



# **Estudio de Impacto Ambiental**

## **Plan Director de Saneamiento Cloacal Sistema de Tratamiento por Dilución de Efluentes cloacales Berazategui. 2° Etapa**

### **Emisario Subfluvial y Estación de Bombeo de Salida.**

**SC498 – SC495**

**Partido de Berazategui**

**TOMO II**

**Enero 2012**

Es nuestra. Es para todos.







# **Anexo IV: Caracterización hidroclimática del Río de la Plata**



---

# Modelado de los emisarios propuestos para Buenos Aires Informe Final

Philip J. W. Roberts  
Ingeniero Consultor  
Atlanta, Georgia, USA

Beatriz Villegas  
Ingeniero Consultor  
Medellín, Colombia

Preparado para  
Agua y Saneamientos Argentinos (AySA)

December 6, 2010

---



## CONTENIDO

Contenido .....	i
Resumen Ejecutivo .....	iii
Lista de Figuras .....	vii
Lista de Tablas .....	ix
1. Introducción .....	1
2. Datos Físicos .....	4
2.1 Introducción .....	4
2.2 Datos Meteorológicos .....	5
2.2.1 Vientos .....	7
2.2.2 Temperatura del Aire y Radiación Solar .....	9
2.3 Niveles de Agua .....	9
2.4 Tributarios .....	11
2.5 Perfilamiento CTD .....	12
2.6 Mediciones ADCP .....	13
2.6.1 Corrientes .....	15
2.6.2 Presión y profundidad del agua .....	20
2.6.3 Temperatura y Salinidad .....	21
2.6.4 Turbidez y olas .....	22
2.7 Derivadores .....	23
2.8 Discusión .....	24
3. Datos de Calidad de Agua .....	25
3.1 Introducción .....	25
3.2 Usos de Agua y Criterios .....	25
3.2 Experimentos $T_{90}$ .....	25
3.3 Datos Históricos en la tomas de agua de Bernal y Palermo .....	26
3.4 Mediciones en la descarga de Berazátegui .....	26
4. Modelamiento Hidrodinámico .....	28
4.1 Introducción .....	28
4.2 Resultados Previos .....	28
4.3 Parámetros y Entradas del Modelo .....	29
4.3.1 Dominio y Mallas .....	29
4.3.2 Marco de Tiempo y Condiciones Iniciales .....	31
4.3.3 Condiciones de Borde Abierto .....	31
4.3.4 Parámetros Físicos .....	32
4.3.5 Sitios de Monitoreo .....	32
4.4 Validación del Modelo .....	33
4.5 Resultados .....	33
4.5.1 Niveles de Agua .....	33
4.5.2 Corrientes .....	34
4.6 Discusión .....	37
5. Modelamiento Lagrangiano de destino y transporte .....	39
5.1 Introducción .....	39
6. Modelado de campo Cercano .....	41
6.1 Resultados Previos .....	41
6.2 Efecto de los caudales del Río en la dilución .....	42
7. Modelamiento de Calidad de Agua .....	44
7.1 Introducción .....	44
7.2 Enfoques de Modelamiento .....	45
7.3 Parámetros Conservativos .....	46
7.4 Parámetros no-conservativos: Bacterias .....	46



7.4.1	Escenario Base.....	46
7.4.1.1	Parámetros del Modelo .....	47
7.4.1.2	Resultados.....	48
7.4.2	Sensibilidad a la Tasa de Decaimiento.....	50
7.4.3	Sensibilidad a diferentes concentraciones de efluente .....	50
7.5	Otros Parámetros no-conservativos.....	51
7.5.1	Parámetros del Modelo .....	51
7.5.2	Resultados.....	52
7.5.3	Efecto de eventos tipo sudestada en la calidad del agua .....	57
7.5.4	Efecto de eventos de marea baja en la calidad del agua.....	60
	Referencias.....	62
	Apéndice A. Datos de Campo .....	66
A1.	Componentes Principales de las corrientes .....	67
A2.	Presión y Temperatura .....	76
A3.	Corrientes, profundidad del agua y vientos cerca de los difusores .....	81
A4.	Experimentos con Derivadores.....	90
	Apéndice B. Comparaciones entre Mediciones de campo y Simulaciones.....	101
B1.	Niveles de Agua .....	102
B2.	Corrientes.....	105
	Apéndice C. Experimentos de decaimiento de Bacterias .....	114
	Apéndice D. Criterios de Calidad de Agua.....	118

## RESUMEN EJECUTIVO

Se han ejecutado extensas mediciones de las características físicas del Río de la Plata y el modelado de los emisarios propuestos. Este informe resume los datos y presenta los resultados de las simulaciones hidrodinámicas y de calidad de agua para un total de doce meses de mediciones, desde Junio del 2009 a Junio del 2010.

Las mediciones de CTD muestran una columna de agua bien mezclada, es decir, homogénea sobre la profundidad. El Río es esencialmente agua dulce con una salinidad muy baja.

Extensas mediciones de corrientes usando ADCPs muestran las corrientes fluyendo predominante a lo largo de sus primeros ejes principales. Estos ejes son esencialmente paralelos al eje principal del Río y la costa local. Hasta el 98% de la varianza de las corrientes está en la primera componente principal, que es principalmente dependiente de la marea, con una frecuencia de marea semi-diurna. Las primeras componentes principales de las corrientes son bastante uniformes en la profundidad. Las segundas componentes principales, ortogonales a las primeras, son mucho más pequeñas y mucho más aleatorias. Estas últimas presentan una correlación débil entre los medidores. Las direcciones de las corrientes son algo más dispersas lejos de la orilla, especialmente cerca de la superficie. Esto se debe probablemente al efecto del viento. Por lo demás, parece que hay poca influencia del viento sobre las corrientes. Las direcciones del viento son muy variables, con velocidades promedio de alrededor de 6 m/s y velocidades pico superiores a 12 m/s. Los niveles de agua están fuertemente relacionados con las mareas y guardan una estrecha correlación entre los ADCPs. Los cambios en el nivel de agua debidos a las mareas son de hasta 2 m.

Diez experimentos con derivadores se han llevado a cabo. Ellos confirman los patrones de corriente medidos por los ADCPs. Los derivadores se mueven juntos, en la superficie y el fondo, aunque los derivadores de fondo son un poco más lentos. Los derivadores no parecen verse afectados por el viento.

Hay poca variación mensual de las componentes de marea de las corrientes. El vector promedio de la velocidad de la corriente, sin embargo, depende de las descargas de los afluentes del Río de La Plata, principalmente los ríos Paraná y Uruguay. Las velocidades medias aumentan aproximadamente de forma lineal con la descarga total (Figura 18).

Un modelo de dos dimensiones para el Río de La Plata se construyó utilizando el Delft3D. El modelo incorpora la batimetría del Río y predice las corrientes generadas por las mareas, los tributarios principales, y el esfuerzo del viento. El modelo consiste en un dominio global para simular la mayor parte del Río de la Plata con una malla relativamente gruesa y un dominio anidado con una malla de alta resolución para simular los flujos de menor escala en torno a los difusores propuestos. Las condiciones de contorno para el modelo anidado son proporcionadas por el modelo global. El modelo hidrodinámico se calibró mediante la variación de sus parámetros y comparando valores medidos y simulados de niveles de agua y

corrientes durante los ocho primeros meses de datos. Las predicciones y mediciones de corrientes y niveles de agua se compararon para los doce meses de datos.

Las principales características hidrodinámicas fueron muy estrechamente simuladas. Los niveles de agua simulados estuvieron en un muy buen acuerdo en fase y magnitud con los valores medidos en todos los lugares de registro disponibles durante todo el periodo simulado. Las corrientes simuladas también estuvieron en muy buen acuerdo con las medidas. Las primeras componentes principales modeladas, las corrientes dominantes, estuvieron muy cercanas a las medidas en fase, magnitud y dirección. Las segundas componentes principales modeladas fueron más pequeñas que los valores medidos y no estuvieron bien simuladas debido a que tienen un componente altamente aleatorio. Esto es tenido en cuenta en el modelamiento con el uso de un mayor coeficiente de difusión lateral.

Alrededor de las descargas propuestas, el Río tiene una limitada capacidad de dilución debido a la baja profundidad de las aguas y a las mareas recirculantes con bajas velocidades (netas) de descarga. Diluciones altas, típicas de emisarios submarinos de aguas profundas, no se pueden lograr con longitudes prácticas de difusor. Por lo tanto, una estrategia diferente fue adoptada, esta fue conseguir una dilución mayor a 20:1 para el 90% del tiempo. Esto es consistente con el criterio seguido en otros países donde el uso de contacto de aguas de alta mar es limitado. Otro criterio principal de diseño es impedir el transporte de aguas residuales a las tomas de agua y a la costa cercana.

En un informe anterior (Roberts y Villegas, 2010a), dos métodos lagrangianos de seguimiento de partículas diferentes fueron utilizados para predecir el destino y transporte de los efluentes para 12 alternativas de emisario y difusor con longitudes de difusión entre 1000 y 3300 m. El modelo es promediado en la profundidad y los efluentes se mezclan con rapidez sobre la profundidad del agua, por lo que el modelo reproduce la mezcla de campo cercano y el re-mezclado debido a la marea que se devuelve. Se aplicaron correcciones a bajas velocidades de corriente para dar cuenta de la dilución adicional debida a la mezcla del chorro. Sobre la base de estas simulaciones, se recomendaron longitudes preliminares para los difusores.

Este modelo fue refinado en Roberts y Villegas (2010cd). Las longitudes finales recomendadas para los difusores fueron 2300 m para Berazátegui y 1400 m para Riachuelo. Los diámetros de los orificios, el número de puertos y las distancias entre los *risers* fueron deducidos mediante el modelado de campo cercano (Tabla 12). Este modelamiento también mostro que el efluente se mezclaría muy bien a lo largo de la columna de agua y será lateralmente uniforme a unos pocos cientos de metros de los difusores.

El efecto de los tributarios, principalmente los ríos Paraná y Uruguay, en la dilución de campo cercano fue evaluado. Los diseños de los difusores se basaron en un mes en el cual los caudales de los ríos fueron cercanos a sus valores históricos promedio. Se realizaron también simulaciones para otros meses comprendidos dentro del período de datos. Como era de esperar, las diluciones se relacionan con el caudal de los ríos. El efecto es principalmente en la dilución del percentil 10 (Tabla

13). Cuando el caudal del Río está por debajo del promedio, las diluciones del percentil 10 serán inferiores a 20:1; cuando el caudal de los Ríos sea mayor que el promedio, serán mayores que 20:1. Sin embargo, debido a que las diluciones medias dependen del caudal medio y también de las corrientes de marea y estas últimas se mantienen relativamente constantes mes a mes, el efecto del caudal de los ríos en las diluciones medias es inferior permaneciendo al menos 40:1.

Se llevo a cabo la modelización de la calidad del agua y el diseño de los difusores para los emisarios finales recomendados para el periodo total de doce meses de datos. Los resultados se compararon con las normas de calidad del agua. Las normas de calidad del agua (Tabla 14) fueron asumidas como Tipo III "permitido para actividades recreativas sin contacto directo." El modelado se ha dividido en dos partes: sustancias conservativas y no conservativas. Las sustancias no-conservativas se dividieron a su vez en bacterias y otras relacionadas con la degradación del medio ambiente. El modelo fue realizado sobre una base mensual durante el período de datos para evaluar las variaciones estacionales.

Los impactos bacterianos fueron modelados para E. coli, la única bacteria para la cual existen normas de calidad del agua. Las bacterias fueron modeladas con un modelo de seguimiento de partículas. Se encontró que los impactos bacterianos decrecen rápidamente con la distancia desde el difusor. No se predijeron impactos en las tomas de agua y la costa cercana. El área donde se excedieron las normas Tipo III se extiende sobre un área de cerca de 15 por 3 km para cada emisario. Hubo poca variación mensual en los patrones de los impactos. Debe notarse que los niveles bacterianos de la fuente asumidos se basaron en la descarga existe de Berazátegui. Los niveles futuros, con el tratamiento propuesto, probablemente serán más bajos y por lo tanto las áreas afectadas por los vertidos podrían ser más pequeñas.

Otros componentes conservativos fueron también modelados con el modulo de seguimiento de partículas. Estos incluyen fenoles, detergentes, plomo y cromo. Se encontró que los niveles en el Río serian bajos y siempre inferiores a los estándares de calidad de agua aplicables.

Otros componentes de calidad del agua no conservativos fueron modelados con el módulo de la calidad del agua WAQ. Este es un modelo Euleriano que simula las complejas interacciones entre componentes. Los componentes modelados fueron: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto, amonio, nitratos, fosfatos, y diatomeas (algas). El modelado fue ejecutado para cuatro meses diferentes, cada uno representando una estación diferente: julio, septiembre y diciembre de 2009 y marzo del 2010.

Las series de tiempo de los resultados obtenidos se grafican y se comparan con los estándares de calidad del agua en las Figuras 40 y 43. Los resultados son similares para cada período estacional simulado y no indican ningún problema de contaminación importante. Los niveles de los parámetros siempre cumplen las normas para el uso del agua Tipo III, a menudo por un amplio margen. El fósforo total fue siempre inferior a 0,4 gP/m<sup>3</sup> y no hubo crecimiento de las algas indicando la no existencia de problemas de eutrofización debidos a los vertidos de los emisarios.

El nivel de  $\text{NO}_3$  nunca es superior a  $2,2 \text{ gN/m}^3$ , y los valores de OD nunca caen por debajo del valor permitido, con concentraciones promedio de alrededor de  $6,5 \text{ g/m}^3$ . Las concentraciones de DBO fueron siempre menores de  $10 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ . No se predijeron impactos en las tomas de agua o la costa. Nótese que los puntos de observación en la que estos gráficos se basan están localizados muy cerca de los difusores, a unos 200 metros. La calidad del agua será aún mejor a distancias más largas.

Los efectos de las sudestadas en la calidad del agua también se trataron. Las sudestadas son fenómenos locales asociados con vientos sostenidos del sureste que causan altos niveles de agua e inundaciones en Buenos Aires. Por lo menos dos eventos de sudestada se identificaron en los datos, en septiembre de 2009. El análisis de las corrientes durante estos eventos mostró excursiones un poco más largas de la pluma, tanto hacia adentro como hacia afuera del estuario. La pluma de Berazategui puede extenderse aguas arriba más allá de la toma de agua de Bernal. Sin embargo, no impacta la toma, y más aun, las variaciones espaciales de la pluma y el impacto de bacterias no fueron significativamente diferentes de otros períodos. Se concluyó que los eventos de sudestada no afectan significativamente la calidad del agua para los emisarios propuestos.

Los periodos de mareas muy bajas fueron examinados. Ellos no dieron lugar a diferencias significativas en el comportamiento de la pluma o impactos en las tomas de agua y la costa.

La tasa de decaimiento de *E. coli*, expresada en términos del  $T_{90}$ , se asumió con una variación diurna entre 5-24 horas. Las simulaciones se llevaron a cabo también teniendo en cuenta un decaimiento más rápido, con una variación diurna entre 5-12 horas. Esto no cambió de forma significativa el impacto de bacterias, expresado como las zonas donde niveles de 20.000 por 100 ml de *E. coli* son superados.

El efecto de diferentes niveles de *E. coli* en la fuente fue investigado. Los niveles de excedencia fueron similares para concentraciones mayores a  $8.0 \times 10^6$  per 100 ml. Estos niveles se reducen significativamente para concentraciones menores a este valor y el área impactada es bastante pequeña para concentraciones de  $2.4 \times 10^6$  per 100 ml. Esto se debe a que la dilución de campo cercano se vuelve cada vez más importante en la determinación de los porcentajes de superación a medida que la concentración de la fuente se reduce por debajo de este umbral.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. El río de La Plata y sus emisarios propuestos .....	1
Figura 2. Cronograma de los ADCPs .....	4
Figura 3. Estaciones Meteorológicas .....	6
Figura 4. Distribuciones de frecuencia para la velocidad y la dirección del viento en Bernal .....	7
Figura 5. Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en el agua .....	8
Figura 6. Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en tierra .....	9
Figura 7. Temperatura del Aire y Radiación Solar en Bernal .....	9
Figura 8. Estaciones de Nivel de Agua.....	10
Figura 9. Niveles de agua registrados en la estación Oyarvide para el periodo de simulación .....	11
Figura 10. Principales tributarios del río de La Plata .....	11
Figura 11. Descargas de los ríos Uruguay y Paraná.....	12
Figura 12. Perfilamiento CTD en Berazátegui el 11 de febrero del 2009 a las 11:45 (Eih, 2009b)..	13
Figura 13. Localización de los ADCP y de los emisarios propuestos.....	14
Figura 14. Diagramas polares de dispersión típicos y ejes principales de las Corrientes a 3 profundidades,.....	15
Figura 15. Vectores promedio típicos de las corrientes, 16 Junio – 16 Sept, 2009 .....	16
Figura 16. Primera componente principal de las corrientes, Agosto 2009 .....	18
Figura 17. Segunda componente principal de las corrientes, Agosto 2009.....	18
Figura 18. Corrientes medias medidas por los ADCPs en función del caudal combinado de los ríos Paraná y Uruguay.....	19
Figura 19. Presión (profundidad del agua) medida por los ADCPs, Agosto 2009 .....	20
Figura 20. Niveles de Agua medidos por el ADCP #5, Agosto 2009 .....	21
Figura 21. Niveles de Agua medidos en Oyarvide y Brasileira, Marzo 1 – 5, 2010. ....	21
Figure 22. Temperatura del agua medida por los ADCPs, Agosto 2009 .....	22
Figura 23. Salinidad.....	22
Figura 24. Turbidez .....	23
Figura 25. Altura y periodo de ola .....	23
Figura 26. Dominio del Modelo .....	29
Figura 27. Mallas Global y Anidada.....	30
Figura 28. Malla Global .....	31
Figura 29. Malla Anidada .....	31
Figura 30. Niveles de agua simulados cada 4 horas entre el 17 y el 18 de Agosto del 2009 .....	34
Figura 31. Vectores de velocidad simulados cada 4 horas entre el 17 y el 18 de Agosto del 2009 .....	35
Figura 32. Diagramas polares de dispersión típicos de corrientes medidas y simuladas cerca a los ADCPs 5 y 6, Agosto del 2009.....	36
Figura 33. Alternativas de emisarios y difusores .....	40
Figura 34. El río de La Plata y sus emisarios propuestos .....	42
Figura 35. Variación diurna asumida para la descarga de aguas servidas: Riachuelo .....	45
Figura 36. Variación diurna asumida para la descarga de aguas servidas: Berazátegui .....	45
Figura 37. Frecuencia de exceder niveles de E. Coli de 20,000 per 100 ml, por mes durante un año, Julio 2009 a Junio 2010. ....	49

Figura 38. Sensibilidad del cambio de las tasas de descomposición en la Frecuencia de exceder niveles de E. Coli de 20,000 por 100 ml, Agosto 2009 .....	50
Figura 39. Sensibilidad del cambio de la concentración en la fuente en la Frecuencia de exceder niveles de E. Coli de 20,000 por 100 ml, Diciembre 2009 .....	51
Figura 40. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: Julio 2009. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja. ....	53
Figure 41. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: Septiembre 2009. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja. ....	54
Figure 42. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: Diciembre 2009. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja. ....	55
Figure 43. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: Marzo 2010. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja. ....	56
Figura 44. Primeras componentes principales de las corrientes en los ADCPs 5 (arriba) y 6 (abajo) durante dos eventos de sudestada. ....	58
Figura 45. Concentraciones de E. coli durante el evento de sudestada de Sept 27 <sup>th</sup> -29 <sup>th</sup> simuladas a 200 m de los emisarios de Riachuelo (OR7) y Berazátegui (OB4). ....	59
Figura 46. Pluma de Berazátegui durante el evento de sudestada de Sept 27-29.....	59
Figura 47. Pluma de Berazátegui durante el evento de marea baja de Agosto 22-23, 2009. ....	61

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Perfilamientos CTD y Experimentos con derivadores .....	5
Tabla 2. Datos Meteorológicos Suministrados.....	6
Tabla 3. Promedios mensuales de la velocidad del viento en Bernal.....	7
Tabla 4. Fuentes de datos de Nivel de Agua .....	10
Tabla 5. Caudales de invierno y de verano (m <sup>3</sup> /s) para los tributarios principales del río de La Plata (Jaime y Menéndez, 2002) .....	12
Tabla 6. Resumen de los detalles de instalación de los ADCPs.....	14
Tabla 7. Resumen de las propiedades de las corrientes promediadas en la profundidad, Junio 16 – Sept. 16, 2009 .....	15
Tabla 8. Resumen de las propiedades de las Corrientes promediadas en la profundidad y caudales promedio para los ríos Paraná y Uruguay .....	19
Tabla 9. Niveles de Bacterias en el efluente de Berazátegui Diciembre 14-15, 2009.....	27
Tabla 10. Sitios de Monitoreo.....	32
Tabla 11. Resumen de Corrientes medidas y simuladas, Agosto del 2009 .....	36
Tabla 12. Resumen de los diseños recomendados para los difusores.....	42
Tabla 13. Variación mensual de la dilución .....	43
Tabla 14. Valores asumidos para las concentraciones del efluente, niveles base en el Río y estándares de calidad para un uso de agua Tipo III .....	44
Tabla 15. Niveles de Bacterias en la descarga de Berazátegui .....	114
Tabla 16. Resumen del experimento de prueba .....	115
Tabla 17. Resumen del Experimento <i>in situ</i> .....	115
Tabla 18. Botella “A” Descubierta .....	116
Tabla 19. Botella “B” Cubierta .....	117



## 1. INTRODUCCIÓN

Dos emisarios principales, Berazátegui y Riachuelo, se proponen para la descarga de las aguas residuales tratadas procedentes de la Ciudad de Buenos Aires en el Río de la Plata. El Río y la configuración propuesta de los emisarios se muestran en la Figura 1. En apoyo del diseño de estos emisarios, y para predecir sus impactos ambientales, extensivos estudios han estado en marcha desde junio de 2009. Estos estudios consisten en la medición de diversas propiedades físicas del Río y su modelación matemática. Las mediciones incluyen seis perfiladores acústicos de corrientes Doppler (ADCPs) y tres estaciones meteorológicas que registrarán datos durante al menos un año. Se han realizado diez experimentos con derivadores equipados con GPS con liberaciones cerca de los difusores de los emisarios propuestos para obtener trayectorias de Lagrange. Se ha realizado también mensualmente el perfilamiento CTD (conductividad, temperatura y profundidad) de la columna de agua. Se ha elaborado el levantamiento batimétrico en el área de los difusores, este consiste en líneas perpendiculares y paralelas a la costa. Se ha construido un modelo matemático hidrodinámico y de calidad del agua de todo el Río con una malla de alta resolución en torno a los emisarios. El modelo se ha calibrado por comparación con las mediciones de campo. El modelo se utiliza para determinar el diseño de los emisarios y sus difusores y para determinar sus impactos ambientales.



**Figura 1. El río de La Plata y sus emisarios propuestos**

Los datos de campo, el modelado y el diseño de los difusores se han debatido en una serie de informes, Roberts y Villegas (2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e). Los primeros tres meses de datos de campo, obtenidos de junio a septiembre de 2009, se discutieron y se resumen en Roberts y Villegas (2010a). El modelo hidrodinámico se



ejecutó utilizando estos tres meses de datos y sus predicciones se compararon con las mediciones de corrientes y niveles de agua. Las principales características hidrodinámicas fueron simuladas muy de cerca. Se simularon las diluciones de campo cercano y el transporte del campo contaminante para varias alternativas de emisarios y difusores. Se discutió y analizó la dilución y el lavado debido a la corriente media, a las corrientes de marea y a la mezcla inducida por el chorro. Sobre la base de estas simulaciones se sugirieron longitudes de difusión de aproximadamente 2600 m para Berazátegui y 1800 m para Riachuelo. La longitud del difusor se basa en una dilución de campo cercano de por lo menos 20:1 para el 90% de las veces. Se llevaron a cabo simulaciones del transporte campo lejano del campo contaminante con dos modelos de Lagrange, uno con las corrientes simuladas, y el otro con las corrientes medidas. Se demostró que los diseños y su ubicación no generaban ningún impacto en las tomas de agua, y leves impactos en la costa aguas abajo.

Estos diseños fueron posteriormente refinados en dos memorandos de diseño, Roberts y Villegas (2010c, 2010d). Flujos de aguas residuales actualizadas y revisiones en las estimaciones de los coeficientes de difusión se utilizaron para refinar las longitudes de difusión recomendadas. Adicionalmente se llevó a cabo el modelado de campo cercano usando ecuaciones analíticas y el modelo de campo cercano VISJET. El emisario Berazátegui se discutió en Roberts y Villegas (2010c), y el emisario Riachuelo en Roberts y Villegas (2010d). Los diseños de difusor recomendados fueron: para el emisario Berazátegui un difusor de 2300 m, compuesto por 47 *risers* espaciados 50 m., para el emisario Riachuelo una longitud del difusor de 1400 m, compuesto por 29 *risers* espaciados 50 m. Los *risers* para los dos emisarios se componen de 6 chorros espaciados a intervalos de 60°. Los diámetros nominales de los puertos del emisario Berazátegui son de 180 mm y 195 mm para el emisario Riachuelo. Las estimaciones de las distancias requeridas para la mezcla vertical y lateral del efluente debido a la turbulencia del ambiente en el Río demostraron que el efluente se mezclará en la columna de agua a unos 100 m del difusor.

Para estas longitudes de difusor, se simuló el impacto de las bacterias (*E. Coli*). El impacto predicho fue cero en las tomas de agua y la costa cercana. Se calcularon probabilidades de excedencia en diferentes sitios y se compararon con los criterios de uso de agua tipo III de la Sayds (uso recreativo sin contacto directo). El impacto de las bacterias disminuye rápidamente con la distancia desde el difusor.

Las conclusiones anteriores se basaron en los tres primeros meses de datos de campo, y los diseños del difusor se basan principalmente en las simulaciones para un período de 33 días, entre el 1 de agosto y el 3 de septiembre del 2009.

Los primeros nueve meses de datos de campo, obtenidos a partir de junio 2009 a febrero 2010, se discutieron en Roberts y Villegas (2010e). Usando los diseños para los emisarios y difusores recomendados arriba, se presentaron diluciones de campo cercano y simulaciones de bacterias para todo el período y simulaciones para otros parámetros de calidad del agua durante dos meses representativos. Además, algunos

otros temas se trataron: el efecto de los caudales de los tributarios en el lavado y la dilución, y el impacto de eventos tipo sudestada en el transporte de contaminantes y la calidad del agua.

En este informe resumimos y analizamos un año completo de datos, entre junio del 2009 a junio del 2010. Usando los diseños de emisarios y difusores recomendados arriba, informamos diluciones de campo cercano y simulaciones bacterianas durante todo el período y simulaciones de otros parámetros de calidad del agua para cuatro meses diferentes representativos de cada estación climática. Además, se tratan algunos otros asuntos: el efecto de los caudales de los tributarios en el barrido y la dilución y el impacto de eventos tipo sudestada en el destino y transporte del campo contaminante y la calidad del agua, los efectos de mareas muy bajas, el efecto de variar las tasas de descomposición bacteriana, y el efecto de variar las concentraciones de bacterias en la fuente. El énfasis de este informe es sobre los resultados de la simulación y los datos, para consultar los detalles de los modelos y los procedimientos de cálculo se deben consultar los informes precedentes.

## 2. DATOS FÍSICOS

### 2.1 Introducción

El propósito de este estudio es analizar los datos de campo y realizar el modelado matemático del Río de La Plata, en particular los efectos de los nuevos emisarios propuestos, a fin de facilitar un diseño óptimo de los emisarios. En apoyo de estos objetivos una extensa campaña de campo se ha completado.

La campaña incluye seis perfiladores acústicos de corriente Doppler (ADCPs) y tres estaciones meteorológicas que registraron datos durante un año. Los ADCPs graban datos a intervalos de 15 minutos durante todo el año de las siguientes variables: velocidad y dirección de la corriente, temperatura, conductividad, profundidad y turbidez. Las estaciones meteorológicas registran también a intervalos de 15 minutos las siguientes variables: velocidad y dirección del viento, humedad, precipitación, presión atmosférica, radiación solar y temperatura. Diez experimentos con derivadores equipados con GPS se han realizado también con liberaciones cerca de los sitios propuestos para los difusores de los emisarios para obtener trayectorias de Lagrange. Se ha hecho también el perfilamiento mensual de la columna de agua usando perfiladores tipo CTD (conductividad, temperatura y profundidad). Se han obtenidos también los datos batimétricos de la zona de estudio a lo largo de líneas perpendiculares y paralelas a la costa.

Un cronograma de los datos de campo se muestra en la Figura 2. Las fechas y ubicaciones de los perfiles de CTD y los experimentos con derivadores se resumen en la Tabla 1.

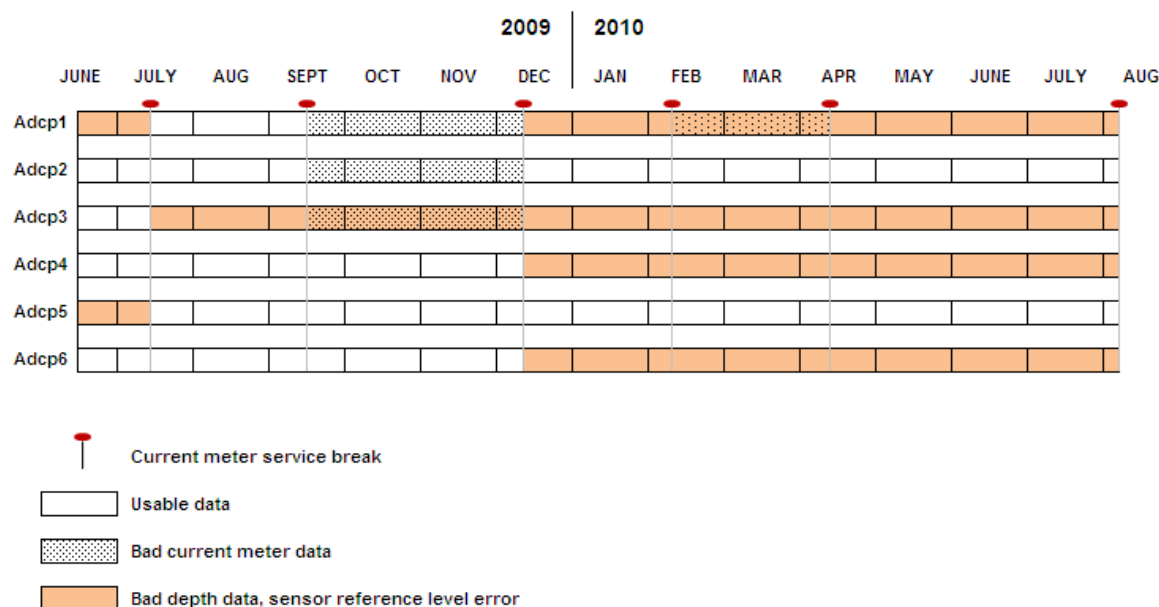


Figura 2. Cronograma de los ADCPs

En este capítulo se describen y analizan los datos obtenidos para los doce meses del estudio, aproximadamente entre el 16 de junio y el 15 de junio del 2010. Esto incluye los datos de campo adquiridos en virtud del contrato "Recopilación de Datos hidrometeorológicos para el Río de La Plata". Las características esenciales de los datos más relevantes para la elaboración de los modelos matemáticos se resumen en este capítulo; para obtener más información, consulte los Apéndices y los informes del Eih (2009) y Ecisa (2010a y 2010b).

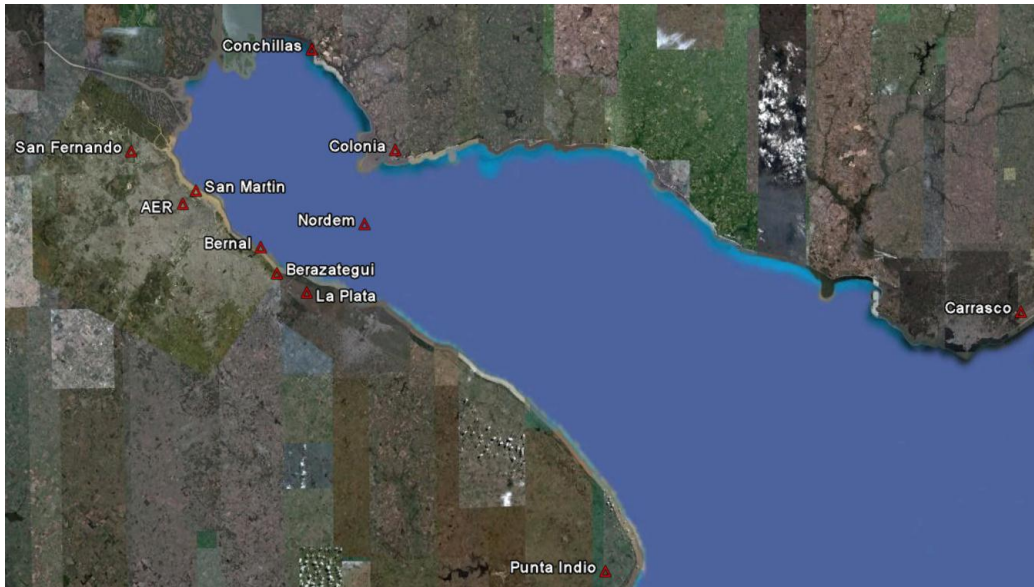
**Tabla 1. Perfilamientos CTD y Experimentos con derivadores**

Perfilamiento CTD			Experimento con derivadores		
No.	Fecha	Ubicación	No.	Fecha	Ubicación
1	2/10/2009	Berazátegui	1	3/18/2009	Berazátegui
2	2/11/2009	Riachuelo	2	4/24/2009	Riachuelo
3	3/31/2009	Berazátegui	3	5/19/2009	Riachuelo
4	4/1/2009	Riachuelo	4	5/20/2009	Berazátegui
5	4/6/2009	Berazátegui	5	9/30/2009	Berazátegui
6	4/7/2009	Riachuelo	6	10/28/2009	Berazátegui
7	7/16/2009	Riachuelo	7	10/29/2009	Riachuelo
8	7/17/2009	Berazátegui	8	11/17/2009	Riachuelo
9	9/5/2009	Riachuelo	9	11/20/2009	Berazátegui
10	9/6/2009	Berazátegui	10	12/2/2009	Riachuelo
11	9/10/2009	Berazátegui			
12	9/11/2009	Riachuelo			
13	10/25/2009	Berazátegui			
14	10/26/2009	Riachuelo			
15	11/10/2009	Riachuelo			
16	11/11/2009	Berazátegui			
17	11/19/2009	Berazátegui			
18	11/20/2009	Riachuelo			
19	11/30/2009	Berazátegui			
20	12/1/2009	Riachuelo			
21	12/13/2009	Berazátegui			
22	12/14/2009	Riachuelo			

## 2.2 Datos Meteorológicos

Datos para 11 estaciones meteorológicas, mostradas en la Figura 3, fueron proporcionados por AySA. Tres de las estaciones, Bernal, San Martín y Berazátegui, se han instalado específicamente para este proyecto y pertenecen a AySA. Estas estaciones registran la dirección y velocidad del viento, la temperatura del aire, la humedad, la radiación solar, la presión atmosférica y la precipitación en intervalos de 15 minutos. Las estaciones de Bernal y San Martín están instaladas en las tomas de agua y también registran los niveles de agua (alturas de marea). Las otras ocho

son estaciones públicas y privadas que proporcionan registros de velocidad y dirección del viento. Las principales características de los datos y las estaciones se resumen en la Tabla 2.



**Figura 3. Estaciones Meteorológicas**

**Tabla 2. Datos Meteorológicos Suministrados**

Estación	Coordenadas	Marco de tiempo	Intervalo de registro (min)	Horas	Comentarios
Bernal	34.68278°S, 58.23000°W	01/04/2009 00:00 31/07/2010 00:00	15	00:00 to 23:45	Very good
San Martín	34.54444°S, 58.41944°W	01/04/2009 00:00 31/07/2010 00:00	15	00:00 to 23:45	Very good
Berazategui	34.74645°S, 58.18297°W	01/04/2009 00:00 31/07/2010 00:00	15	00:00 to 23:45	Very good
AER	34.56665°S, 58.50002°W	01/07/2009 00:00 31/07/2010 20:00	60	00:00 to 23:00	Very good
San Fernando	34.44999°S, 58.66669°W	01/07/2009 00:00 31/07/2010 20:00	60	00:00 to 23:00	Good
La Plata	34.96666°S, 57.83334°W	01/07/2009 07:00 31/07/2010 20:00	60	07:00 to 21:00	Good, no night data
Punta Indio	35.36666°S, 57.33331°W	01/07/2009 00:00 31/07/2010 20:00	60	00:00 to 23:00	Good
Colonia	34.45066°S, 57.83434°W	01/04/2009 09:00 31/07/2010 19:00	60	09:00 to 15:00	Good, no night data
Carrasco	34.83338°S, 56.00194°W	01/04/2009 00:00 31/07/2010 23:00	60	00:00 to 23:00	Very good, some missing periods
Conchillas	34.20633°S, 58.07719°W	01/04/2009 00:02 31/07/2010 23:55	5	00:00 to 23:55	Very good

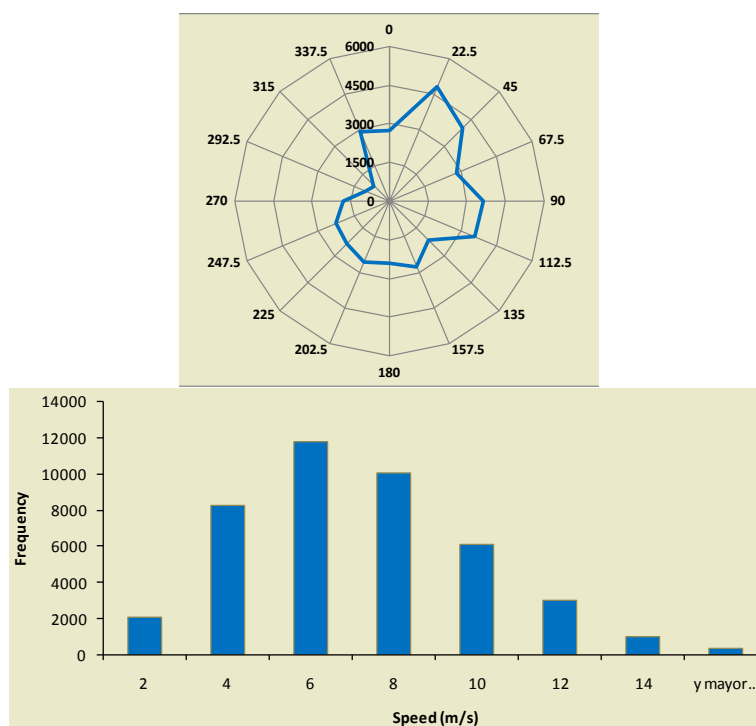


### 2.2.1 Vientos

Las velocidades promedio mensuales en Bernal (la más cercana a los emisarios propuestos) se resumen en la Tabla 3 y una distribución de frecuencias de las velocidades del viento se muestra en la Figura 4. La velocidad del viento promedio es de 6 m/s, la velocidad más alta registrada fue de 20,9 m/s el 22 de julio de 2009.

