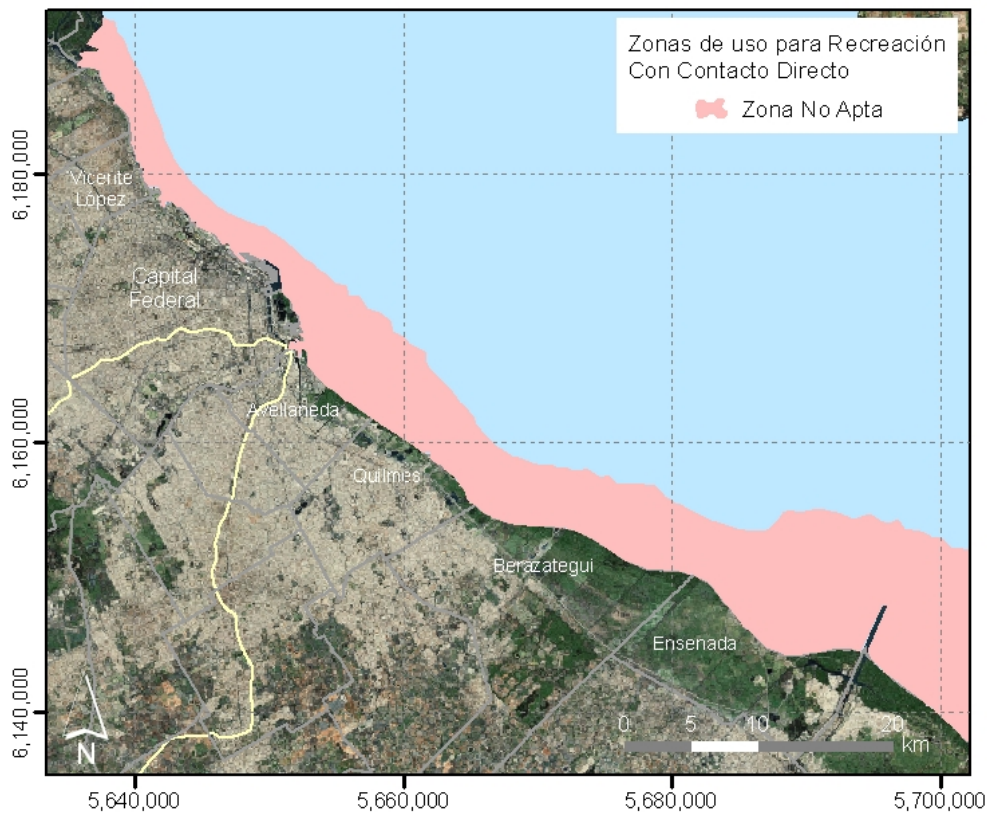
Zona	Uso	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	Compuestos Nitrogenados (mg N/l)		Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	Sustancias Fenólicas (µg/l)	Detergentes (mg/l)	Metales (µg/l)		
				NH ₄	NO ₃ ⁻				Cr	Pb	Cd
I	No apta para consumo humano con tratamiento convencional	NR ⁽¹⁾	NR ⁽¹⁾	NR ⁽¹⁾	≥ 10 ⁽¹⁾	≥ 3200 ⁽⁵⁾	≥ 10 ⁽⁵⁾	≥ 0.5 ⁽²⁾	≥ 50 ⁽²⁾	≥ 50 ⁽²⁾	≥ 5 ⁽²⁾
II	No apta para realizar actividades recreativas con contacto directo	≤ 5 ⁽²⁾	≥ 3 ⁽²⁾	NR ⁽¹⁾	≥ 10 ⁽³⁾	≥ 100 ⁽⁴⁾	≥ 1 ⁽³⁾	≥ 0.5 ⁽³⁾	≥ 50 ⁽²⁾	≥ 50 ⁽¹⁾	≥ 5 ⁽²⁾
III	No apta para realizar actividades recreativas sin contacto directo	≤ 3 ⁽³⁾	≥ 5 ⁽³⁾	NR ⁽¹⁾	≥ 20 ⁽³⁾	≥ 10000 ⁽⁴⁾	≥ 50 ⁽³⁾	≥ 0.5 ⁽³⁾	≥ 500 ⁽⁴⁾	≥ 500 ⁽⁴⁾	≥ 50 ⁽⁴⁾
IV	No apta para protección de la vida acuática	≤ 5 ⁽²⁾	≥ 3 ⁽²⁾	≥ 0.37 ⁽¹⁾	NR ⁽¹⁾	NR ⁽²⁾	≥ 1 ⁽²⁾	NR ⁽²⁾	≥ 2 ⁽²⁾	≥ 1 ⁽²⁾	≥ 0.2 ⁽²⁾

NR: Sin restricción

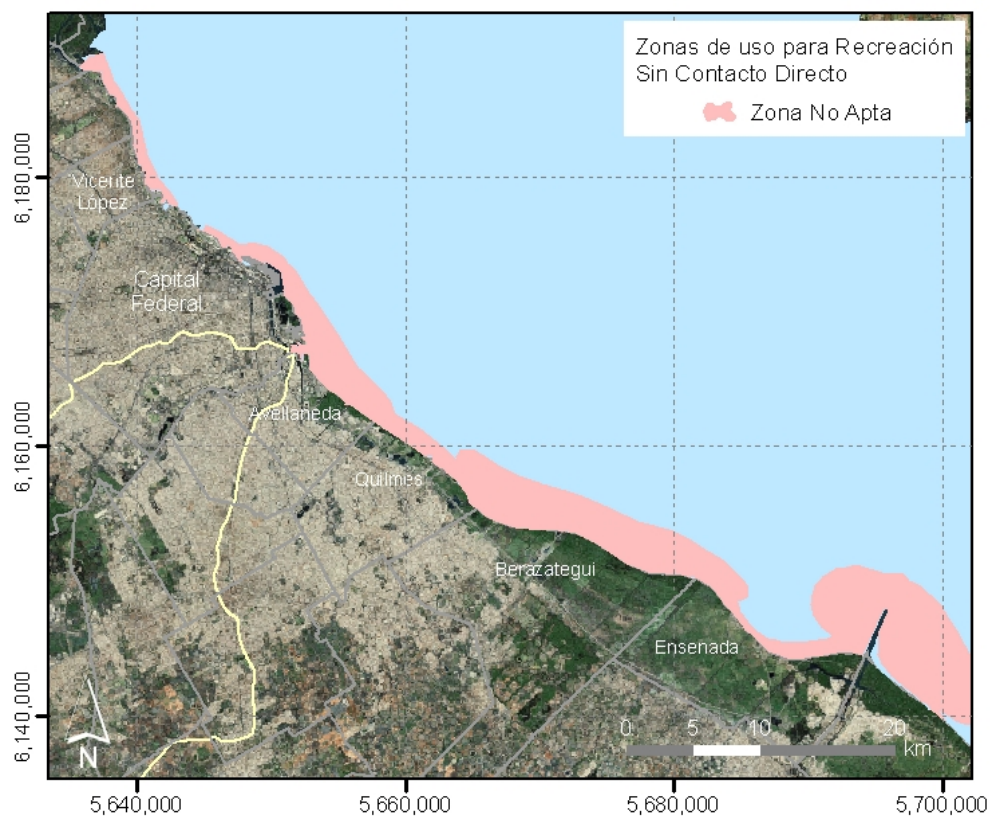
- (1) SSRH (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación)
- (2) CIC (Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata)
- (3) Plan de Saneamiento Integral de la ex Aguas Argentinas S.A. (Actualmente AySA)
- (4) Propuesta tentativa
- (5) AySA



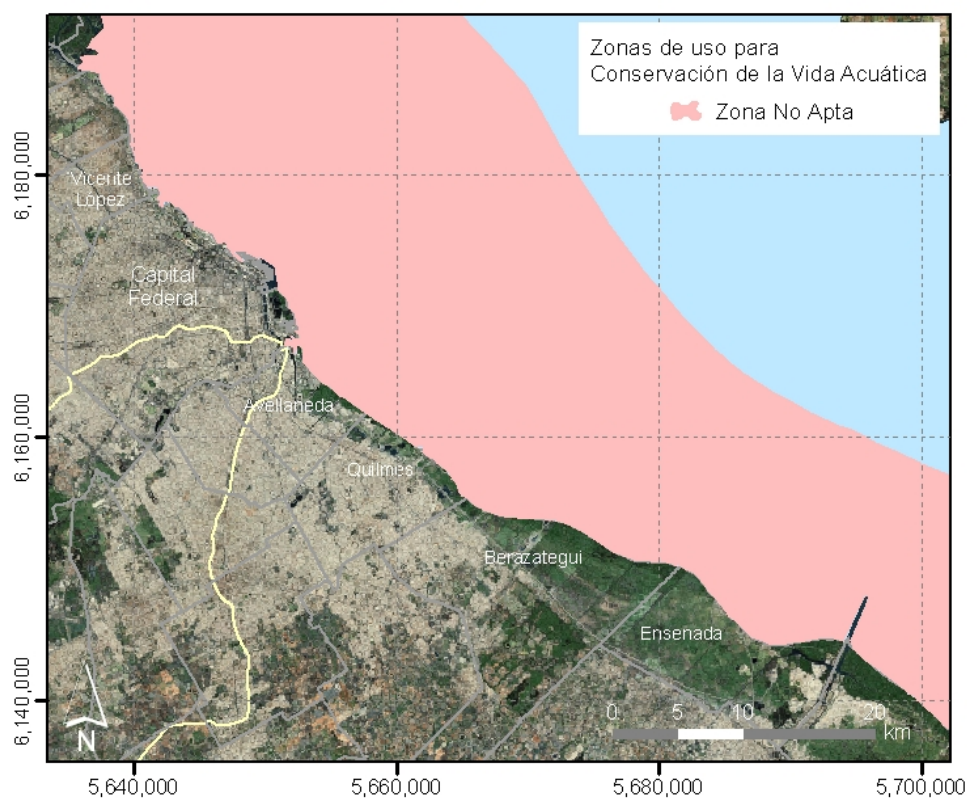
a) Zona no apta para consumo humano con tratamiento convencional