**Tabla 3. Promedios mensuales de la velocidad del viento en Bernal**

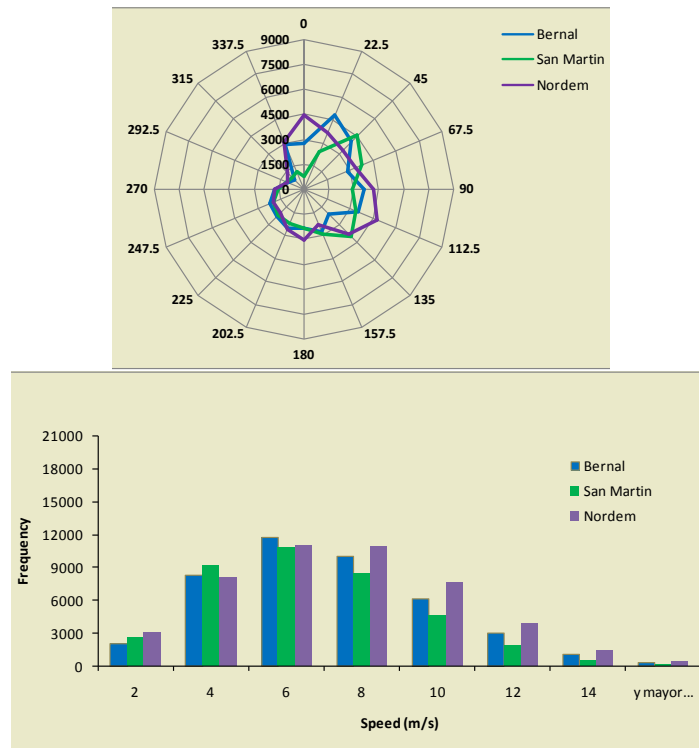
	2009										2010					
Mes	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
Promedio (m/s)	5.8	5.4	5.6	5.8	5.9	7.1	6.3	7.0	6.9	6.4	7.2	6.4	5.6	5.3	6.4	



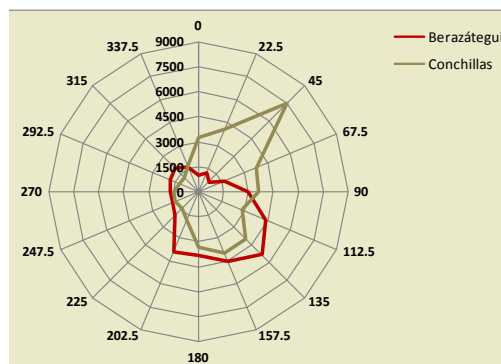
**Figura 4. Distribuciones de frecuencia para la velocidad y la dirección del viento en Bernal**

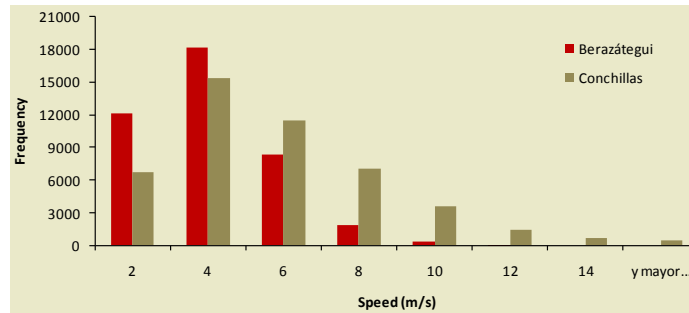
Los datos de las estaciones localizadas en el agua (Bernal, San Martín y Norden) se comparan en la Figura 5. Ellas muestran un comportamiento muy similar. Para el período de datos entre abril del 2009 y julio del 2010 una variación significativa es evidente, tal como ha sido reportado por Fossati et al. (2007). Los vientos son predominantemente del norte y del noreste con velocidades que van en su mayoría de 4 a 8 m/s. La segunda más importante dirección del viento es desde el este y suroeste, comúnmente asociada con eventos de sudestada

Datos de algunas de las estaciones en tierra se muestran en la Figura 6. Ellas muestran diferencias significativas con las estaciones sobre el agua. Los vientos son más variables y lentos debido a efectos topográficos locales.



**Figura 5. Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en el agua**

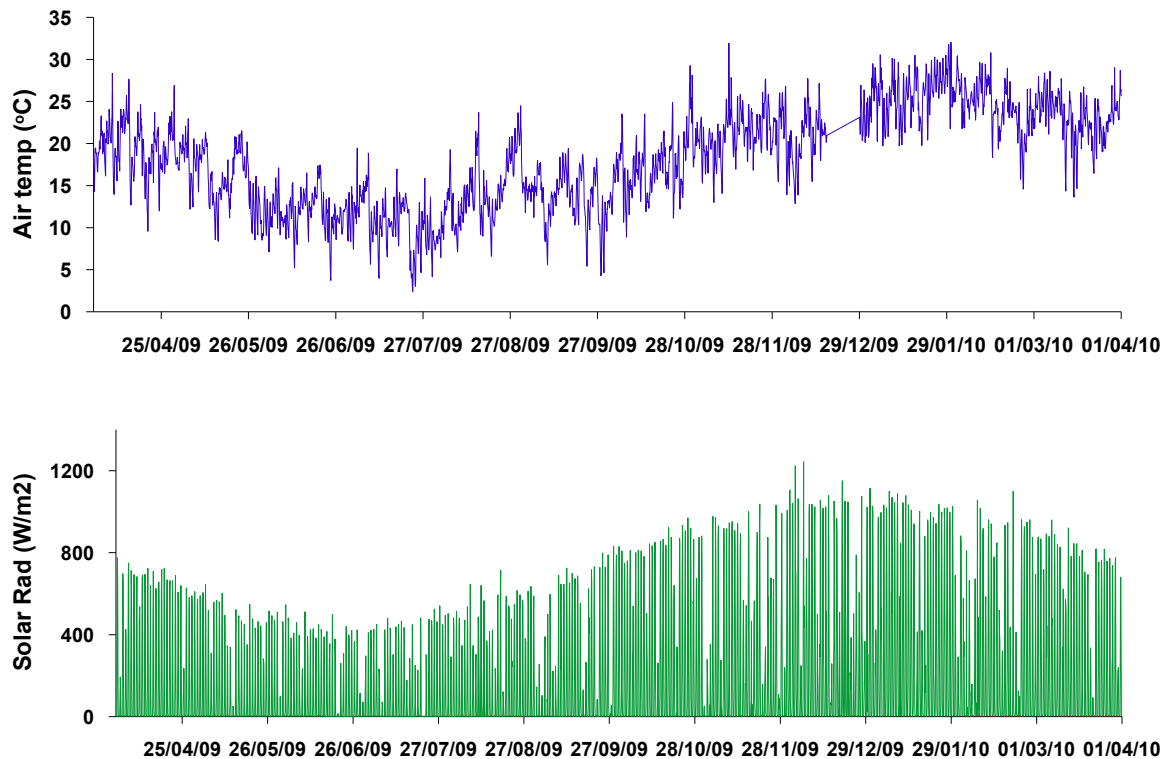




**Figura 6. Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en tierra**

### 2.2.2 Temperatura del Aire y Radiación Solar

Series de tiempo para la temperatura del aire y la radiación solar entre abril del 2009 y abril del 2010 medidas en Bernal se grafican en la Figura 7. La temperatura del aire varía desde un mínimo de 3°C en invierno hasta casi 30°C en verano. Las temperaturas promedio son de alrededor de 17°C en abril (otoño) y 10°C en septiembre (otoño). La intensidad máxima de radiación solar es de alrededor de 1000 W/m<sup>2</sup>.



**Figura 7. Temperatura del Aire y Radiación Solar en Bernal**

### 2.3 Niveles de Agua

Mediciones de niveles de agua (alturas de marea) provenientes de varias estaciones fueron proporcionadas por AySA. Las estaciones se muestran en la Figura 8 y se resumen en la Tabla 4. Los datos medidos en la Torre Oyarvide se utilizaron para forzar el modelo matemático en su borde exterior. Tres importantes periodos de falta de datos ocurrieron en Oyarvide durante la etapa final de este proyecto: desde 11/01/2010 10:20 a 12/01/2010 08:00, desde 20/01/2010 14:20 a 10/02/2010 18:40 y desde 05/06/2010 10:20 a 15/06/2010 13:00. Los datos faltantes fueron estimados calculando errores estándar de datos (error relativo, error absoluto, y mínimos cuadrados) facilitados por AySA para dos estaciones cercanas: Brasileira y Magdalena. La serie de tiempo utilizada se muestra en la Figura 9.

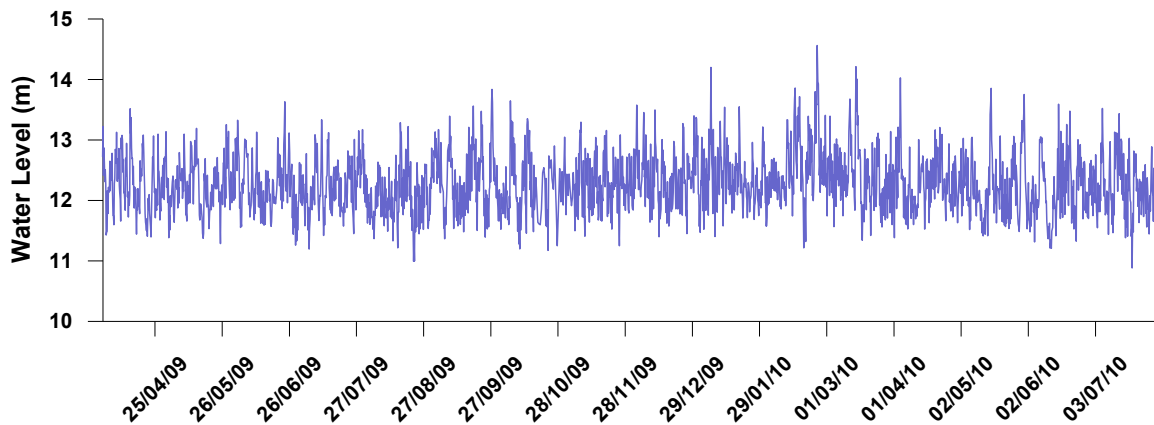
Los niveles de agua varían de forma significativa con la marea, con variaciones de hasta 2 m. Los ADCPs también tienen sensores de presión que miden los niveles de agua. Estos datos son discutidos en la Sección 2.6.2 y en el Apéndice A.



**Figura 8. Estaciones de Nivel de Agua**

**Tabla 4. Fuentes de datos de Nivel de Agua**

Estación	Intervalo de Registro (min)	Fuente
Bernal	15	AySA
San Martín	15	AySA
Conchillas	5	Riovia
Norden	5	Riovia
Colonia	15	Uruguay
Punta del Este	15	Uruguay
Montevideo	15	Uruguay
Oyarvide	20	Hidrovia



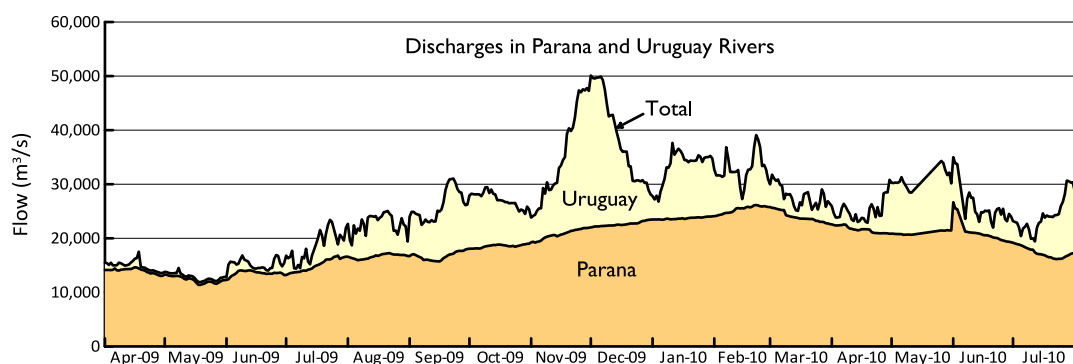
**Figura 9. Niveles de agua registrados en la estación Oyarvide para el periodo de simulación**

## 2.4 Tributarios

Datos hidrológicos para los principales tributarios del Río de La Plata fueron proporcionados por AySA en las estaciones que se muestran en la Figura 10. La variación temporal de las descargas para los tributarios principales, ríos Uruguay y Paraná, así como sus flujos combinados para el periodo de datos se muestra en la Figura 11.



**Figura 10. Principales tributarios del río de La Plata**



**Figura 11. Descargas de los ríos Uruguay y Paraná**

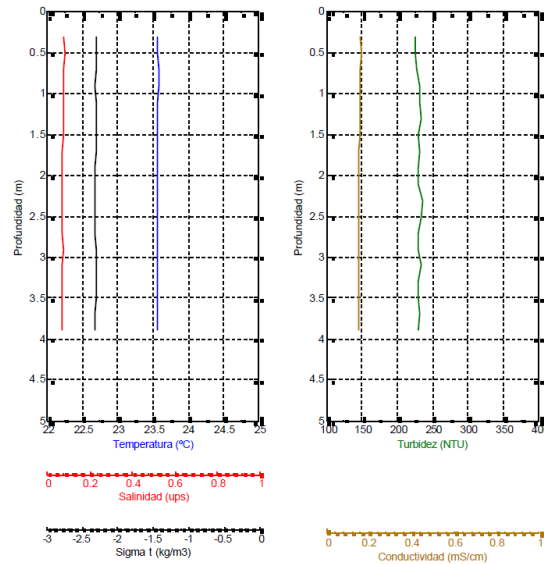
Los caudales medios estimados previamente por Jaime y Menéndez (2002) se muestran en la Tabla 5. La descarga total de los ríos en el Río de La Plata que se muestra en la Figura 11 varía considerablemente, debido principalmente a las variaciones del río Uruguay. Los flujos en junio y julio de 2009 están por debajo de la media a largo plazo, durante agosto cerca de la media, y para el periodo septiembre 2009 - Febrero 2010 por encima del promedio. El efecto de estos flujos en la corriente media se discuten en la Sección 2.6.1 y su efecto en la dilución de los emisarios en la Sección 6.2.

**Tabla 5. Caudales de invierno y de verano (m³/s) para los tributarios principales del río de La Plata (Jaime y Menéndez, 2002)**

	Paraná Palmas	Paraná Guazú-Bravo	Uruguay	Total
Invierno (Jun-Sep)	3,700	12,400	5,200	21,300
Verano (Dec-Mar)	4,400	14,800	4,100	23,300

## 2.5 Perfilamiento CTD

Veintidós campañas de perfilamiento CTD (Conductividad, temperatura, profundidad) se realizaron cerca de los sitios para los emisarios propuestos de Riachuelo (-34.6896°, -58.1491°) y Berazategui (-34.6076°, -58.2206°) durante las fechas indicadas en la Tabla 1. Los perfiles se tomaron cada hora durante períodos de 24 horas. Los siguientes parámetros fueron medidos: turbidez, conductividad, salinidad, temperatura y densidad (unidades  $\sigma_t$ ). Un perfil típico en Berazategui tomado el 11 de febrero de 2009 a las 11:45 se muestra en la Figura 10. Todos los perfiles muestran una columna de agua homogénea, o muy débil y brevemente estratificada y no se consideran más. Para el resto de perfiles, vea Eih (2009, 2010).



**Figura 12. Perfilamiento CTD en Berazategui el 11 de febrero del 2009 a las 11:45 (Eih, 2009b)**

## 2.6 Mediciones ADCP

Seis perfiladores acústicos de corriente Doppler (ADCPs) se instalaron en junio de 2009 en los lugares indicados en la Figura 13. Sus coordenadas y otros detalles se resumen en la Tabla 6. Cuando los equipos fueron atendidos en febrero de 2010, fueron reinstalados en coordenadas un poco diferentes designadas como "New" en la Tabla 6. Los equipos han estado en servicio por lo menos durante un año y registraron varios parámetros a intervalos de 15 minutos. Los instrumentos son fabricados por Sontek, cinco de ellos son Argonaut XR, y uno (el número 2) es un ADP. Todos funcionan a 1,5 MHz. Además de la velocidad y la dirección de la corriente, todos los equipos registran la presión (profundidad del agua) y la temperatura. Los ADCPs 5 y 6, localizados cerca de los lugares propuestos para los difusores, también miden la conductividad. El ADP (número 2) mide las características del oleaje y la turbiedad por medio de un sensor óptico de retrodispersión. Para obtener más información sobre los sensores, ver los informes del Eih (2009).



**Figura 13. Localización de los ADCP y de los emisarios propuestos**

**Tabla 6. Resumen de los detalles de instalación de los ADCPs**

No.	Coordenadas		Profundidad del agua (m)	Ancho de capa (m)	Número de celdas sumergidas	Sensores adicionales
	Original	New*				
1	34.42017°, 58.24846°	34.42082°, 58.24853°	2.4	0.5	~3	
2	34.52190°, 58.13479°	34.52670°, 58.13055°	3.7	0.5	~6	Turbidity, waves
3	34.67332°, 58.22617°	34.67225°, 58.22603°	5.0	0.6	~7	
4	34.72005°, 57.96755°	34.72018°, 57.97658°	7.0	0.8	~8	
5	34.58844°, 58.22675°	34.58868°, 58.22683°	4.5	0.6	~6	Conductivity
6	34.69489°, 58.15080°	34.69453°, 58.15672°	4.7	0.6	~6	Conductivity

\*After February 2010

Los datos de los ADCPs fueron generalmente recuperados en periodos de entre dos y cuatro meses. Las fechas de recuperación de datos se muestran en la Figura 2 como “service break”. Los ADCPs miden la velocidad y dirección de la corriente en celdas definidas a lo largo de la columna de agua. Cada ADCP mide usando 10 celdas cuyos anchos se muestran en la Tabla 6, junto con el número aproximado de celdas sumergidas. Además, los equipos cuentan con una celda superficial dinámica que se mueve hacia arriba y hacia abajo con la marea. Los datos fueron finalmente reportados en 3 celdas: cerca del fondo, a media profundidad y cerca de la superficie (dinámica). Para más detalles sobre los instrumentos y de montaje, vea Eih (2009).



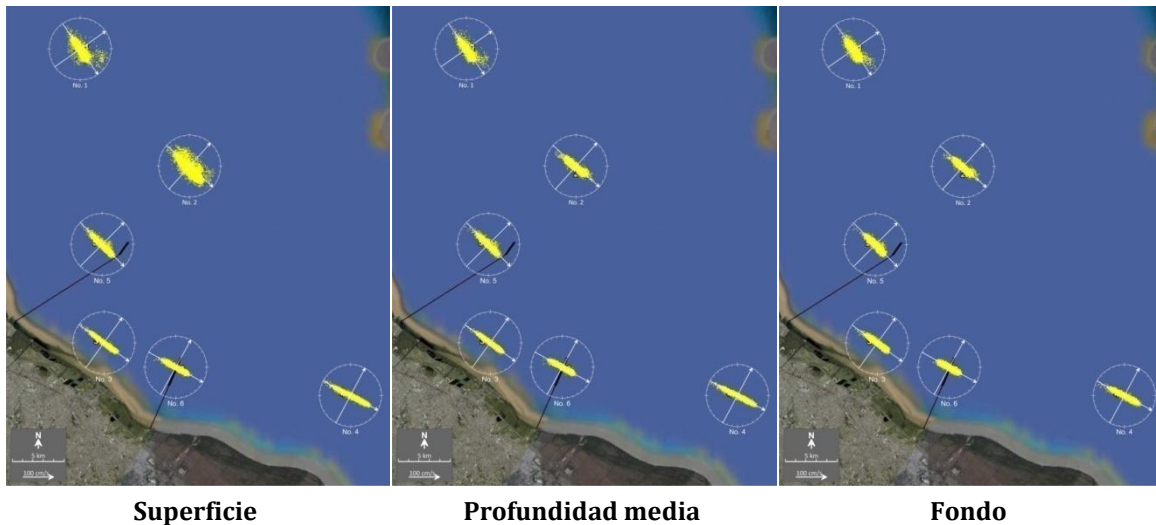
Los datos de los ADCPs fueron sometidos a un extensivo análisis, tal como se discutirá más adelante, y utilizados para calibración del modelo hidrodinámico (Capítulo 4).

### 2.6.1 Corrientes

Las corrientes son el principal determinante del comportamiento del campo de contaminantes. Las corrientes para el periodo comprendido entre el 16 de junio y el 16 de septiembre del 2009 se muestran como diagramas de dispersión polar en la Figura 14 para los datos de corriente de fondo, profundidad media y superficie. También se muestran los ejes principales de las corrientes. El primer eje principal maximiza la energía cinética (varianza) de las corrientes cuando se proyectan sobre él, el segundo eje principal la minimiza y es ortogonal al primero. Las direcciones de estos ejes son las direcciones de los vectores propios de la matriz de covarianza de las velocidades de corriente este y norte. Las principales características estadísticas de las corrientes promediadas en la profundidad se resumen en la Tabla 7.

**Tabla 7. Resumen de las propiedades de las corrientes promediadas en la profundidad, Junio 16 – Sept. 16, 2009**

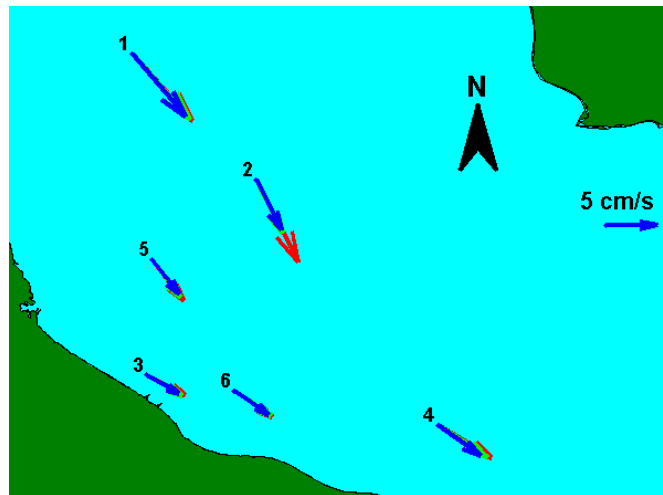
Parámetro	ADCP					
	1	2	3	4	5	6
Dirección primer eje principal (deg.)	145	132	126	118	135	119
Dirección segundo eje principal (deg.)	55	42	36	28	45	29
Vector promedio						
Velocidad (m/s)	0.099	0.081	0.073	0.091	0.070	0.060
Dirección	147	154	124	123	144	124
Promedio (escalar) velocidad (m/s)	0.238	0.250	0.243	0.286	0.234	0.212



**Figura 14. Diagramas polares de dispersión típicos y ejes principales de las Corrientes a 3 profundidades,**

**16 Junio – 16 Sept, 2009**

Las corrientes son bastante uniformes en la profundidad y generalmente fluyen a lo largo de bien definidos ejes principales. Estos son esencialmente paralelos al eje del Río y la costa local. La componente perpendicular a la costa de los medidores localizados cerca de la costa (3, 4, y 6) son débiles, pero cerca de la mitad del Río (por ejemplo para el ADCP 1) son más fuertes y la dirección de la corriente es más dispersa, especialmente en la superficie debido presumiblemente a la influencia del viento. Las velocidades escalares llegan hasta alrededor de 1 m/s, con valores medios en torno a los 0,25 m/s. Sin embargo, La deriva media (vector) se desplaza (como se muestra en la Figura 15) más lentamente, variando entre 6 y 10 cm/s. Las direcciones de las derivas medias son cercanas a las direcciones de las primeras componentes principales en cada estación.



**Figura 15. Vectores promedio típicos de las corrientes, 16 Junio – 16 Sept, 2009**

Es más informativo mostrar las series de tiempo de las componentes principales de las corrientes. Series de tiempo de las componentes principales para las seis estaciones en el mes de agosto se muestran en las Figuras 16 y 17.

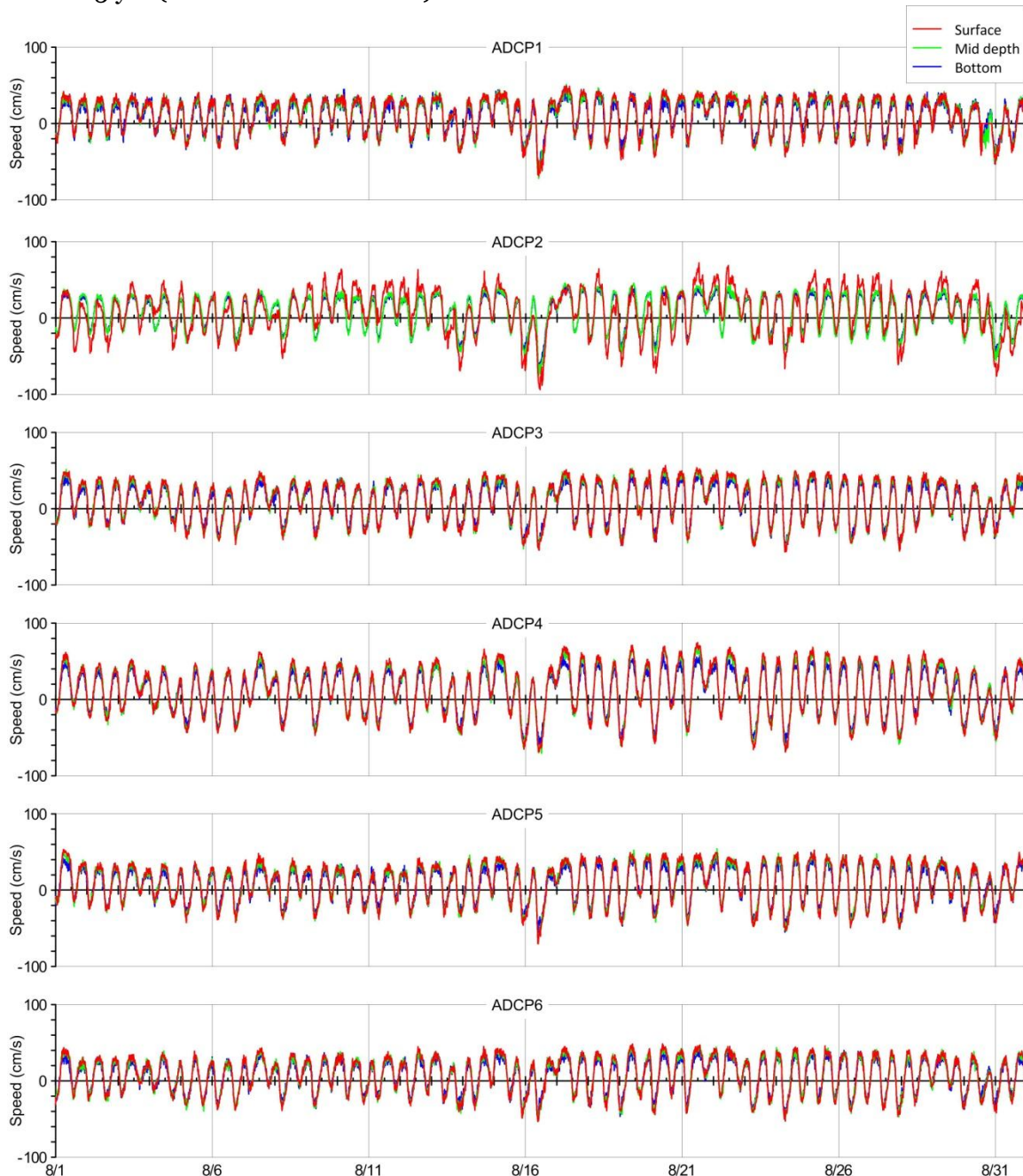
Los gráficos de las series de tiempo muestran como las componentes principales son fuertemente guiadas por la marea y consistentes en la profundidad. Las primeras componentes principales explican hasta el 98% de la varianza total de las corrientes en cada estación. Velocidades pico de marea están típicamente alrededor de los 40 cm/s. Las segundas componentes principales son mucho más lentas, y más erráticas en velocidad y dirección. Las primeras componentes principales en las distintas estaciones son fuertemente debidas a la marea y están altamente correlacionadas, las segundas componentes principales tienen correlaciones muy bajas debido a su carácter más aleatorio.

Los datos están ahora disponibles hasta el 15 de junio del 2010. Debido al gran volumen de datos, los gráficos de series de tiempo se presentan en el Apéndice A en cuatro periodos de 13 semanas cada uno de la siguiente manera:

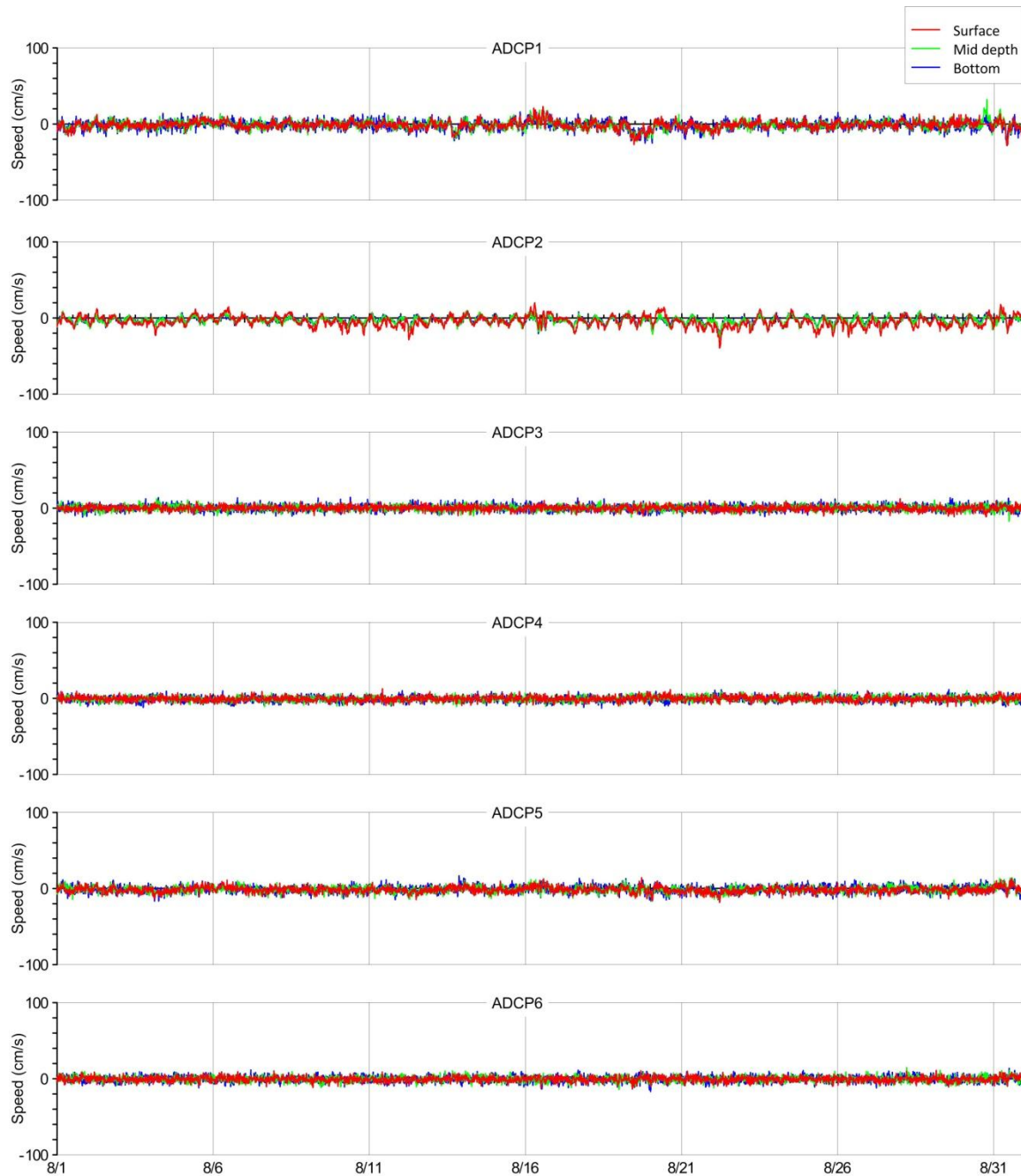
A1: Gráficos de series de tiempo de las primera y segunda componentes principales de las capas a profundidad media para todos los ADCPs.

A2: La presión y la temperatura de todos los ADCPs.

A3: Primera y segunda componentes principales de las capas de superficie, profundidad media y de fondo, profundidad del agua y velocidad del viento para los ADCPs 5 y 6 (cerca de los difusores).



**Figura 16. Primera componente principal de las corrientes, Agosto 2009**



**Figura 17. Segunda componente principal de las corrientes, Agosto 2009**

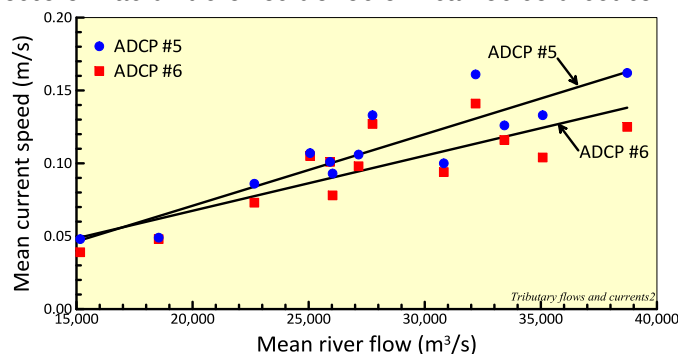
A fin de resumir las características esenciales de las corrientes, sus parámetros estadísticos más importantes se resumen por meses en la Tabla 8. Sólo se muestran los resultados para los ADCPs 5 y 6, los más cercanos a los difusores propuestos. Se muestra también la suma de los caudales medios mensuales medidos en los ríos Uruguay y Paraná (véase la Figura 11).

**Tabla 8. Resumen de las propiedades de las Corrientes promediadas en la profundidad y caudales promedio para los ríos Paraná y Uruguay**

Mes	Descarga promedio del Río	ADCP#5				ADCP#6			
		Vector. velocidad de la corriente media	Dirección PC1	Desviación estándar		Vector. velocidad de la corriente media	Dirección PC1	Desviación estándar	
				PC1	PC2			PC1	PC2
	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(deg)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(deg)	(m/s)	(m/s)
Jun-09	15,160	0.048	133	0.277	0.038	0.039	120	0.242	0.026
Jul-09	18,540	0.049	135	0.253	0.033	0.048	119	0.227	0.024
Aug-09	22,660	0.086	136	0.237	0.031	0.073	119	0.218	0.023
Sep-09	26,030	0.093	137	0.241	0.035	0.078	122	0.228	0.030
Oct-09	27,150	0.106	136	0.258	0.034	0.098	125	0.238	0.026
Nov-09	35,080	0.133	136	0.264	0.037	0.104	125	0.244	0.028
Dec-09	38,720	0.162	137	0.272	0.035	0.125	124	0.247	0.030
Jan-10	33,430	0.126	137	0.285	0.036	0.116	122	0.257	0.029
Feb-10	32,190	0.161	137	0.308	0.039	0.141	122	0.277	0.034
Mar-10	27,750	0.133	135	0.287	0.031	0.127	120	0.240	0.024
Apr-10	25,060	0.107	137	0.295	0.035	0.105	119	0.230	0.030
May-10	30,820	0.100	133	0.268	0.033	0.094	125	0.222	0.034
Jun-10	25,920	0.101	135	0.272	0.034	0.101	120	0.238	0.028

\*PC1 = First principal component; PC2 = Second principal component

De esta Tabla, y los datos de los gráficos del Apéndice A, se puede observar que existe poca variabilidad en las componentes principales de la corriente mes a mes, especialmente en los componentes que están dominados por la marea. La corriente media (drift) varía sin embargo, y está influenciada por los caudales que entran en el Río de Plata procedentes principalmente de los ríos Uruguay y Paraná. Para mostrar este efecto, las corriente media se grafica en función del caudal de los Ríos en la Figura 18. Como era de esperar la corriente media está estrechamente relacionada con el caudal de los ríos y aumenta con ellos de forma aproximadamente lineal. Las implicaciones de esto en las diluciones de los emisarios se discuten en la Sección 6.2.

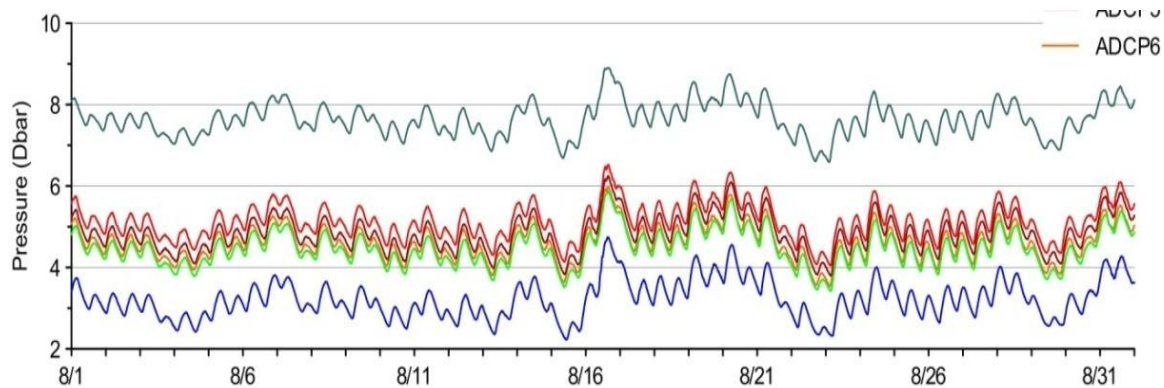


**Figura 18. Corrientes medias medidas por los ADCPs en función del caudal combinado de los ríos Paraná y Uruguay**



### 2.6.2 Presión y profundidad del agua

Las series de tiempo de la presión (profundidad de agua) medidas por sensores unidos a los seis ADCPs para Agosto del 2009 se muestran en la Figura 19. El resto del período se muestra en el Apéndice A2. Los niveles de agua están claramente asociados a las mareas y muy coherentes entre los instrumentos. Las comparaciones con los niveles de agua simulados se discuten en la Sección 4.4.

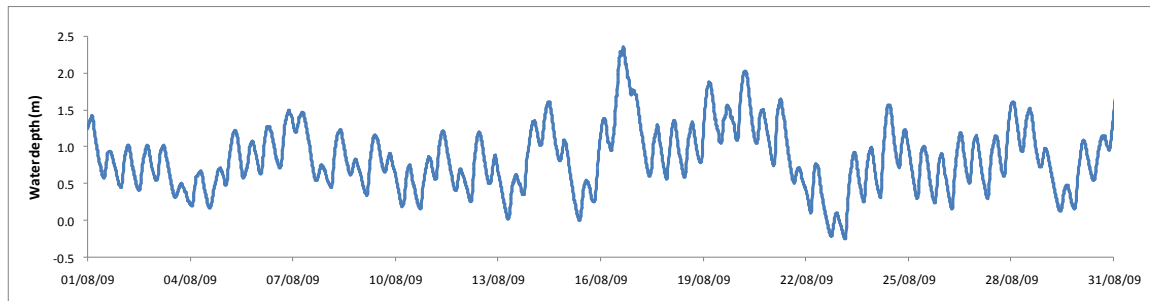


**Figura 19. Presión (profundidad del agua) medida por los ADCPs, Agosto 2009**

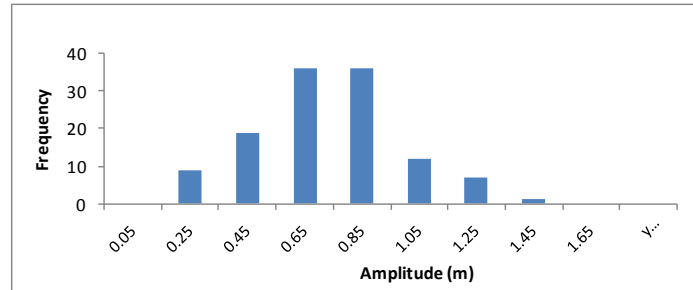
Las mareas en el Río son semi-diurnas. El componente principal es el M2, con un período dominante de 12,4 horas, que explica el 80% de la varianza espectral total (Fossati, 2007). Debido a la acción combinada de la marea astronómica y los vientos, la amplitud de la oscilación es un parámetro estocástico (Menéndez, 2004). O1 es la principal componente diurna, que produce una diferencia en la amplitud de los dos máximos durante un ciclo de marea, un rasgo característico de la zona (Sepúlveda, 2003). Las corrientes de marea son del orden de 0,5 m/s y la excursión promedia de la marea es en general menor de 10 km (Fossati y Piedra Cueva, 2007).

Todas estas características se pueden observar en las profundidades del agua registrada por el ADCP 5 durante agosto de 2009 (Figura 20), un período de tiempo que puede considerarse como de condiciones meteorológicas normales. Los dos máximos diarios tienen alturas diferentes y las elevaciones de la superficie del agua también tienen un componente aleatorio. Las excursiones típicas de las mareas de menos de 10 kilómetros fueron confirmadas por las simulaciones de la pluma discutidas en la Sección 7.4. El histograma de elevaciones de la superficie del agua de la Figura 20b muestra que los valores más frecuentes se presentan entre 0,65 y 0,85 para este mes.

A pesar de una amplitud de marea relativamente baja, la enorme anchura del Río lleva a un gran prisma de marea que genera una corriente de marea significativa en el Río interior. La corriente de marea domina la circulación local (Menéndez, 2004), aunque puede ser fuertemente modificada por los fenómenos meteorológicos.



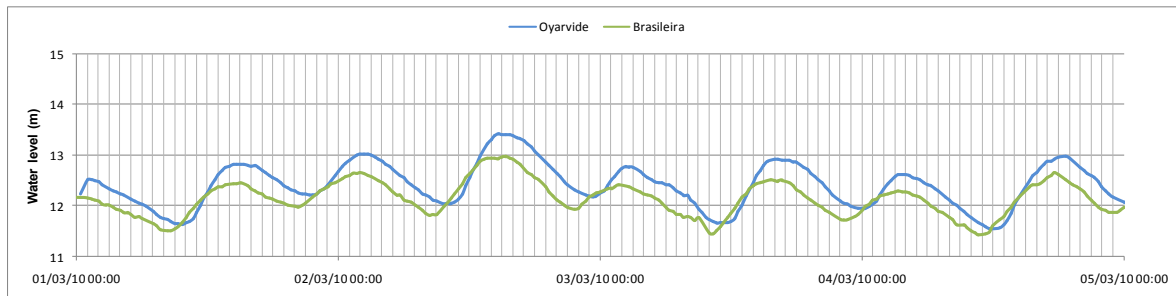
a) Niveles de Agua



a) Histograma

**Figura 20. Niveles de Agua medidos por el ADCP #5, Agosto 2009**

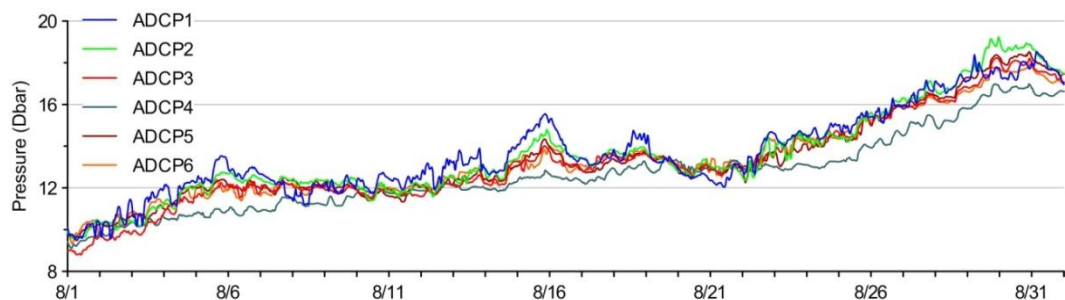
La onda de marea se propaga como una onda de agua poco profunda con velocidad  $c = \sqrt{gh}$  (Menéndez, 2004). Usando una profundidad media del agua para todo el Río de unos 7 m, se obtiene una velocidad media de onda de unos 30 km/hr. Esto es consistente con la serie de tiempo medido en las estaciones Oyarvide y Brasileira (Figura 21), localizadas a unos 50 km de distancia, que muestran una diferencia típica de tiempo entre los picos de alrededor de 1,5 horas.



**Figura 21. Niveles de Agua medidos en Oyarvide y Brasileira, Marzo 1 - 5, 2010.**

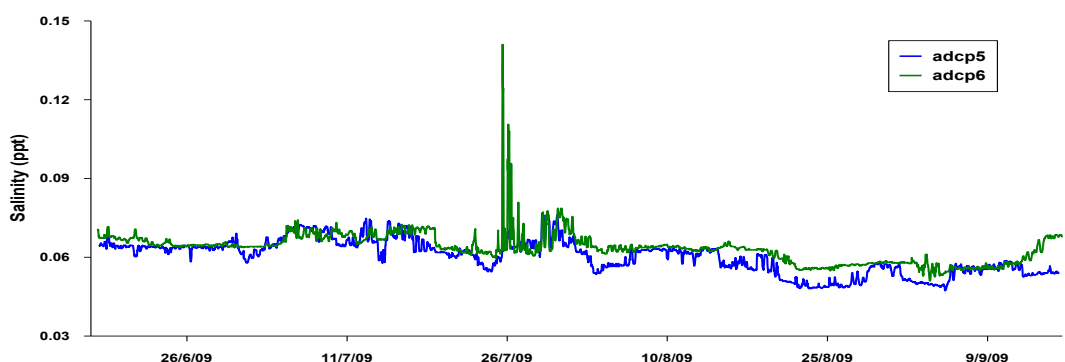
### 2.6.3 Temperatura y Salinidad

Temperaturas típicas del agua medidas por los seis ADCPs se muestran en la Figura 22 para Agosto del 2009. Los registros completos de temperatura se muestran en el Apéndice A2. La temperatura del agua varía ampliamente a lo largo del año desde cerca de 8°C en invierno (Julio 2009) hasta casi 19°C en verano (Enero 2010). Una ligera variación diurna es evidente con cambios de temperatura de alrededor de 0.5°C durante el día.



**Figure 22. Temperatura del agua medida por los ADCPs, Agosto 2009**

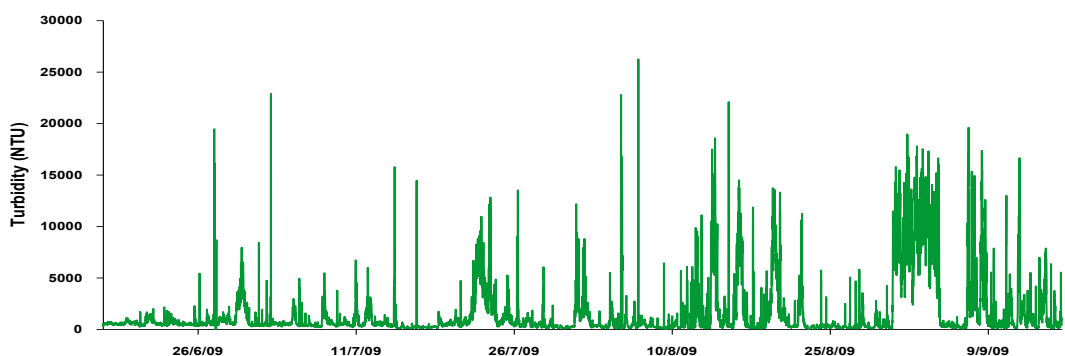
Los ADCPs 5 y 6 disponen de sensores de conductividad. Las series temporales de la salinidad desde mediados de junio a mediados de septiembre 2009 se muestran en la Figura 23. La salinidad es muy baja y prácticamente constante, con valores promedio de alrededor de 0,07 ppt en ambas estaciones. Aguas con salinidades por debajo de 0,5 ppt se consideran agua dulce, y para la EPA USA el estándar secundario para agua potable es 0.5 ppt.



**Figura 23. Salinidad**

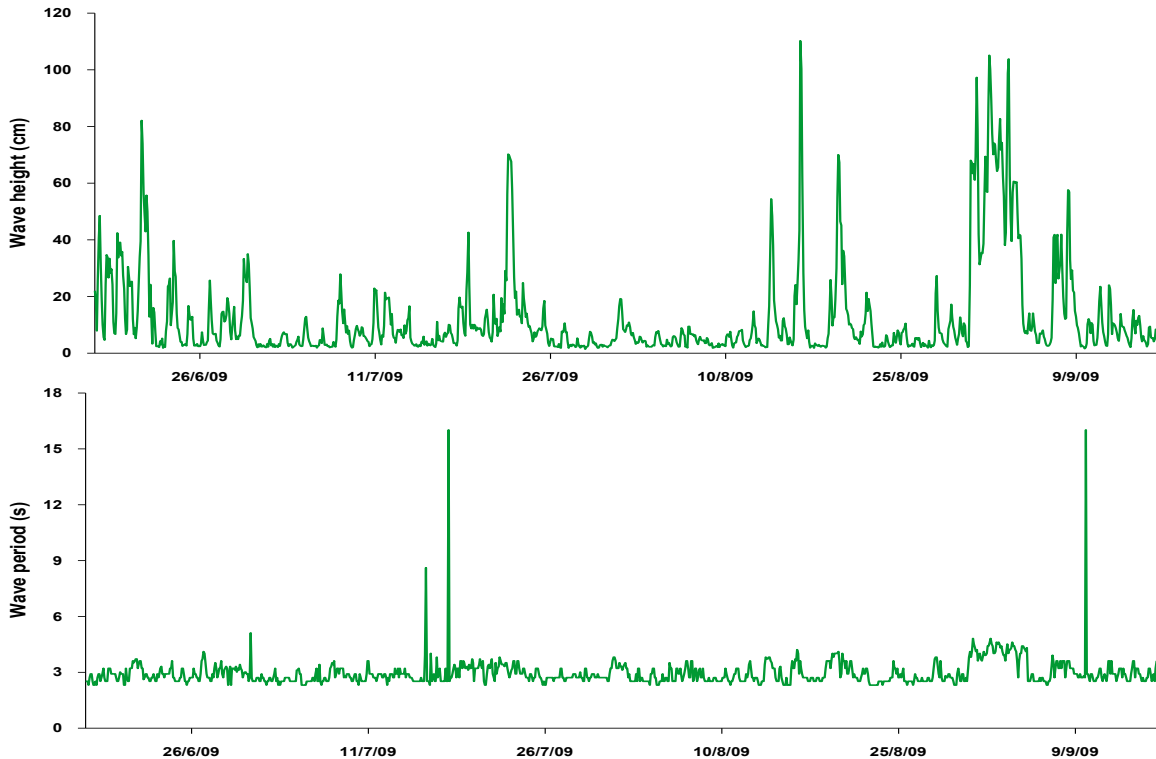
#### **2.6.4 Turbidez y olas**

El ADCP 2 tiene un sensor de retrodispersión óptico (OBS) para medir la turbidez. También tiene un sensor de presión para medir la altura y periodo de ola. Las series de tiempo de la turbidez y las olas mediadas entre mediados de junio y mediados de septiembre de 2009 se muestran en las Figuras 24 y 25.





**Figura 24. Turbidez**



**Figura 25. Altura y periodo de ola**

## 2.7 Derivadores

Diez experimentos de campo con derivadores Lagrangianos fueron realizados entre el 18 de marzo el 2 de diciembre del 2009. Los derivadores fueron liberados en cuatro sitios localizados a lo largo de los difusores propuestos: B1, B2, B3 y B4 para Berazategui y R1, R2, R3 y R4 para Riachuelo.

Las liberaciones se realizaron usando dos barcos e incluyeron la liberación de 10 derivadores, seis cerca de la superficie y cuatro cerca del fondo. Las profundidades de los derivadores de fondo fueron definidas de acuerdo con los datos batimétricos disponibles para estar lo más cerca posible del fondo sin encallar. Cada derivador cuenta con un GPS situado en un tubo acrílico que registra la posición y el tiempo y las transmite a una ubicación central. Los derivadores fueron seguidos durante al menos 12 horas antes de ser recuperados. Para más detalles de los experimentos, véanse los informes del Eih (2009).

Un resumen grafico de cada experimento se presenta en el Apéndice A4. Cada grafico muestra las trayectorias de los derivadores, las velocidades y los gráficos tipo pluma de los vectores de velocidad de un derivador de superficie y otro de fondo, y el nivel de agua y los vientos medidos en la estación Bernal. Se elaboraron también animaciones de las trayectorias de los derivadores.

En general, los derivadores siguen la marea y se mueven en conjunto cubriendo distancias de hasta 10 km en 12 horas con velocidades que oscilan entre 0,05 y 0,4 m/s. Los derivadores de fondo se mueven un poco más despacio, pero el viento no parece ser una fuerza motora importante. Las velocidades de los derivadores son consistentes con las mediciones de los ADCPs cercanos.

## **2.8 Discusión**

A continuación se resumen las características esenciales de los datos físicos que son importantes para el modelado y el diseño de los emisarios.

Las mediciones de CTD muestran una columna de agua bien mezclada, es decir, homogénea en la profundidad. El agua es esencialmente dulce con una salinidad muy baja.

Mediciones extensivas con ADCPs muestran las corrientes fluyendo predominante a lo largo de sus ejes principales. Estos ejes son esencialmente paralelos al eje principal del Río y la costa local. Hasta el 98% de la varianza de las corrientes esta en el primer componente principal, que es fundamentalmente guiado por la marea con una frecuencia semi-diurna. Las primeras componentes principales de las corrientes son bastante uniformes sobre la profundidad. Las segundas componentes principales, ortogonales a las primeras, son mucho más pequeñas y más aleatorias. Ellas presentan una débil correlación entre los medidores. Las direcciones de las corrientes son algo más dispersas lejos de la orilla, especialmente cerca de la superficie. Esto se debe probablemente al efecto del viento.

Los patrones de las corrientes se ven confirmados por los estudios con derivadores. Los derivadores se mueven juntos, en la superficie y el fondo, aunque los derivadores de fondo son un poco más lentos. Los derivadores no parecen ser afectados por el viento.

Parece que hay poca influencia del viento en los patrones de las corrientes. Las direcciones del viento son muy variables, con velocidades promedio de alrededor de 6 m/s y velocidades pico superiores a 12 m/s.

Los niveles de agua están fuertemente asociados con las mareas y guardan una estrecha correlación entre los ADCPs. Los cambios en el nivel de agua debidos a las mareas son de hasta 2 m.

Hay poca variación estacional de los componentes de las corrientes de marea. La velocidad de la corriente media (drift), sin embargo, depende de la descarga total en el Río de la Plata. La velocidad media mensual está estrechamente relacionada (linealmente) con la descarga media mensual.

### **3. DATOS DE CALIDAD DE AGUA**

#### **3.1 Introducción**

Los siguientes datos sobre la calidad del agua fueron proporcionados por AySA:

- Usos del agua y valores límite
- Datos históricos de las tomas de agua de Palermo y Bernal
- Mediciones de bacterias en la descarga del emisario Berazátegui actual.

Además se realizaron experimentos con el efluente de la planta de tratamiento de Berazátegui para medir la velocidad de desintegración de las bacterias bajo las condiciones previstas a ser representativas de las nuevas descargas. Estos datos se analizan y se resumen a continuación y se detallan en los apéndices.

#### **3.2 Usos de Agua y Criterios**

El documento más reciente publicado por la SAYDS (2009) contiene los niveles de contaminación de fondo de los cuerpos de agua que puedan verse afectados por el proyecto Matanza Riachuelo. Este documento resume el modelado matemático realizado por SAYDS durante el año 2008 y contiene los niveles base para la cuenca Matanza Riachuelo y la franja costera sur del Río de la Plata de acuerdo con criterios de calidad para diferentes usos del agua.

Los valores de fondo en el Río de la Plata fueron obtenidos a partir de campañas de monitoreo llevadas a cabo en la franja costera del sur del Río. Los niveles límite de contaminantes para diversos usos del agua se determinaron mediante la revisión de los valores guía de varias fuentes, incluyendo la U.S. EPA, el estado de California y la Organización Mundial de la Salud, o los resultados de los análisis realizados por AySA en muestras extraídas de sus tomas de agua. Se indica en su informe que la toxicidad crónica para la vida acuática en todo el Río de la Plata se debe al cromo y el plomo proveniente del río Paraná de Las Palmas. Los criterios de calidad de agua para cada uso del agua se resumen en el Apéndice D, Tabla D1.

La modelización matemática realizada por la SAYDS tuvo en cuenta las descargas de aguas servidas debidas a los emisarios propuestos de Berazátegui y Riachuelo. Sin embargo, La SAYDS establece claramente que los vertidos procedentes de fuentes puntuales como emisarios generan zonas de uso limitado en torno a ellos (es decir, zonas que no cumplen todas las condiciones de uso) y que la extensión espacial de estas zonas debe ser analizada caso por caso para determinar su aceptabilidad en la ubicación designada.

#### **3.2 Experimentos $T_{90}$**

AySA realizó tres campañas en el Río durante el año 2007 cerca del emisario existente de Berazátegui (AySA, 2008). Uno de los principales objetivos fue determinar la tasa de decaimiento bacteriano, expresada como  $T_{90}$  (el tiempo que toma al 90% de las bacterias en morir). Las campañas siguieron las recomendaciones de Salas (2000). Los resultados sugieren un  $T_{90}$  entre 5 y 8 horas, pero los autores recomiendan pruebas adicionales para confirmar estos valores.

Otras pruebas fueron realizadas por AySA durante el 2009 en el marco del presente proyecto. La metodología y los resultados se presentan en el Apéndice C. Las pruebas no fueron concluyentes, y mostraron crecimiento bacteriano. Esto puede deberse a:

- Concentración de aguas residuales donde las bacterias aglomeran en grupos.
- Presencia de nutrientes en el agua de Río utilizada para la dilución.
- Existencia de Bacterias muertas que proporciona nutrientes a las bacterias vivas.

Se sugirió que los ensayos futuros se realizarán con agua tomada lejos de la descarga del emisario y que las pruebas se ejecutaran por períodos más largos, por lo menos durante tres días.

### **3.3 Datos Históricos en la tomas de agua de Bernal y Palermo**

Datos de calidad del agua medidos a nivel diario en las tomas de agua de Bernal y Palermo entre enero de 2003 y diciembre de 2008 fueron proporcionado por AySA para los siguientes parámetros: Bacterias viables heterótrofos a 37°C, coliformes totales y *Escherichia coli* (E.coli).

Resultados de las campañas de monitoreo llevadas a cabo por AySA entre abril y julio de 2009 también fueron suministrados. El monitoreo se realizó cada 15 días para: coliformes totales, *Escherichia Coli*, DBO, nitratos, arsénico, cadmio, fenoles, cromo, MBAS, nitritos, oxígeno disuelto y plomo.

También estuvieron disponibles los registros diarios de coliformes totales, *Escherichia coli*, amonio y oxígeno disuelto registrados entre junio y septiembre de 2009.

### **3.4 Mediciones en la descarga de Berazátegui**

Datos de varias campañas de muestreo realizadas por AySA en las aguas residuales de Berazátegui entre abril de 2003 y julio de 2007 se proporcionaron. Los siguientes parámetros se midieron: *E. coli*, coliformes totales, *Enterococcus* y temperatura. Resultados de campañas realizadas entre abril y julio de 2009 también se proporcionaron. El monitoreo se lleva a cabo cada 15 días aproximadamente y las muestras fueron analizadas para: Arsénico, DBO, DQO, Fenoles, Plomo, Cromo, Cadmio, SRAO y temperatura.

Las bacterias fueron medidas durante un periodo de 24 horas entre 14 y 15 de diciembre de 2009. Los parámetros que se monitorearon fueron los siguientes: coliformes totales, *E. coli*, *estreptococos fecales* y coliformes fecales. Los resultados se resumen en la Tabla 9 y muestran una variación significativa de los niveles de bacterias. Los datos medidos entre abril del 2003 y diciembre del 2009 se utilizaron para estimar las concentraciones de *E. coli* para las simulaciones de bacterias de la Sección 7.4.

**Tabla 9. Niveles de Bacterias en el efluente de Berazátegui Diciembre 14-15, 2009.**

<b>Date and time</b>	<b>Total coliforms per 100 ml</b>	<b>E. coli per 100 ml</b>	<b>Fecal streptococos per 100 ml</b>	<b>Fecal coliforms per 100 ml</b>
14/12/2009 09:30	$1.1 \times 10^7$	$1.1 \times 10^7$	$1.1 \times 10^5$	$1.1 \times 10^7$
14/12/2009 12:30	$4.6 \times 10^6$	$4.6 \times 10^6$	$2.4 \times 10^5$	$4.6 \times 10^6$
14/12/2009 15:30	$1.1 \times 10^7$	$4.6 \times 10^7$	$1.1 \times 10^6$	$4.6 \times 10^6$
14/12/2009 18:30	$2.4 \times 10^6$	$2.4 \times 10^6$	$1.1 \times 10^6$	$2.4 \times 10^6$
15/12/2009 00:30	$1.1 \times 10^9$	$1.1 \times 10^9$	$4.6 \times 10^8$	$1.1 \times 10^9$
15/12/2009 03:30	$1.1 \times 10^7$	$1.1 \times 10^7$	$1.1 \times 10^6$	$1.1 \times 10^7$
15/12/2009 06:30	$4.6 \times 10^7$	$1.1 \times 10^7$	$1.1 \times 10^5$	$1.1 \times 10^7$
15/12/2009 09:30	$1.1 \times 10^7$	$1.1 \times 10^7$	$4.6 \times 10^5$	$1.1 \times 10^7$

## **4. MODELAMIENTO HIDRODINÁMICO**

### **4.1 Introducción**

Los modelos fueron configurados, calibrados y validados usando los datos disponibles. Las principales variables utilizadas por el modelo son la batimetría, las condiciones de frontera abierta (niveles de agua), la hidrología de la cuenca adyacente (afluentes del Río), y las condiciones meteorológicas sobre el Río (vientos).

La modelación hidrodinámica y de calidad del agua se realiza mediante la herramienta Delft3D. Delft3D es un sistema de modelado para investigar la hidrodinámica, el transporte de sedimentos, la morfología y la calidad del agua en lagos, ríos, aguas costeras y estuarios. Cuenta con módulos integrados para simular las variaciones temporales y espaciales de seis fenómenos diferentes y sus interconexiones. Para el modelado hidrodinámico, utilizamos Delft3D-FLOW. Este módulo usa una cuadrícula curvilínea para hacer cálculos de flujo no-permanente y de fenómenos de transporte derivados de las mareas y de fuerzas meteorológicas. El destino y el transporte de las descargas se modelan utilizando el Delft3D-PART y el Delft3D-WAQ. PART es un modelo de seguimiento de partículas y el WAQ es un modelo de calidad del agua basado en el concepto de gradiente de difusión. El modelamiento de destino y transporte se presenta en el Capítulo 5. Los modelos se corrieron en sus modos de dos dimensiones (promediados en la profundidad).

El Delft3D-FLOW resuelve las ecuaciones de flujo no-permanente en aguas poco profundas utilizando una hipótesis hidrostática. Incluye el forzamiento debido a las mareas, la fuerza de Coriolis, flujos de densidad, términos de gradiente de presión en las ecuaciones de movimiento, y viento y presión atmosférica variables en el tiempo y el espacio. Las fuerzas motoras son las condiciones en los límites abiertos (niveles de agua), las entradas de los ríos adyacentes, y la meteorología (vientos). Los resultados de la simulación hidrodinámica y las comparaciones con los datos medidos durante todo el periodo de datos disponible para este proyecto, desde mediados de junio de 2009 y mediados de junio de 2010, se presentan en este capítulo.

### **4.2 Resultados Previos**

Un modelo bi-dimensional de la región interior del Río de la Plata se creó en una fase anterior de este contrato (Roberts y Villegas, 2009). El modelo incorpora la batimetría del Río y predice las corrientes generadas por las mareas, los principales tributarios, y el viento. El modelo utiliza una malla global y una malla anidada. Dado que los datos disponibles eran muy limitados, solo unas cinco semanas de datos de corrientes en dos localidades, los resultados presentados en este informe, entre enero y abril del 2004, fueron sólo preliminares.

Sin embargo, las predicciones hidrodinámicas se encontraban en buen acuerdo con los datos disponibles y con estudios anteriores de modelación hidrodinámica (Menéndez, 2002; Re y Menéndez, 2005). Las velocidades de corriente simuladas se encontraban en el rango de 0 a 0,5 m/s, con valores medios alrededor de 0,2 m/s a lo

largo de los ejes de flujo claramente definidos. Patrones típicos de marea semi-diurna también fueron representados de manera satisfactoria. Las direcciones de las corrientes fueron consistentes con las mediciones excepto durante periodos de vientos fuertes. Simulaciones con un trazador conservativo mostraron tiempos de residencia para la región superior del Río de alrededor de 6 días de acuerdo con las estimaciones de Menéndez (2003) y Piedra-Cueva y otros. (2006). Los niveles de agua modelados estuvieron también en buen acuerdo con los medidos en todas las estaciones de registro disponibles. Modelos más detallados utilizando los nuevos datos de campo, entre abril y septiembre del 2009, se presentaron en Roberts y Villegas (2010b) y entre abril del 2009 y enero del 2010 en Roberts y Villegas (2010c).

#### **4.3 Parámetros y Entradas del Modelo**

##### **4.3.1 Dominio y Mallas**

El dominio del modelo es el Río de la Plata (Figura 26) y corresponde aproximadamente a su región interior (superior e intermedia). El modelo está delimitado por las costas de Argentina y Uruguay y por un límite de 90 km de mar abierto ubicado a lo largo de la línea curva que se extiende entre Punta Indio en Argentina ( $35.25389, -57.24500$ ) y Kiyú en Uruguay ( $-34.67167, -56.84639$ ). Los modelos se corrieron en sus modos de dos dimensiones (promediados en la profundidad).



**Figura 26. Dominio del Modelo**

La base de datos disponible se describió en el Capítulo 2. Las fuerzas motoras se dividieron en las condiciones de frontera abierta (niveles de agua), la hidrología de la cuenca adyacente (afluentes del Río), y las condiciones meteorológicas en el Río

(vientos). Las simulaciones se hicieron utilizando las series temporales de los datos para el período simulado.

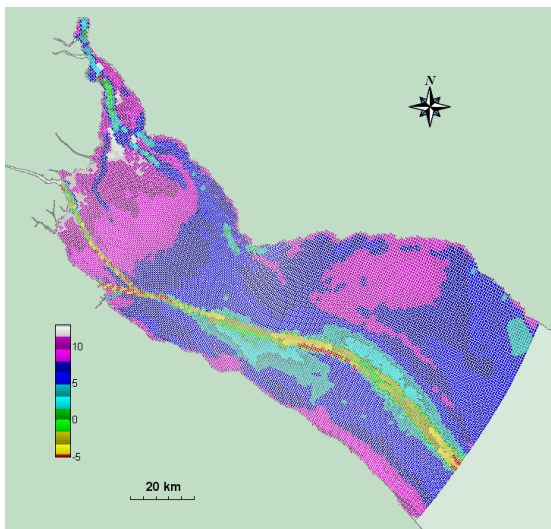
El modelo consta de dos dominios tal como se muestra en la Figura 27. El modelo global tiene una malla de baja resolución que comprende el área de estudio del Río de La Plata y el modelo anidado tiene una red de alta resolución que abarca el área alrededor de los emisarios propuestos. Las condiciones de borde para el modelo anidado son suministradas por el modelo global. Ambas mallas se generaron mediante la herramienta Delft3D-RGFGRID. Los datos de batimetría proporcionados por AySA fueron interpolados mediante la herramienta Delft3D-QuickIN para obtener la batimetría final y la línea de costa.



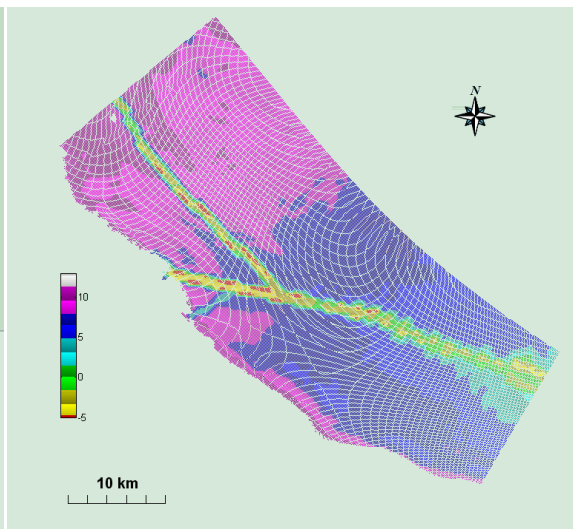
**Figura 27. Mallas Global y Anidada**

Las mallas global y anidada se muestran en las Figuras 28 y 29. El número total de celdas activas es de 24.895 y 105.104 para los dominios global y anidado respectivamente. Los tamaños de celda para el modelo global varían entre 500 m cerca de los emisarios propuestos hasta 1.500 m en el límite más alejado del modelo y para el modelo anidado entre 100 m cerca de los emisarios hasta 300 m cerca de la frontera del modelo.





**Figura 28. Malla Global**



**Figura 29. Malla Anidada**

#### **4.3.2 Marco de Tiempo y Condiciones Iniciales**

La simulación se desarrolló entre el 1 de abril y el 30 de junio del 2010. Esto permite suficiente tiempo para el calentamiento del modelo. El paso de tiempo fue de 5 minutos de acuerdo a argumentos de estabilidad (Courant Number) y análisis de sensibilidad. La condición hidrodinámica inicial de todo el dominio corresponde a una condición estacionaria (velocidad cero, o de arranque en frío). Valores uniformes para todas las variables dependientes fueron asumidos al inicio de la simulación. La condición de nivel de agua inicial se fijó de acuerdo a los valores medidos.

#### **4.3.3 Condiciones de Borde Abierto**

El modelo global fue forzado en su frontera abierta con los niveles de agua registrados en la torre de Oyarvide (Hidrovia) y que se muestran en la Figura 9. Estas condiciones representan la influencia del mundo exterior, es decir, el área más allá del dominio del modelo que no es modelada. Las condiciones de borde para el modelo anidado son las series temporales de los niveles de agua y las corrientes simuladas por el modelo global. Este procedimiento se llevó a cabo utilizando las herramientas Delft3D NESTHD1 y NESTHD2.

En un paso anterior de este proyecto se realizaron comparaciones entre los resultados obtenidos en simulaciones ejecutadas utilizando la herramienta que considera la variación espacial del viento y en simulaciones ejecutadas usando la herramienta que considera viento uniforme (variable en el tiempo, pero uniforme en todo el dominio del modelo). Las comparaciones mostraron una mejor concordancia entre mediciones y simulaciones cuando se usaba la herramienta de viento uniforme y se utilizaban los datos de estaciones meteorológicas localizadas sobre el agua.

Dos factores pueden causar este comportamiento. En primer lugar, la herramienta de interpolación de viento puede no adaptarse apropiadamente las grandes dimensiones de este dominio y en segundo lugar la cobertura espacial de los

datos meteorológicos disponibles no representa adecuadamente el campo de vientos de la región interior del Río de la Plata.

Por lo tanto, sobre la base de los resultados de las comparaciones discutidas arriba y del análisis de vientos presentado en la Sección 2.2.1, se utilizaron los datos de la estación meteorológica Bernal (la más cercana a los difusores propuestos) para todas las simulaciones; el campo de viento se supone variable en el tiempo pero uniforme sobre el dominio del modelo.

Los principales afluentes del Río se consideran como vertidos de agua locales e impuestos como condiciones de borde en las celdas respectivas del modelo como series de tiempo construidas con los datos disponibles. Se definieron series de tiempo para los siete afluentes principales (Figura 10): Uruguay, Paraná Bravo-Sauce, Paraná-Guazú, Paraná-Barca Grande, Paraná-Mini, Paraná-Palmas, y Luján. Estos flujos se muestran en la Figura 11.

#### 4.3.4 Parámetros Físicos

Los siguientes valores para los parámetros físicos fueron asumidos: densidad del agua 997,5 kg/m<sup>3</sup>, la temperatura del agua 14°C y la salinidad 0,07 ppm. El coeficiente de resistencia al viento es un parámetro de calibración cuyo valor se varió entre 0,0005 y 0,0015.

La formulación de Manning fue utilizada para la rugosidad del fondo. El coeficiente de Manning,  $n$ , es un parámetro de calibración cuyo valor se supuso inicialmente en 0,015 de acuerdo con los resultados preliminares de Roberts y Villegas (2009) y Roberts y Villegas (2010a). Como se trata de una simulación a gran escala hidrodinámica, el esfuerzo cortante tangencial para todos los límites laterales o paredes verticales se desprecia (cero esfuerzo de corte tangencial).

La viscosidad y difusividad turbulenta horizontal dependen del flujo y el tamaño de la malla. Ambos coeficientes deben determinarse en el proceso de calibración. En las simulaciones que se presentan aquí los valores de fondo para la viscosidad y difusividad turbulenta horizontal se asumen como constantes e iguales a 100 m<sup>2</sup>/s sobre la base de los resultados preliminares (Roberts y Villegas (2009), Roberts y Villegas (2010a) y de calibraciones adicionales.

#### 4.3.5 Sitios de Monitoreo

El Delft3D permite el monitoreo de los parámetros del modelo en puntos seleccionados. El comportamiento en el tiempo de diversos parámetros fue monitoreado en los puntos de observación que se muestran en la Tabla 10. Estos son: los seis sitios de los ADCPs (Figura 13), Bernal, San Martín, Palermo, Norden, Conchillas y Colonia.

**Tabla 10. Sitios de Monitoreo**

Sitio de Monitoreo	Coordenadas			
	WGS 84		Gauss Kruger	
	Latitud	Longitud	X (m)	Y (m)

ADCP 1	-34.42030	-58.24833	5661095.9	6190502.3
ADCP 2	-34.52178	-58.13513	5671296.5	6179057.2
ADCP 3	-34.67355	-58.22642	5662617.0	6162368.8
ADCP 4	-34.71983	-57.96757	5686241.4	6156785.1
ADCP 5	-34.58860	-58.22690	5662738.8	6171795.0
ADCP 6	-34.69505	-58.15060	5669523.2	6159858.2
Bernal	-34.68278	-58.23000	5662270.8	6161350.5
San Martin	-34.54444	-58.41944	5645148.6	6176988.1
Palermo	-34.56667	-58.38333	5648424.2	6174469.3
Norden	-34.62881	-57.92486	5690362.6	6166804.8
Conchillas	-34.20633	-58.07719	5677280.6	6213957.3
Colonia	-34.45066	-57.83434	5699089.0	6186397.8

#### 4.4 Validación del Modelo

Los parámetros de calibración principales son la viscosidad horizontal, el coeficiente de arrastre del viento y la rugosidad del fondo. Ellos fueron variados para obtener resultados óptimos de acuerdo con el proceso de calibración descrito en Roberts y Villegas (2009) y Roberts y Villegas (2010a). Los valores óptimos encontrados para estos parámetros fueron: coeficiente de rugosidad (Manning)  $n=0.015$ , viscosidad horizontal  $=100 \text{ m/s}^2$  y coeficiente de arrastre del viento  $= 0.001$ .

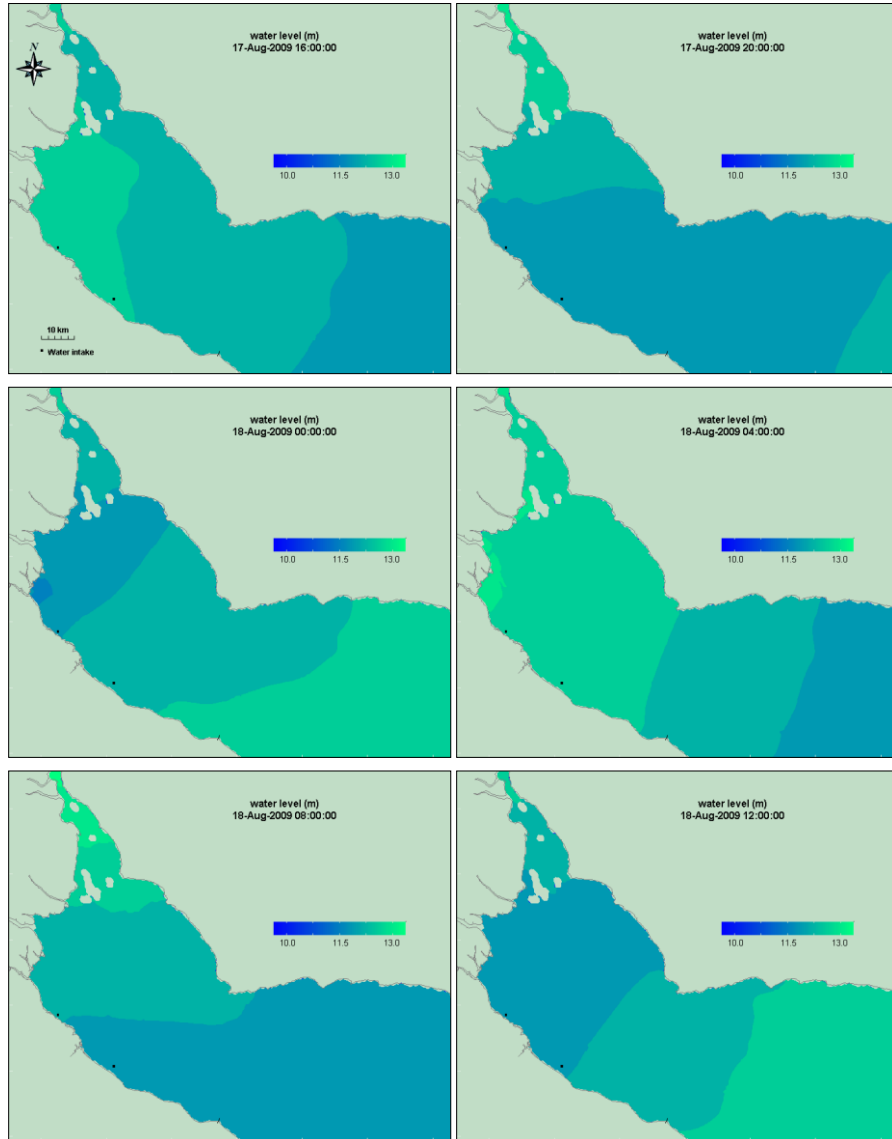
Para la etapa final de este proyecto, el modelo fue validado utilizando el conjunto de los datos registrados entre junio 2009 y junio 2010. Los resultados se presentan en el Apéndice B.

#### 4.5 Resultados

Los modelos global y anidado se ejecutan utilizando los parámetros de calibración seleccionados para obtener los datos hidrodinámicos que se utilizan en las simulaciones de calidad del agua que se presentan en el Capítulo 5. Los resultados principales se resumen a continuación.

##### 4.5.1 Niveles de Agua

Los niveles de agua están determinados principalmente por la marea, que es determinada por el nivel de la marea en la desembocadura del estuario. La figura 30 muestra los niveles simulados de agua en el dominio del modelo durante 20 horas a intervalos de cuatro horas para un periodo de simulación arbitrario (agosto 17-18, 2009). La propagación de la onda de marea a través del Río se observa claramente.