b) Zona no apta para recreación con contacto directo



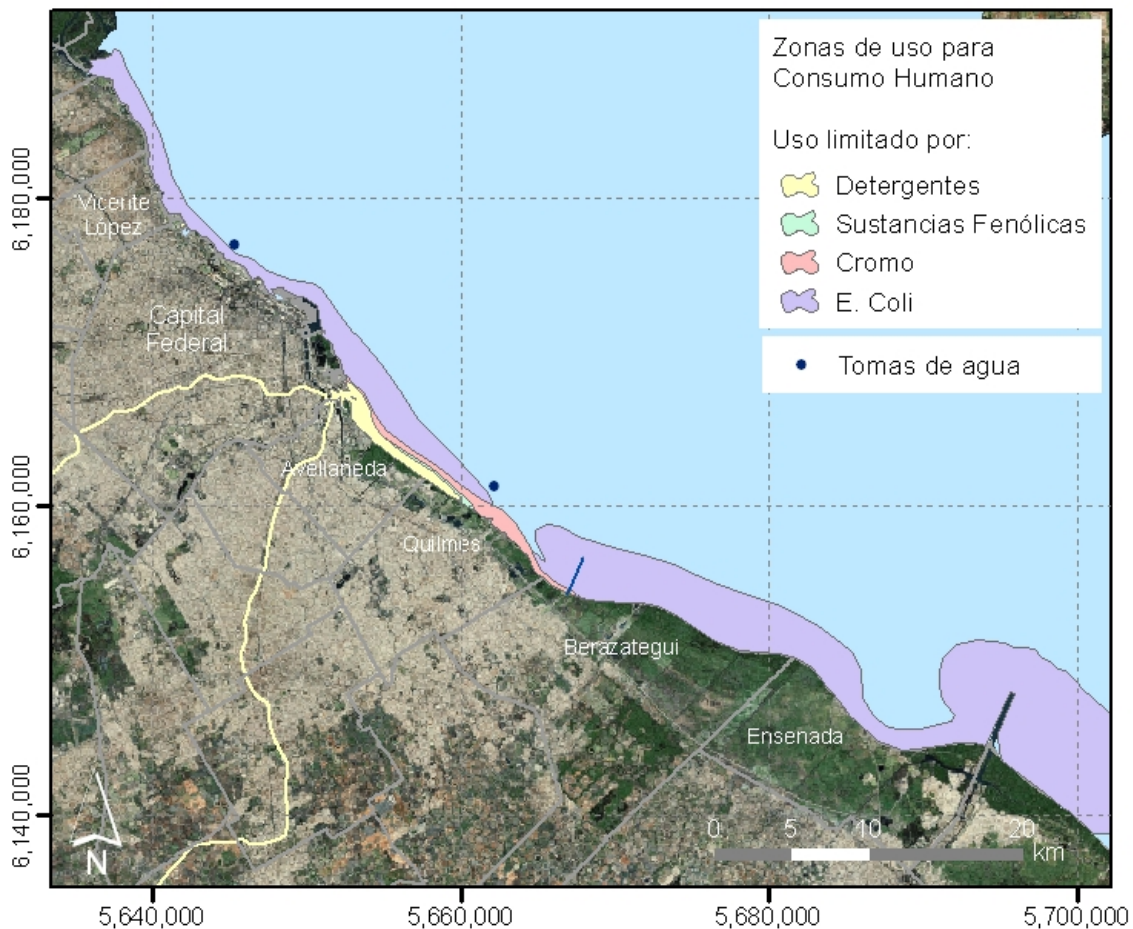
c) Zona no apta para recreación sin contacto directo



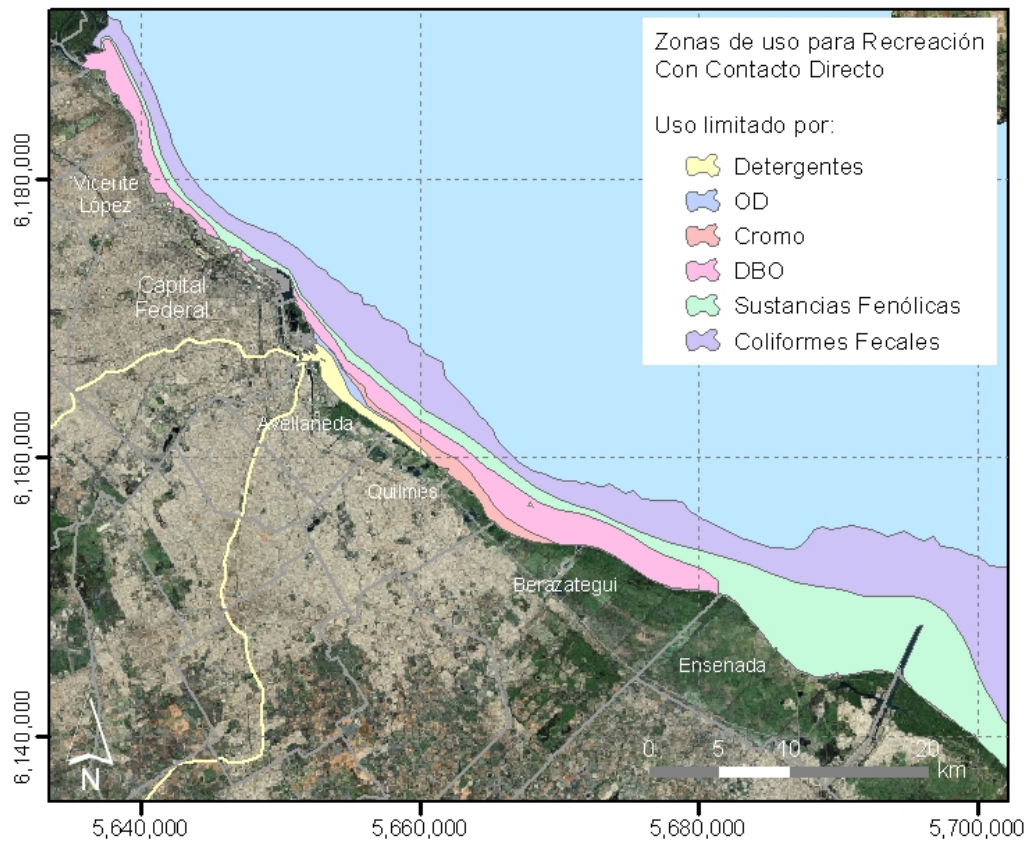
d) Zona no apta para conservación de vida acuática

Figura 4.8.1. Zonas restringidas por uso del agua.

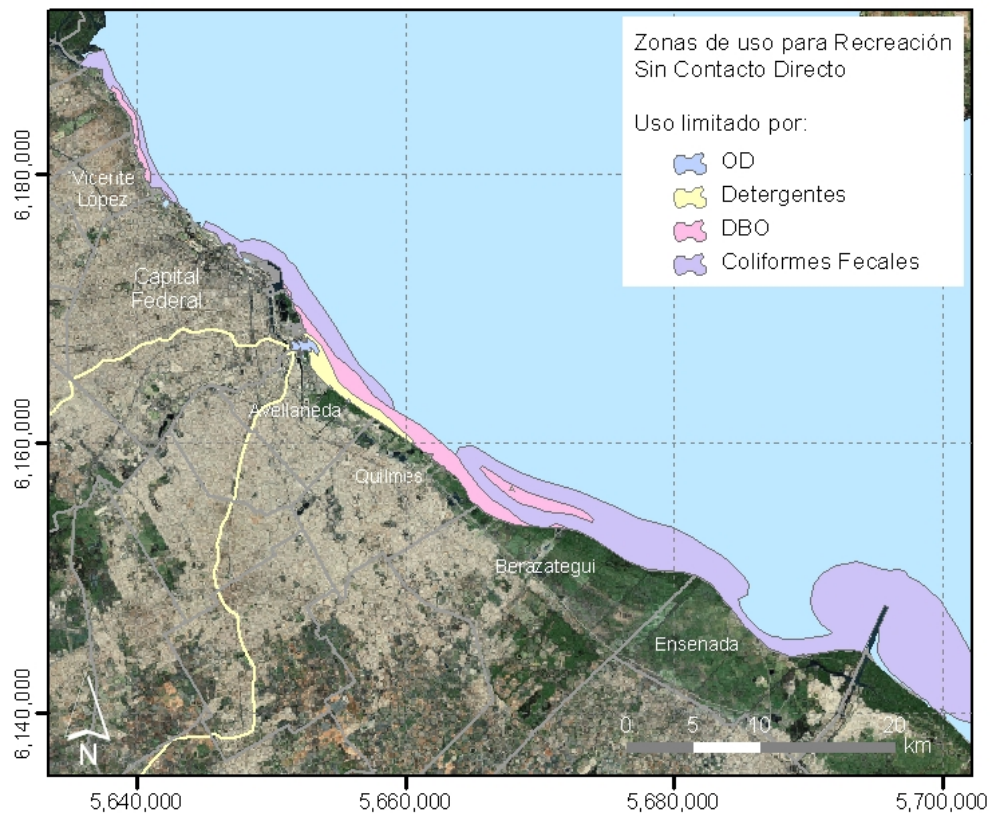
Para poder discernir cuáles son los parámetros que limitan la zona no apta para cada uso particular, en la Figura 4.8.2 se repite el trazado de las zonas de uso limitado, pero discriminando por parámetro. Se observa que para los Usos I (consumo humano con tratamiento convencional) y II (recreación con contacto directo) el parámetro limitante es la concentración de bacterias (E.Coli ó coliformes fecales); seguido por el Cromo, los fenoles y los detergentes. En el caso del Uso III (recreación sin contacto directo) el limitante principal sigue siendo la concentración de coliformes fecales, pero le sigue la DBO. Finalmente, para el Uso IV (preservación de la vida acuática), el cromo y el plomo presentes como concentración de fondo son los causantes de la restricción; le siguen, ya dentro de la primera Franja Costera, los fenoles, el amonio y la DBO.



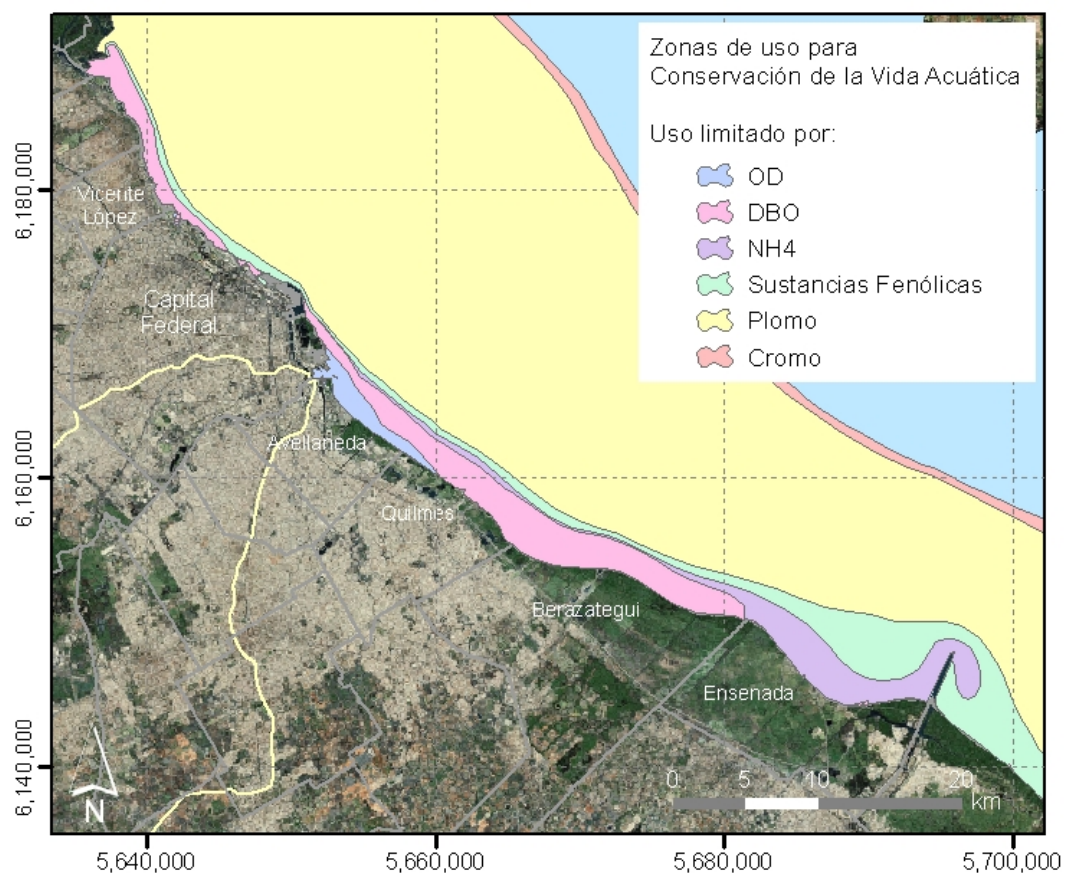
a) Zona no apta para consumo humano con tratamiento convencional



b) Zona no apta para recreación con contacto directo



c) Zona no apta para recreación sin contacto directo



d) Zona no apta para conservación de vida acuática

Figura 4.9.2. Zonas restringidas por uso y por parámetro para la situación actual.