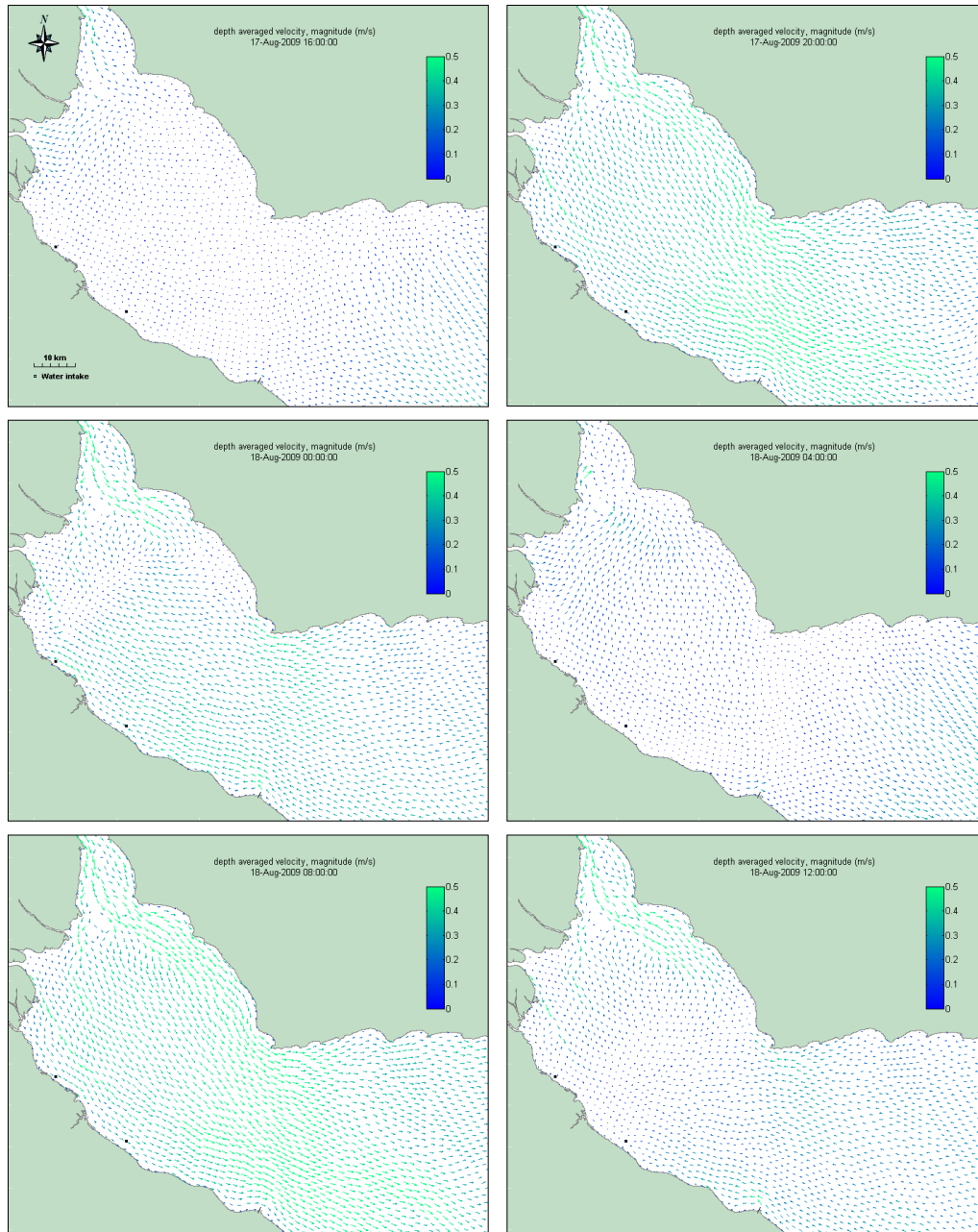


**Figura 30. Niveles de agua simulados cada 4 horas entre el 17 y el 18 de Agosto del 2009**

Series de tiempo completas de los niveles de agua observados y simulados para el ADCPs 5 se muestran en el Apéndice B1. El modelo reproduce muy de cerca los niveles de agua observados en todas las estaciones.

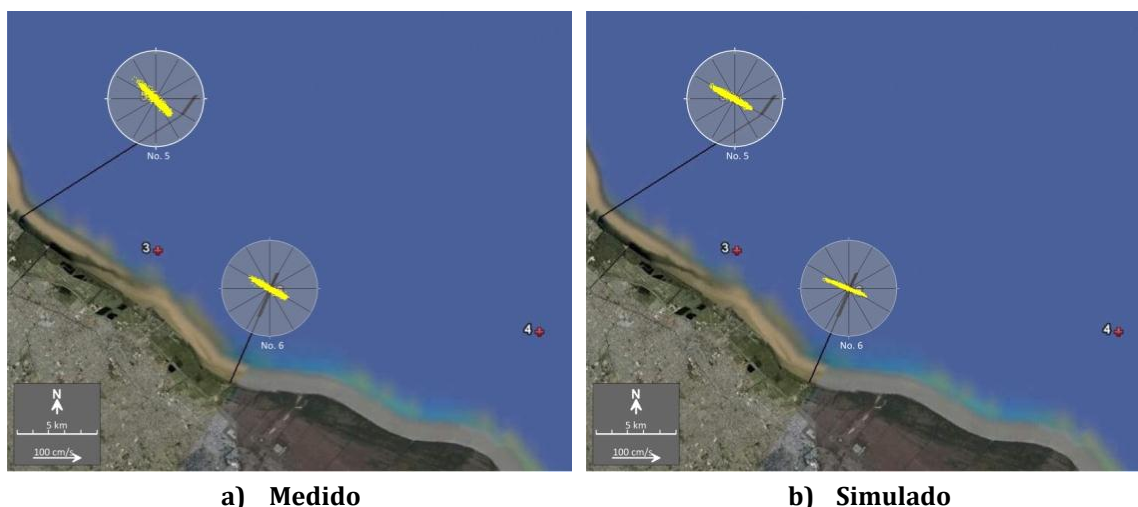
#### **4.5.2 Corrientes**

Como se discutió en la sección 2.6, las corrientes en el Río están dominadas por la marea. Esto también puede verse en la Figura 31. Esta Figura muestra vectores de velocidad típicos en el dominio del modelo a intervalos de 4 horas durante el mismo período de 20 horas de la Figura 30.



**Figura 31. Vectores de velocidad simulados cada 4 horas entre el 17 y el 18 de Agosto del 2009**

Corrientes medidas y simuladas típicas en los ADCPs cercanos a los dos difusores propuestos (ADCPs 5 y 6) se muestran como diagramas de dispersión polar en la Figura 32 para el período comprendido entre el 1 y el 31 de agosto del 2009.



**Figura 32. Diagramas polares de dispersión típicos de corrientes medidas y simuladas cerca a los ADCPs 5 y 6, Agosto del 2009**

Los diagramas de dispersión simulados son muy similares a los medidos (y para los que se muestran para un período de 90 días en la Figura 14). Las corrientes fluyen predominantemente a lo largo de los primeros ejes principales. Las principales propiedades estadísticas de las corrientes medidas y simuladas para Agosto del 2009 se resumen y comparan en la Tabla 11 (para los otros periodos medidos, véase Tabla 8).

**Tabla 11. Resumen de Corrientes medidas y simuladas, Agosto del 2009**

	Medido (m/s)		Modelado (m/s)	
	First PC	Second PC	First PC	Second PC
ADCP 5				
Velocidad promedio vectorial	0.085	-0.017	0.060	-0.014
Velocidad Máxima	-0.640	-0.147	-0.585	-0.100
Desviación estándar	0.237	0.032	0.242	0.025
Velocidad promedio escalar	0.227		0.226	
Dirección del eje de la primera PC	133°		121°	
ADCP 6				
Velocidad promedio vectorial	0.073	-0.004	0.054	-0.008
Velocidad Máxima	-0.506	0.099	-0.568	0.039
Desviación estándar	0.218	0.023	0.234	0.013
Velocidad promedio escalar	0.206		0.215	

Series de tiempo completas de las componentes principales (primera y segunda) medidas y simuladas para el período de simulación se muestran en el Apéndice B2.

Es evidente que el modelo captura muy bien las principales características hidrodinámicas. Como se discutió en la Sección 2.6.1, las corrientes son fuertemente mareales, con una marea dominante semi-diurna. La corriente de marea (el primer componente principal) se simula muy de cerca en fase y magnitud. Las velocidades escalares medias son también simuladas muy de cerca. Las velocidades medias modeladas (vector) son algo más lentas que las medidas, posiblemente debido a la incertidumbre en las descargas de los afluentes, que son las principales fuerzas motoras de la velocidad media en el Río. Los ejes principales de las corrientes simuladas están rotados en sentido horario con respecto a los valores medidos, 12° para el ADCP 5 y 7° para el ADCP 6. Las direcciones de las corrientes simuladas fueron generalmente consistentes con las medidas excepto durante periodos de vientos fuertes. Las desviaciones estándar (o varianzas) de las primeras componentes principales son simuladas de cerca por el modelo, pero las desviaciones estándar de las segundas componentes principales son más pequeñas que las medidas. Esto tiene implicaciones para el coeficiente de difusión, que determina la mezcla lateral del campo de contaminantes.

#### 4.6 Discusión

Un modelo bi-dimensional para la región de Río de La Plata interior se configuró utilizando el Delft3D. El modelo incorpora la batimetría del Río y predice las corrientes generadas por las mareas, los principales tributarios, y el esfuerzo del viento. El modelo utiliza una red global para simular la mayor parte del Río de la Plata usando una malla relativamente gruesa y una malla de alta resolución para simular los flujos de menor escala en torno a los difusores propuestos. Las condiciones de borde para el modelo anidado son proporcionadas por el modelo global.

El modelo hidrodinámico se ejecuta con los doce meses de datos de campo. El modelo fue calibrado mediante la variación de los coeficientes de rugosidad del fondo, el esfuerzo del viento, y la viscosidad horizontal. Ellos fueron variados de manera sistemática, y las predicciones de corrientes y niveles de agua del modelo fueron comparados con las corrientes y niveles de agua medidos por los ADCPs. Los coeficientes de calibración escogidos (óptimos) minimizan los errores entre valores medidos y simulados.

Las principales características hidrodinámicas son simuladas muy de cerca. Los niveles de agua modelados estuvieron en muy buen acuerdo en fase y magnitud con los valores medidos en todos los lugares de medición disponible durante toda la simulación. Las corrientes simuladas también estuvieron en muy buen acuerdo. Las primeras componentes principales, que representan hasta el 98% de la varianza total

de las corrientes, son muy cercanas a los valores medidos en fase, magnitud y dirección. Las segundas componentes principales no son bien simuladas, ya que tienen un importante componente aleatorio que no puede ser modelado. Las varianzas modeladas de las segundas componentes principales son más pequeñas que los valores medidos. Esto se tiene en cuenta en el modelo usando un mayor coeficiente de difusión lateral.



## 5. MODELAMIENTO LAGRANGIANO DE DESTINO Y TRANSPORTE

### 5.1 Introducción

La modelización del destino y transporte de los efluentes se discutió en detalle en Roberts y Villegas (2010b), sección 5. Los temas tratados fueron: criterios de dilución y los efectos en la dilución de campo cercano de la dilución inducida por el chorro y el barrido de la marea. El modelamiento se ejecuto para diversas alternativas de emisario y se presentaron los resultados para la dilución y el transporte de campo lejano. Los principales métodos y conclusiones se resumen a continuación.

El modelamiento de destino y transporte fue ejecutado usando dos enfoques Lagrangianos. El primero usa el Delft3D-PART, el modulo de seguimiento de partículas. Este módulo utiliza las corrientes simuladas por el módulo de flujo que se discutieron en el Capítulo 4. El modelo se ejecuta con doce combinaciones de longitudes de difusor y ubicaciones de los dos emisarios, como se muestra en la Figura 33. Concentraciones de trazadores conservativos fueron monitoreadas en lugares cercanos a los difusores durante el período de simulación. Debido a que no es práctico correr los modelos con todas las combinaciones para el período completo de datos, el modelado se centró en el mes de agosto de 2009, cuando los caudales de los afluentes fueron cercanos a los valores a sus promedios de largo plazo. Debido a que el efluente se mezcla bien en la profundidad del agua en una distancia corta de los difusores, PART simula la mezcla de campo cercano para la mayoría de velocidades de corriente. Sin embargo, este modulo subestima las diluciones a bajas velocidades de corriente, cuando la mezcla del chorro se vuelve importante. Los cálculos se modifican para corregir este efecto. PART tiene en cuenta la recirculación del efluente generada por la marea sobre el emisario.



### Figura 33. Alternativas de emisarios y difusores

La pluma es transportada de ida y vuelta sobre el difusor por las corrientes de marea. Las excursiones máximas hacia aguas arriba son típicamente de 5 km, pero en ocasiones puede ser mucho mayor, hasta unos 10 km, lo que lleva la pluma de Berazátegui aguas arriba de la toma de agua de Bernal. Las diluciones de campo varían ampliamente, debido a la muy amplia variación de las corrientes de marea, de cerca de 20:1 a muchos cientos a uno. Esto daría lugar a una situación muy diversa de las concentraciones bacterianas cerca de los difusores. La pluma no impactó las tomas de agua, pero a veces la pluma de Berazátegui estuvo a unos pocos cientos de metros de ella.

Las diluciones predichas se corrigieron por el efecto inducido por la mezcla a bajas velocidades y se calcularon los estadísticos de la dilución para cada alternativa de emisario. Para estas simulaciones se adoptó un criterio de dilución bajo el cual la dilución de campo cercano debe exceder 20:1 en todo momento. Esto debería permitir una dilución superior a 20:1 para el 90% del tiempo, que es el criterio general de dilución supuesto. Con base en este criterio, la recomendación preliminar para la longitud del difusor del emisario Berazátegui es de aproximadamente 2600 m, y para el emisario Riachuelo de cerca de 1800 m. Para estos difusores la mediana de las diluciones es del orden de 40:1.

Debido a la importancia del impacto de los vertidos sobre las tomas de agua, se utilizó una herramienta adicional para el modelado de campo lejano. Esta herramienta se denomina FRFIELD, y utiliza las corrientes medidas por el ADCPs directamente para predecir el transporte advectivo de las aguas residuales liberadas por los difusores. El campo de las corrientes se interpola entre los lugares de los medidores de corriente. Se hizo el seguimiento de las partículas y los resultados se utilizaron para determinar el coeficiente de difusión turbulenta utilizado en el modelo de rastreo de partículas. Los resultados confirmaron las simulaciones PART y tampoco predijeron impactos en las tomas de agua, aunque a veces las partículas se acercaron a unos cientos de metros de ellas. Se predijo algún impacto en la costa desde el emisario Berazátegui más corto. Hay poca o ninguna interacción entre las plumas de Riachuelo y Berazátegui. Para detalles sobre el modelamiento con el FRFIELD vea informes anteriores.

Estos cálculos se perfeccionaron aún más en Roberts y Villegas (2010cd). El difusor de Berazátegui recomendado se redujo a 2300 m, y el difusor de Riachuelo a 1400 m. Se recomendó que el emisario Berazátegui debe mantenerse en su longitud total actual, lo que significa que el punto más cercano de descarga debe moverse lejos de la costa y por lo tanto más lejos de las tomas de agua. Para el emisario Riachuelo se recomienda la alternativa más corta ya que no existe ninguna ventaja de extenderlo lejos de la costa. Los difusores deben orientarse perpendiculares y lo más cerca posible a los primeros ejes principales de los ejes para obtener el máximo beneficio de las corrientes en la dilución inicial.

## 6. MODELADO DE CAMPO CERCANO

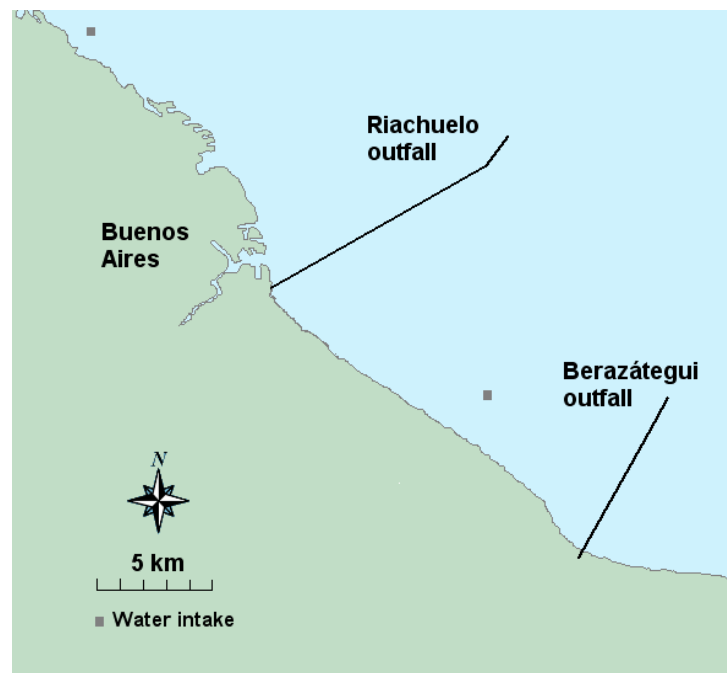
### 6.1 Resultados Previos

El modelamiento de campo cercano para las longitudes finales recomendadas para los difusores se discutió en dos memorandos de diseño separados: Roberts y Villegas (2010c) para el emisario Berazátegui, y Roberts y Villegas (2010d) para el emisario Riachuelo. Los métodos utilizados y las conclusiones esenciales se resumen a continuación.

Se discutió primero la mezcla vertical y lateral debida a la turbulencia del Río. Se demostró que el efluente se mezcla verticalmente sobre la profundidad del agua a una distancia desde el difusor del orden de unos pocos cientos de metros. Se consideró la mezcla lateral, y se mostró que la difusión lateral debida a la fluctuación lateral de la velocidad de la marea es mucho mayor de lo que se esperaría debido solo a la turbulencia. Las estimaciones del coeficiente de difusión lateral basado en las mediciones de los ADCPs fueron utilizadas en el modelo de rastreo de partículas.

La dilución inducida por el chorro en el campo cercano se estimó a partir de ecuaciones analíticas para garantizar que los chorros alcanzaran una dilución de campo cercano de al menos 50:1. Esto determinó los diámetros de los puertos. Las diluciones de campo cercano fueron entonces simuladas con variaciones de flujo diarias asumiendo una dilución del chorro de campo cercano de 50:1. El efecto de las corrientes en los chorros fue modelado con el modelo de campo cercano Visjet para determinar el número de puertos por *riser* y su separación.

La localización final de los emisarios se muestra en la Figura 34 y los diseños de los difusores se resumen en la Tabla 12.



**Figura 34. El río de La Plata y sus emisarios propuestos**

**Tabla 12. Resumen de los diseños recomendados para los difusores**

	Berazátegui	Riachuelo
Longitud del Difusor	2300 m	1400 m
Número de <i>risers</i>	47	29
Espaciamiento de <i>risers</i>	50 m	50 m
Número de puertos por <i>riser</i>	6	6
Diámetro Nominal interno del puerto	180 mm	195 mm
Diámetro Nominal interno del <i>riser</i>	0.52 m	0.63 m

## 6.2 Efecto de los caudales del Río en la dilución

Además de la longitud del difusor y la profundidad de agua, la dilución y el barrido de los efluentes descargados por los difusores dependen de la velocidad de la corriente media, de las corrientes de marea, y el caudal de los efluentes. Las longitudes de difusor recomendadas se basan principalmente en el requerimiento de obtener una dilución de campo cercano de por lo menos 20:1 el 90% del tiempo. Las simulaciones (Roberts y Villegas, 2010cd) emplearon principalmente los datos de Agosto del 2009. Los principales flujos tributarios, de los ríos Paraná y Uruguay, para este mes fueron de 22.660 m<sup>3</sup>/s (Tabla 8). Este valor se acerca mucho al caudal medio de largo plazo de 22.330 m<sup>3</sup>/s (Tabla 5). Sin embargo, las descargas de estos ríos pueden variar ampliamente. En esta sección se discute el efecto de variar las descargas de los tributarios en la capacidad de dilución de los emisarios propuestos.

La variación de los flujos tributarios durante el período de simulación se muestra en la Figura 11. El promedio mensual de los flujos y las corrientes medidas por los ADCPs más cercanos a los difusores (números 5 y 6) se calcularon y se resumen en la Tabla 8. La figura 18 muestra la variación de la corriente media frente a la tasa de flujo. La corriente media es casi linealmente proporcional a los caudales medios.

Para investigar la variación mensual de las diluciones, las diluciones se calcularon por los métodos descritos en Roberts y Villegas (2010a), Capítulo 3.

En resumen, el procedimiento calcula primero una dilución "media",  $S_{mean}$  (ec. 7) en función de la corriente media (barrido), y una dilución "efectiva",  $S_{eff}$  (ec. 10), que incluye la dilución inducida por el chorro,  $S_j$  y concentraciones de fondo de contaminantes que dependen de  $S_{mean}$ . Entonces, el modelo de seguimiento de partículas (PART) se ejecutó con una sustancia conservadora para estimar las diluciones de campo cercano. Por las razones expuestas en Roberts y Villegas (2010a), debido a que los efluentes se mezclan rápidamente en la profundidad y que el modelo es promediado en la profundidad, éste es capaz de calcular las diluciones de campo cercano y de dar cuenta de la recirculación del efluente sobre el difusor y

de la acumulación debida a las mareas. Sin embargo, debido a que PART no incluye la dilución inducida por el chorro (diseñada para ser 50:1), los resultados deben ser corregidos a bajas velocidades de corriente. Esto se consigue haciendo la dilución más baja igual a  $S_{eff}$ . Por último, se calculan los estadísticos de las diluciones corregidas.

Este procedimiento se realizó sobre una base mes a mes usando las corrientes medias de la Tabla 8, las corrientes simuladas discutidas en el Capítulo 4, los diseños recomendados de difusor de la Tabla 12, y los flujos de aguas residuales de las Figuras 35 y 36. Las diluciones se caracterizaron por sus valores del percentil 10 y la mediana y se resumen en la Tabla 13.

**Tabla 13. Variación mensual de la dilución**

Mes	Caudal del Río (m <sup>3</sup> /s)	Berazátegui		Riachuelo	
		10 percentil	Median	10 percentil	Median
Jul-09	18,670	17	43	17	43
Aug-09	22,660	21	41	21	49
Sep-09	26,030	22	48	22	53
Oct-09	27,150	24	57	24	61
Nov-09	35,080	25	72	26	70
Dec-09	38,720	28	70	29	70
Jan-10	33,430	26	68	26	65
Feb-10	32,910	26	65	26	66
Mar-10	27,750	23	57	23	58
Apr-10	25,060	22	53	22	50
May-10	30,820	25	62	25	62
Jun-10	25,920	22	55	22	55

Se puede observar que el efecto del caudal de los ríos esta principalmente en el percentil diez. Aunque puede caer por debajo de 20:1 para bajos caudales del Río, la mediana de las diluciones sigue siendo elevada.

## 7. MODELAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA

### 7.1 Introducción

Hay dos asuntos importantes de la calidad del agua: los contaminantes microbiológicos (bacterias patógenas, virus, protozoos y parásitos), y la degradación del medio ambiente. La degradación ambiental se debe principalmente a los contaminantes de las aguas residuales que exceden las capacidades de asimilación de los ecosistemas con la consiguiente acumulación de sustancias nocivas y la posible eutrofización debida a los nutrientes y la reducción del oxígeno disuelto.

Para tratar estos temas se realizaron simulaciones detalladas de calidad de agua para las ubicaciones finales de emisario de la Figura 34 y los diseños de difusor de la Tabla 12. Los estándares de calidad para el uso de agua tipo III de acuerdo con SAyDS (2009b) ("permitido para actividades recreativas sin contacto directo", véase el cuadro D1 en el Apéndice D) fueron asumidos como apropiados. Las concentraciones de los efluentes, los niveles base para el Río y las diluciones necesarias para lograr los principales requerimientos de la calidad del agua se resumen en la Tabla 14 junto con los módulos del modelo y los dominios utilizados para simularlos.

**Tabla 14. Valores asumidos para las concentraciones del efluente, niveles base en el Río y estándares de calidad para un uso de agua Tipo III**

Parámetro	Concentración del efluente		Niveles base en el Río	Estándar Tipo III	Frecuencia	Dilución requerida	Delft3D modulo y dominio
	Riach.	Beraz.					
Conservativo:							PART Global
Fenoles (µg/l)	40 <sup>(1)</sup>	40 <sup>(1)</sup>	10 <sup>(2)</sup>	<100	90%	No	
Detergentes (mg/l)	2 <sup>(1)</sup>	2 <sup>(1)</sup>	0.2 <sup>(2)</sup>	<5	90%	No	
Plomo (µg/l)	29 <sup>(1)</sup>	29 <sup>(1)</sup>	5 <sup>(2)</sup>	NR			
Cromo (µg/l)	95 <sup>(1)</sup>	95 <sup>(1)</sup>	5 <sup>(2)</sup>	NR			
No-conservativo – Bacteria:							PARTNested
E. coli (MPN/100ml)	2.4x10 <sup>7(2)</sup>	2.4x10 <sup>7(2)</sup>	300 <sup>(2)</sup>	<20,000	0%		
No-conservativo – Degradación Ambiental:							WAQNested
DOB (gO2/m³)	87 <sup>(1)</sup>	107 <sup>(1)</sup>	2 <sup>(2)</sup>	< 10	90%	10:1	
OD (g/m³)	0.3 <sup>(1)</sup>	0.3 <sup>(1)</sup>	8 <sup>(2)</sup>	> 4	90%		
NH <sub>4</sub> (gN/m³)	16 <sup>(1)</sup>	16 <sup>(1)</sup>	0.05 <sup>(2)</sup>	NR			
NO <sub>3</sub> (gN/m³)	0 <sup>(3)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	2 <sup>(2)</sup>	< 10	90%		
PO <sub>4</sub> (gP/m³)	2.4 <sup>(2)</sup>	2.4 <sup>(2)</sup>	0.17 <sup>(2)</sup>	-			
Total P (gP/m³)	-	-	-	< 1	90%		

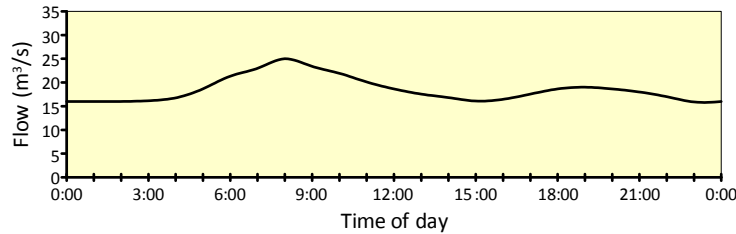
NR = No regulación

(1) SAyDS Mayo 2009

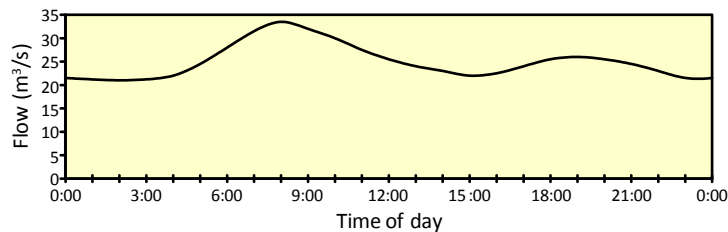
(2) AySA, datos históricos

(3) SAyDS Abril 2008

Series de tiempo diarias para las descargas del efluente fueron estimadas de acuerdo a la variación diurna que se muestra en las Figuras 35 y 36 para los emisarios de Riachuelo y Berazátegui respectivamente. Para el emisario de Riachuelo la descarga mínima es de 16.0 m<sup>3</sup>/s, la descarga promedio es de 18.5 m<sup>3</sup>/s, y la descarga pico es de 25.0 m<sup>3</sup>/s. Para el emisario Berazátegui la descarga mínima es de 21.0 m<sup>3</sup>/s, la descarga promedio es de 25.0 m<sup>3</sup>/s y el pico es de 33.5 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 35. Variación diurna asumida para la descarga de aguas servidas: Riachuelo**



**Figura 36. Variación diurna asumida para la descarga de aguas servidas: Berazátegui**

## 7.2 Enfoques de Modelamiento

Las simulaciones de calidad del agua se dividieron en dos grupos principales: conservativos y no-conservativos. Los parámetros no-conservativos se simulan en dos grupos: bacterias y aquellos relacionados con la degradación ambiental. Diferentes enfoques se utilizaron para modelar las diferentes sustancias.

Hay dos formas principales para predecir el transporte de contaminantes y el decaimiento en el campo lejano: un enfoque Euleriano o un enfoque Lagrangiano. El modelo Delft3D permite ambos. Las condiciones hidrodinámicas, tales como velocidades, elevaciones del agua, densidad, salinidad, y difusividad, se obtienen primero usando el modulo de flujo Delft3D-FLOW. La modelación hidrodinámica se discutió en el Capítulo 4. El enfoque de Lagrange se adapta bien a modelos de transporte de bacterias a lugares específicos y se utilizó para comparar diferentes alternativas de emisarios y difusores (Roberts and Villegas, 2010bcd). El modelo usado fue el Delft3D-PART, un modelo de seguimiento de partículas. El enfoque Lagrangiano no permite sin embargo abordar cuestiones más complejas de calidad del agua como el oxígeno disuelto, DBO y nutrientes, y en particular aquellos procesos que implican interacciones entre diferentes elementos. Estos problemas se

enfrentan mejor con un enfoque Euleriano, donde el campo de concentración de contaminantes se obtiene resolviendo las ecuaciones de advección-difusión para las sustancias de interés. Esto se hace con el módulo de calidad de aguas Euleriano de campo lejano, Delft3D-WAQ, que permite una amplia flexibilidad para las sustancias y procesos modelados.

De acuerdo con la autoridad ambiental (SAyDS, 2008c), el parámetro principal de simulación son las bacterias, aunque los nutrientes y el oxígeno disuelto también fueron considerados.

Los parámetros conservativos y las bacteria se modelan con el modulo Delft3D-PART. Los parámetros no-conservativos relacionados con la degradación ambiental se simulan con el Delft3D-WAQ. La configuración tiene en cuenta las interrelaciones entre nutrientes, DBO y OD para evaluar procesos de eutrofización y la posibilidad de crecimiento de las algas (diatomeas), debido a los vertidos de los emisarios.

Las diluciones requeridas para cumplir los principales requerimientos de calidad de agua se resumen en la Tabla 14. Note que para el cromo y el plomo el valor base del Río es ya superior a la “Norma”.

### **7.3 Parámetros Conservativos**

De acuerdo con la Tabla 14, la concentración de fenoles en el efluente es de 40 µg/l y el nivel base del Río es de 10 µg/l. Por lo tanto, el estándar de calidad de agua de 100 µg/l nunca será superado, incluso sin tener en cuenta la dilución del emisario. Del mismo modo, la concentración de detergentes en el efluente 2 mg/l, y la concentración de fondo del Río es de 0,2 mg/l. Por lo tanto la norma de calidad de agua de 5 mg/l nunca será superada.

No se han establecido regulaciones para el plomo y el cromo. El nivel de fondo en el Río para cada uno de ellos es de 5 µg/l. Por lo tanto, para diluciones de 20:1 las concentraciones del Río serán de 6.2 µg/l para el plomo y 9.5 µg/l para el cromo. Las elevaciones sobre los niveles base son de 1,2 y 4.5 µg/l para el plomo y el cromo respectivamente.

### **7.4 Parámetros no-conservativos: Bacterias**

De acuerdo con la autoridad ambiental (SAyDS, 2009b), el contaminante de mayor preocupación son las bacterias debido a su impacto potencial sobre la salud pública. Las normas bacterianas se basan sólo en E. coli, por lo tanto se realizaron predicciones de los impactos de E. coli como se describe a continuación.

El modelo hidrodinámico se ha ejecutado desde abril del 2009 a junio del 2010 tal como se describe en el Capítulo 4. Debido al tamaño de los archivos necesarios de comunicación, se generaron series mensuales independientes y se utilizó el Delft3D-PART tal como se describe a continuación.

#### **7.4.1 Escenario Base**



#### 7.4.1.1 Parámetros del Modelo

La velocidad de desintegración bacteriana es un parámetro importante. Se suele expresar en términos del tiempo que toma al 90% de las bacterias en morir,  $T_{90}$ , o la tasa de descomposición de primer orden,  $k$ . Ellos están relacionados por:

$$k = -\frac{\ln(0.1)}{T_{90}} \quad (1)$$

donde  $k$  es dado en  $\text{hrs}^{-1}$  y  $T_{90}$  es dado en hrs. Estas constantes son principalmente una función de la intensidad de la radiación UV, aunque también se ven afectadas por la temperatura, la salinidad (o concentración de cloruro), y las concentraciones de nutrientes. Varios experimentos han sido realizados por AySA para estimar el  $T_{90}$  para las descargas propuestas. Los resultados indicaron que el  $T_{90}$  puede variar desde 5 hasta 24 horas. Otros autores han encontrado una buena concordancia con las observaciones bacterianas realizadas en la costa mediante el uso de un  $T_{90} = 24$  horas (SAyDS, 2009b). Para el presente estudio asumimos que el  $T_{90}$  varía durante el día entre 5 y 24 horas de acuerdo a:

$$T_{90} = 14.5 + 9.5 \cos\left(\frac{\pi}{12}t\right) \quad (2)$$

donde  $t$  es la hora del día.

La concentración de bacterias fue estimada con base en datos proporcionados por AySA y descritos en Roberts y Villegas (2010b), Sección 3.4. La concentración de *E. Coli* en el efluente se asume como  $2.4 \times 10^7$  per 100 ml.

El modulo de seguimiento de partículas, Delft3D-PART, fue corrido para los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2009 y para enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio del 2010 de la siguiente manera:

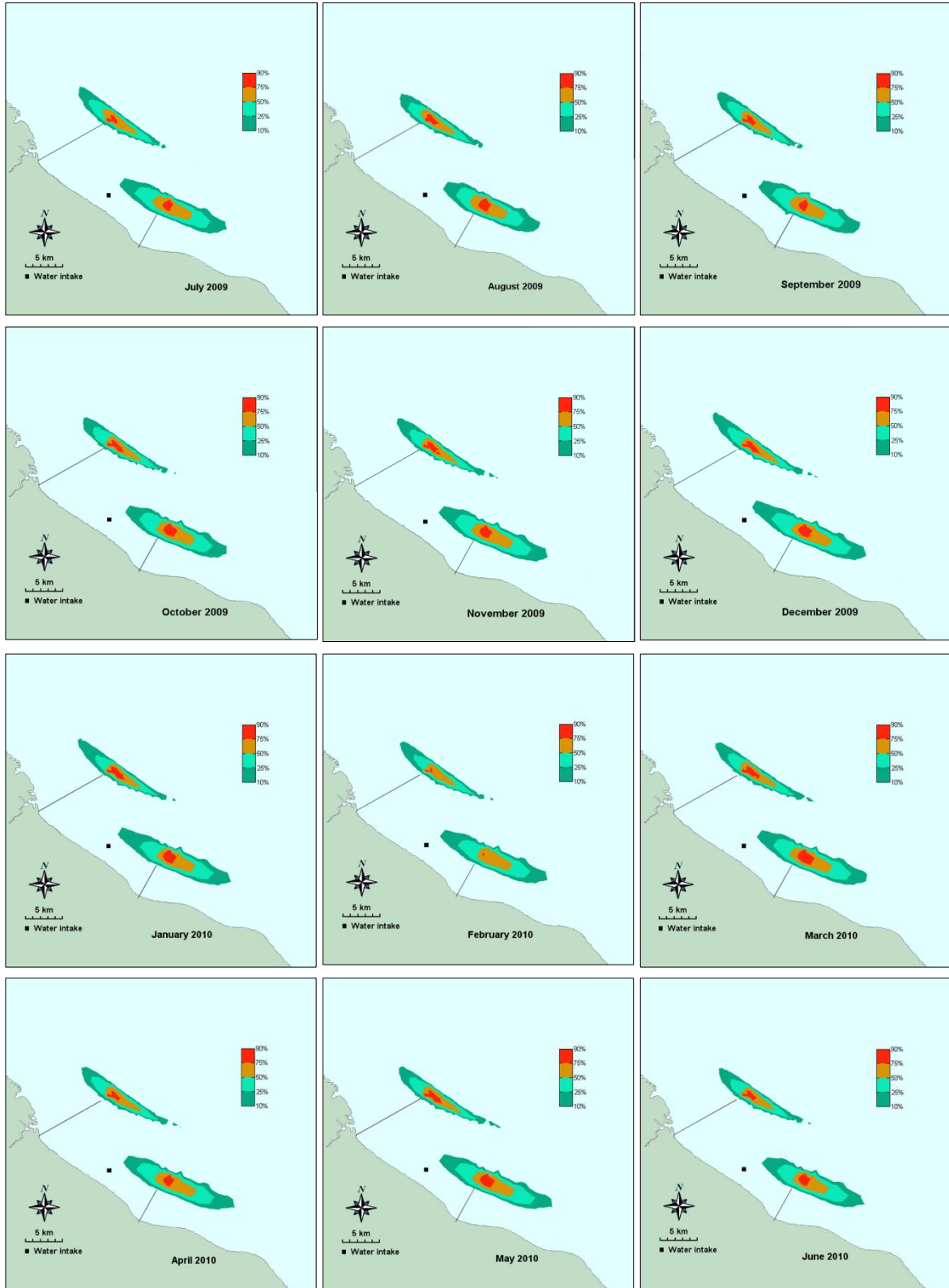
- Longitudes de difusión de 1400 y 2300 m para los emisarios de Riachuelo y Berazátegui respectivamente.
- El tamaño de las celdas de la malla anidada es de 100 m cerca de los difusores, luego, para un difusor de 1400 m las liberaciones se hicieron desde 14 celdas, y para un difusor de 2300 m, las liberaciones se hicieron desde 23 celdas.
- Numerosos Puntos de observación se definieron cerca de los difusores, las tomas de agua y la costa cercana.
- Tasas de decaimiento variables (series de tiempo diarias) de acuerdo a la ecuación 5.
- El coeficiente de difusión (denominado coeficiente de dispersión por el Delft3D) se asumió como  $0.32 \text{ m}^2/\text{s}$  de acuerdo a los resultados de las simulaciones con el FRFIELD.
- Aproximadamente un millón de partículas fueron liberadas durante cada periodo mensual.

#### 7.4.1.2 Resultados

Se generaron animaciones con los resultados de la modelación y cuadros seleccionados a lo largo de varios ciclos de marea se mostraron en Roberts y Villegas (2010b). Los resultados obtenidos aquí son similares y muestran una pluma arrastrada de ida y vuelta por la marea con una dilución muy variable. Las excursiones promedias de la pluma hacia aguas arriba son de alrededor de 4,5 km, aunque las excursiones máximas pueden alcanzar hasta los 10 km (ver Figura 36 en Roberts y Villegas, 2010b). Los resultados no predijeron impactos sobre las tomas de agua. Parches de concentraciones de bacterias se forman a bajas velocidades de corriente, pero estos parches se mezclan mientras viajan, debido a la difusión, a la dispersión y al decaimiento de las bacterias debido a su mortalidad.

Con el fin de resumir y presentar las predicciones y de compararlas sobre una base mensual, las series de tiempo simuladas en cada punto de observación se utilizaron para calcular las frecuencias con que los niveles de *E. coli* superan los 20.000 por 100 ml. Éste valor corresponde al estándar bacteriano de la SAyDS para un uso de agua tipo III "permitido para uso recreativo sin contacto directo" y que no debe superarse más de 10% del tiempo. Los resultados se muestran en la Figura 37. Para efectos comparativos, en la Tabla 14 se muestran los estándares de calidad aplicables para un uso de agua tipo III.

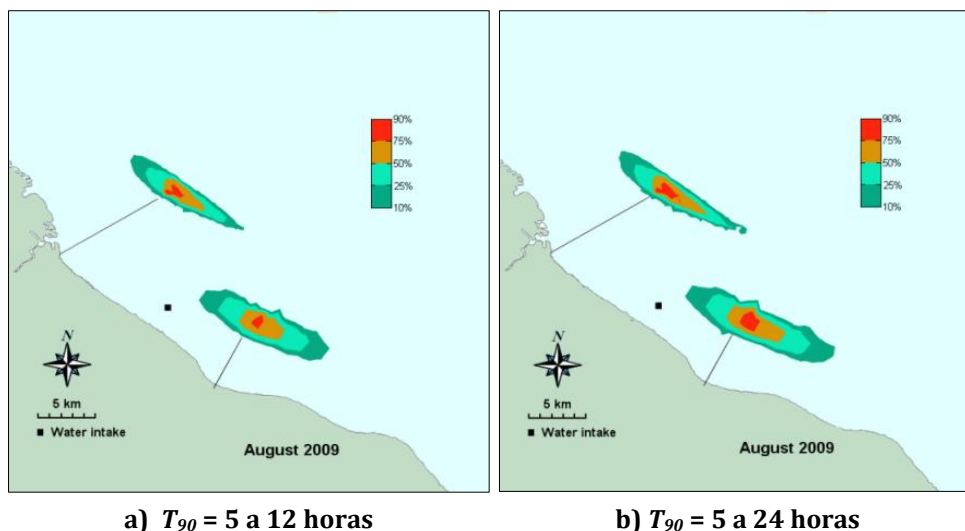
Las siguientes observaciones pueden hacerse: No hay impacto en las tomas de agua o la costa cercana. Esto también es válido para las simulaciones hechas con cero decaimiento bacteriano. El impacto bacteriano disminuye rápidamente con la distancia desde el difusor. El área afectada por los vertidos es relativamente constante durante todo el año. El estándar tipo III especifica que el nivel de 20.000 por cada 100 ml no debe superarse más de 10% del tiempo. Para Berazátegui, la longitud de la zona donde se supera este límite es de unos 15 km de largo por 3 km de ancho, para Riachuelo es de alrededor de 13 km por 2 km.



**Figura 37. Frecuencia de exceder niveles de E. Coli de 20,000 per 100 ml, por mes durante un año, Julio 2009 a Junio 2010.**

#### 7.4.2 Sensibilidad a la Tasa de Decaimiento

El impacto bacteriano depende de la tasa de decaimiento ( $T_{90}$ ). Las simulaciones anteriores suponen que el  $T_{90}$  varía durante el día entre 5-24 horas (Ec. 2). Una simulación adicional se ejecutó con un  $T_{90}$  variando entre 5-12 horas para el mes de agosto de 2009 con una concentración del efluente de  $2.4 \times 10^7$  per 100 ml. Los resultados se muestran en la Figura 38 como el porcentaje de tiempo que el nivel de E. coli de 20,000 por 100 ml es superado con el fin de compararlos con la norma de calidad del agua para el uso del agua Tipo III. Los resultados son muy similares.



**Figura 38. Sensibilidad del cambio de las tasas de descomposición en la Frecuencia de exceder niveles de E. Coli de 20,000 por 100 ml, Agosto 2009**

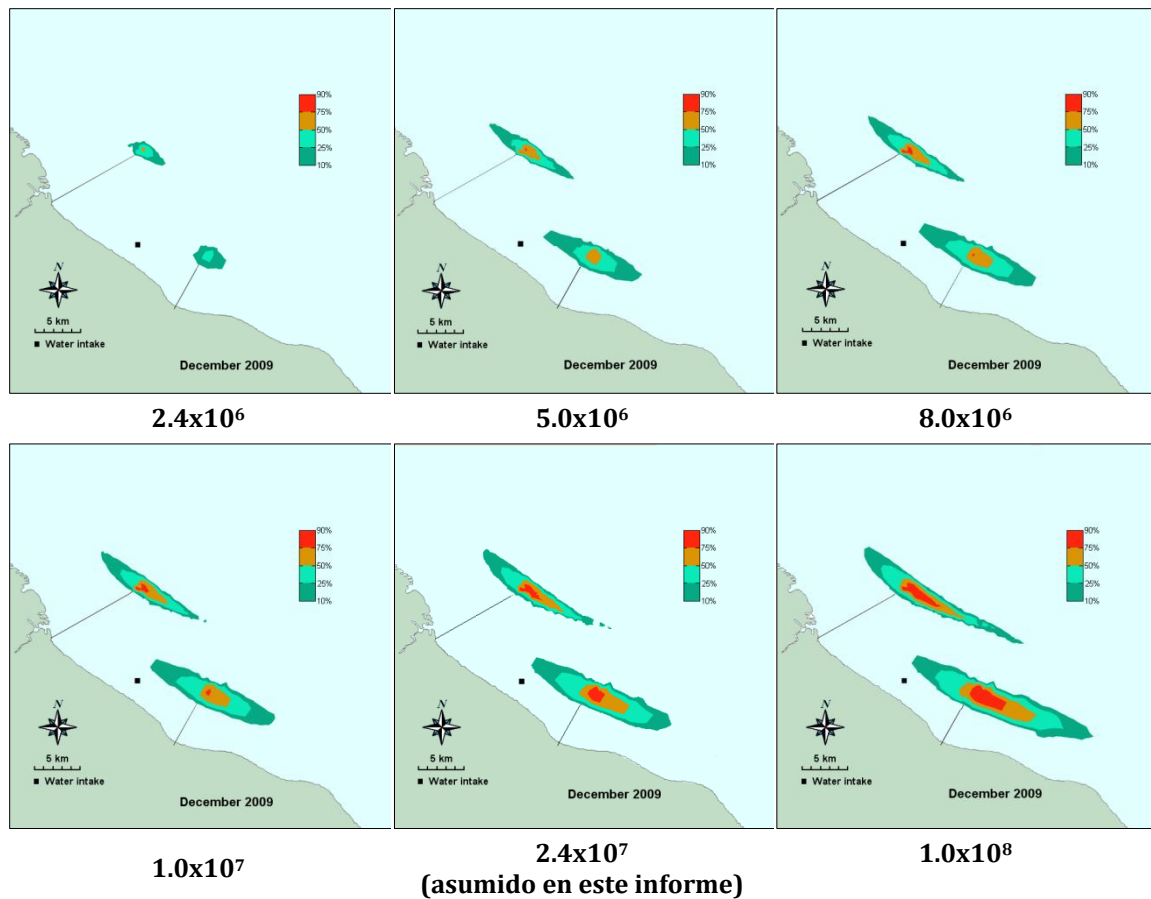
#### 7.4.3 Sensibilidad a diferentes concentraciones de efluente

Para las ubicaciones y configuraciones de difusor seleccionadas se realizaron análisis de sensibilidad para diferentes concentraciones de efluente utilizando el módulo PART. Las concentraciones seleccionadas fueron  $2.4 \times 10^6$ ,  $5.0 \times 10^6$ ,  $8.0 \times 10^6$ ,  $1.0 \times 10^7$ ,  $2.4 \times 10^7$ , and  $1.0 \times 10^8$  per 100 ml. El primer valor representa el valor más bajo registrado y el último el más alto. Las simulaciones se realizaron con los resultados hidrodinámicos para diciembre de 2009.

Los resultados se muestran en la Figura 39 como el porcentaje de tiempo que un nivel de E. coli de 20,000 por 100 ml es superado con el fin de compararlos con la norma de calidad del agua para el uso del agua Tipo III.

Se puede observar que los contornos son similares para concentraciones de la fuente mayores de  $8.0 \times 10^6$  per 100 ml; y los contornos se reducen significativamente cuando las concentraciones se reducen por debajo de ese valor y el área afectada es muy pequeña cuando la concentración se reduce hasta  $2.4 \times 10^6$  per 100 ml. La razón de este aparentemente comportamiento anómalo es la dilución de campo cercano la cual se vuelve cada vez más importante a medida que la concentración en la fuente se

reduce (por lo menos cuando las concentraciones en el Río se reducen por debajo de 20,000 por 100 ml).



**Figura 39. Sensibilidad del cambio de la concentración en la fuente en la Frecuencia de exceder niveles de E. Coli de 20,000 por 100 ml, Diciembre 2009**

## 7.5 Otros Parámetros no-conservativos

Con base en el comportamiento de la pluma para las simulaciones de E. coli indicadas arriba y el análisis del comportamiento de las corrientes durante los eventos de sudestada presentados en la sección 7.6, se seleccionaron los meses de julio, septiembre y diciembre del 2009 y marzo del 2010 fueron seleccionados para evaluar las variaciones estacionales de otros componentes no conservativos. Estos se realizaron con el módulo Delft3D-WAQ el cual da cuenta de las interacciones entre nutrientes, DBO y OD para evaluar los procesos de eutrofización en el cuerpo de agua y el posible crecimiento de las algas (diatomeas) debido a los vertidos de los emisarios.

### 7.5.1 Parámetros del Modelo

Delft3d-WAQ requiere varios parámetros. Los más importantes, las constantes de biodegradación y nitrificación, se suponen como 0,25 y 0,10 day-1

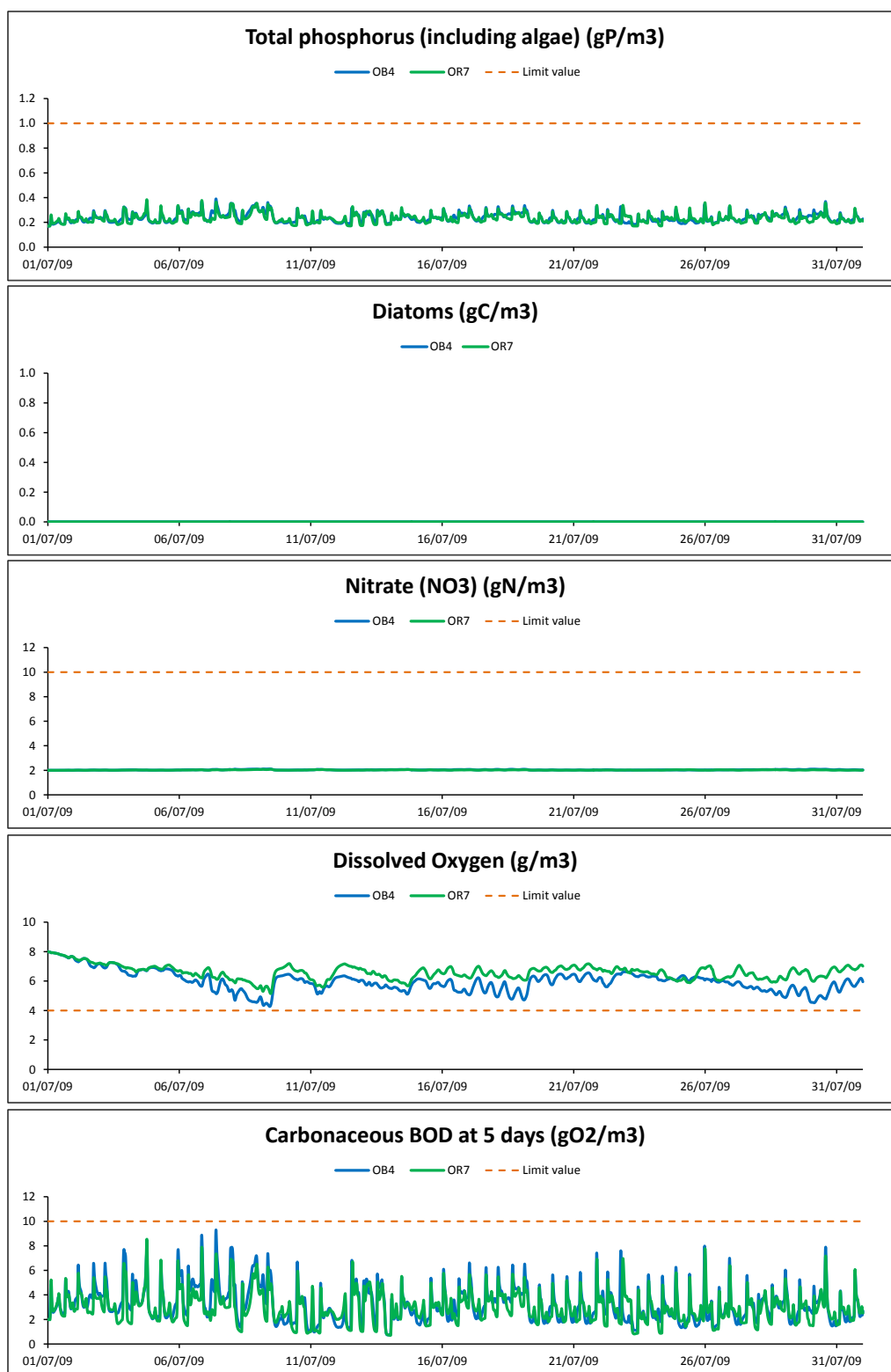
respectivamente, de acuerdo con resultados de estudios anteriores (SAyDS, 2008c). Se utilizaron series de tiempo medidas para la radiación solar y temperatura del agua (véase el capítulo 2). Las condiciones iniciales en el Río (los niveles base) se establecieron de acuerdo a los datos históricos suministrados por AySA y las concentraciones de efluente de la Tabla 14.

El Delft3D-WAQ permite el uso de diferentes grupos de sustancias. Para el Río de la Plata utilizaremos dos de ellas: *Oxygen-BOD* y *Eutrophication*. El grupo de sustancias *oxygen-BOD* incluye dos sustancias: *BOD carbonácea* a los 5 días y oxígeno disuelto. Los procesos para la *BOD carbonácea* incluyen mineralización de la DBO y la DQO (*BODCOD*) y los procesos para el oxígeno disuelto incluyen la mineralización de la DBO y la DQO (*BODCOD*), nitrificación del amonio (*Nitrif\_NH4*), producción primaria neta y mortalidad (*GroMrt\_dia*), absorción de nutrientes para el crecimiento de algas (*NutUpt\_dia*), mineralización de carbono orgánico (*WM\_OOC*) y limitación (*PPrLim*).

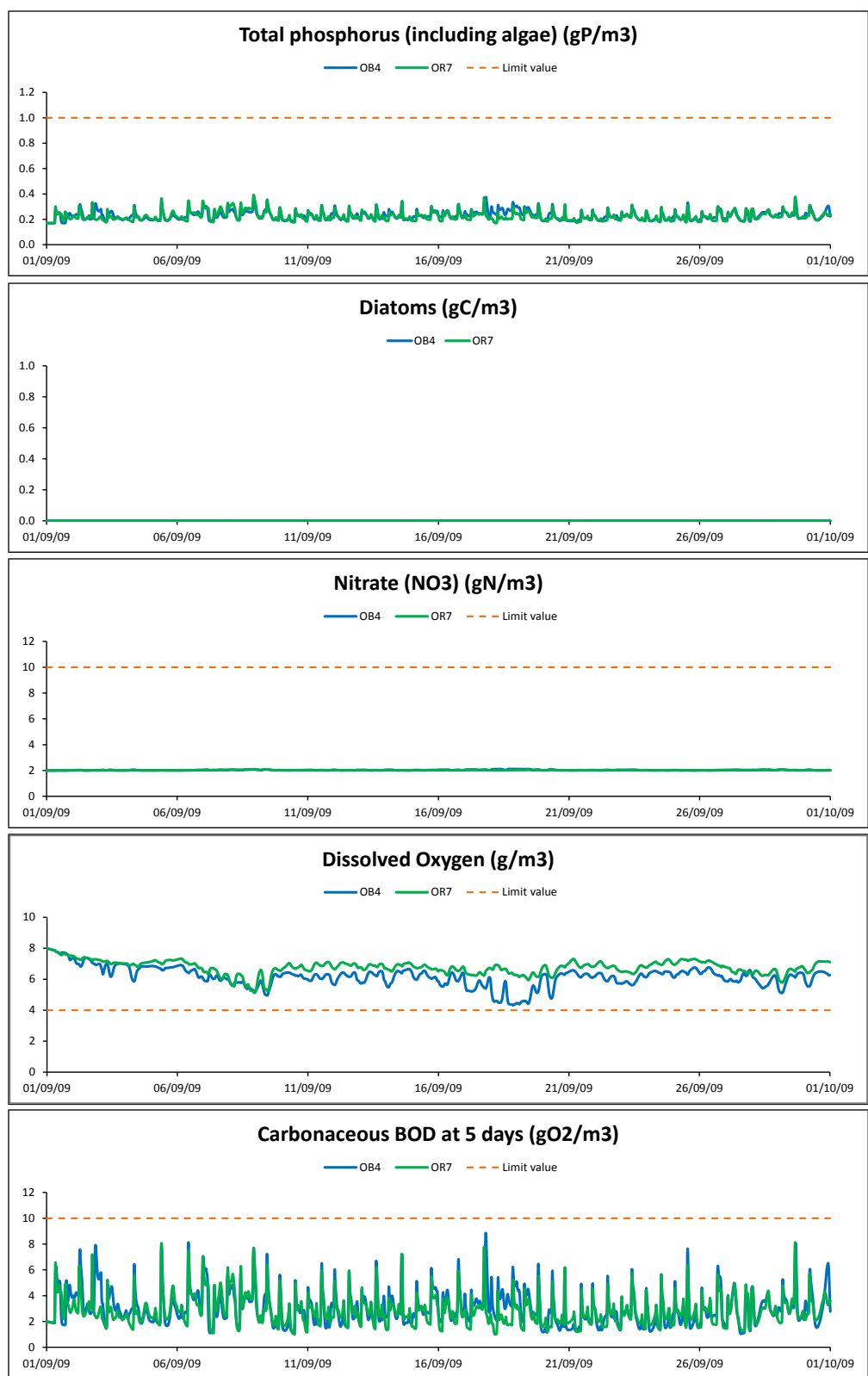
En el grupo de sustancias *eutrophication* se incluyen las diatomeas, el amonio ( $\text{NH}_4$ ), el nitrato ( $\text{NO}_3$ ), el Ortho-fosfato ( $\text{PO}_4$ ) y el carbono orgánico (OOC). Los procesos para las diatomeas incluyen producción primaria neta y mortalidad (*GroMrt\_dia*) y limitación (*PPrLim*). Los procesos para el  $\text{NH}_4$  incluyen la absorción de nutrientes para el crecimiento de algas (*NutUpt\_dia*), nitrificación del amonio (*Nitrif\_NH4*) y *Release* (liberación) (*NutRel\_dia*). Los procesos para el  $\text{NO}_3$  incluyen la absorción de nutrientes para el crecimiento de algas (*NutUpt\_dia*) y nitrificación del amonio (*Nitrif\_NH4*). Los procesos para el  $\text{PO}_4$  incluyen la absorción de nutrientes para el crecimiento de algas (*NutUpt\_dia*), *Release* (*NutRel\_dia*) y *Composition* (*Compos*). Los procesos para el OOC incluyen la mineralización de carbono orgánico (*WM\_OOC*) y *Release* (*NutRel\_dia*).

### 7.5.2 Resultados

Series de tiempo simuladas para los parámetros de calidad seleccionados para julio, septiembre y diciembre de 2009 y marzo del 2010 en los puntos de observación OB4 y OR7 (situados a unos 200 metros de los centros de los difusores de Berazátegui y Riachuelo respectivamente) se muestran en las Figuras 40, 41, 42 y 43. Los estándares de calidad de agua para el uso de agua tipo III se muestran también para efectos comparativos.



**Figura 40. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: Julio 2009. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja.**



**Figure 41. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: Septiembre 2009. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran**



como líneas naranja.

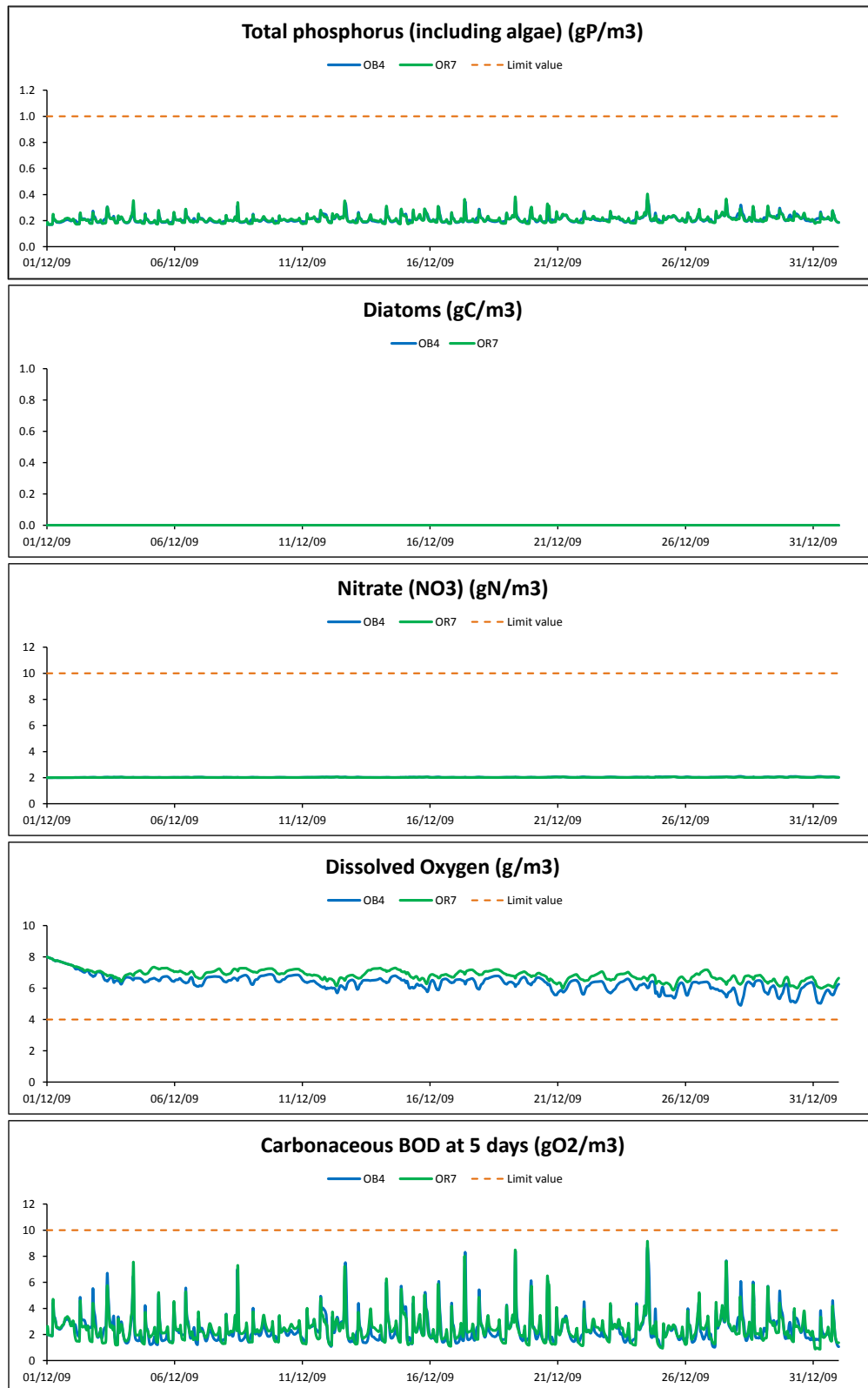
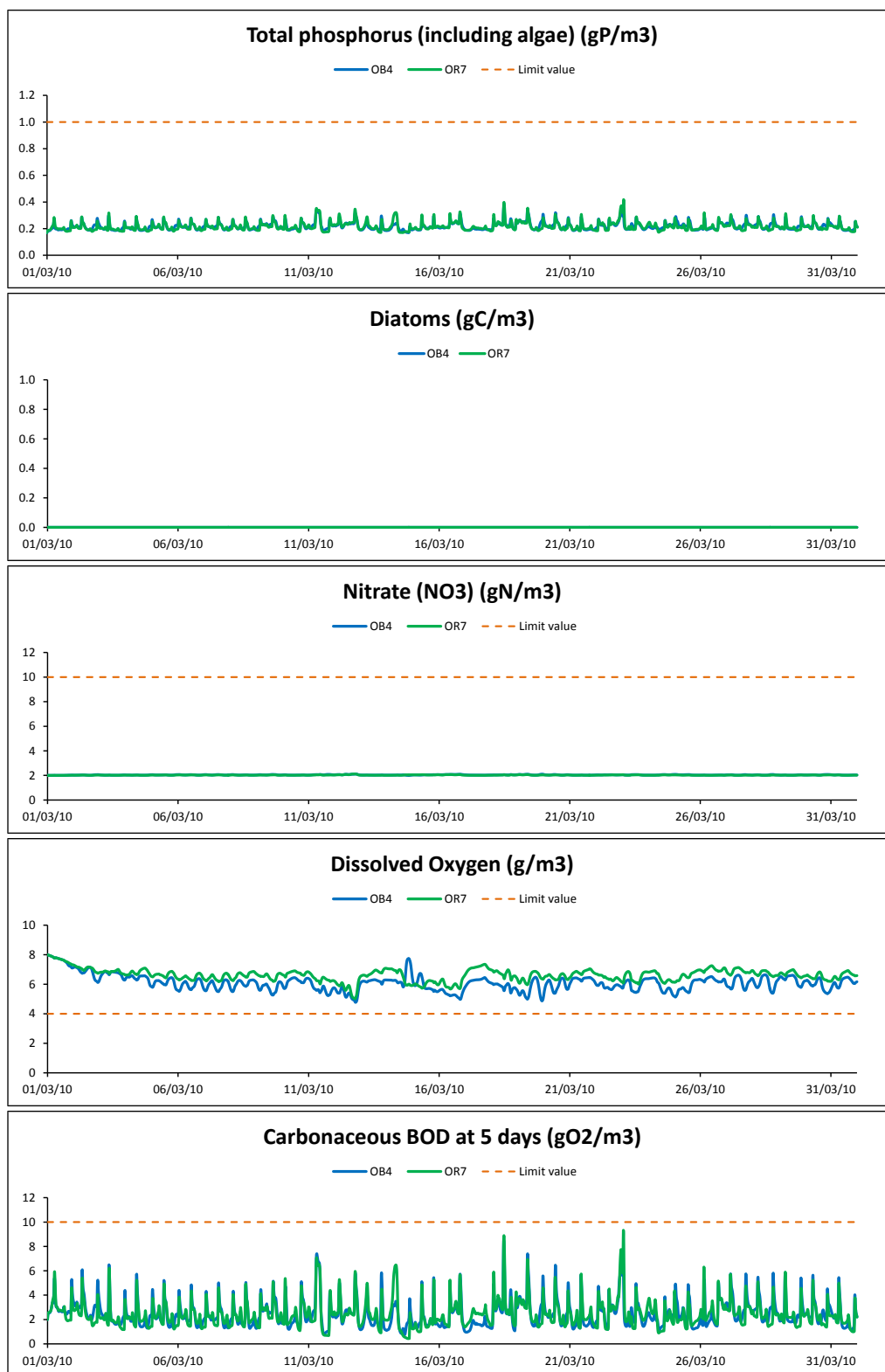


Figure 42. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7:

**Diciembre 2009. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja.**



**Figure 43. Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7:**

### **Marzo 2010. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja.**

Las series de tiempo muestran un comportamiento similar para todos los periodos estacionales y no indican ningún problema de contaminación importante. Los niveles de los parámetros cumplen siempre las normas para el uso de agua tipo III. El Fósforo total fue siempre inferior a  $0,4 \text{ gP/m}^3$  y no hubo crecimiento de algas indicando la no existencia de problemas de eutrofización generados por los vertidos de los emisarios. El nivel de  $\text{NO}_3$  nunca fue superior a  $2,2 \text{ gN/m}^3$ , los valores de DO nunca cayeron por debajo del valor límite, presentando concentraciones medias en torno al  $6,5 \text{ g/m}^3$ . Las concentraciones de DBO fueron siempre menores de  $10 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ . No se predijeron impactos en las tomas de agua o la línea de costa.

#### **7.5.3 Efecto de eventos tipo sudestada en la calidad del agua**

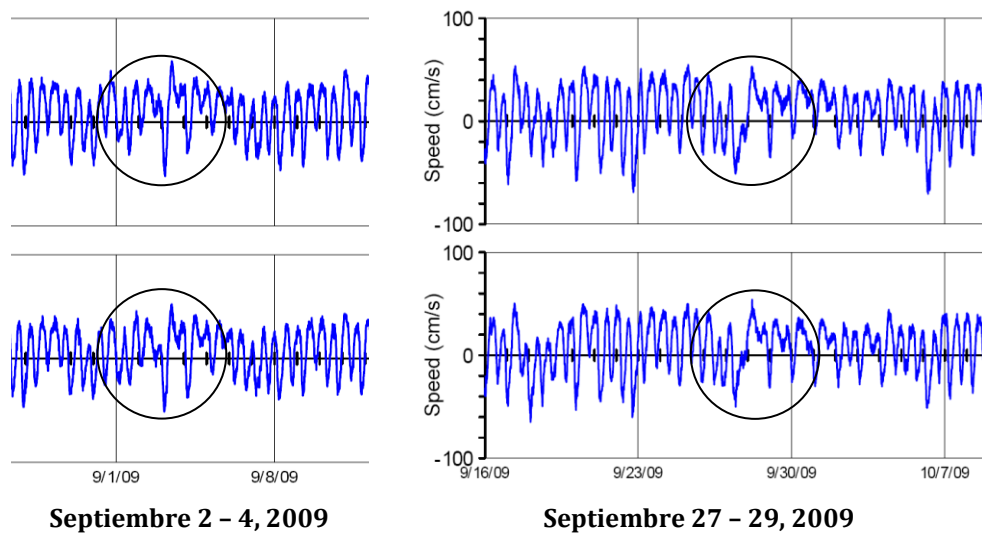
Se han planteado interrogantes acerca del efecto de las "sudestadas" en la calidad del agua. Una sudestada es un fenómeno local asociado con fuertes vientos del sudeste sobre el estuario del Río de la Plata. Ellos afectan la costa de Buenos Aires y sus alrededores con inundaciones y normalmente van acompañados de lluvias persistentes. Diferentes patrones de la circulación atmosférica de bajo nivel pueden causar sudestadas. Tres de ellos representan el 70% de los casos y más del 60% están asociados con una circulación anticiclónica centrada al sur del estuario del Río de la Plata. La mayoría de las sudestadas se asocian tanto con alta presión al sur del Río y una zona de relativamente baja presión al norte que provoca vientos del sureste, produciendo un aumento del nivel del mar y un fuerte oleaje en la costa. Estos campos de circulación atmosféricos de bajo nivel que generan sudestadas son anómalos en comparación con las condiciones medias y que prevalece sobre la región (Escobar, 2004).

Las Sudestadas se producen durante todo el año, pero son menos frecuentes en invierno. Sin embargo, las que se producen en invierno presentan un intenso y considerablemente bien desarrollado sistema de baja presión en el noreste de Argentina y Uruguay característico de fenómenos de ciclogénesis, alcanzando en promedio niveles máximos mayores que los alcanzados durante otras estaciones.

Escobar tipifica las sudestadas por sus efectos sobre el nivel de Río y presenta un análisis estadístico de las variables que las caracterizan, a saber, la altura y la duración de la crecida de tormenta. Por lo tanto, dado que el nivel de inundación del Río es de  $2,50 \text{ m}$  y la marea astronómica media es de unos  $0,90 \text{ m}$  (D'Onofrio et al., 1999), el criterio adoptado para la definición de un aumento de la marea fue de un nivel de  $1,60 \text{ m}$  persistente durante al menos 24 horas. Nosotros usamos este criterio para identificar eventos de sudestada en los registros medidos en la estación Bernal. Durante el periodo registrado se identificaron varios eventos de sudestada, principalmente durante los meses de septiembre y octubre.

La implicancia de estos fenómenos sobre la calidad del agua está directamente relacionada con lo que sucede con las corrientes del Río. La dinámica de las

corrientes durante estos días puede verse en los gráficos de componentes principales para los de ADCPs 5 y 6 que se muestran en la Figura 44.

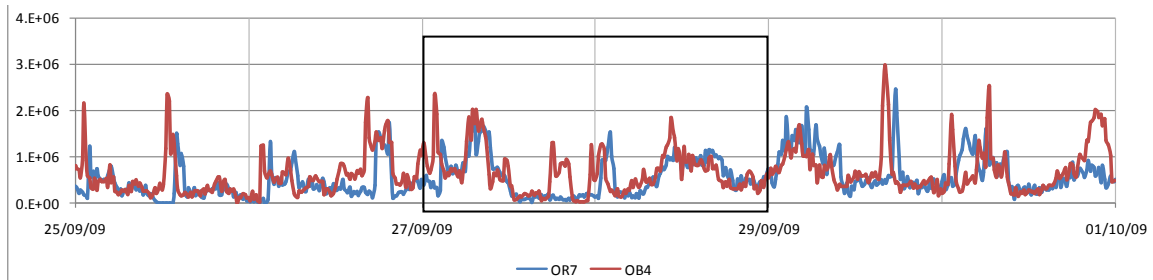


**Figura 44. Primeras componentes principales de las corrientes en los ADCPs 5 (arriba) y 6 (abajo) durante dos eventos de sudestada.**

Las Figuras muestran dos eventos de sudestada: septiembre 2-4 y septiembre 27-29 del 2009. En los gráficos se puede observar como al inicio de las sudestadas las primeras componentes principales son predominantemente negativas (entrando al estuario), aumenta la elevación del nivel del agua y más agua fluye hacia adentro del estuario. Después de que el viento amaina, el exceso de agua fluye hacia fuera del estuario, las corrientes son predominantemente positivas (saliendo del estuario). Desde el punto de vista de la calidad del agua el momento más crítico está asociado con la primera parte, cuando las corrientes fluyen hacia el estuario porque esto podría hacer que los efluentes alcancen las tomas de agua.

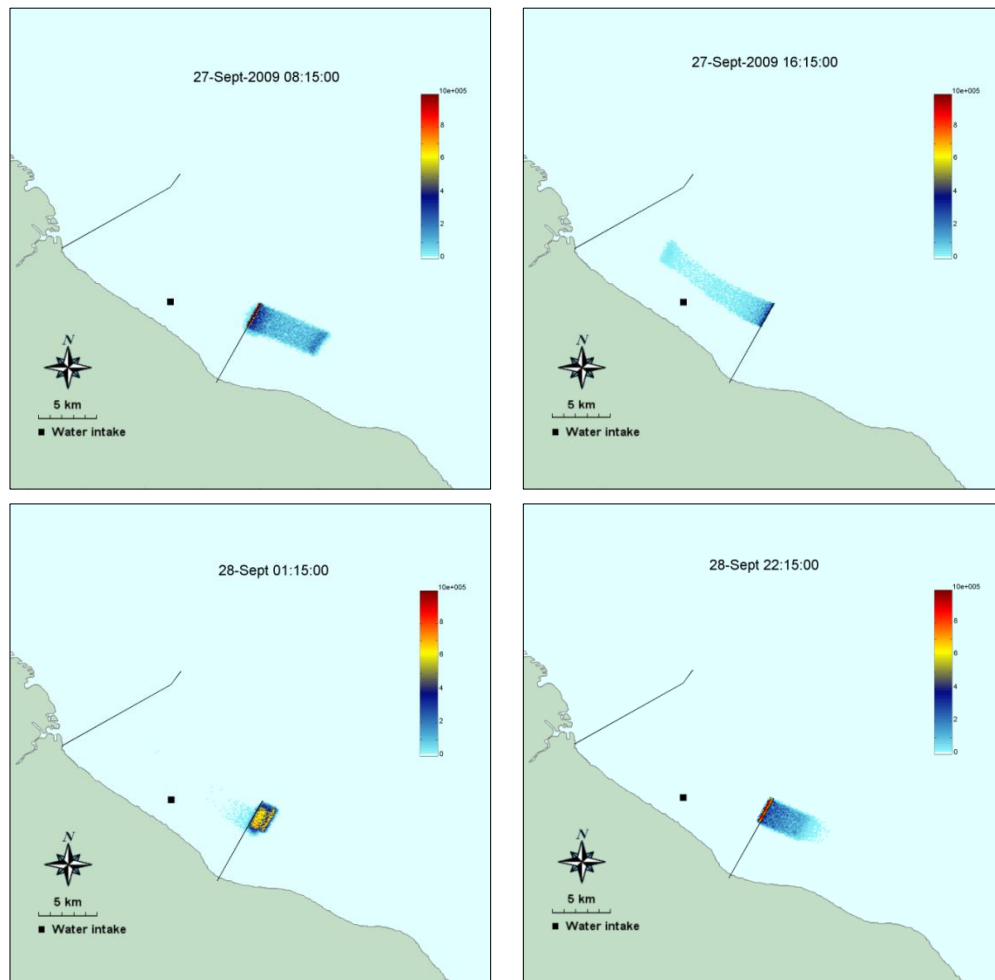
Al inicio del evento de sudestada del 27-29 de septiembre, por ejemplo alrededor de las 08:00 del 27 de septiembre, las corrientes son hacia adentro del estuario (negativas) con velocidades de hasta 50 cm/s. Para las primeras horas del 28 de septiembre las corrientes son hacia afuera del estuario (positivas), de nuevo llegando a velocidades de hasta 50 cm/s. Sin embargo, estas corrientes no son más fuertes que las registradas durante otros días. Observaciones similares se pueden hacer para la sudestada del 2-4 de septiembre.

Series de tiempo simuladas de la concentración de *E. coli* durante la sudestada de septiembre 27-29 se presentan en la Figura 45. Ellas no muestran desviaciones significativas respecto a su comportamiento en otros momentos.



**Figura 45. Concentraciones de E. coli durante el evento de sudestada de Sept 27<sup>th</sup> -29<sup>th</sup> simuladas a 200 m de los emisarios de Riachuelo (OR7) y Berazategui (OB4).**

Otro ejemplo del efecto de la sudestada del 27-29 septiembre en la pluma de Berazategui se presenta en la Figura 46. En la Figura se muestran cuadros extraídos de las animaciones.



**Figura 46. Pluma de Berazategui durante el evento de sudestada de Sept 27-29.**

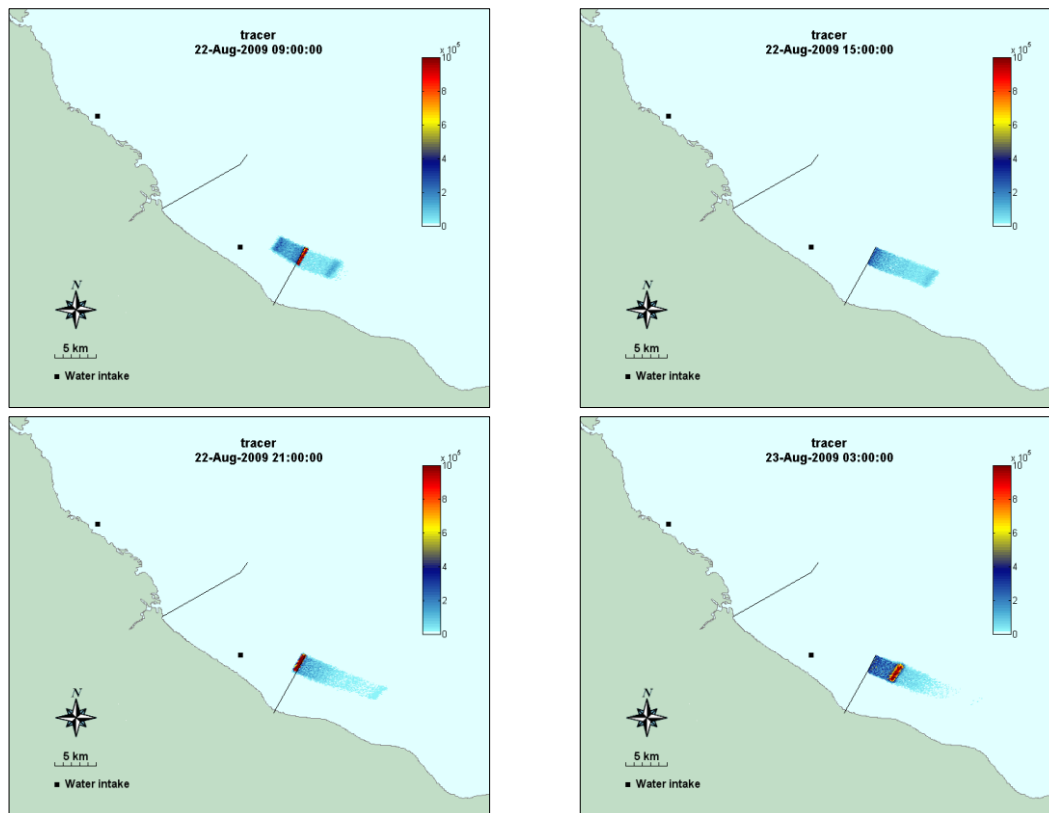
El 27 de septiembre, alrededor de las 8:15, la pluma inicia su viaje hacia aguas arriba, viajando unos 10 km en 8 horas (a las 16:15) pero con altas diluciones.