5 ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO

5.1 Objetivos

La estrategia de saneamiento contempla el 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.

En el caso del Matanza-Riachuelo, dado el alto grado de contaminación actual, que lo condena a padecer un estado anóxico en la mayor parte de su recorrido, el objetivo de gestión planteado ha sido el de poder superar las condiciones de anoxia al menos en el Tramo Inferior, que es donde se llevarán a cabo las obras de la primera etapa del Plan Director de AySA (ver próxima sección). Esto evitaría la producción de malos olores, lo que entonces constituye una mejora mensurable. Tal como se verá en el próximo capítulo, aún este relativamente modesto objetivo requiere de grandes obras e importantes medidas de gestión.

Por su parte, para la Franja Costera del Río de la Plata se plantea como objetivo recuperar la mayor longitud posible de costa para garantizar condiciones adecuadas de recreación sin contacto directo, una actividad de hecho ya instalada en una buena parte de la ribera. Este objetivo, quizás modesto como el anterior para el Matanza-Riachuelo, también requiere de obras de gran envergadura (ver próxima sección).

5.2 Plan Director de AySA (PDA)

AySA ha planteado un Plan Director (en adelante, PDA) para ampliar la prestación del servicio de agua y cloacas en la CMR y mejorar la calidad del agua en torno a sus dos tomas de agua en el Río de la Plata. Las obras involucradas se esquematizan en la Figura 5.2.1, donde también se presenta la situación actual, considerada como Escenario de Referencia. Específicamente, se plantean las siguientes obras y funcionalidades:

- Se construye un Colector de Margen Izquierda (CMI) entre el Aliviador del A° Cildañez y el Río de la Plata. Además de interceptar al A° Cildañez, el CMI recibe (en tiempo seco) a la mayor parte de las aguas residuales domésticas e industriales actualmente no conectadas al sistema cloacal, de modo de derivarlas al Río de la Plata a través del Emisario “Riachuelo”. Adicionalmente, el CMI alivia y da capacidad remanente a las cloacas máximas, de modo de permitir incorporar la expansión del servicio cloacal de la zona sur sobre la margen derecha del Matanza-Riachuelo.
- Se amplía la PSO (Planta Sudoeste) a 3 m³/s, manteniendo una DBO de 30 mg/l. Esta colecta la mayor parte de las aguas residuales domésticas e industriales de la nueva área servida, y las descarga al río Matanza.
- Se amplía la PEJ (Planta El Jagüel) a 1,5 m³/s, manteniendo una DBO de 30 mg/l. Su efluente es conducido íntegramente al río Matanza, es decir, se elimina la actual infiltración en la Laguna de Rocha. La planta colecta la mayor parte de las aguas residuales domésticas e industriales de la nueva área servida.
- La PC (Planta Cañuelas) permanece con el mismo caudal que en el presente (0,1 m³/s), pero opera a DBO de 30 mg/l.
- Se construye un Colector Ribereño (CR) entre el Partido de San Fernando y la boca del Riachuelo que intercepta todas las descargas costeras, de modo que al norte de la boca del Riachuelo sólo aporta el río Luján (receptorio de la CRR).
- Se construye el Emisario Subacuático “Riachuelo”, que descarga a una distancia de entre 9,4 y 12,2 km (longitud del tramo de difusores) de la costa, aproximadamente. Este recibe una parte considerable de lo colectado actualmente por el sistema cloacal central hacia el norte del Matanza-Riachuelo, más lo recibido por el CMI y el CR. La gran distancia a la costa
- se justifica en la necesidad de alejarse lo suficientemente de las tomas de agua.
- Se reemplaza el actual Emisario Subacuático “Berazategui” por uno de mayor extensión, que descarga a una distancia de la costa de entre los 4,5 y 7,5 km (longitud del tramo de difusores), aproximadamente. La extensión se justifica en la necesidad de alejarse lo suficientemente de la toma de agua de Bernal.

5.3 Programas de Reconversión Industrial (PRI)

Como complemento al Plan Director de AySA, la SAyDS está formulando Programas de Reconversión Industrial (PRI), de modo de que las mayores industrias contaminantes desarrollen sistemas de tratamiento 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.



a) Situación actual



b) Plan Director de AySA.

Figura 5.2.1. Obras involucradas en el Plan Director de AySA

6 RESPUESTA DEL MATANZA-RIACHUELO

6.1 Representación del PDA + PRI

La representación del PDA y de los PRI en el modelo del Matanza-Riachuelo requiere especificar el detalle cuantitativo de las intervenciones proyectadas. Se efectuaron las siguientes hipótesis:

- El CMI colecta:
 - El 90% de las aguas residuales domésticas.
 - Las industrias de las listas cortas de la SAyDS y de la MatRia que caen en su zona de influencia (sólo se ha identificado 1 de la base MatRia).
- La PSO ampliada colecta:
 - El 90% de las aguas residuales domésticas de la nueva área servida.
 - Las industrias de las listas cortas de la SAyDS y de la MatRia que caen en la nueva área servida (sólo se ha identificado 1 de la base SAyDS).
- La PEJ ampliada colecta:
 - El 90% de las aguas residuales domésticas de la nueva área servida.
 - Las industrias de las listas cortas de la SAyDS y de la MatRia que caen en la nueva área servida (se identificaron 4 de la base SAyDS).
- Las cloacas máximas colectan:
 - El 75% de las aguas residuales domésticas de la nueva área servida en Lomas de Zamora y Lanús.
 - El 75% de las aguas residuales domésticas de Avellaneda.
 - Las industrias de las listas cortas de la SAyDS y de la MatRia que caen en las nuevas áreas servidas y colectada (19 y 16, respectivamente).

- Las industrias de las listas cortas de la SAyDS y de la MatRia que se ubican en el Tramo Superior (6 y 9, respectivamente) descargan al Matanza-Riachuelo ó a sus tributarios con una DBO de 50 mg/l, cumpliendo con la legislación actual.
- Las descargas domésticas remanentes se actualizan a 2013, que es el horizonte de tiempo de construcción de las obras. Esta actualización se hace en base a datos del INDEC.

Este escenario de ensayo, representativo de un sistema mixto, en el cual una parte de las cargas es transportada por el sistema troncal hacia el Río de la Plata mientras que la otra parte es conducida a plantas de tratamiento que vuelcan los efluentes al río Matanza, se ha denominado Escenario Parcialmente Centralizado (EPC). En las Tabla 6.1.1 a 6.1.3 se presentan las cargas que llegan al Matanza-Riachuelo correspondientes a este escenario, donde también se incluyen las de la situación actual como referencia. La reducción relativa de caudal y carga de DBO del escenario EPC respecto de la situación actual se indica en la Tabla 6.1.4. Se observa que la reducción de estas dos cantidades para las aguas domésticas se da en la misma proporción; esa reducción es particularmente importante en el Tramo Inferior, donde se concentran las mayores obras de saneamiento. En cambio, para las fuentes industriales se produce una reducción más importante en la DBO que en el caudal, debido a la mayor concentración asociada; en ambos tramos las reducciones son muy significativas (Nótese que en el Tramo Superior no se elimina el 95% de la carga porque las industrias siguen aportando al curso, aunque con una DBO reducida). Por el contrario, las fuentes puntuales ven incrementado en forma relevante su aporte relativo, debido a la ampliación asumida de las plantas de tratamiento (del 2008 al 2013).

Tabla 6.1.1. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo el escenario EPC en el Tramo Superior.

Descarga	Escenario Actual (2008)			Escenario EPC (2013)		
	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	0.1	2.2	244	0.1	0.3	31
Industriales	0.3	23.6	1075	0.3	1.5	68
Domésticas	0.8	6.6	95	0.6	5.3	95
Total Caudal Mínimo	1.2	32.4	323	1.0	7.1	82
Lavado Caudal Medio	1.6	0.2	1.5	1.6	0.2	1.5
Total Caudal Medio	2.8	32.6	134	2.7	7.3	32
Lavado Caudal Alto	14.8	1.9	1.5	14.8	1.9	1.5
Total Caudal Alto	16.0	34.3	25	15.8	9.0	7

Tabla 6.1.2. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo para el escenario EPC en el Tramo Inferior.

Descarga	Escenario Actual (2008)			Escenario EPC (2013)		
	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	3.8	9.8	30	4.5	11.7	30
Industriales	0.3	54.9	1843	0.1	2.8	463
Domésticas	0.9	7.1	94	0.2	1.5	94
Total Caudal Mínimo	5.0	71.7	165	4.8	16.0	39
Lavado Caudal Medio	0.4	0.3	9.6	0.4	0.3	9.6
Total Caudal Medio	5.4	72.1	153	5.2	16.3	37
Lavado Caudal Alto	3.7	3.1	9.6	3.7	3.1	9.6
Total Caudal Alto	8.8	74.9	99	8.5	19.1	26

Tabla 6.1.3. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo para el escenario EPC en todo el Matanza-Riachuelo.

Descarga	Escenario Actual (2008)			Escenario EPC (2013)		
	Caudal (m ³ /día)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /día)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	3.9	11.9	35	4.6	11.9	30
Industriales	0.6	78.6	1517	0.3	4.3	153
Domésticas	1.7	13.7	95	0.8	6.8	95
Total Caudal Mínimo	6.2	104.2	195	5.8	23.1	46
Lavado Caudal Medio	2.1	0.6	3.1	2.1	0.6	3.1
Total Caudal Medio	8.3	104.7	147	7.8	23.6	35
Lavado Caudal Alto	18.6	5.0	3.1	18.6	5.0	3.1
Total Caudal Alto	24.8	109.2	51	24.3	28.1	13

Tabla 6.1.4. Reducción de aportes en el escenario EPC respecto de la situación actual.

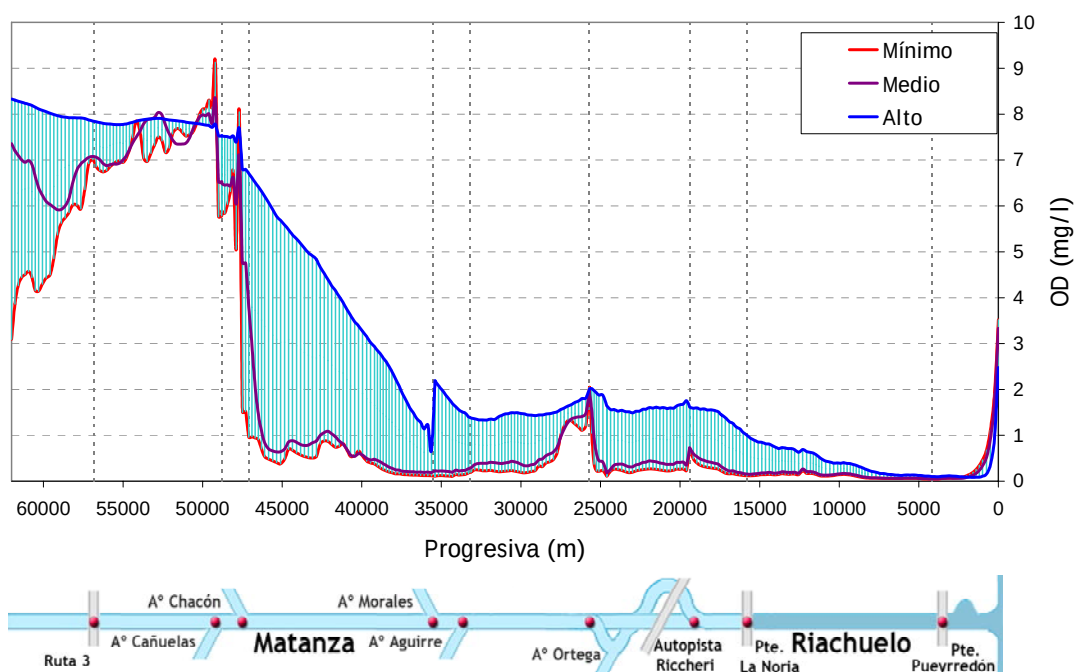
Descarga	Tramo Superior		Tramo Inferior		Total	
	Caudal	DBO	Caudal	DBO	Caudal	DBO
Puntuales	0%	87%	-18%	-20%	-18%	0%
Industriales	0%	94%	80%	95%	46%	95%
Domésticas	20%	20%	78%	78%	50%	50%
Subtotal	14%	78%	5%	78%	7%	78%