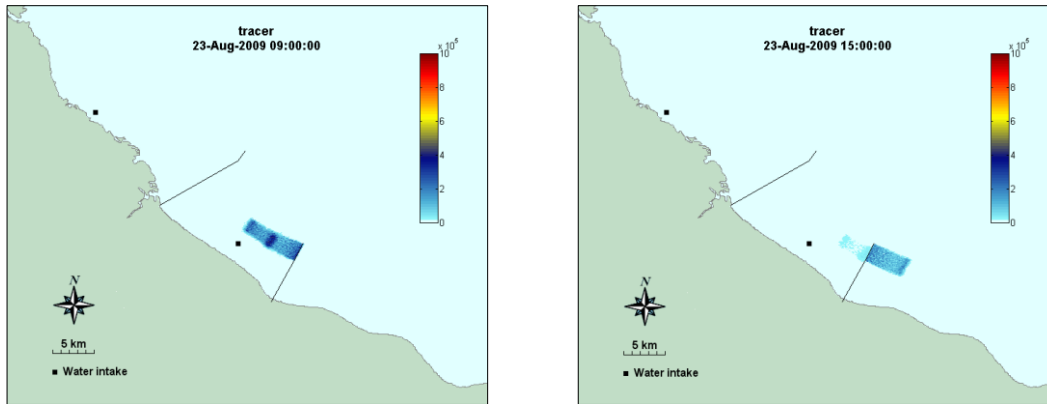
Después de este tiempo, las velocidades son bajas, limitando la pluma a una pequeña zona en torno al 28 de septiembre a las 01:15 cuando la corriente da marcha atrás y empieza a fluir hacia afuera del estuario. Esta dirección de corriente prevalece durante la mayor parte del 28 de septiembre.

Debido a que la concentración de bacterias no es más alta de lo normal y la forma de la pluma es similar, se puede concluir que esta sudestada no afectó significativamente la calidad del agua. Si bien puede generar excursiones más largas de la pluma hacia aguas arriba, no se produce ningún efecto en las tomas de agua.

#### 7.5.4 Efecto de eventos de marea baja en la calidad del agua

En ocasiones, el Río de la Plata muestra niveles de agua muy bajos, como los registrados en junio 29-30 y julio 22-23 del 2009 (véase Apéndices A2 y A3), debido al efecto de vientos fuertes del suroeste. Las simulaciones mes a mes presentadas arriba, no mostraron efectos en la costa o cerca de las tomas de agua en estos o en otros períodos. La figura 47 muestra cuadros de la animación de la pluma de Berazátegui durante el evento de marea baja (*spring tide*) que se produjo entre el 22 y el 23 de agosto del 2009. La pluma claramente se mueve hacia adelante y hacia atrás a lo largo del eje principal del Río sin afectar a las tomas de agua o la costa.





**Figura 47. Pluma de Berazategui durante el evento de marea baja de Agosto 22-23, 2009.**

## REFERENCIAS

- AySA, Dirección de Planificación. (2008). Modelización Río de la Plata. Ensayo T<sub>90</sub>. Informe de Avance.
- CARP (1989) Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de La Plata. Comisión administradora del Río de la plata. Montevideo-Buenos Aires.
- Carreto J. et al. (2003). Floraciones de Algas Nocivas en el Río de la Plata y Frente Marítimo. Proyecto "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats".
- Ecisa (2010a). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual Enero-Febrero 2010. Preparado para AySA.
- Ecisa (2010b). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe de Campaña, Agosto 2010. Preparado para AySA.
- Eih (2009a). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°1, Enero 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009b). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°2, Febrero 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009c). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°3, Marzo 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009d). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°4, Abril 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009e). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°5, Mayo 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009f). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°6, Junio 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009g). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°7, Julio 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009h). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°8, Agosto 2009. Preparado para AySA.
- Eih (2009i). Proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca Matanza-Riachuelo, Recopilación de datos Hidrometeorológicos para el Río de La Plata. Informe Mensual N°9, Septiembre 2009. Preparado para AySA.



- Fossati M. and Piedra-Cueva I. (2007) Numerical modeling of residual flow and salinity in the Río de La Plata. *Applied Mathematical Modelling*.
- Framiñan M.B. and Otis B. Brown. (1996) Study of the Río de La Plata turbidity front, Part I: Spatial and temporal distribution. *Continental Shelf Research*, Vol 16, No 10, pp 1259-1282.
- Hoffman et al. (1997). Características climáticas del océano Atlántico sudoccidental. In: Boschi (Ed.), *El mar argentino y sus recursos pesqueros*, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina pp 163-193 (Capítulo 1).
- Huret et al. (2005). Coupling physical and biogeochemical processes in the Río de la Plata plume. *Continental Shelf Research* March-April 2005; 25 (5-6): 629-653.
- Irigoyen MI (1998). Análisis de la sedimentación en el embalse de Salto Grande. *Congreso nacional del agua Santa Fe Argentina 1998* pp 376-385.
- Jaime, P. and Menéndez, A.N. (2002). Análisis del Régimen Hidrológico de los ríos Paraná y Uruguay. Informe INA-LHA 05-216-02, Comitente: Proyecto Freplata, Julio.
- Jaime P., Menéndez A. y Natale O. (2001). Balance y dinámica de nutrientes principales en el Río de La Plata interior.
- Jirka, G. H. (2000). "Initial and Preliminary Evaluation Design Strategy - Berazategui Diffuser Outfall," prepared for AySA November 25, 2004.
- Licursi et al. (2006). Diatom assemblages from a turbid coastal plain estuary: Río de la Plata (South America). *Journal of Marine Systems* 62 (2006) 35-45.
- Lobos, J.E. Medición del T90 en el área de Mar del Plata. INCyTH, Seminario sobre Disposición de Líquidos Residuales en Ciudades Costeras, Mar del Plata, 10-14, Dic. 1984.
- Menéndez A.N. (2002) Description and Modeling of the Hydrosedimentologic Mechanisms in the La Plata River. Instituto Nacional del Agua INA.
- Molinari G. (1986). Simulación numérica de la circulación en el Río de La Plata. Pub. S5-017-86. Laboratorio de hidráulica aplicada, INCYTH, 116 pp.
- Nagy et al. (2002). Distribution patterns of nutrients and symptoms of eutrophication in the Río de La Plata River Estuary System. *Hydrobiologia* 475/476: 125-139, 2002.
- Natale O. (2005). Water Quality Indicators for the La Plata River Basin. IWG-Env, International Work Session on Water Statistics, Vienna, June 20-22 2005.
- O'Connor W.P. (1991). A numerical model of tides and storm surges in the Río de La Plata estuary. *Continental Shelf Research*, 11(12), 1491-1508.
- Piedra-Cueva I. and Fossati Mónica. (2006). Residual currents and corridor of flow in the Río de La Plata. *Applied Mathematical Modeling* 31 (2007) 564-577.
- Piedra-Cueva I. and Rodríguez Borelli H. (2003). Finite Element Modeling of the Río de La Plata. *International Conference on Estuaries and Coasts* November 9-11, 2003,

Hangzhou, China.

- Ré, M. (2005). Impacto del cambio climático global en las costas del Río de La Plata. Universidad de Buenos Aires. Septiembre del 2005.
- Ré, M. and Menéndez, A.N. (2005). Estudio de los corredores de flujo del Río de La Plata interior con el modelo RPP-2D. Instituto Nacional del Agua INA.
- Roberts, P. J. W. (1999). "Modeling the Mamala Bay Plumes. II: Far Field." *Journal of Hydraulic Engineering* 125(6): 574-583.
- Roberts, P. J. W., H. J. Salas, et al. (2010). "Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems," to be Published by the International Water Association.
- Roberts, P. J. W., and Villegas, B. (2008). "Review of the Capital and Berazátegui Wastewater Outfalls Buenos Aires." Prepared for the World Bank, Atlanta, GA.
- Roberts, P. J. W., and Villegas, B. (2009). "Modeling the Proposed Buenos Aires Outfalls," Prepared for Agua y Sanemaientos Argentinos (AySA), February 28, 2009.
- Roberts, P. J. W., and Villegas, B. (2010a). "Design Memorandum: Preliminary Design of the Buenos Aires Outfalls," Prepared for Agua y Sanemaientos Argentinos (AySA), March 29, 2010.
- Roberts, P. J. W., and Villegas, B. (2010b). "Modeling the Proposed Buenos Aires Outfalls: Progress Report No. 2," Prepared for Agua y Sanemaientos Argentinos (AySA), April 27, 2010.
- Roberts, P. J. W., and Villegas, B. (2010c). "Design Memorandum 2: The Berazátegui Outfall," Prepared for Agua y Sanemaientos Argentinos (AySA), May 28, 2010.
- Roberts, P. J. W., and Villegas, B. (2010d). "Design Memorandum 3: The Riachuelo Outfall," Prepared for Agua y Sanemaientos Argentinos (AySA), June 11, 2010.
- Roberts, P. J. W., and Villegas, B. (2010e). "Modeling the Proposed Buenos Aires Outfalls: Progress Report No. 3," Prepared for Agua y Sanemaientos Argentinos (AySA), August 6, 2010.
- Salas H.J. (2000). Emisarios submarinos. Enfoque general, conceptos básicos de diseño y requerimiento de datos para América Latina y el Caribe. CEPIS.
- SAyDS. (2008a). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el estudio de Alternativas de Saneamiento. Primer informe. Diciembre del 2007.
- SAyDS. (2008b). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el estudio de Alternativas de Saneamiento. Segundo informe. Enero del 2008.
- SAyDS. (2008c). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el estudio de Alternativas de Saneamiento. Tercer informe. Abril del 2008.
- SAyDS. (2008d). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el estudio de Alternativas de Saneamiento. Cuarto informe Junio del 2008.
- SAyDS. (2008e). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el estudio de Alternativas de Saneamiento. Informe Integrador. Junio de 2008.
- SAyDS. (2008f). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el estudio de Alternativas de Saneamiento. Quinto informe. Agosto de 2008.
- SAyDS. (2008g). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el

estudio de Alternativas de Saneamiento. Sexto informe. Octubre de 2008.

SAyDS. (2009a). Modelación matemática de la Cuenca Matanza-Riachuelo para el estudio de Alternativas de Saneamiento. Niveles Guía.

SAyDS. (2009b). Usos y Objetivos de Calidad de los cuerpos de agua en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo Sustentable de la Cuenca Matanza-Riachuelo.

## **APÉNDICE A. DATOS DE CAMPO**

Los datos de campo están contenidos en los siguientes apéndices entre el 16 de Junio del 2009 y el 15 de June 15 del 2010 en cuatro periodos de 13 semanas cada uno:

A1: Gráficos de series de tiempo de las primera y segunda componentes principales de las capas a profundidad media para todos los ADCPs.

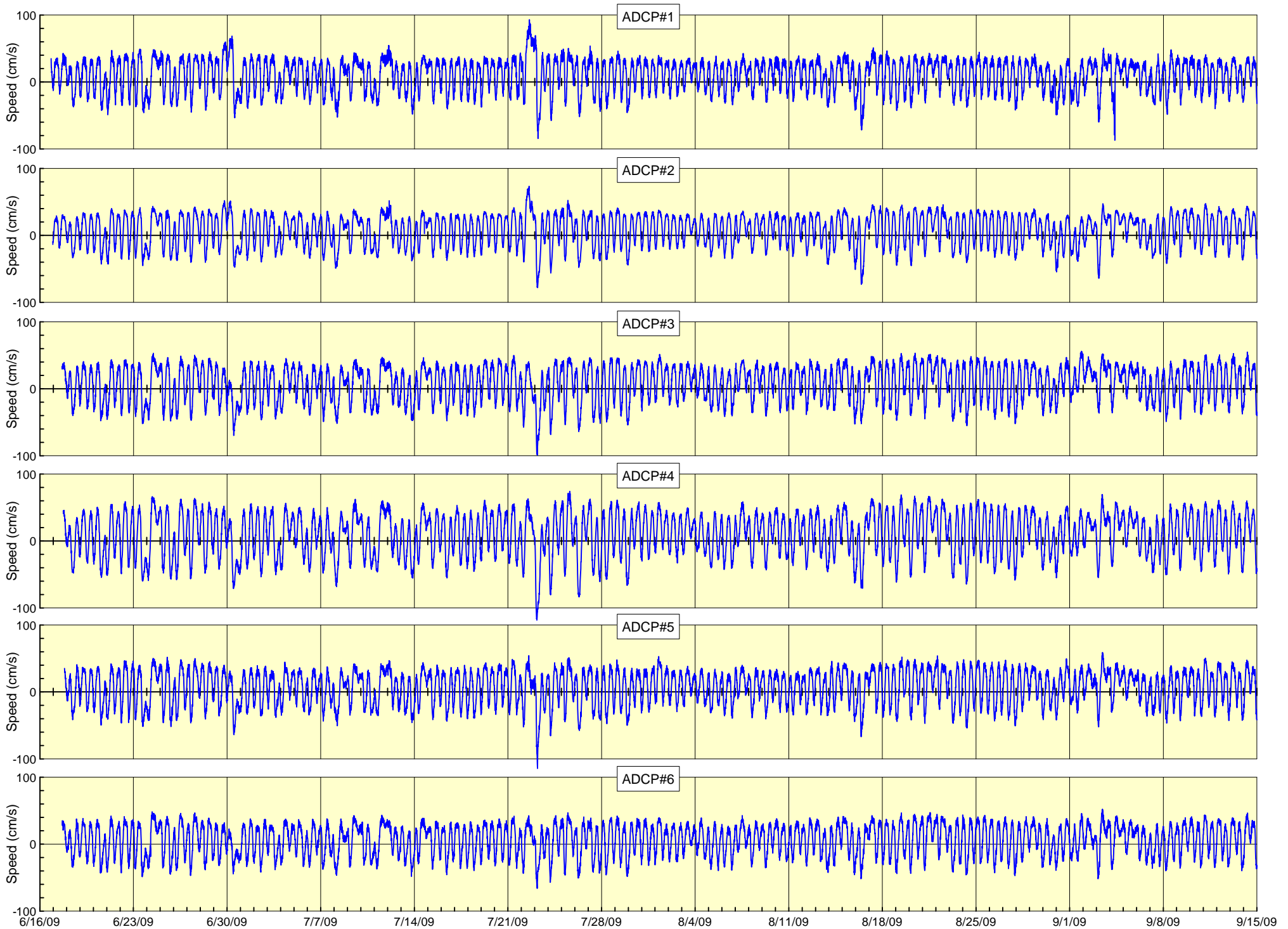
A2: La presión y la temperatura de todos los ADCPs.

A3: Primera y segunda componentes principales de las capas de superficie, profundidad media y de fondo, profundidad del agua y velocidad del viento para los ADCPs 5 y 6 (cerca de los difusores).

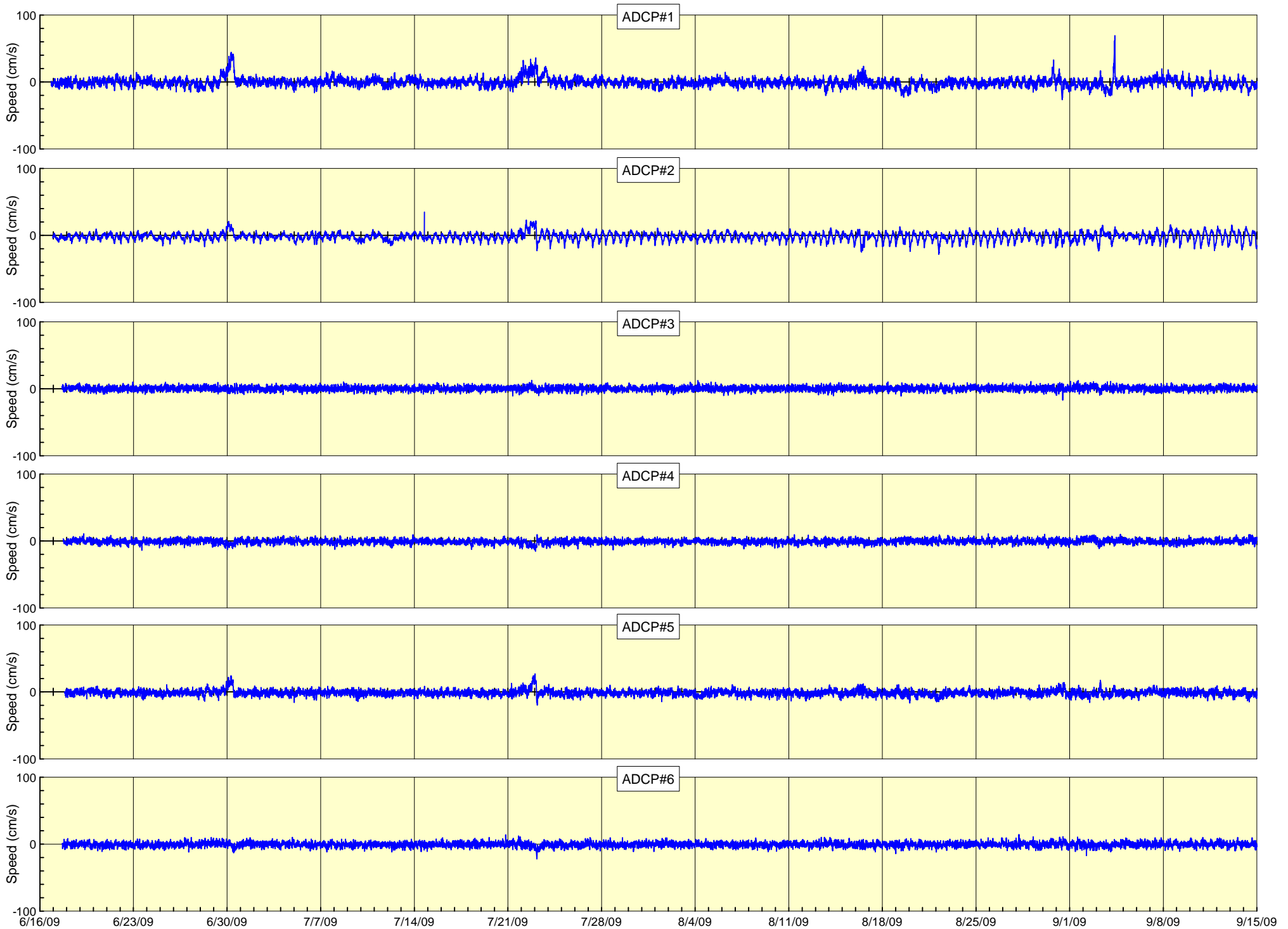
A4: Resumen gráfico de una página para cada experimento con derivadores conducido entre el 18 de Marzo y el 2 de Diciembre del 2009.

## **A1. COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS CORRIENTES**

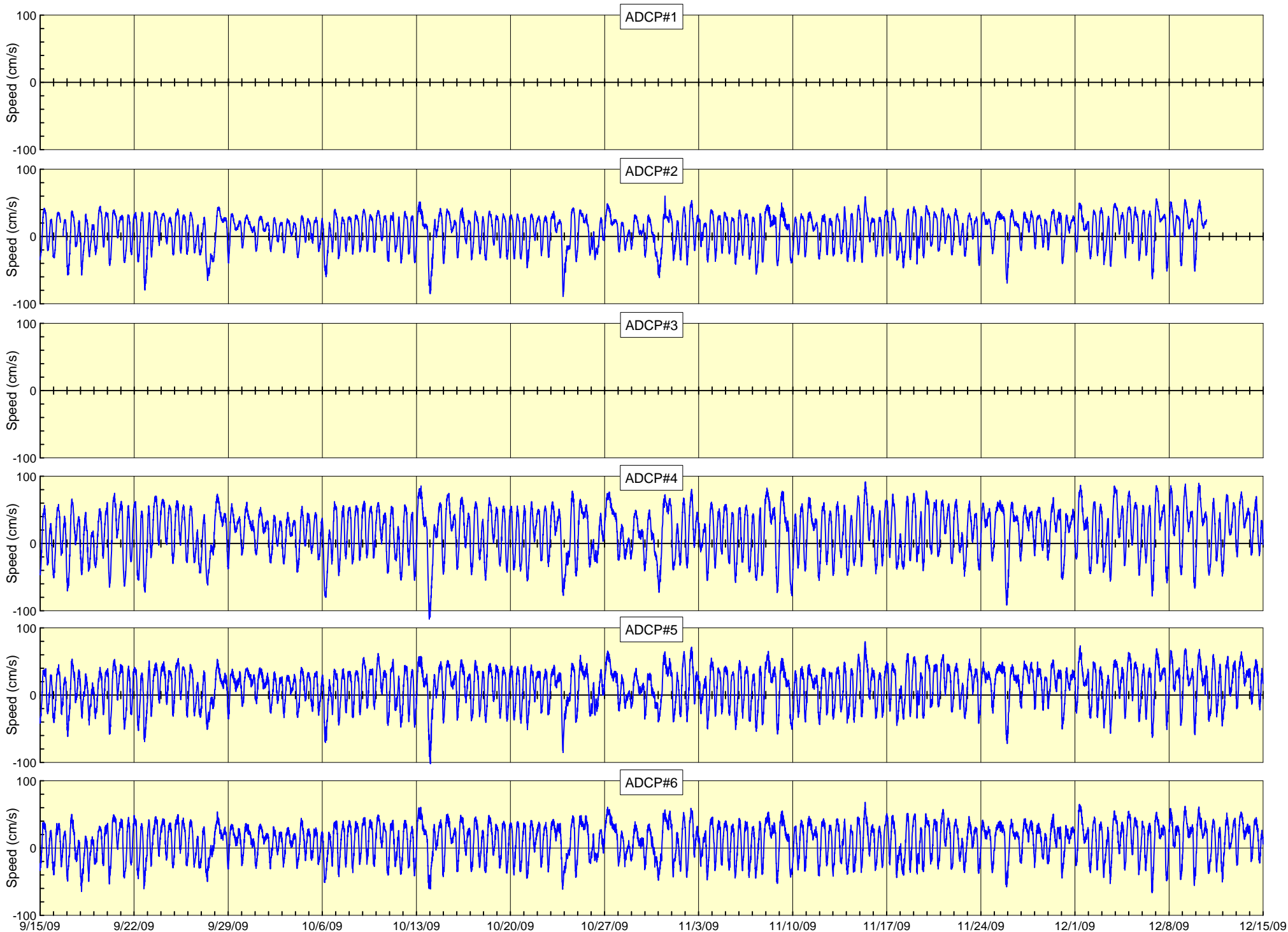
Los siguientes gráficos muestran series de tiempo de las primeras y segundas componentes principales de las corrientes para todos los ADCPs en cuatro periodos de 13 semanas cada uno entre el 16 de junio del 2009 y el 15 de junio del 2010. Las direcciones de las componentes principales se presentan en la Tabla 8. Sólo se muestran las capas a profundidad media.



First Principal Components Mid-Depth All ADCPs

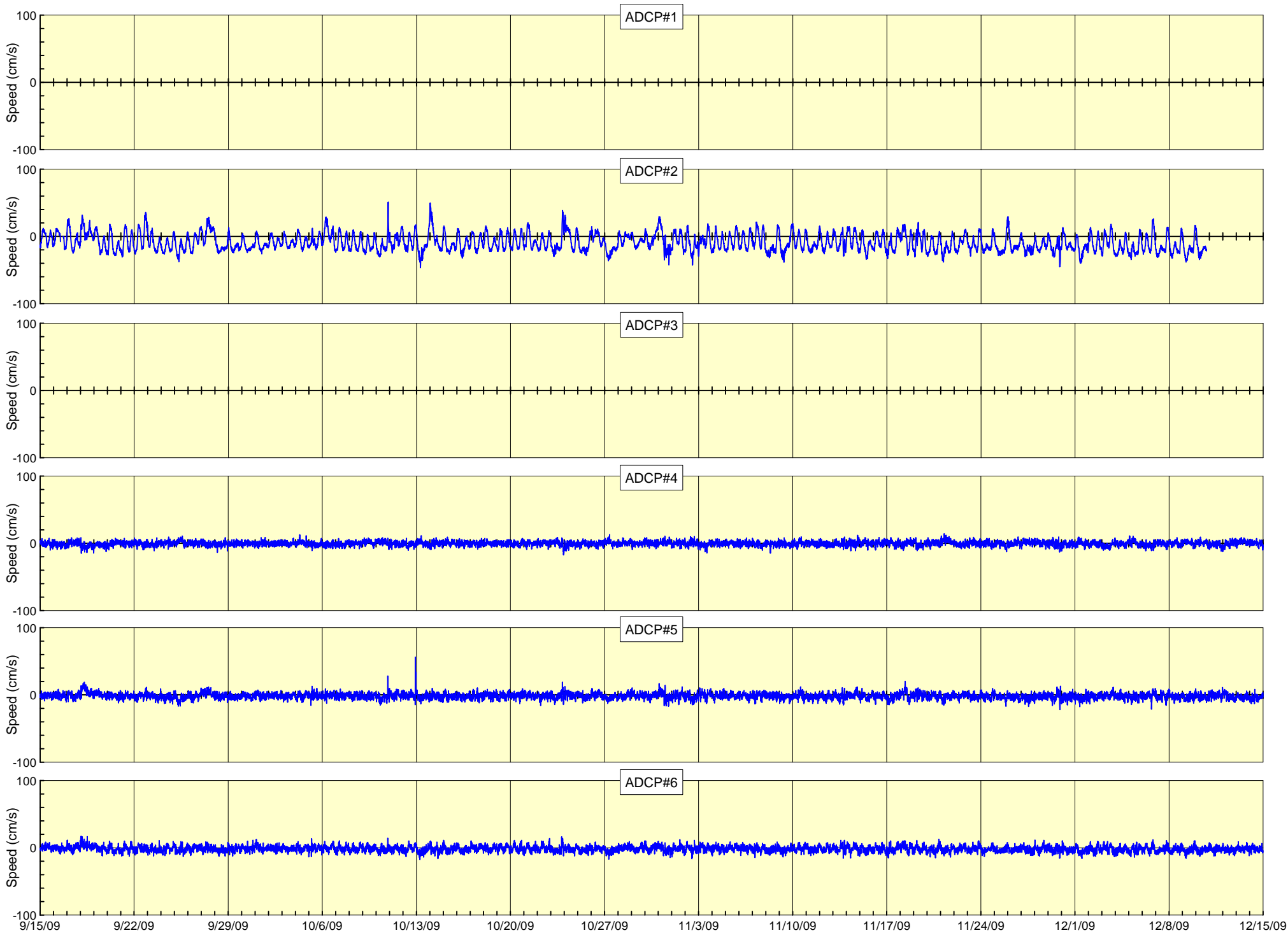


Second Principal Components Mid-Depth All ADCPs

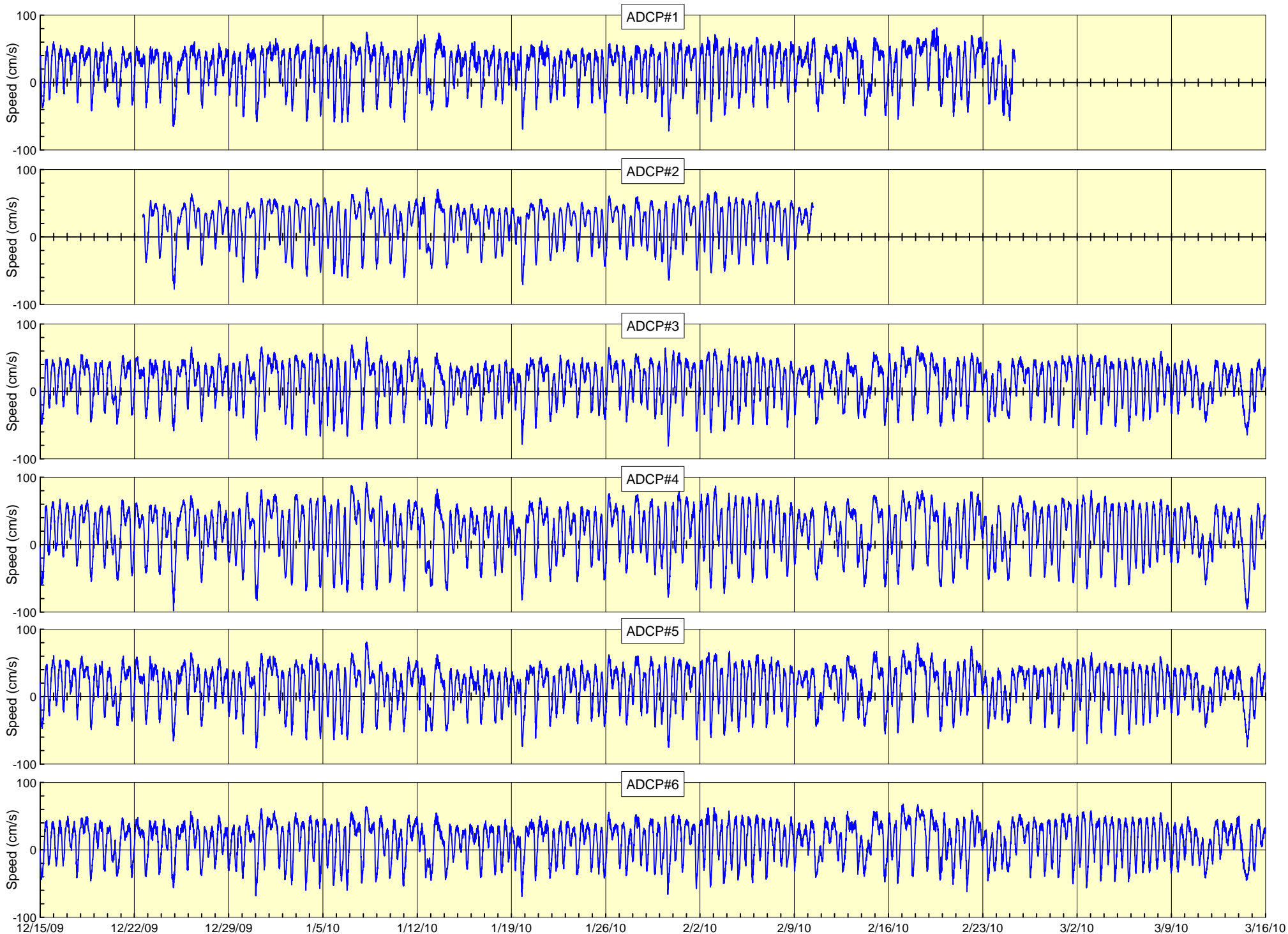


First Principal Components Mid-Depth All ADCPs

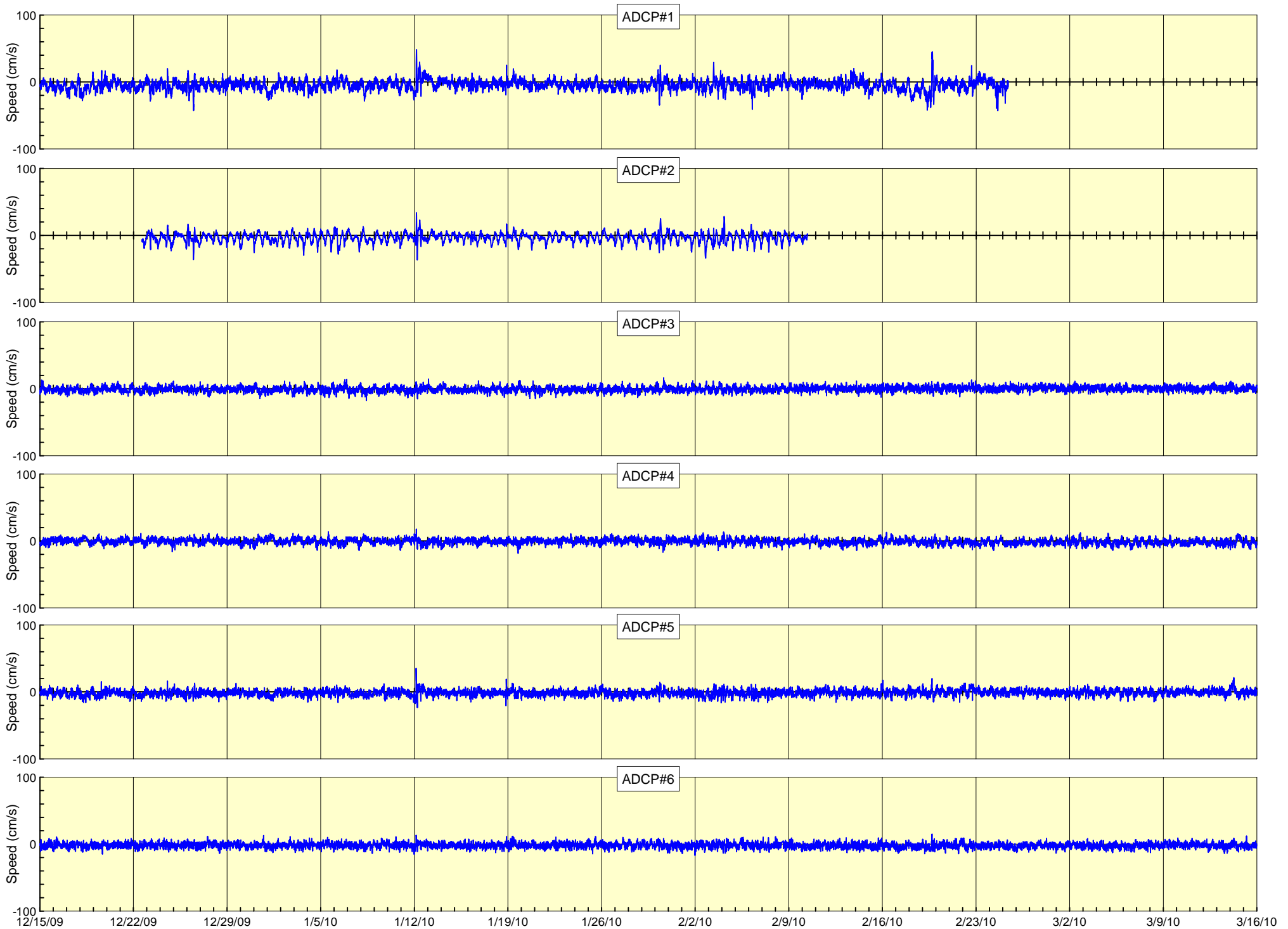




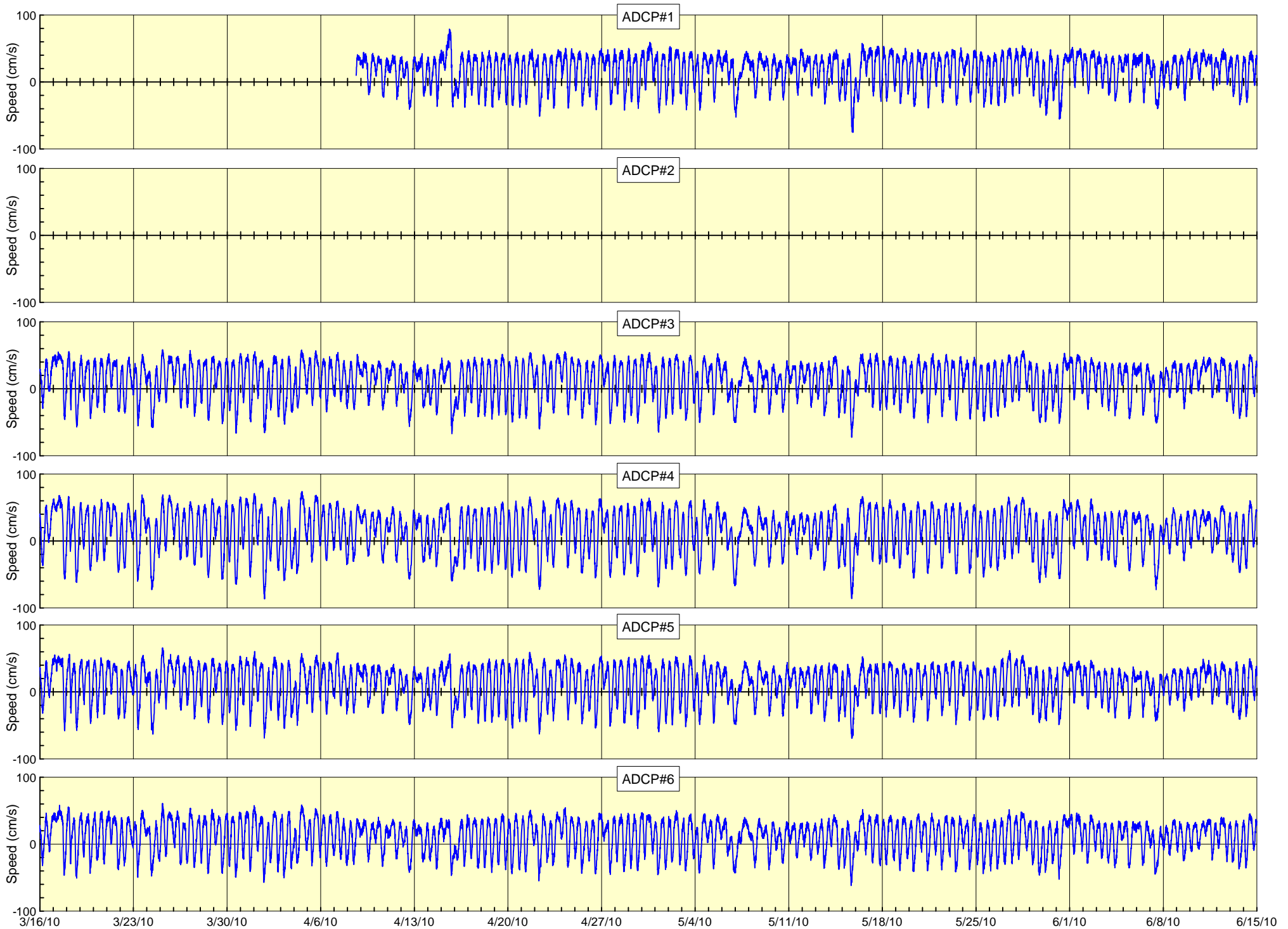
Second Principal Components Mid-Depth All ADCPs