6.2 Resultados para el Escenario Parcialmente Centralizado (EPC)

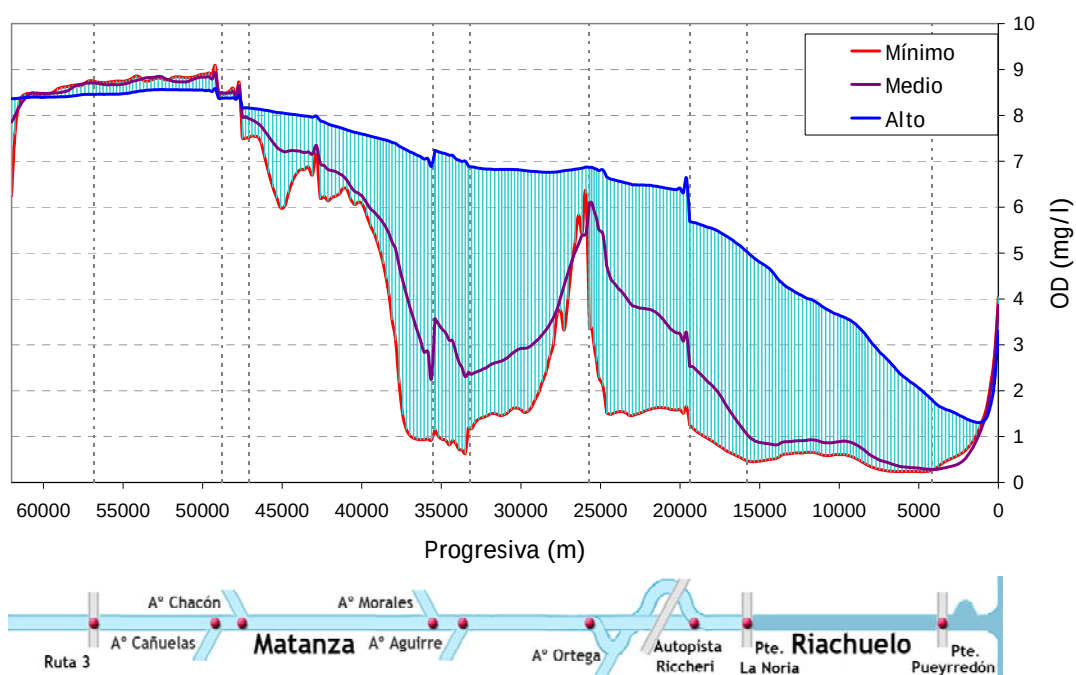
En la Figura 6.2.1 se muestra la distribución de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para el escenario EPC. Se incluye la de la situación actual (2008) como referencia. Se observa que:

- Se produce una mejoría general (aumento de OD) respecto de la situación actual, como era de esperarse.
- La acción de las obras del PDA no son suficientes como para evitar las condiciones de anoxia en gran parte del Tramo Inferior.
- El control de las mayores industrias que aportan al Tramo Superior, mediante tratamientos de efluentes que disminuyan la DBO a 50 mg/l, colocaría a ese tramo cerca de lograr condiciones óxicas.

La Figura 6.2.2 indica el estado de OD sobre la cuenca completa para los tres caudales de referencia del Matanza-Riachuelo (la situación fluctúa, básicamente, entre estos tres estados)

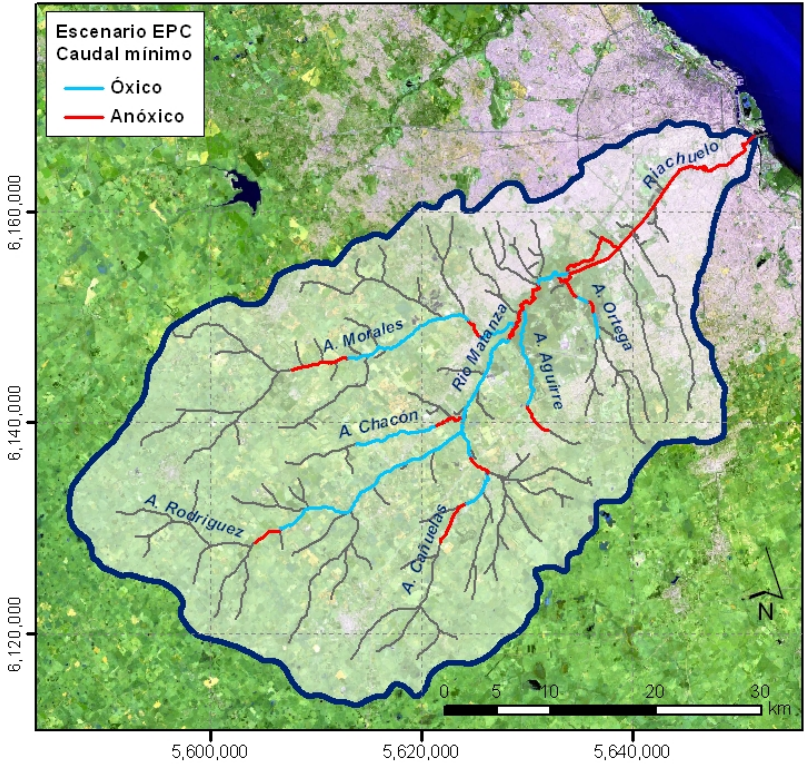


a) Situación actual (2008)

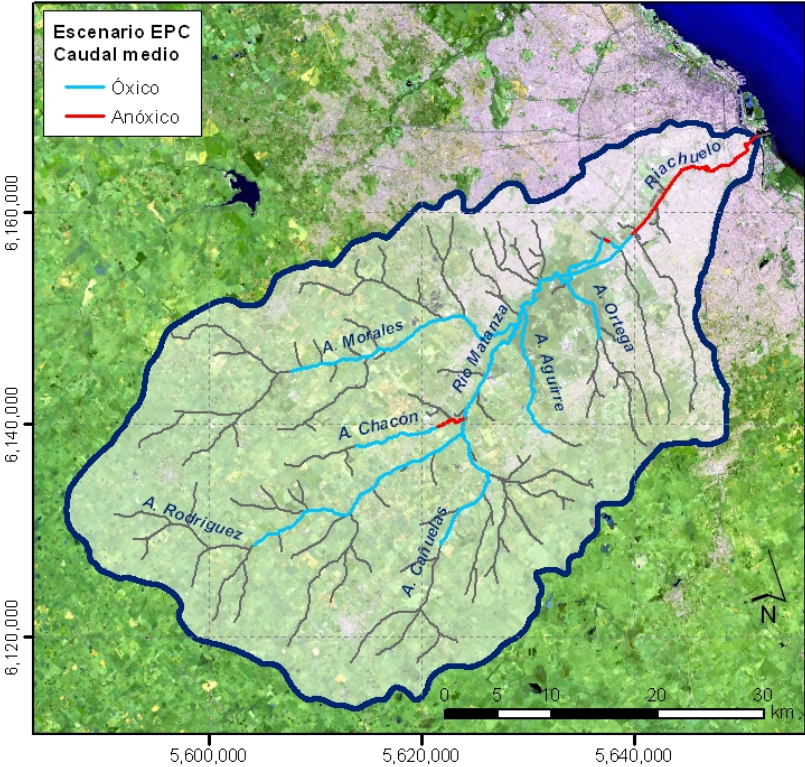


b) Escenario EPC (2013)

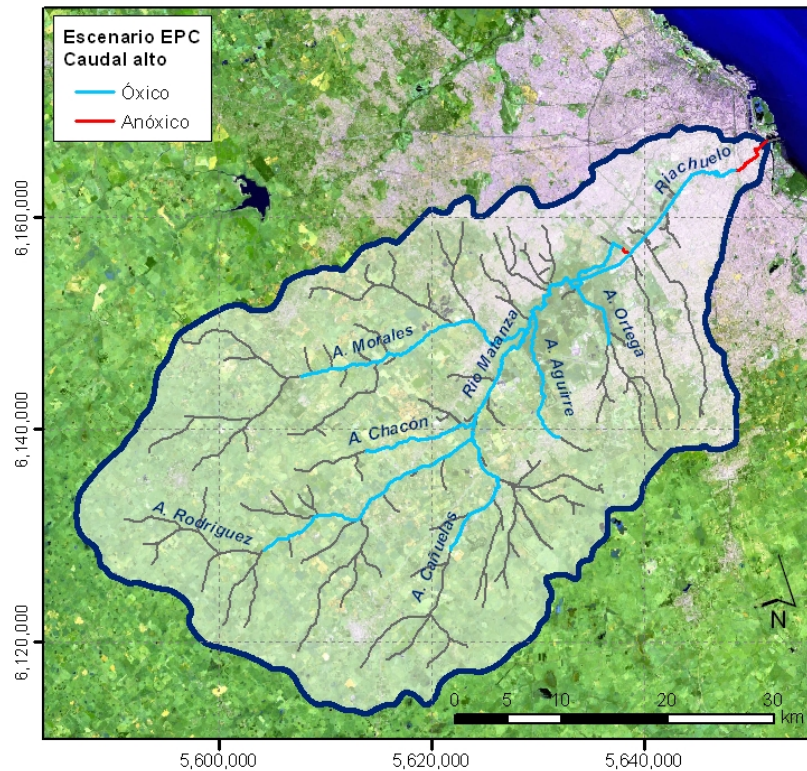
Figura 6.2.1. Distribución de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo.



a) Caudal Mínimo



b) Caudal Medio



c) Caudal Alto

Figura 6.2.2. Zonificación de zona anóxica sobre la cuenca del Matanza-Riachuelo para el escenario EPC.

6.3 Variante centralizada

Dada la insuficiencia del PDA para alcanzar condiciones óxicas en el Tramo Inferior del Matanza-Riachuelo, se planteó una variante consistente en evitar la descarga al Matanza-Riachuelo desde las plantas de tratamiento de mayor envergadura, es decir, PSO y PEJ. Específicamente, se propone:

- Construir un Colector de Margen Derecha (CMD).
- Conectar la PSO y la PEJ al CMD, es decir, derivar las aguas servidas colectadas por éstas al Río de la Plata.

Para representar esta variante en el modelo del Matanza-Riachuelo, se supone que el CMD colecta el 90% de las aguas residuales domésticas.

Nótese que este escenario de ensayo representa un sistema básicamente centralizado, en el cual la gran mayoría de las cargas aportadas al Tramo Inferior es transportada por el sistema troncal hacia el Río de la Plata. Por lo tanto, se lo ha denominado Escenario Totalmente Centralizado (ETC). Las Tablas 6.3.1 y 6.3.2 presentan las cargas correspondientes que llegan al Matanza-Riachuelo para el Tramo Inferior (el Tramo Superior es idéntico al del escenario EPC) y al total, incluyéndose los valores del escenario EPC como referencia. Se observa que la diferencia significativa es la supresión total de las fuentes puntuales; las domésticas sólo disminuyen un 3%, mientras que las industriales permanecen como estaban.



Figura 6.3.1. Obras involucradas en el Plan Director de AySA

Tabla 6.3.1. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo para el escenario ETC en el Tramo Inferior.