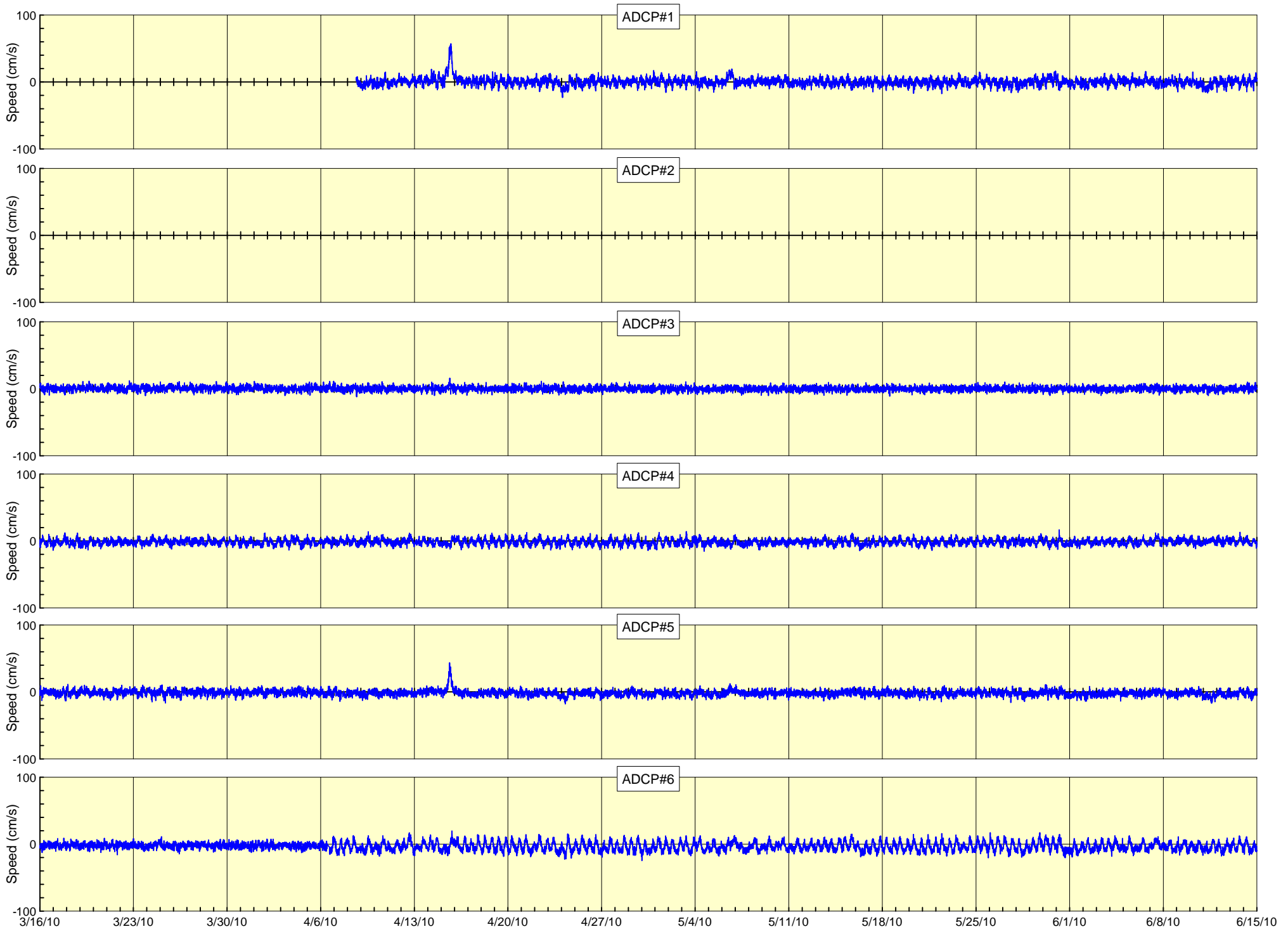
First Principal Components Mid-Depth All ADCPs



Second Principal Components Mid-Depth All ADCPs



First Principal Components Mid-Depth All ADCPs



Second Principal Components Mid-Depth All ADCPs

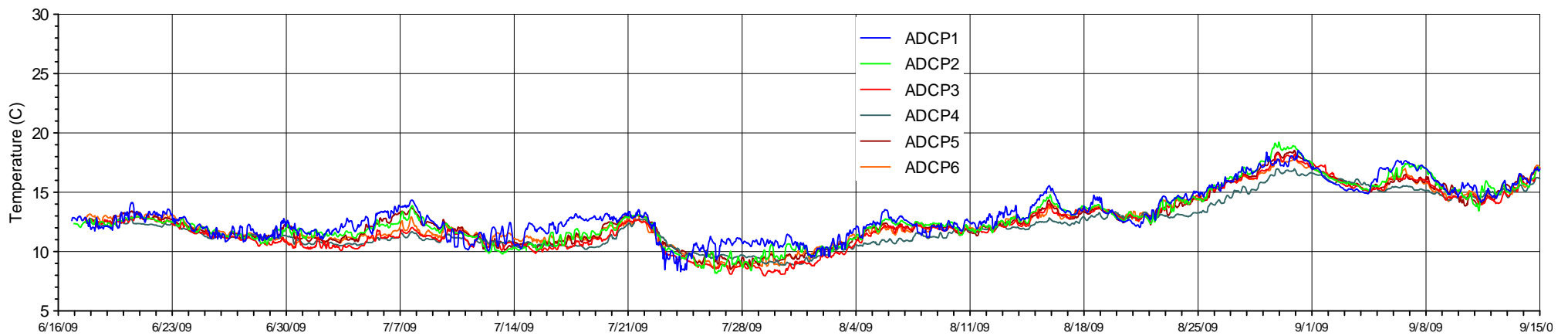
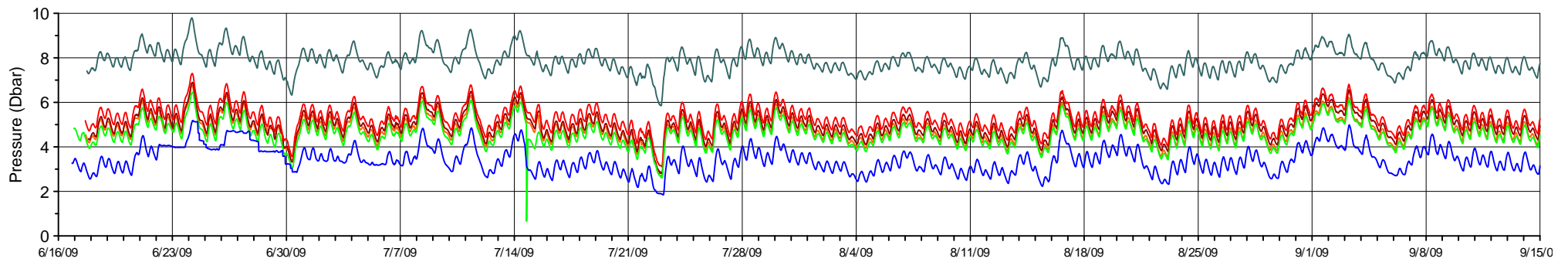


## **A2. PRESIÓN Y TEMPERATURA**

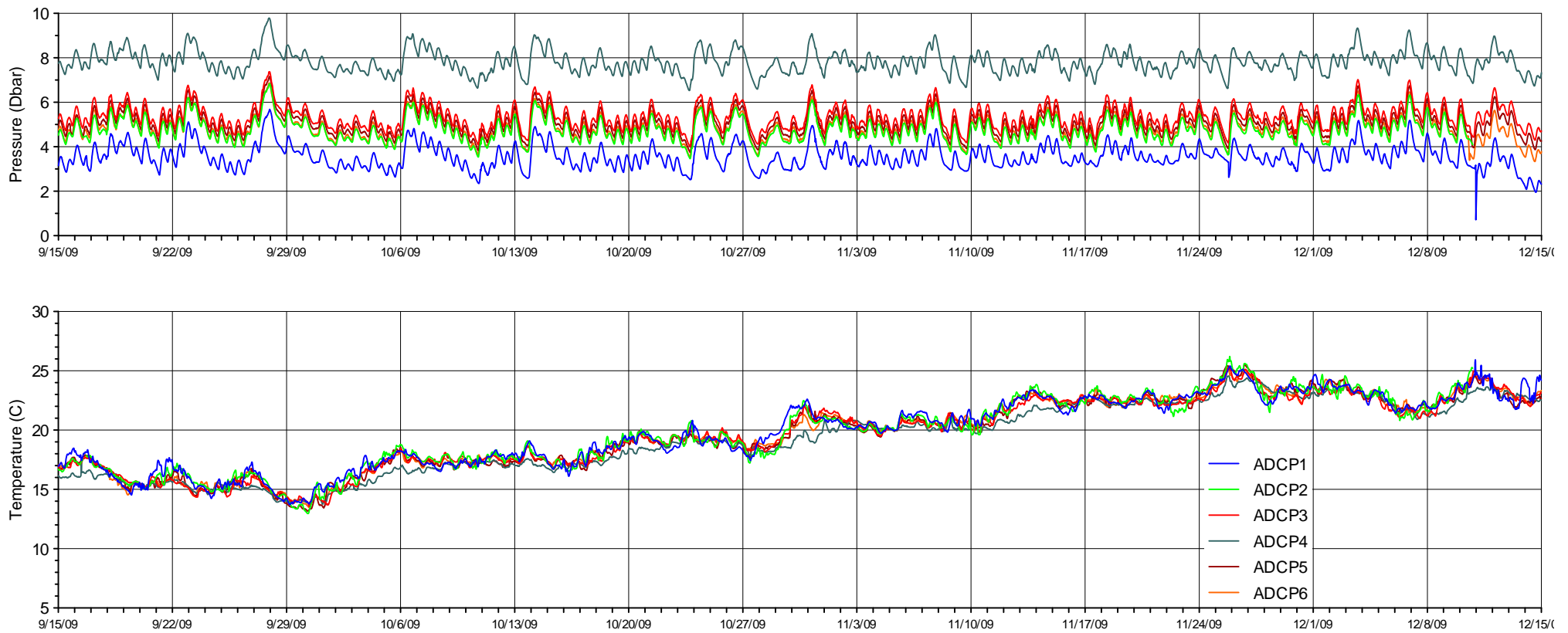
Las Figuras siguientes muestran las series de tiempo medidas por todos los ADCPs para la presión (esencialmente la profundidad del agua) y la temperatura entre el 16 de junio del 2009 y el 15 de junio del 2010 en cuatro periodos de 13 semanas cada uno.



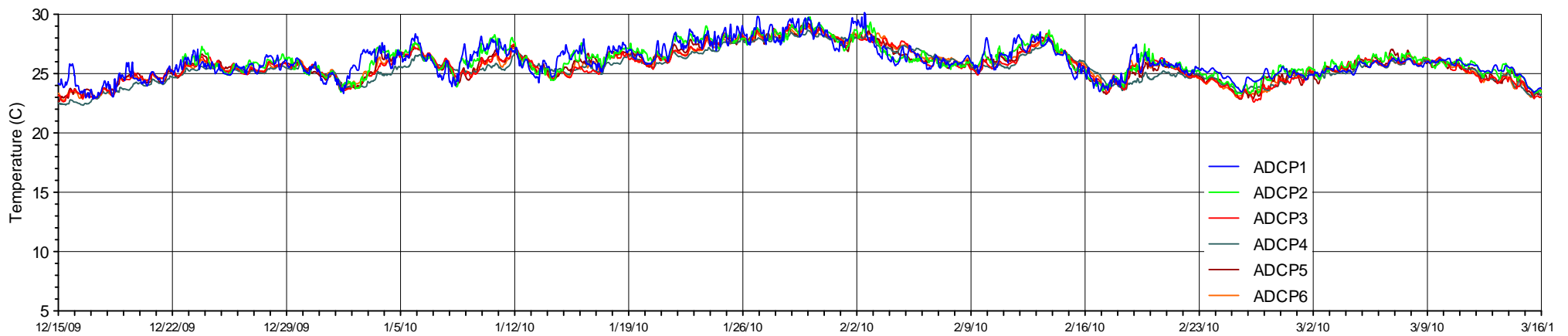
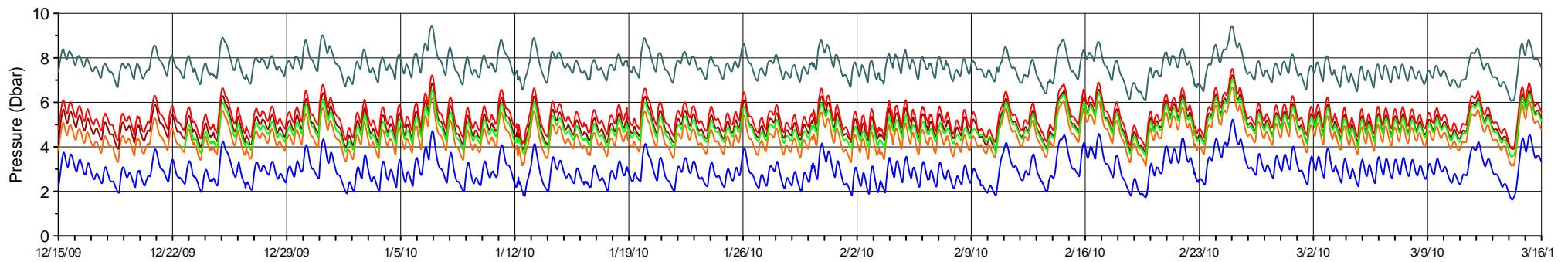




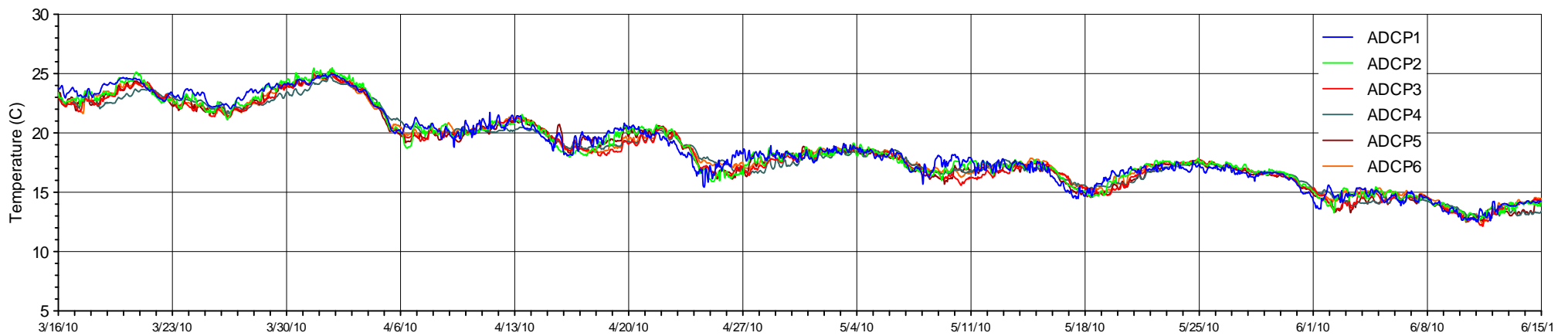
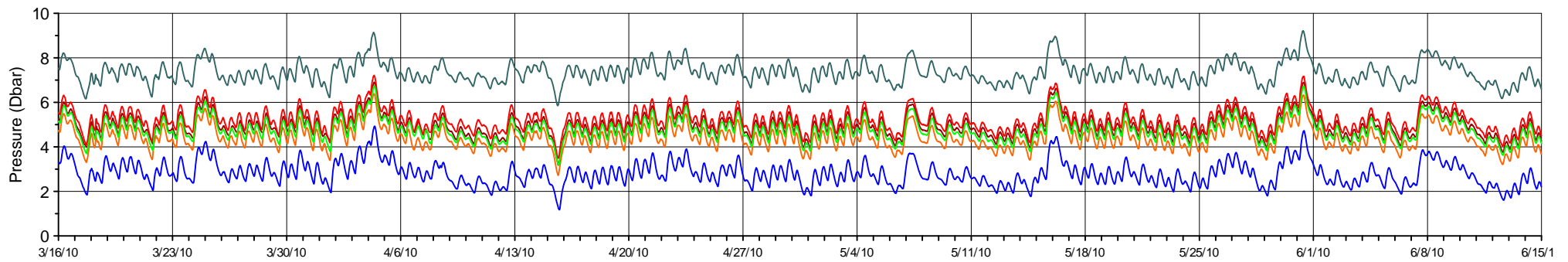
**Pressure and temperature**



Pressure and temperature



**Pressure and temperature**



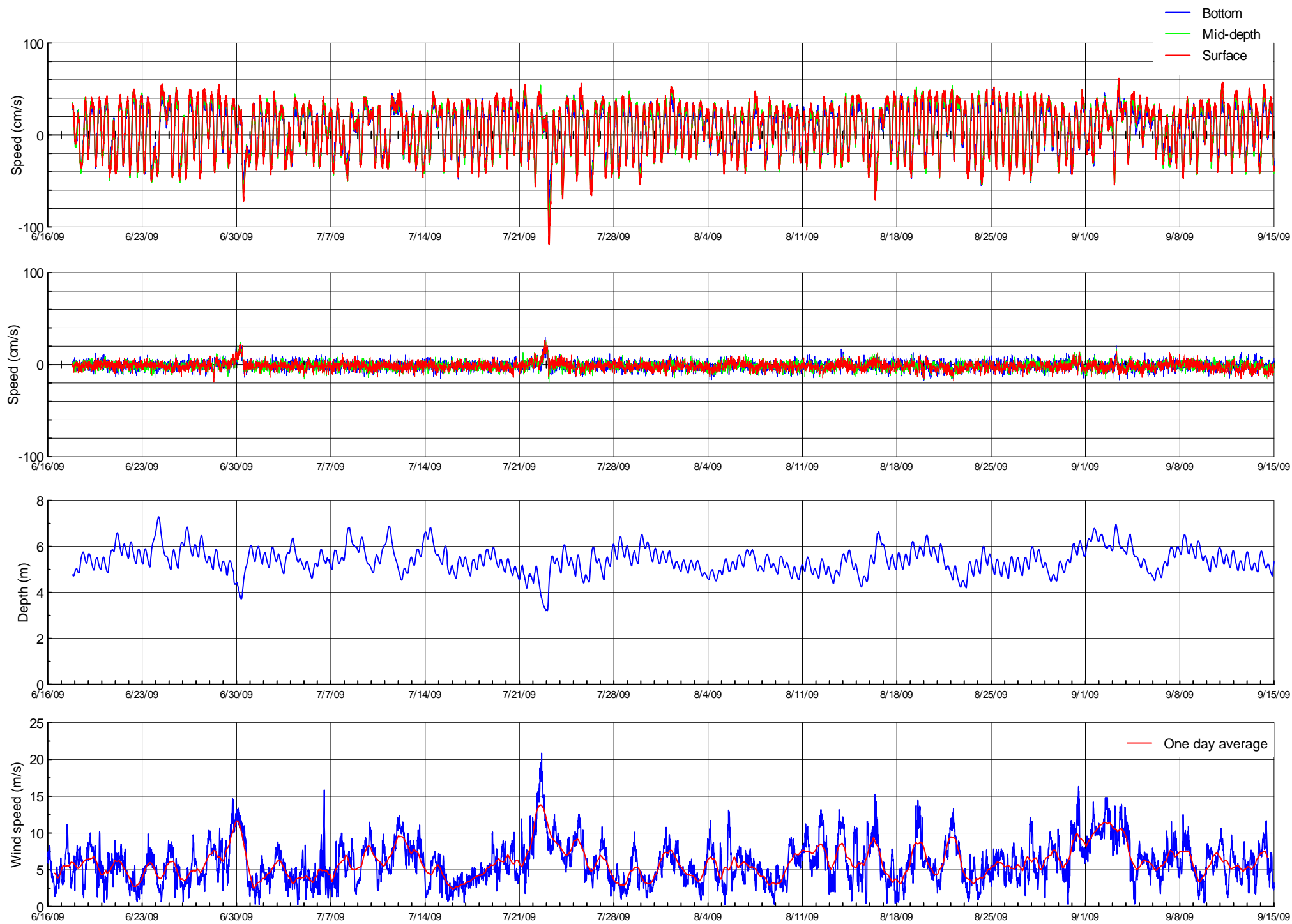
**Pressure and temperature**

### **A3. CORRIENTES, PROFUNDIDAD DEL AGUA Y VIENTOS CERCA DE LOS DIFUSORES**

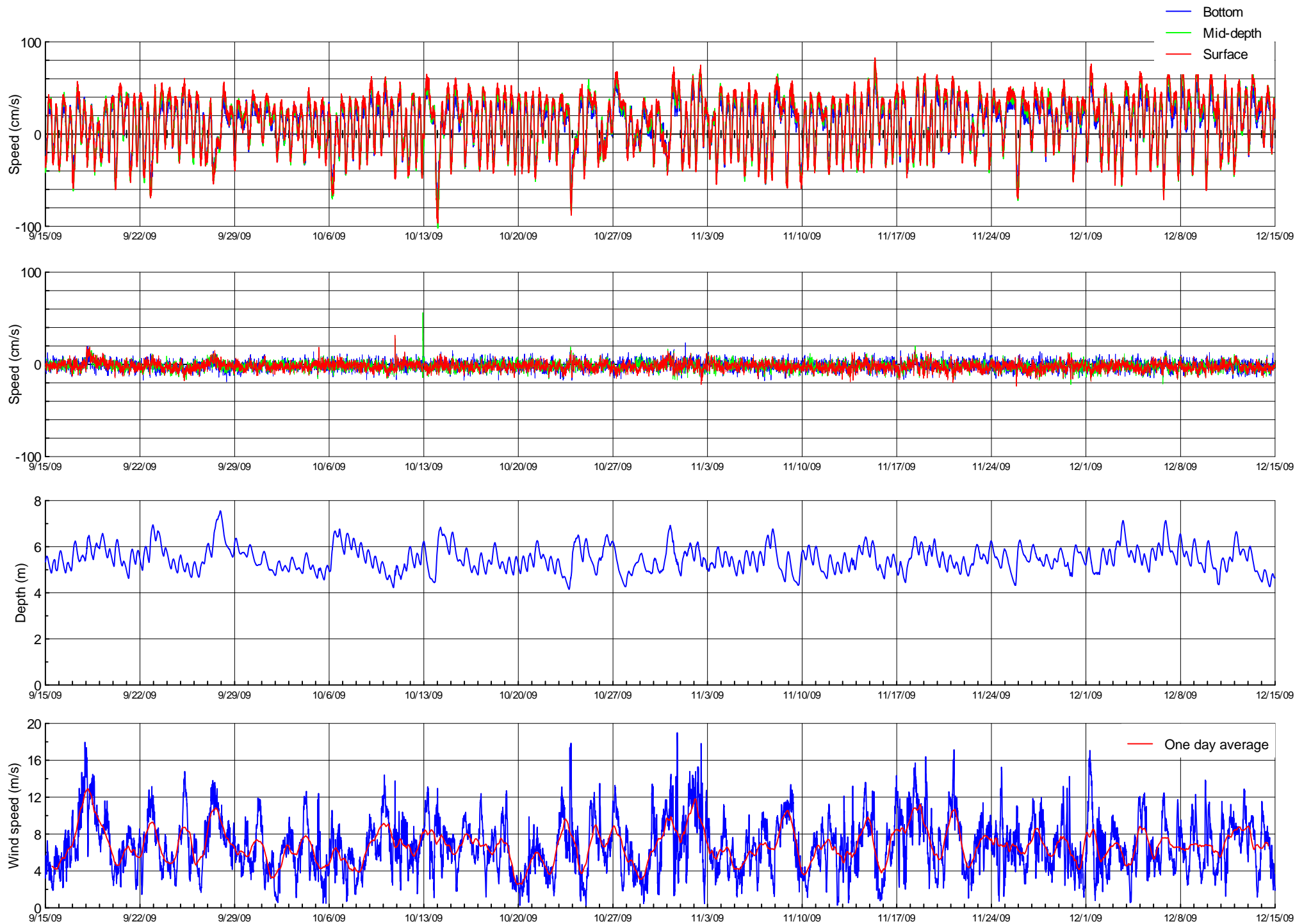
Los Figuras siguientes muestran las series temporales de la primera y segunda componentes principales de las corrientes y la profundidad del agua y la velocidad del viento medidas en la estación Bernal. Solo se muestran los datos para los ADCPs 5 (cerca del difusor Riachuelo), y 6 (cerca del difusor de Berazátegui).

Los datos se dividen en cuatro periodos de 13 semanas cada uno entre el 16 de junio del 2009 y el 15 de junio del 2010.



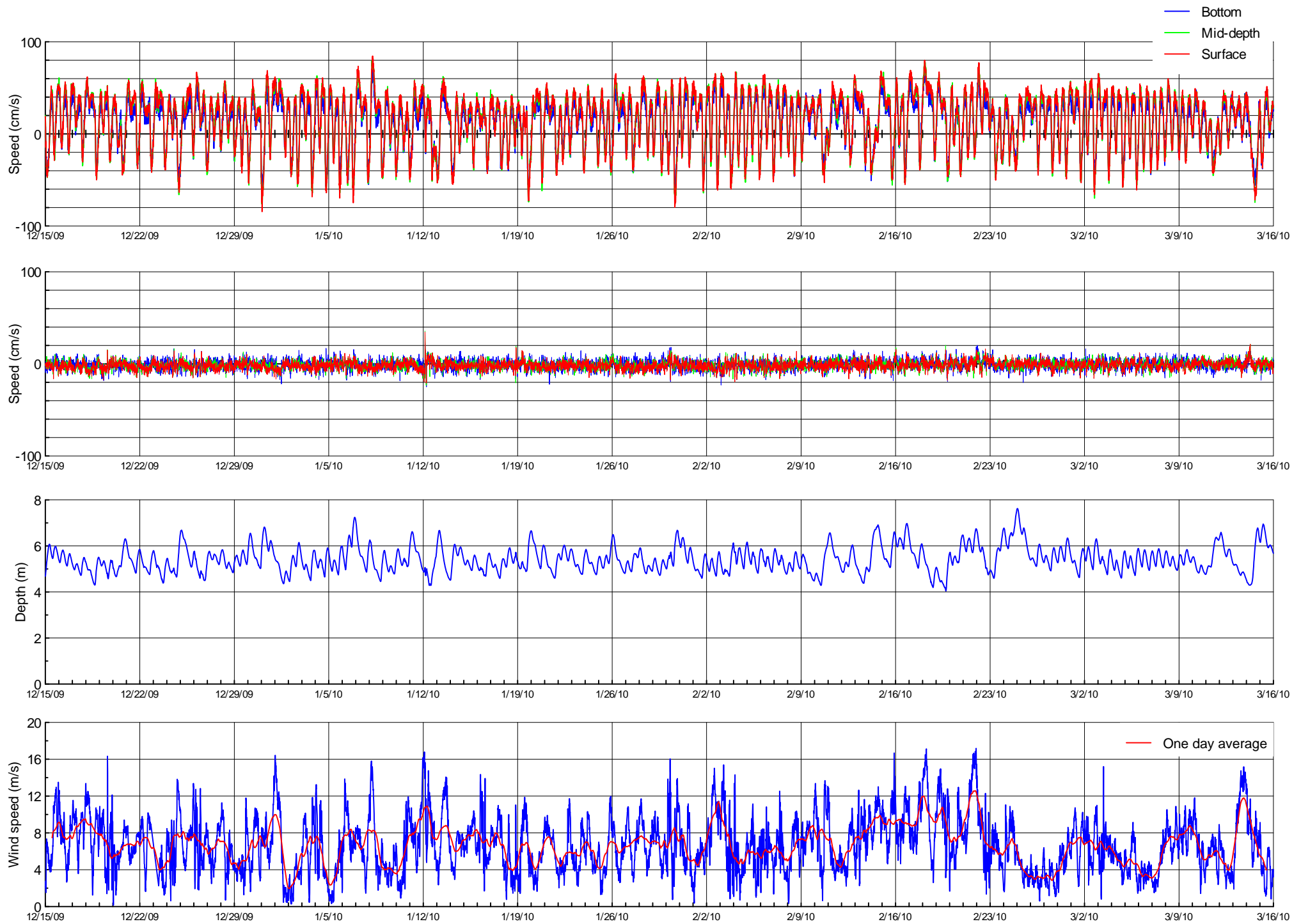


**ADCP#5 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed**

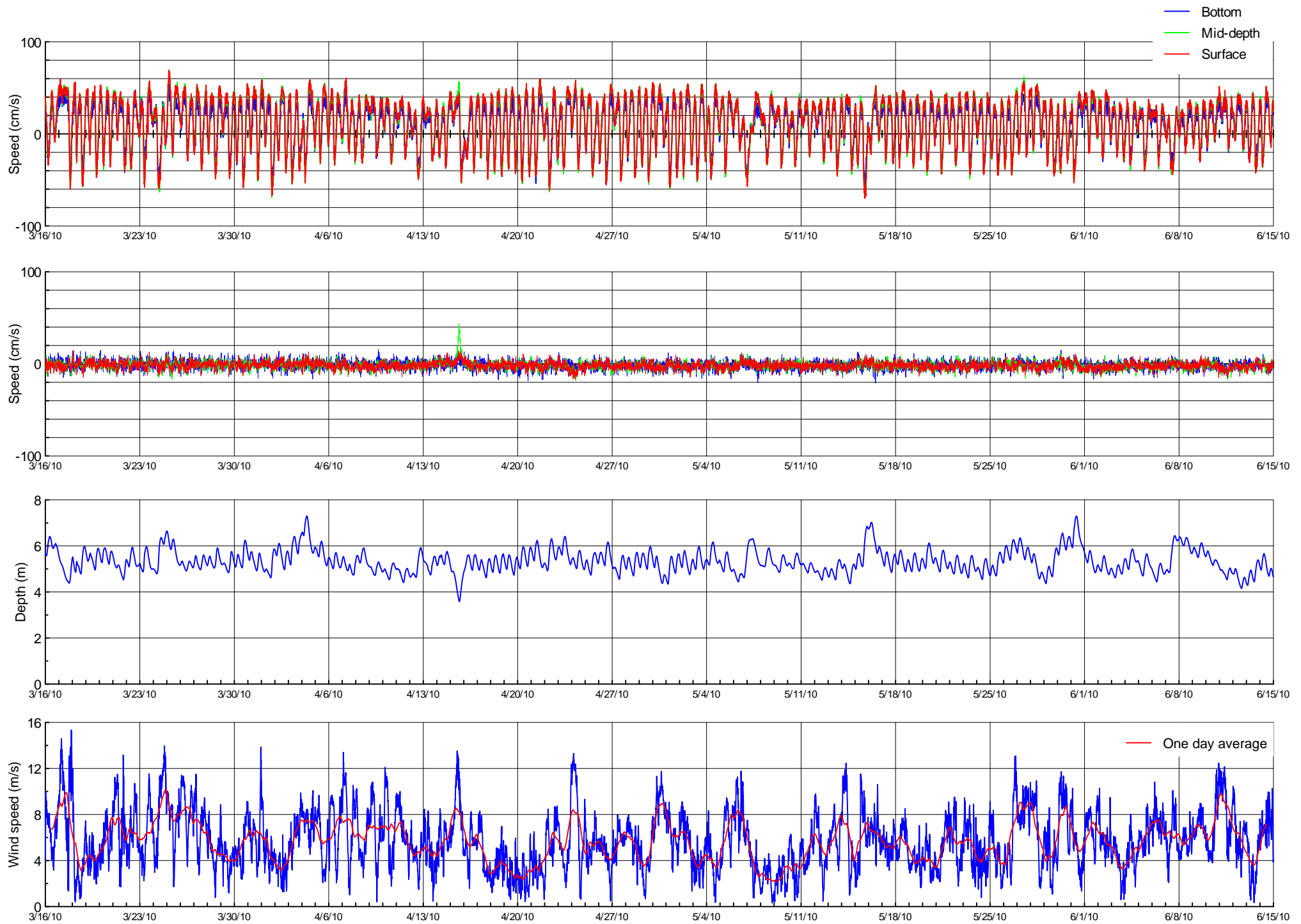


**ADCP#5 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed**

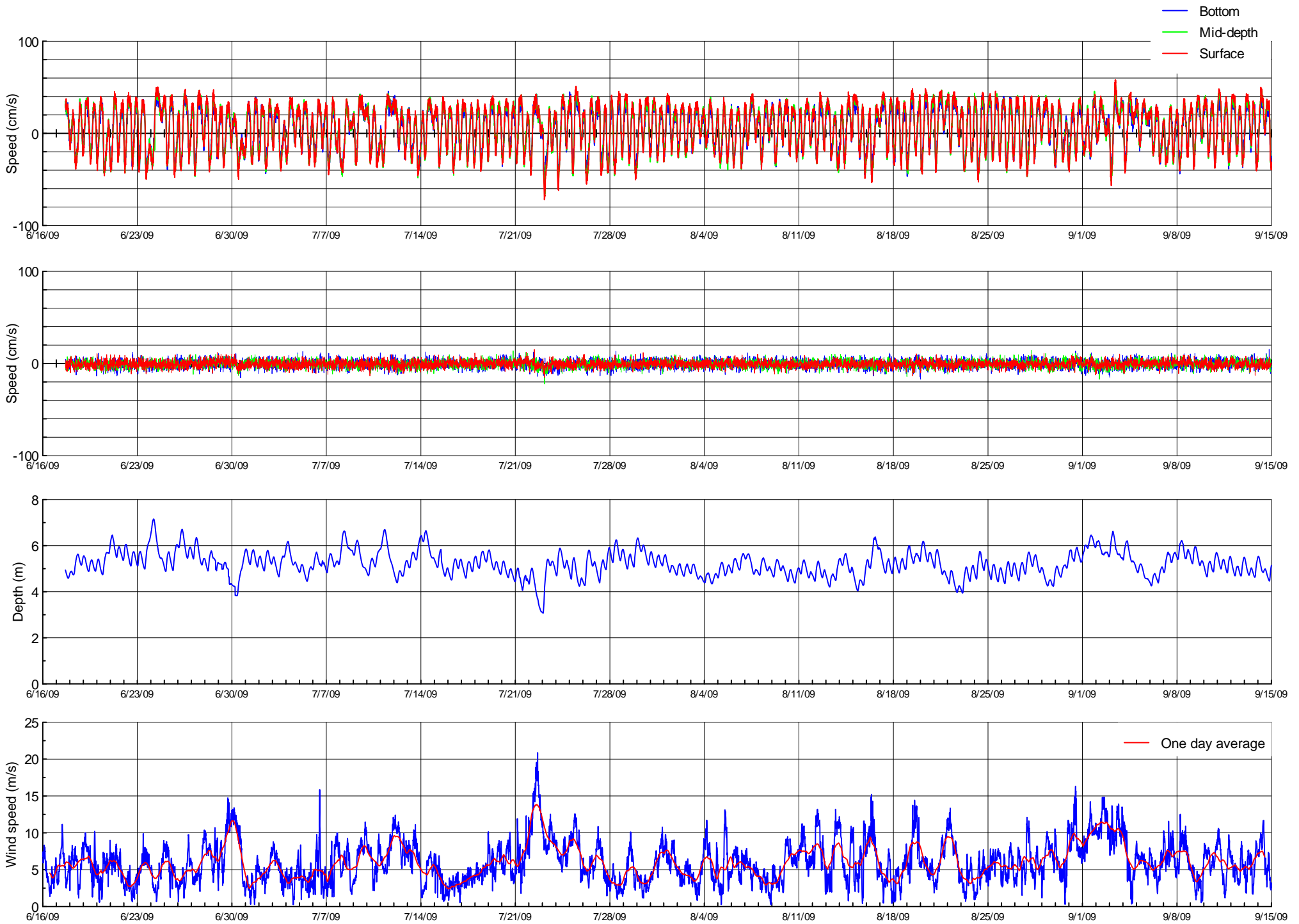




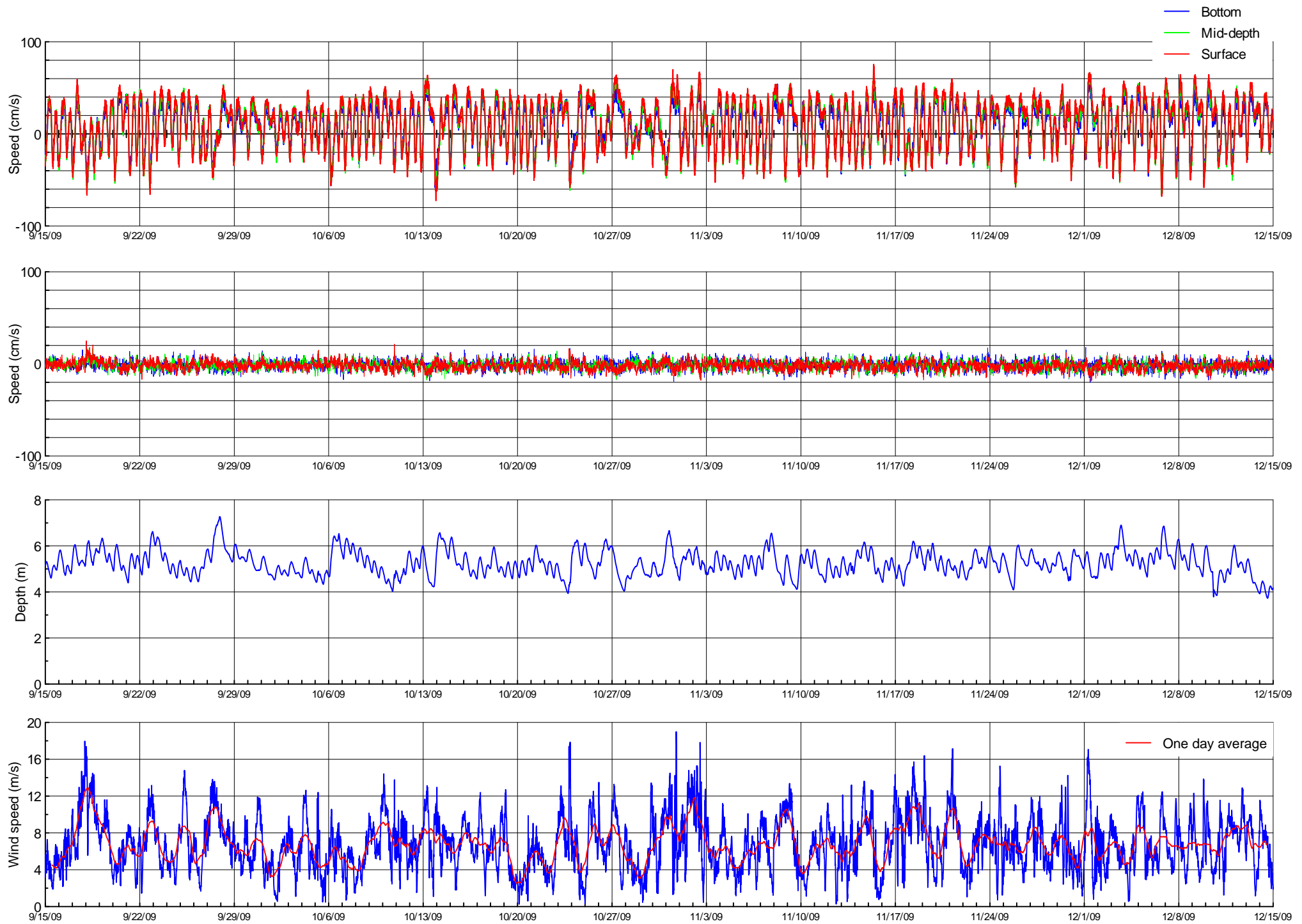
**ADCP#5 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed**