Descarga	Escenario EPC			Escenario ETC		
	Caudal (m³/s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m³/s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	4.5	11.7	30	0.0	0.0	—
Industriales	0.1	2.8	463	0.1	2.8	463
Domésticas	0.2	1.5	94	0.2	1.5	94
Total Caudal Mínimo	4.8	16.0	39	0.3	4.3	195
Lavado Caudal Medio	0.4	0.3	9.6	0.4	0.3	9.6
Total Caudal Medio	5.2	16.3	37	0.7	4.7	80
Lavado Caudal Alto	3.7	3.1	9.6	3.7	3.1	9.6
Total Caudal Alto	8.5	19.1	26	4.0	7.5	22

Tabla 6.3.2. Cargas aportadas al Matanza-Riachuelo para el escenario ETC en todo el Matanza-Riachuelo.

Descarga	Escenario EPC			Escenario ETC		
	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)	Caudal (m ³ /s)	DBO (ton/día)	DBO (mg/l)
Puntuales	4.6	11.9	30	0.1	0.3	31
Industriales	0.3	4.3	153	0.3	4.3	153
Domésticas	0.8	6.8	95	0.8	6.8	95
Total Caudal Mínimo	5.8	23.1	46	1.3	11.4	105
Lavado Caudal Medio	2.1	0.6	3.1	2.1	0.6	3.1
Total Caudal Medio	7.8	23.6	35	3.3	12.0	42
Lavado Caudal Alto	18.6	5.0	3.1	18.6	5.0	3.1
Total Caudal Alto	24.3	28.1	13	19.8	16.4	10

6.4 Resultados para el Escenario Totalmente Centralizado (ETC)

La Figura 6.4.1 muestra la distribución de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para el escenario ETC. Se observa que con esta variante se logra alcanzar condiciones óxicas en todo el Tramo Inferior, que es el objetivo de gestión planteado. Comparando con la correspondiente a EPC (Figura 6.2.1), se nota que no hay diferencia alguna en el Tramo Superior, ya que la acción en esa zona es idéntica para ambos escenarios.

En la Figura 6.4.2 se muestra el estado de OD sobre la cuenca completa para el escenario ETC y los tres caudales de referencia (la situación fluctúa, básicamente, entre estos tres estados).

La posibilidad de obtener condiciones óxicas en la parte baja del Tramo Inferior está asociada a la drástica disminución de la carga orgánica aportada, al suprimir la descarga de las plantas de tratamiento al río Matanza. De todos modos, si bien la eliminación de las descargas de las plantas es condición necesaria para alcanzar condiciones óxicas, está lejos de ser una condición suficiente; de hecho, es necesaria una implementación estricta de la reducción de descarga industrial (a través de los PRI) si se quiere alcanzar el objetivo de gestión. De efectuar ensayos de sensibilidad con el modelo, surge que es necesario que el aporte de carga orgánica al Tramo Inferior no supere los 6,5 ton/día, aproximadamente.

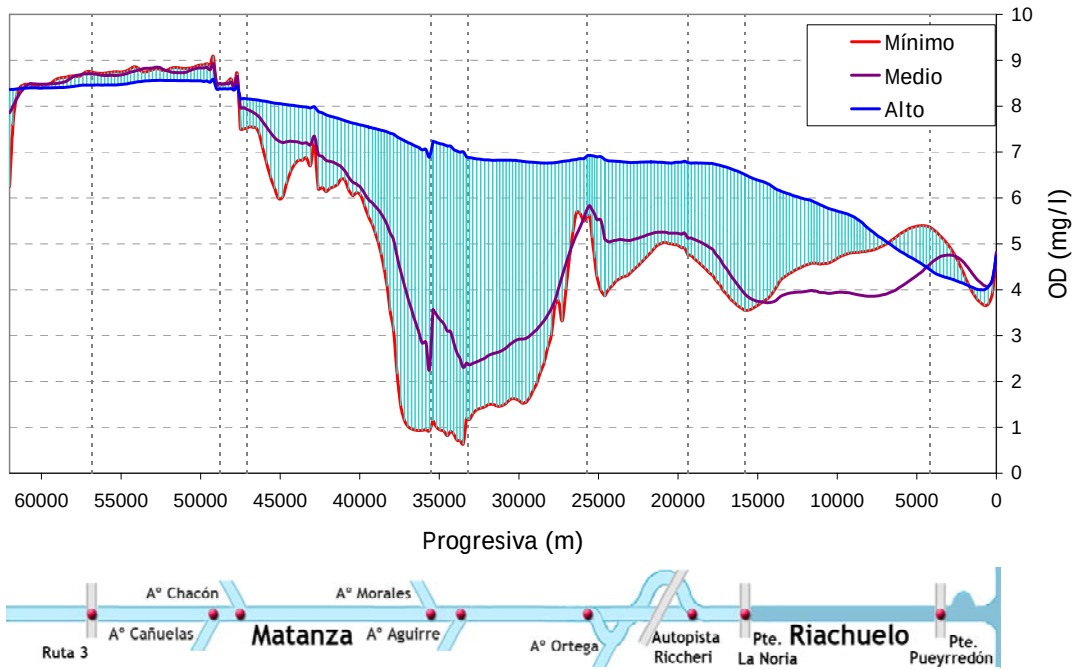
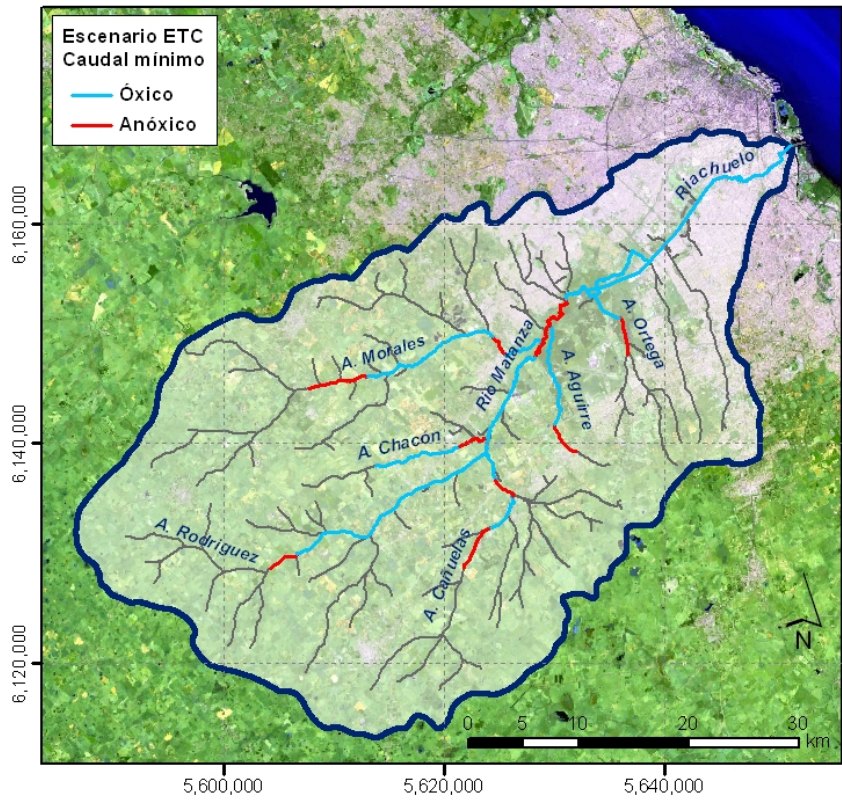
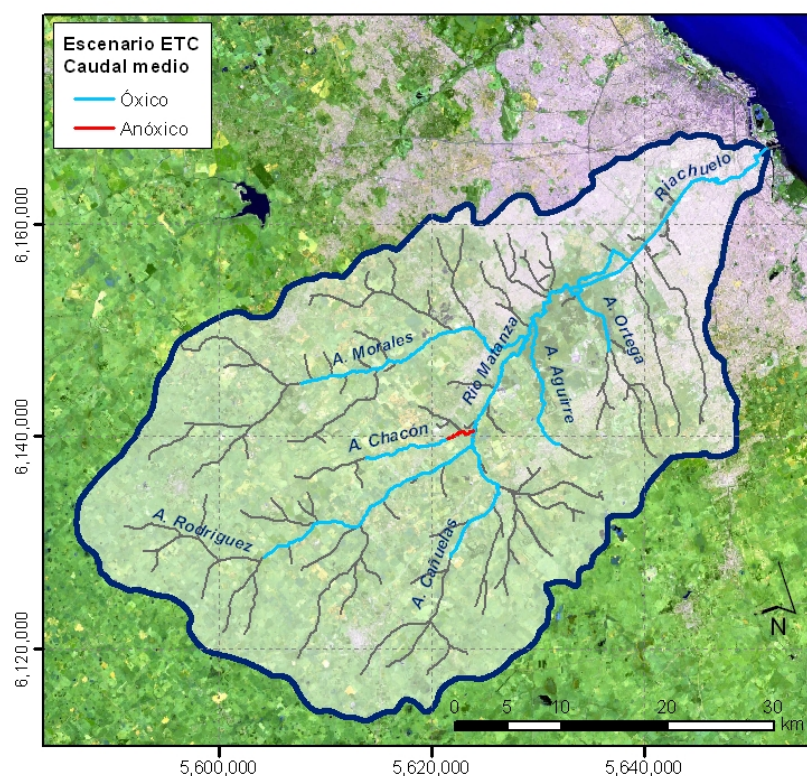


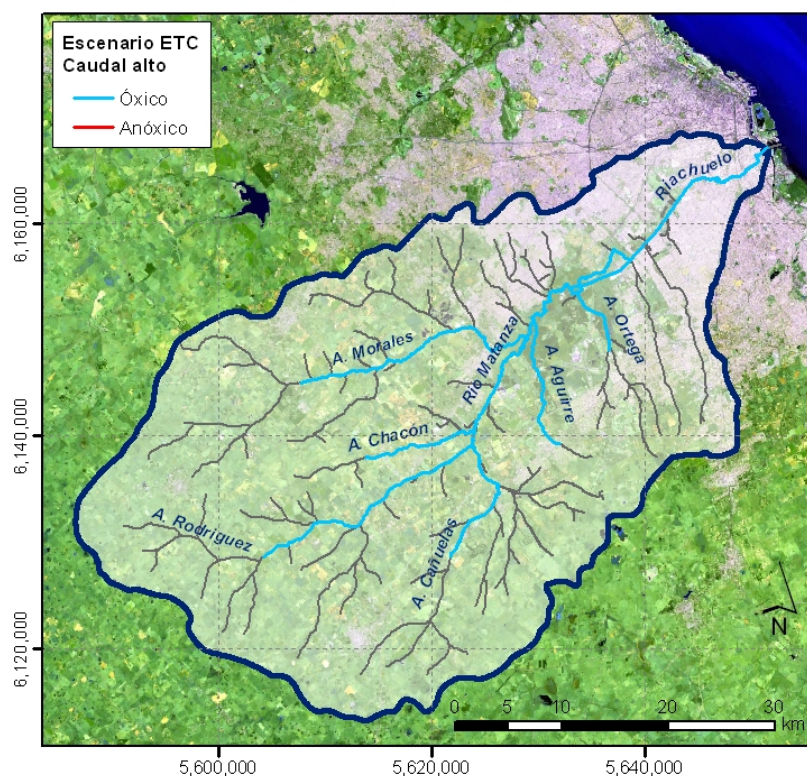
Figura 6.4.1. Distribución de OD a lo largo del Matanza-Riachuelo para el escenario ETC.



a) Caudal Mínimo



b) Caudal Medio



c) Caudal Alto

Figura 6.4.2. Zonificación de zona anóxica sobre la cuenca del Matanza-Riachuelo para el escenario ETC.

7 RESPUESTA DEL RÍO DE LA PLATA

7.1 Representación del PDA + PRI

La representación del PDA y los PRI en el modelo del Río de la Plata se llevó a cabo por medio de las siguientes hipótesis:

- El Emisario “Riachuelo” descarga el caudal medio, de $19 \text{ m}^3/\text{s}$.
- El Emisario “Berazategui” descarga el caudal medio, de $22 \text{ m}^3/\text{s}$.
- La composición de los efluentes de los emisarios es la prevista por AySA (Tabla 7.1.1)
- Las descargas costeras activas (es decir, las no interceptadas por el Colector Ribereño), con excepción de la del Matanza-Riachuelo, permanecen en sus valores actuales.
- Las cargas vertidas por el Riachuelo se obtienen a partir del modelo de la CMR.

Ahora bien, el modelo de la CMR provee resultados de carga orgánica vertida al Río de la Plata desde el Riachuelo para tres condiciones hidrológicas. Para obtener de este resultado los datos necesarios para la simulación, se efectuaron las siguientes hipótesis:

- La relación entre la carga orgánica (DBO) que surge del modelo del Matanza-Riachuelo para caudal medio (66 ton/d) y el valor medio de las mediciones (130 ton/d), utilizado en las simulaciones con el modelo del Río de la Plata para la situación actual, se preserva en los escenarios de saneamiento. Esto significa que la carga orgánica (DBO) predicha por el modelo del Matanza-Riachuelo para estos escenarios es multiplicada por 2,0 para alimentar el modelo del Río de la Plata.
- Para los compuestos nitrogenados se supone que se preserva la misma relación que para la DBO. Entonces, para los escenarios de saneamiento la carga de compuestos nitrogenados se obtiene afectando a la carga representativa de la condición actual (valor medio de las mediciones) por el factor de disminución de la DBO.

- Para los coliformes fecales se supone que se preserva la relación de DBO, pero para la fracción de origen doméstico (7,1 ton/d para la situación actual), ya que esa es la fuente principal de este parámetro.
- Para el resto de los parámetros (fenoles, detergentes, metales) se supone que se preserva la relación de DBO, pero para la fracción de origen industrial (56 ton/d para la situación actual), ya estos se asocian primordialmente a esa fuente.

En la Tabla 7.1.2 se indican las cargas resultantes para los dos escenarios de saneamiento considerados (EPC y ETC), incluyéndose las actuales como referencia.

Tabla 7.1.1. Concentraciones de parámetros en los emisarios.

Parámetro	Emisario Riachuelo	Emisario Berazategui
DBO (mg/l)	107	87
OD (mg/l)	0,1	0,3
Coliformes fecales (NMP/100ml)	$3,5 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$
NH ₄ (mg/l)	16	16
NO ₃ (mg/l)	0	0
Sustancias Fenólicas (mg/l)	0,04	0,04
Detergentes (mg/l)	2	2
Cr (µmg/l)	95	95
Pb (µmg/l)	29	29
Cd (µmg/l)	2	2

Tabla 7.1.2. Carga aportada por el Matanza-Riachuelo al Río de la Plata para los distintos parámetros y escenarios.

Parámetro	Escenario Actual	Escenario EPC	Escenario ETC
DBO (ton/d)	130	9,8	5,1
OD (mg/l)	0,5	8	8
Coliformes fecales (NMP/100ml)	$4,9 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$
NH ₄ (ton/d)	21	1,6	0,83
NO ₃ (kg/d)	240	18	9,3
Sustancias Fenólicas (kg/d)	59	4,9	4,6
Detergentes (ton/d)	5,8	0,48	0,45
Cr (ton/d)	0,59	0,049	0,046
Pb (ton/d)	0,12	0,010	0,09

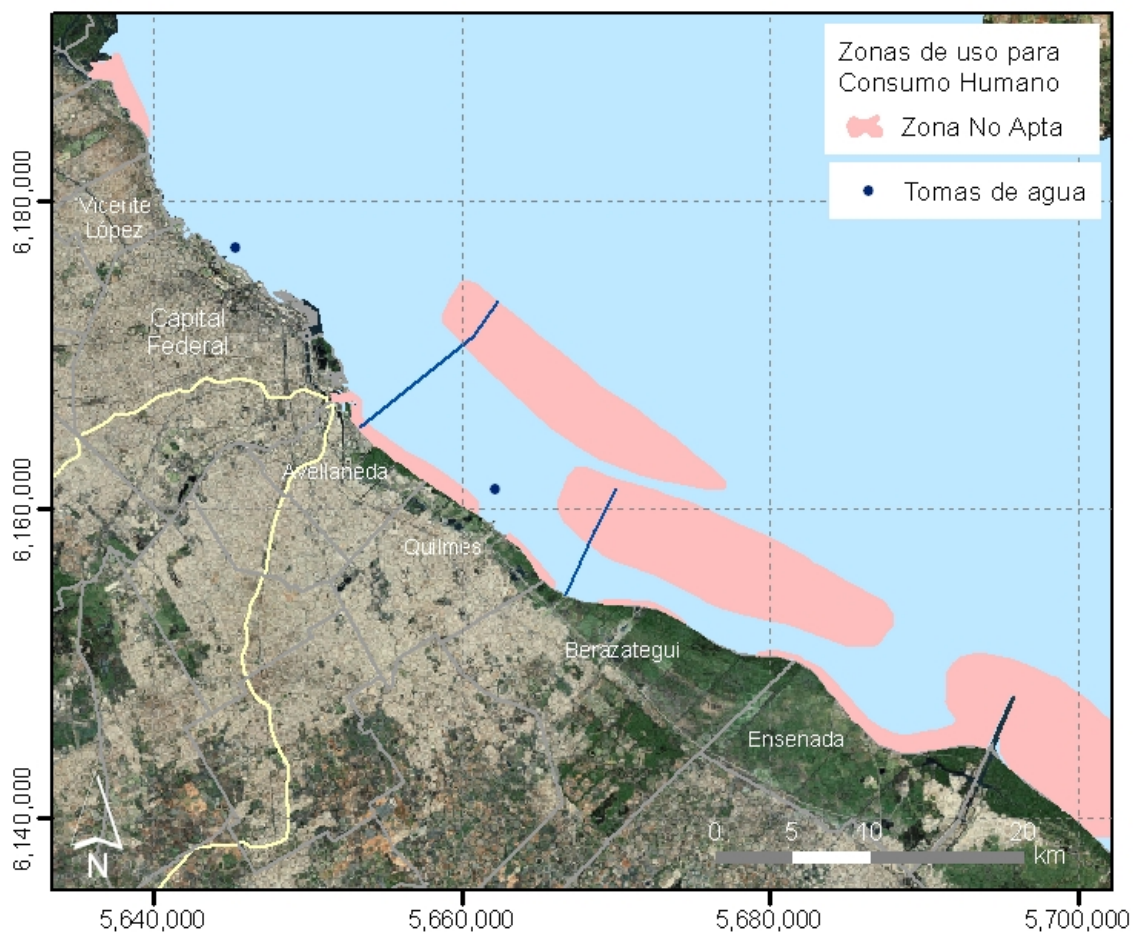
7.2 Zonas de uso

La Tabla 7.1.2 muestra que las diferencias entre las cargas aportadas por el Matanza-Riachuelo al Río de la Plata para los escenarios EPC y ETC son relativamente pequeñas, en relación a la diferencia de cada uno respecto de la situación actual. De hecho, las respuestas del Río de la Plata a los dos escenarios de saneamiento son muy similares entre sí, dado que las descargas restantes (A° Sarandí, A° Santo Domingo, etc.) son las mismas para ambos escenarios. En consecuencia, los resultados que se presentan a continuación son representativos tanto para el escenario EPC como el ETC.

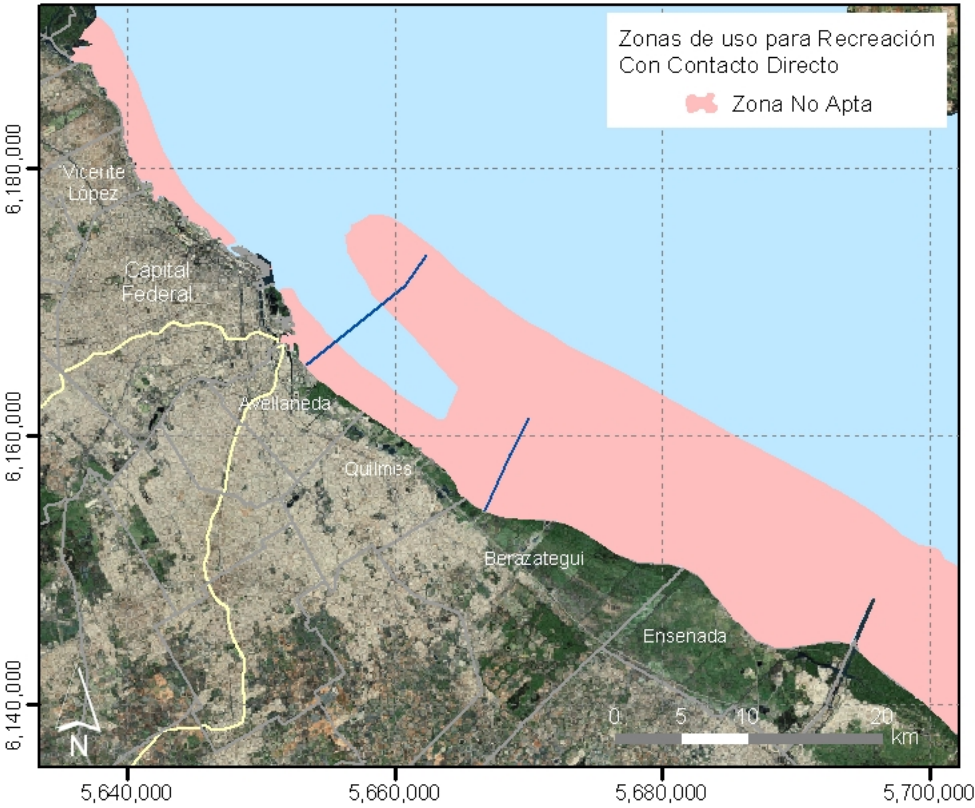
La Figura 7.2.1 presenta las zonas restringidas para cada uso de acuerdo al modelo (sobre el período 28/Feb al 20/Mar de 1997), mientras que en la Figura 7.2.2 se muestran las mismas zonas pero discriminadas por parámetro. Se observa que:

- Con los emisarios se logra desplazar gran parte del impacto de la E.Coli hacia la Segunda Franja Costera (FC2), aliviando la Primera Franja Costera (FC1). En particular, alivia la situación de las tomas de agua (Figura 7.3.1a), que operan en una condición algo exigida en la situación actual.
- En el caso del Uso II (recreación con contacto directo), los coliformes fecales continúan siendo el parámetro limitador para la FC1 (Figura 7.3.1b). Aunque disminuye en varios kilómetros el ancho de la zona costera no apta para este uso hasta el partido de Quilmes, las descargas de los emisarios genera una zona restringida de gran extensión y ancho en la FC2, que globalmente alcanza alrededor de 37 km en extensión y 7,6 km en ancho.
- La DBO, el Cromo y los Detergentes también ven disminuido el alcance de su efecto para el Uso II, pero los fenoles continúan teniendo gran influencia (Figura 7.3.1b).
- El panorama es mucho más interesante para el Uso III (recreación sin contacto directo) en cuanto a mejora de la calidad (Figura 7.3.1c), ya que prácticamente desaparece el efecto restrictivo de los coliformes fecales sobre la costa, obviamente con el costo de la aparición de zonas de uso limitado en la FC2.
- También disminuye fuertemente las limitaciones impuestas por la DBO y los detergentes para este uso (Figura 7.3.1c).
- De esta forma se recuperan, para Uso III, 26,5 km de costa hacia el norte de la boca del Riachuelo; esto se debe a la acción del Colector Ribereño y el saneamiento del Matanza-Riachuelo. Adicionalmente, se recuperan alrededor de 2 km en Quilmes (en la zona de costanera que actualmente se usa de hecho como espacio recreativo) y 14 km en Berazategui (con una discontinuidad); esto resulta de la acción de extender el emisario Berazategui. La zona recuperada prácticamente alcanza hasta Punta Lara (otra zona de recreación), pero sin incluirla. Entre la boca del Riachuelo y Quilmes siguen actuando como principales fuentes de contaminación los arroyos Sarandí y Santo Domingo; en la zona de Quilmes limita la descarga del A° Jiménez; en Berazategui el limitante es la descarga del A° Las Conchitas; ya casi en Ensenada, la limitación surge de la descarga de los arroyos Carnaval y Villa Elisa.
- Las nuevas zonas no aptas para Uso III, sobre la FC2, tienen dimensiones del orden de 20 x 4 km para el caso del Emisario Riachuelo y de 24 x 5 km para el Emisario Berazategui.

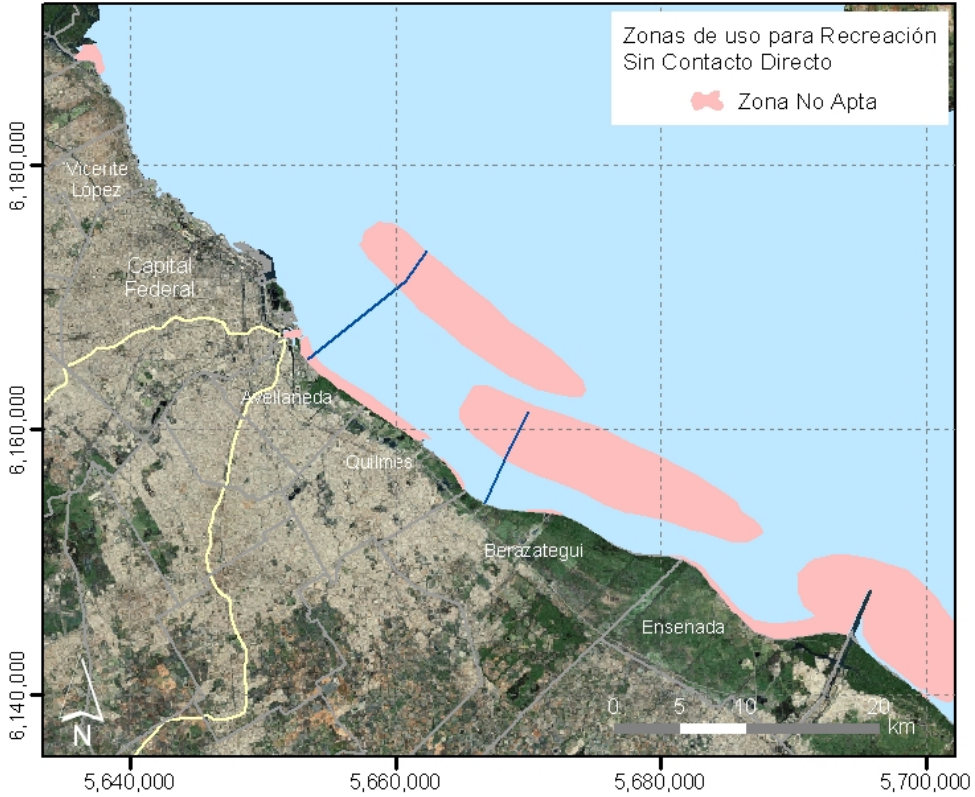
- Obviamente, no hay cambio respecto de la zona no apta para Uso IV (preservación de la vida acuática), dado que toda la región de estudio ya se encuentra limitada por las concentraciones de Pb y Cr provenientes del río Paraná de las Palmas (Figura 7.3.1d).
- No obstante, disminuyen levemente los anchos de las zonas no aptas para Uso IV limitadas por los fenoles, el amonio y la DBO, aunque aparecen pequeñas zonas de uso limitado por amonio en torno a las descargas de los emisarios (Figura 7.3.1d).



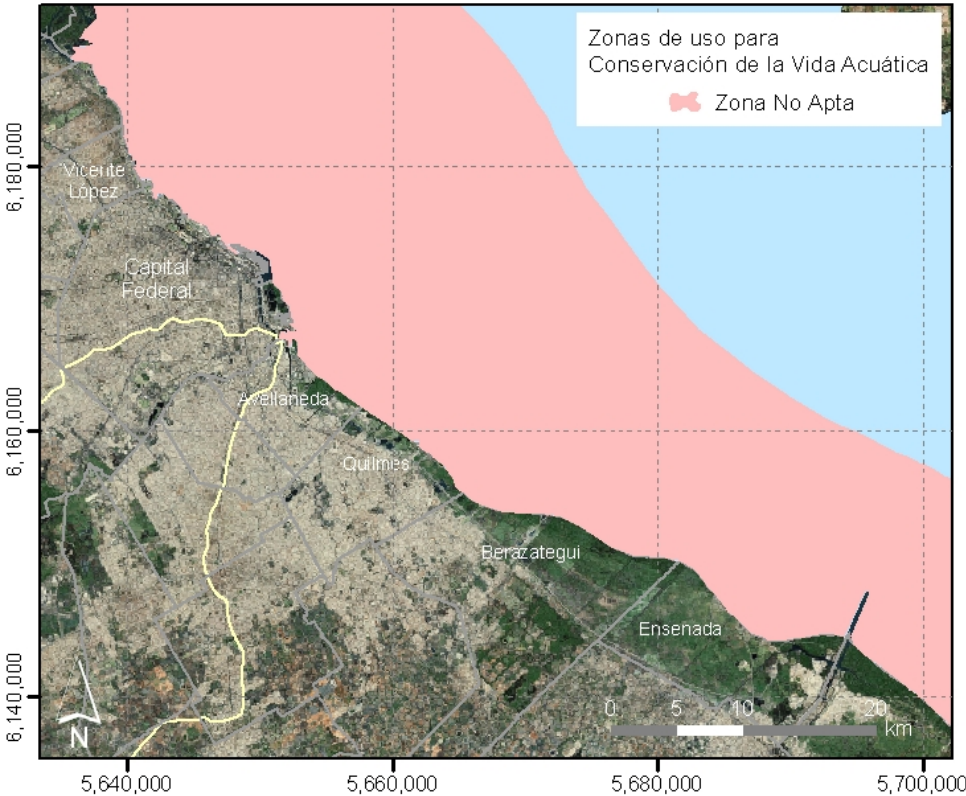
a) Zona no apta para consumo humano con tratamiento convencional



b) Zona no apta para recreación con contacto directo

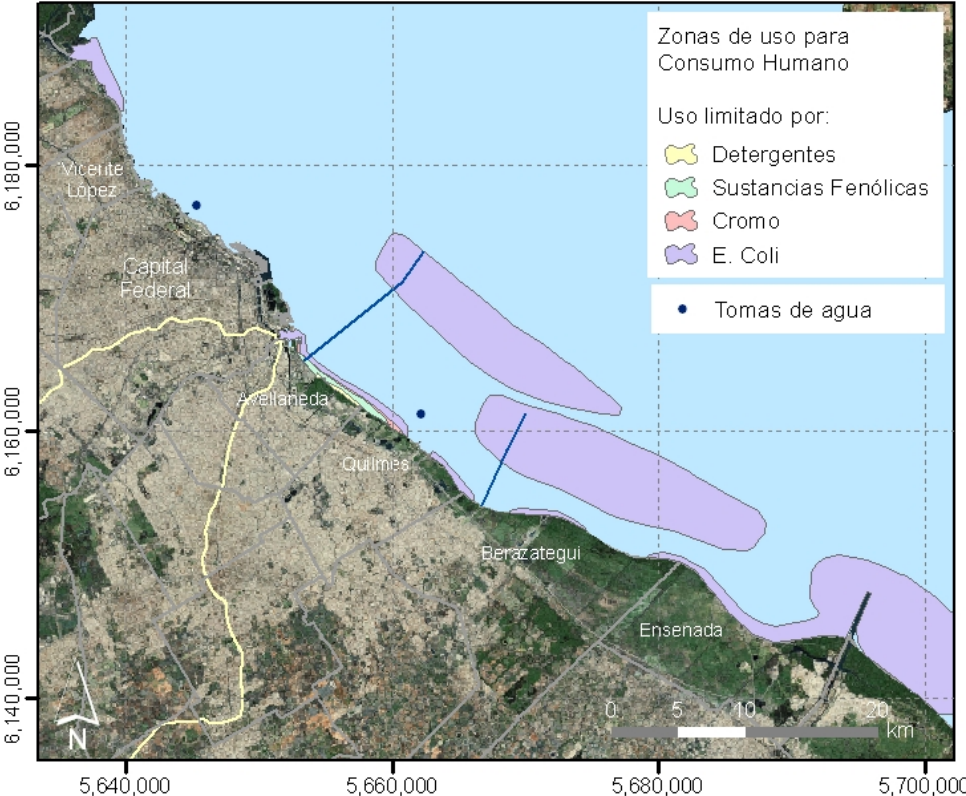


c) Zona no apta para recreación sin contacto directo

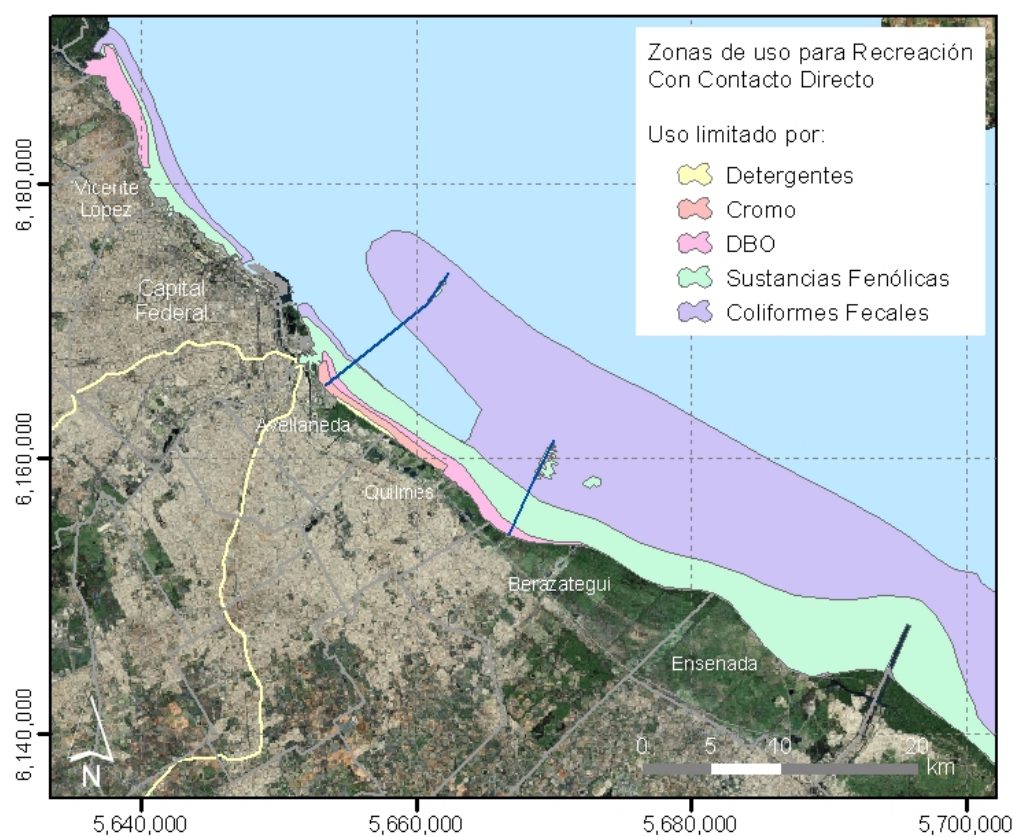


d) Zona no apta para conservación de vida acuática

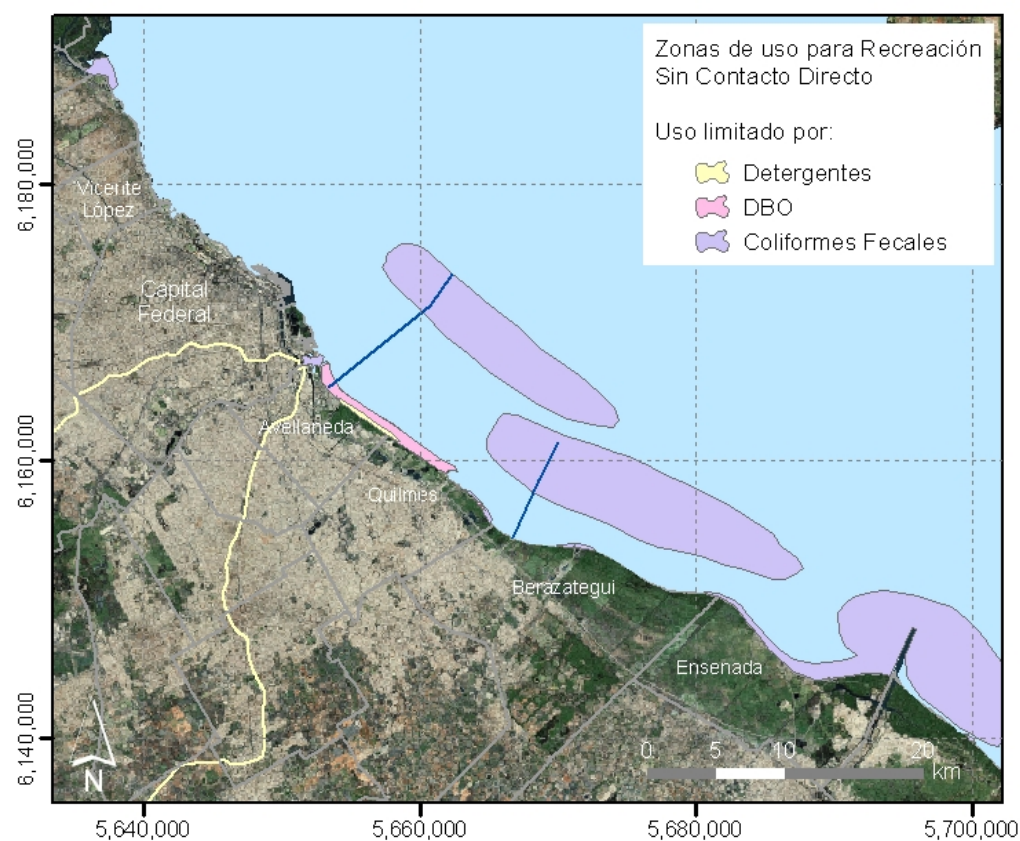
Figura 7.2.1. Zonas restringidas por uso del agua para los escenarios EPC y ETC.



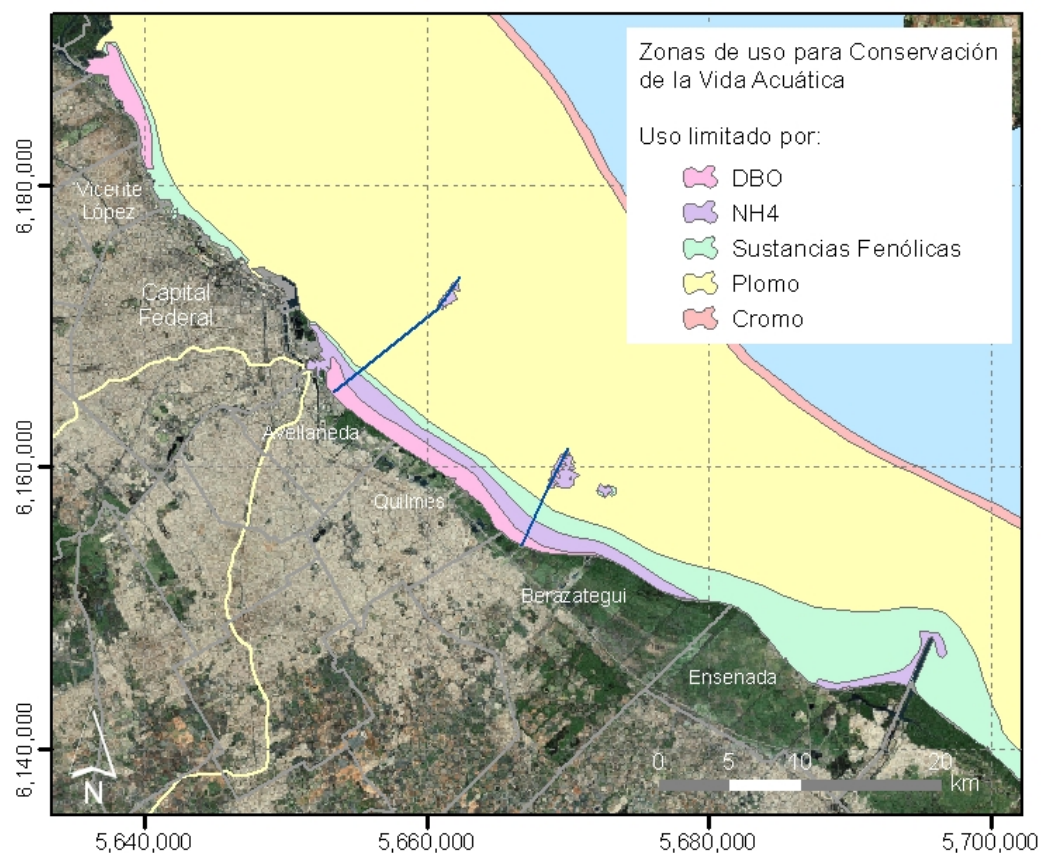
a) Zona no apta para consumo humano con tratamiento convencional



b) Zona no apta para recreación con contacto directo



c) Zona no apta para recreación sin contacto directo



d) Zona no apta para conservación de vida acuática

Figura 7.2.2. Zonas restringidas por uso y por parámetro para los escenarios EPC y ETC.

8 CONCLUSIONES

Las siguientes son las principales conclusiones obtenidas de esta fase de los estudios.

Para el Matanza-Riachuelo:

- Bajo la situación actual de vertidos, el río se encuentra en estado de anoxia en la mayor parte de su recorrido. En particular, todo el Tramo Inferior (25 km, cuyo límite es el inicio de la rectificación del Matanza) se halla en esa situación. El Tramo Superior comienza a complicar su estado de calidad desde la desembocadura del A° Cañuelas.
- Dado el alto grado de contaminación actual del Matanza-Riachuelo, que lo condena a padecer un estado anóxico en condiciones hidrológicas normales sobre la mayor parte de su recorrido, el objetivo de gestión planteado ha sido el de poder superar las condiciones de anoxia al menos en el Tramo Inferior, que es donde se llevarán a cabo las obras de la primera etapa del Plan Director de AySA (PDA). Esto evitaría la producción de malos olores, lo que entonces constituye una mejora mensurable.
- La combinación del PDA y los Programas de Reconversión Industrial (PRI) a cargo de la SAyDS – cuya 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 – no resultan suficientes como para evitar las condiciones de anoxia en gran parte del Tramo Inferior.
- La carga orgánica vertida al Tramo Inferior no debería superar las 6,5 ton/día, aproximadamente, si se desea tener condiciones óxicas. Esto resulta incompatible con la existencia de las plantas de tratamiento Sudoeste y El Jagüel, tal como están planteadas en el PDA, ya que entre las dos volcarían 11,7 ton/día de aguas servidas tratadas al río Matanza.
- La variante de eliminar los vertidos de esas plantas de tratamiento, conectando sus áreas servidas al proyectado Colector de Margen Derecha (que aportaría al

proyectado Emisario Riachuelo para descargar al Río de la Plata), junto con la aplicación del PRI a las industrias que, en total, explican el 95% de la carga orgánica vertida en el Tramo Inferior (se estima una cantidad de aproximadamente 40 industrias), lograría generar condiciones óxicas en el Tramo Inferior, es decir, alcanzar el objetivo de gestión.

Río de la Plata:

- La Franja Costera del Río de la Plata no es actualmente apta para ningún uso del agua (consumo humano con tratamiento convencional, recreación con y sin contacto directo y preservación de la vida acuática).
- Las tomas de agua de AySA caen dentro de la zona apta para consumo humano con tratamiento convencional, aunque su cercanía al borde de zona no apta indica que la situación podría ser más comprometida en el futuro si no se encaran acciones.
- Los coliformes fecales son el principal limitante de las zonas de uso para recreación con y sin contacto directo.
- La zona no apta para preservación de la vida acuática se extiende mucho más allá de la Franja Costera, incluyendo al menos todo el Corredor Palmas. Esto se debe al efecto de las relativamente altas concentraciones de Plomo y Cromo provenientes del río Paraná de las Palmas.
- Para la Franja Costera del Río de la Plata se plantea como objetivo de gestión recuperar la mayor longitud posible de costa para garantizar condiciones adecuadas de recreación sin contacto directo, una actividad de hecho ya instalada en una buena parte de la ribera.
- Con los emisarios Riachuelo y Berazategui extendido se logra desplazar gran parte del impacto de los coliformes fecales hacia la Segunda Franja Costera. En particular, alivia la situación de las tomas de agua de AySA.
- En el caso de uso para recreación con contacto directo, los coliformes fecales continúan siendo el parámetro limitador para la Franja Costera. Aunque disminuye en varios kilómetros el ancho de la zona costera no apta para este uso hasta el partido de Quilmes, las descargas de los emisarios generan una zona restringida de gran extensión y ancho en la Segunda Franja Costera, que globalmente alcanza alrededor de 37 km en extensión y 7,6 km en ancho.
- El panorama es mucho más interesante en el uso para recreación sin contacto directo, en cuanto a mejora de la calidad, ya que prácticamente desaparece el efecto restrictivo de los coliformes fecales sobre la costa. De esta forma se recuperan 26,5 km de costa hacia el norte de la boca del Riachuelo – esto se debe a la acción del Colector Ribereño y el saneamiento del Matanza-Riachuelo –, alrededor de 2 km en Quilmes (en la zona de costanera que actualmente se usa de hecho como espacio recreativo) y 14 km en Berazategui (con una discontinuidad) – esto resulta de la acción de extender el emisario Berazategui. La zona recuperada prácticamente alcanza hasta Punta Lara (otra zona de recreación), pero sin incluirla. Entre la boca del Riachuelo y Quilmes siguen actuando como principales fuentes de contaminación los arroyos Sarandí y Santo Domingo; en la zona de Quilmes limita la descarga del A° Jiménez; en Berazategui el limitante es la descarga del A° Las Conchitas; ya casi en Ensenada, la limitación surge de la descarga de los arroyos Carnaval y Villa Elisa.

- 0 De todos modos, aparecen nuevas zonas no aptas para uso recreativo sin contacto directo sobre la Segunda Franja Costera, que tienen dimensiones del orden de 20 x 4 km para el caso del Emisario Riachuelo y de 24 x 5 km para el Emisario Berazategui.