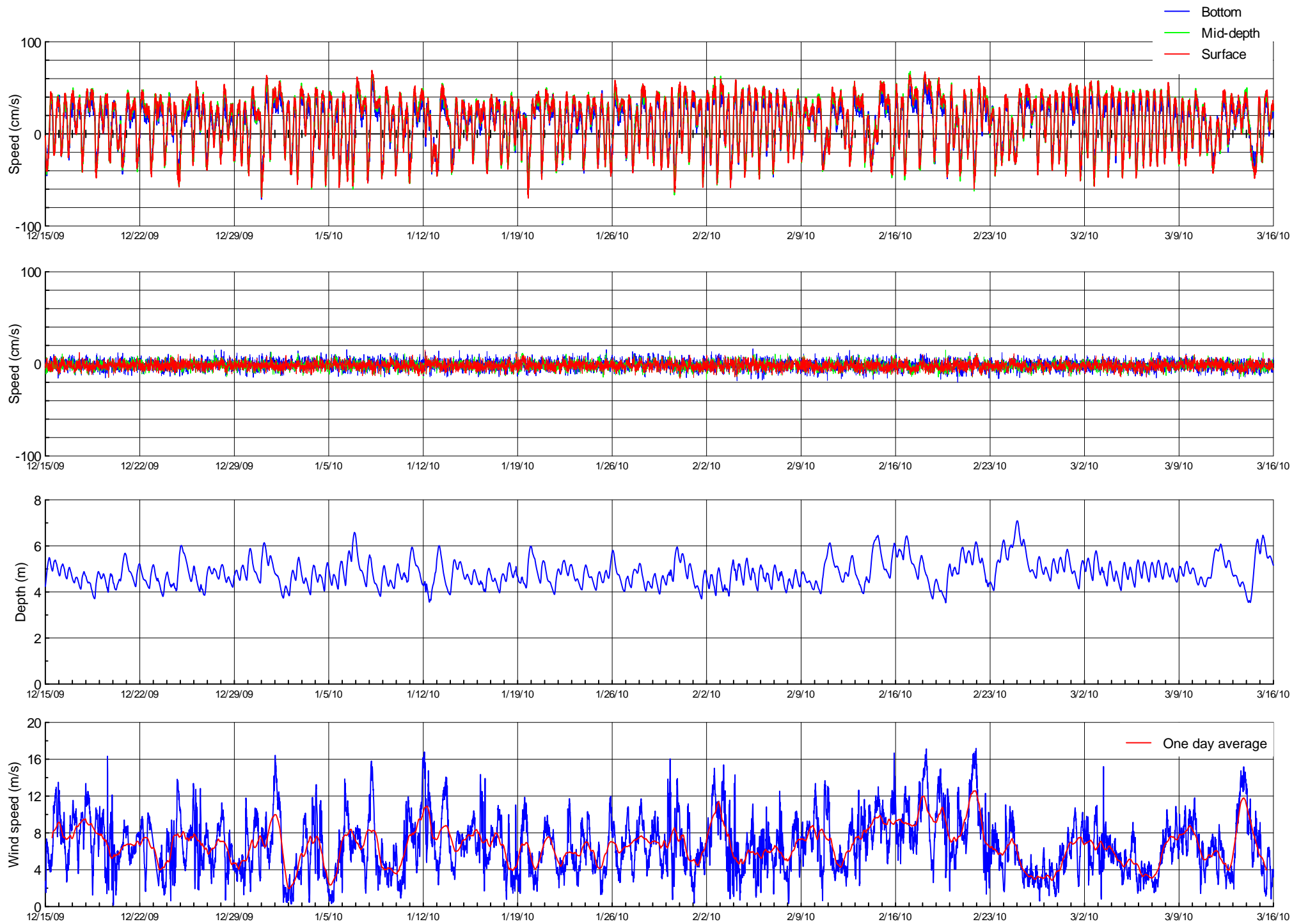
**ADCP#5 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed**



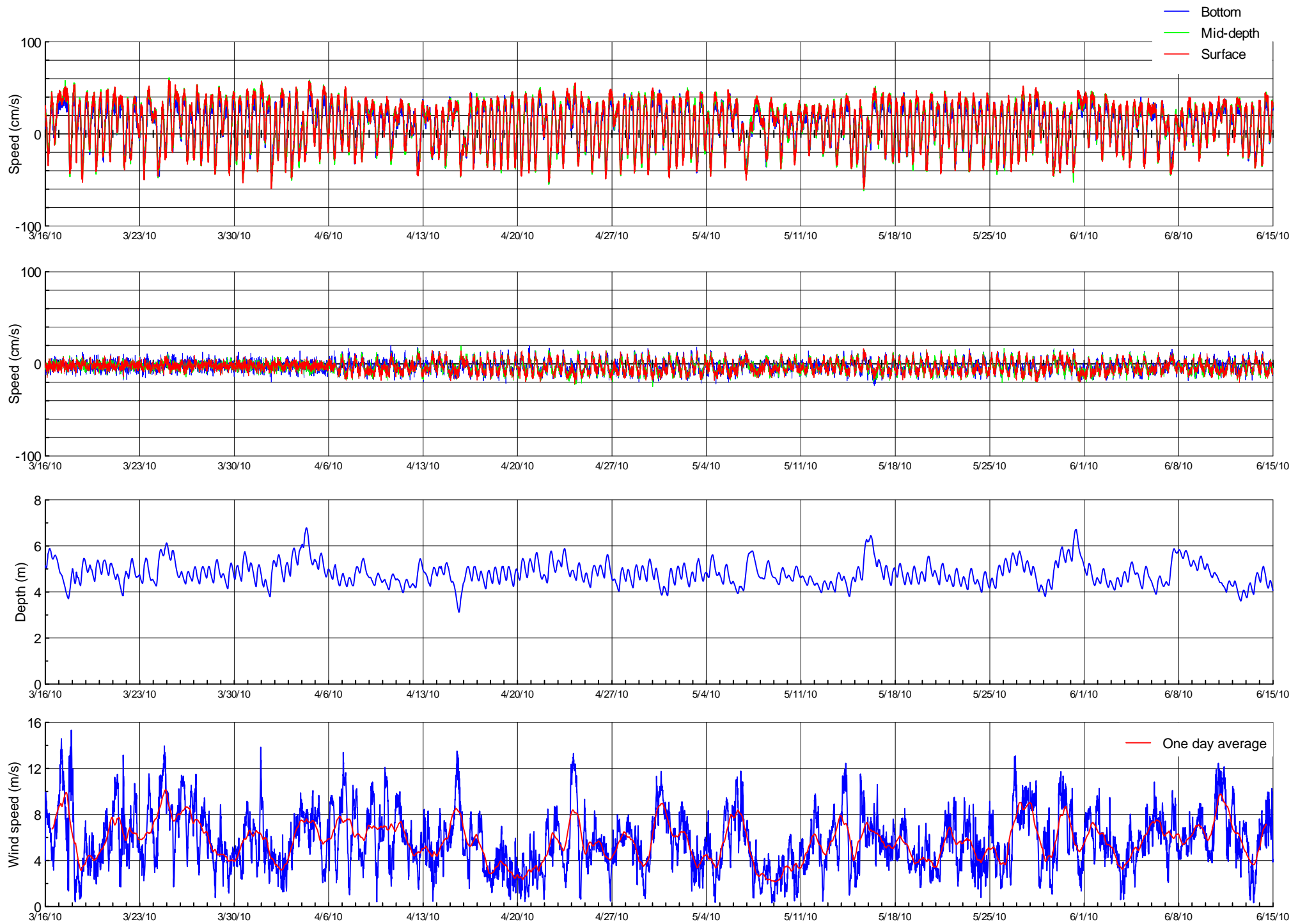
ADCP#6 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed



**ADCP#6 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed**



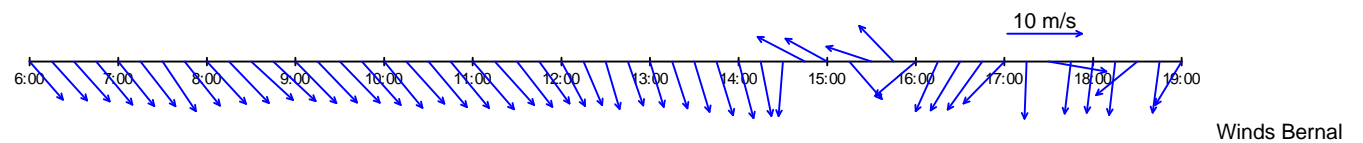
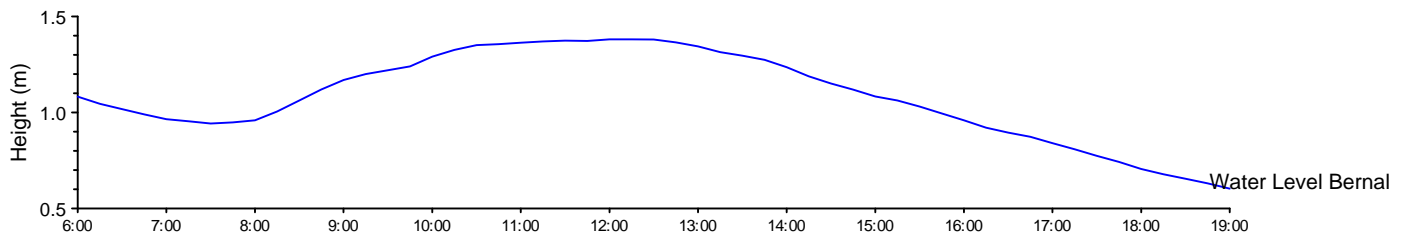
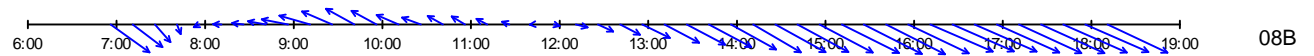
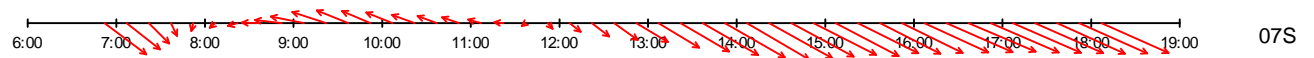
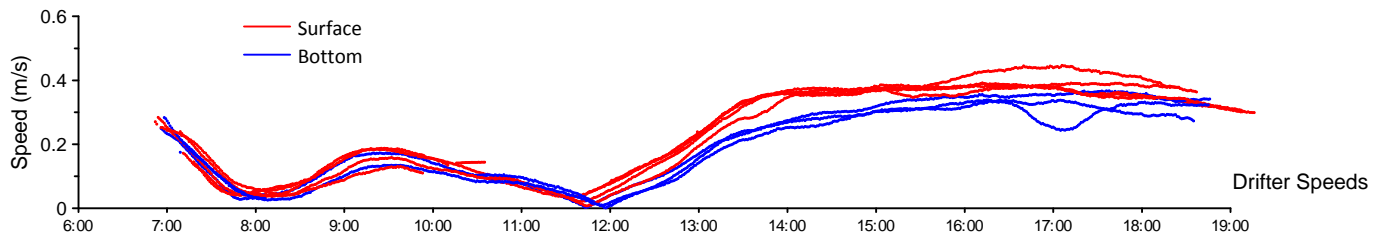
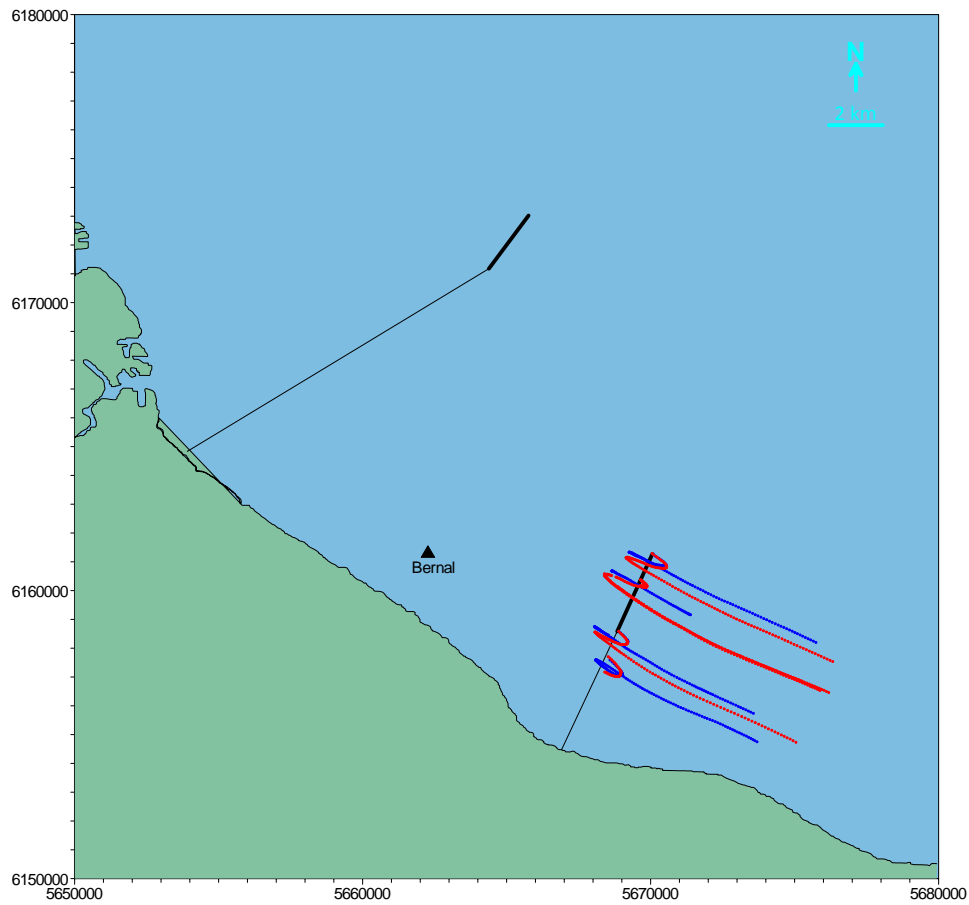
**ADCP#6 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed**



**ADCP#6 Principal components, water depth, instantaneous and average wind speed**

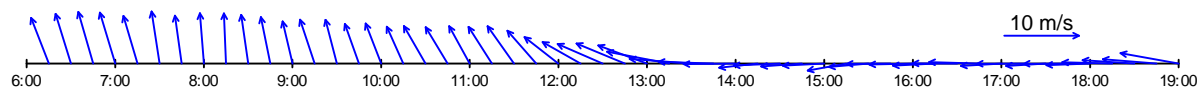
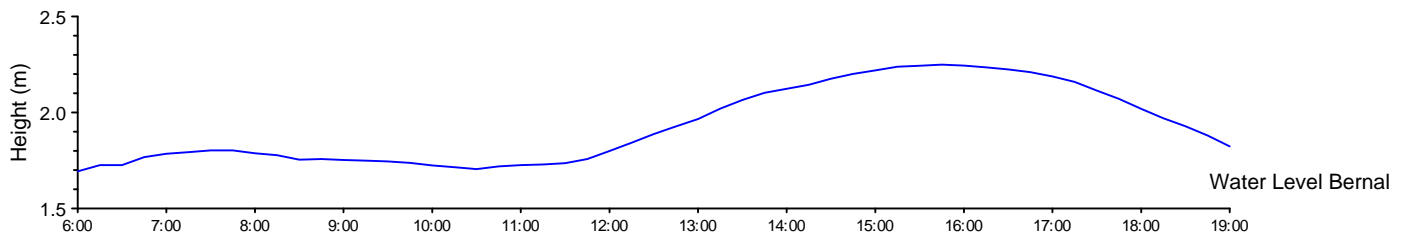
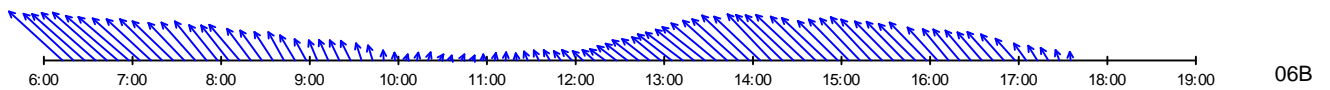
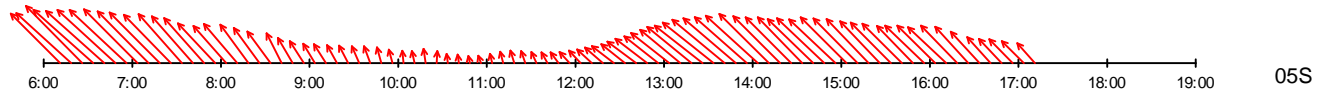
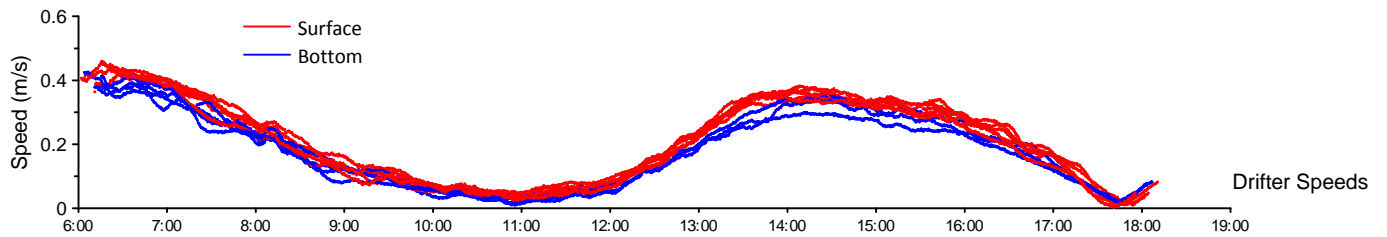
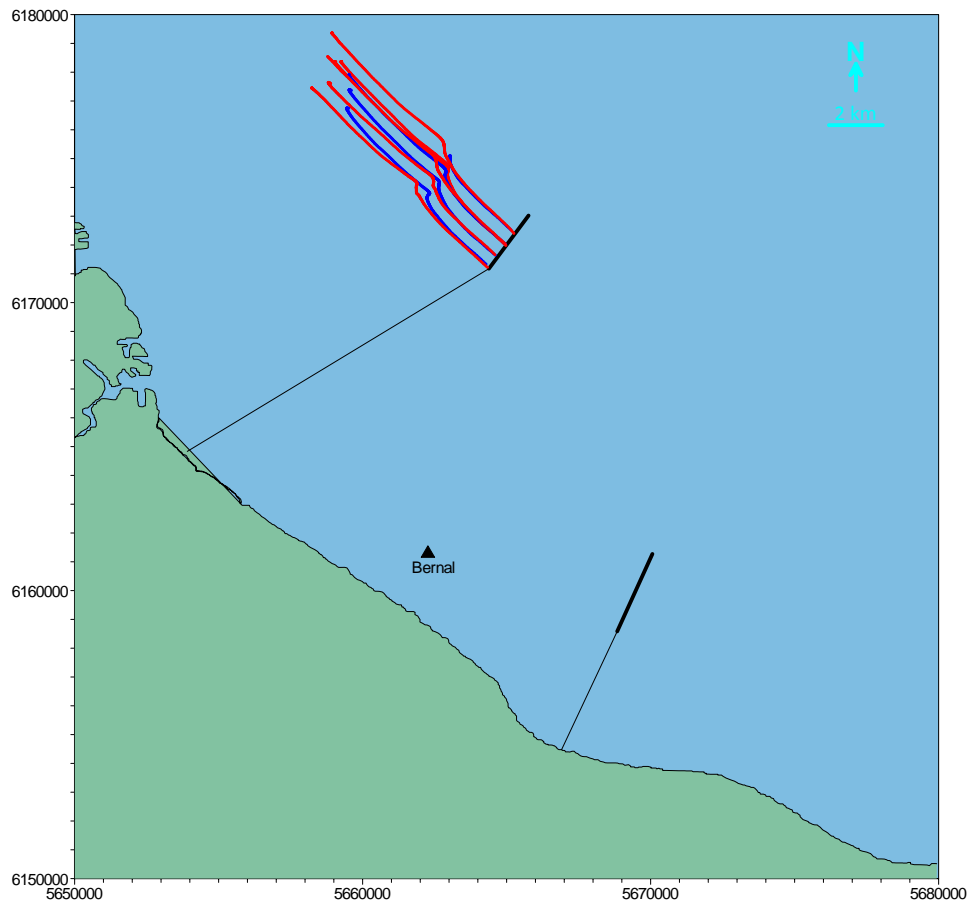
#### **A4. EXPERIMENTOS CON DERIVADORES**

Las Figuras siguientes muestran un resumen de una página para cada uno de los 10 experimentos con derivadores realizados entre el 18 de marzo y 2 de diciembre de 2009. Para cada experimento, 10 derivadores fueron liberados y rastreados con GPS durante unas 12 horas. Seis derivadores fueron liberados cerca de la superficie, y cuatro cerca del fondo. Las liberaciones se realizaron cerca de los difusores propuestos para Riachuelo y Berazátegui. Cada página muestra la trayectoria, la velocidad, y los gráficos tipo pluma de las velocidades para dos derivadores seleccionados, uno cerca de la superficie y otro cerca del fondo. Se muestra también la variación de la elevación de la superficie del agua y los vectores de viento medidos en la estación Bernal.

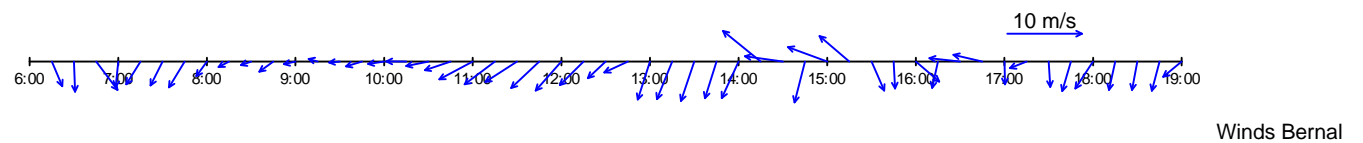
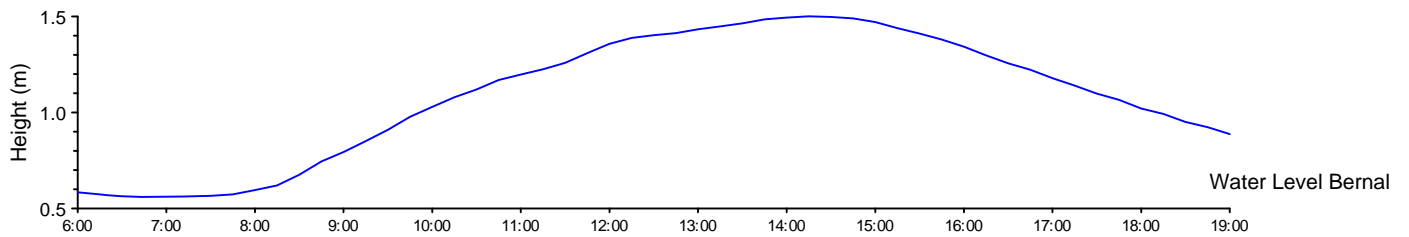
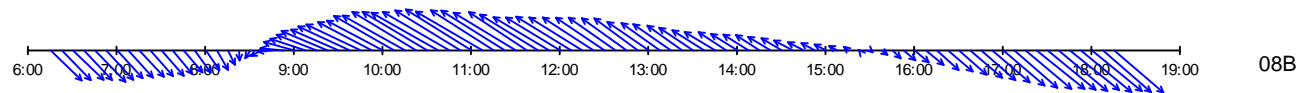
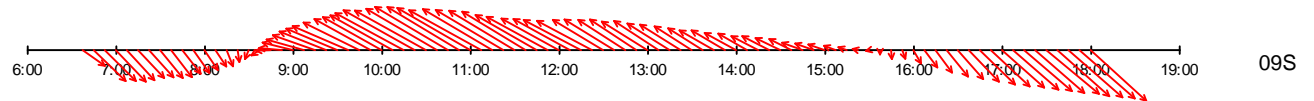
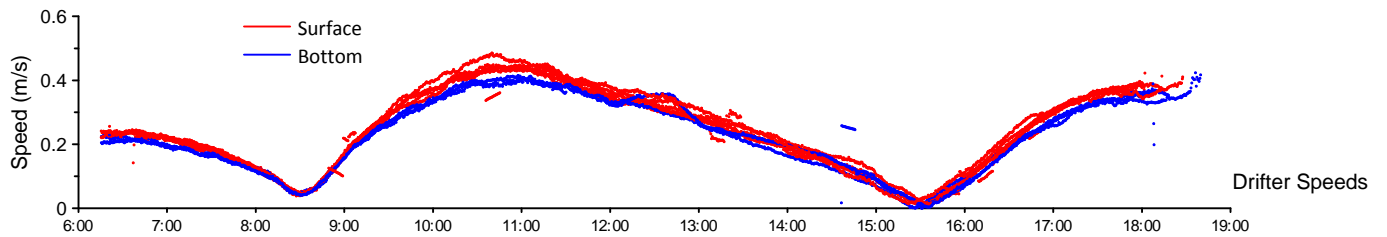
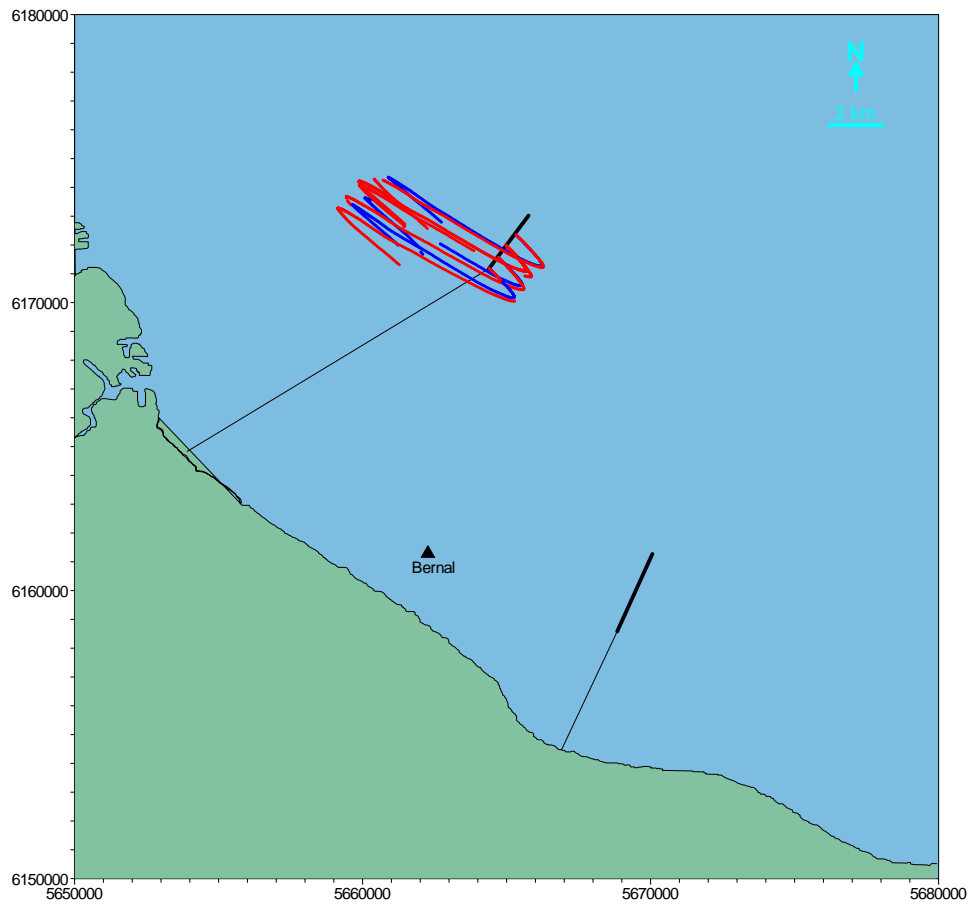


**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal  
Experiment #1 18 March 2009**

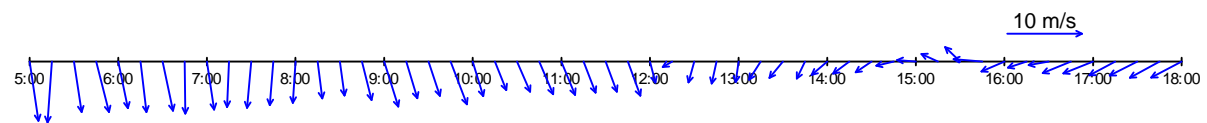
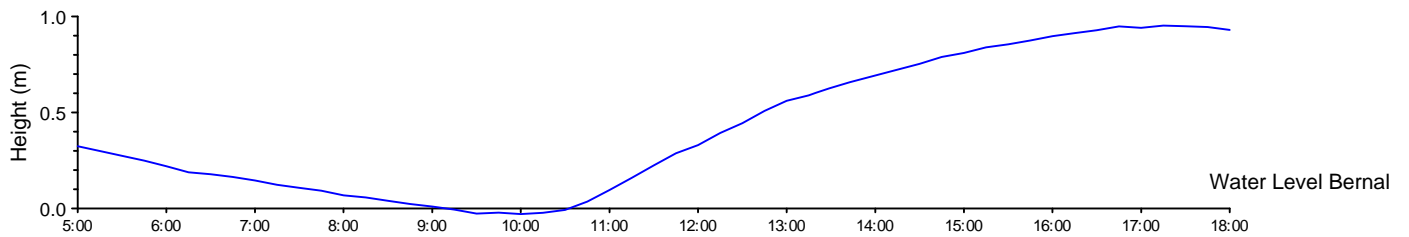
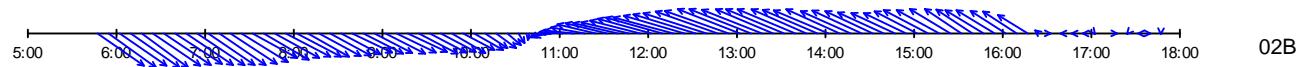
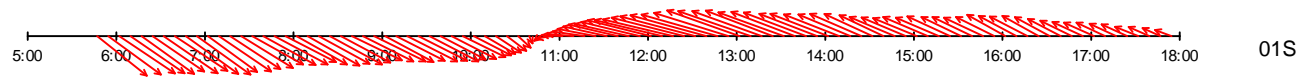
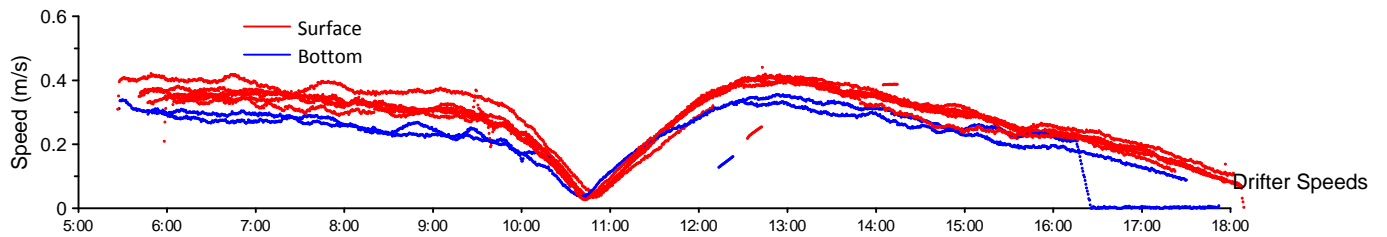
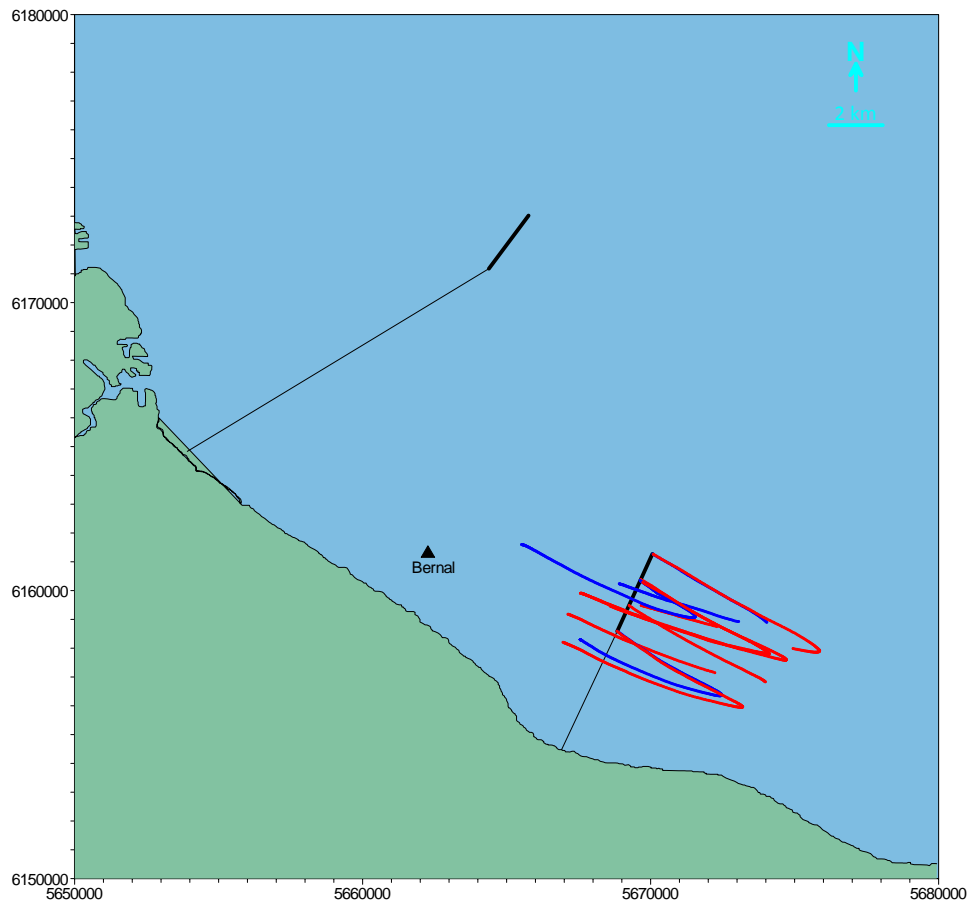




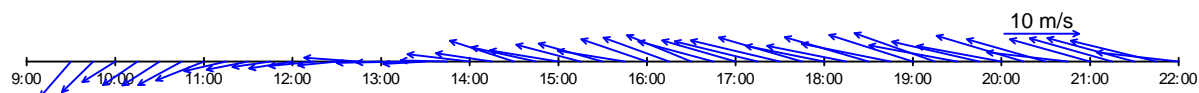
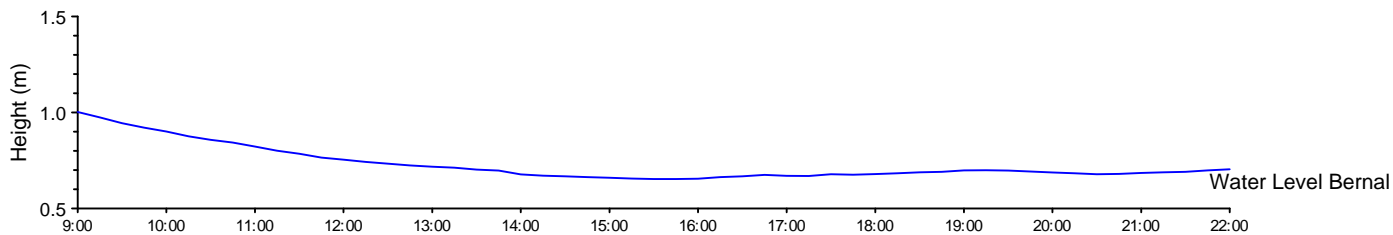
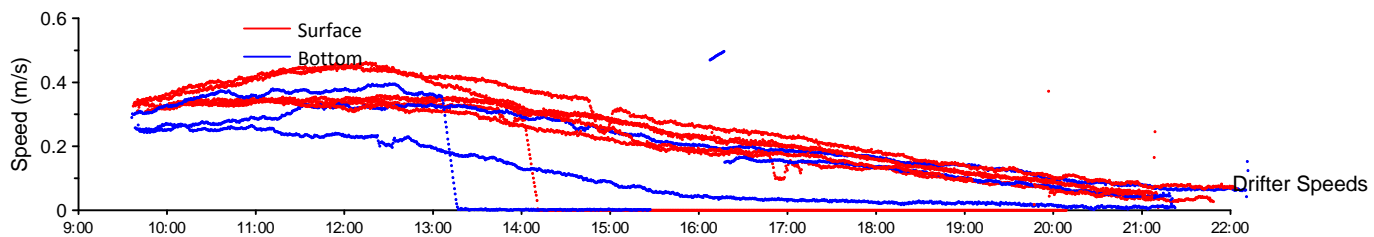
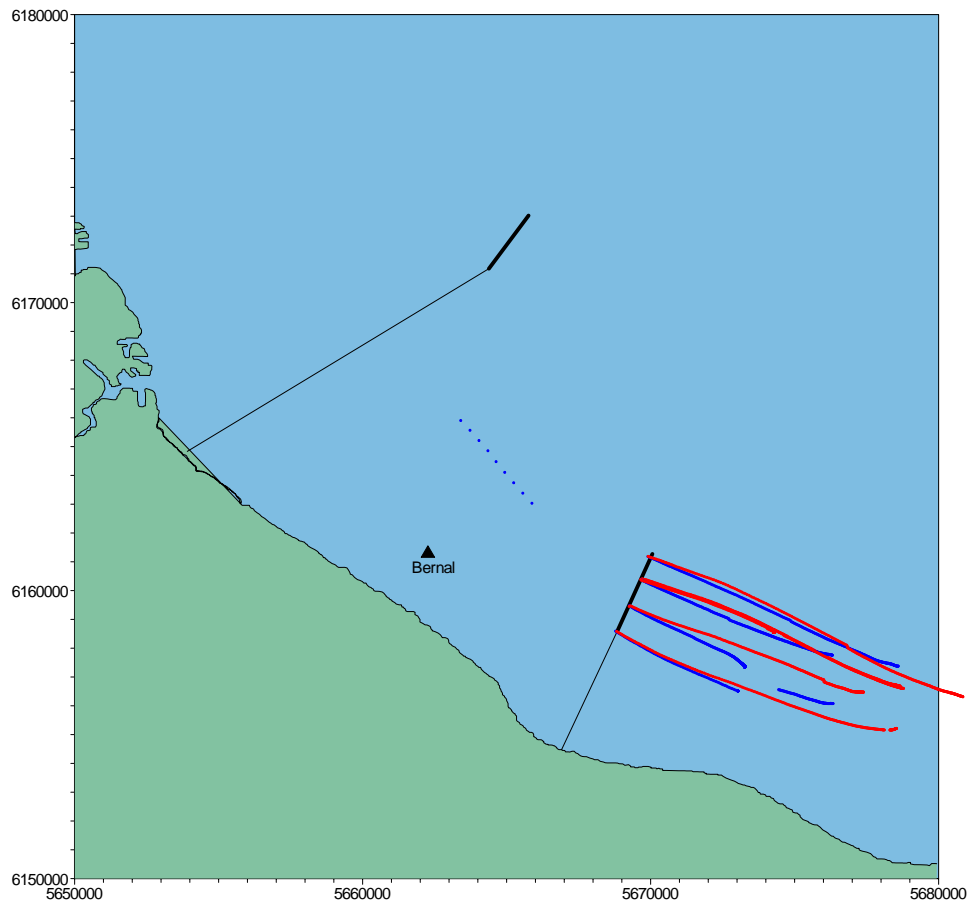
**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal  
Experiment #2 24 April 2009**



**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal  
Experiment #3 19 May 2009**

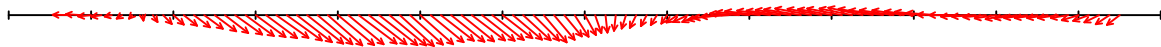
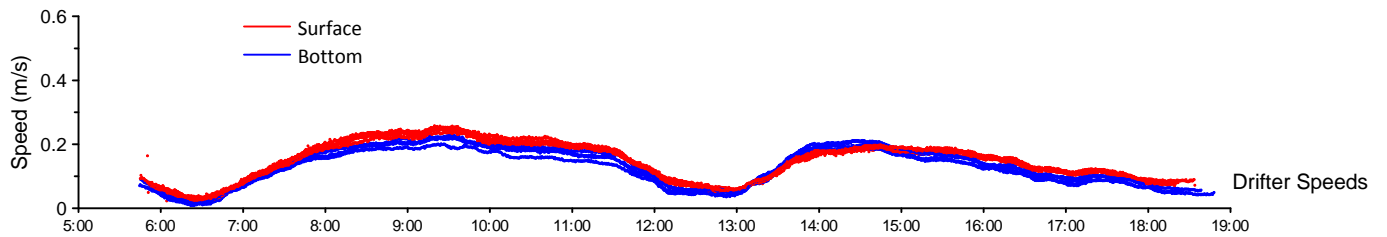
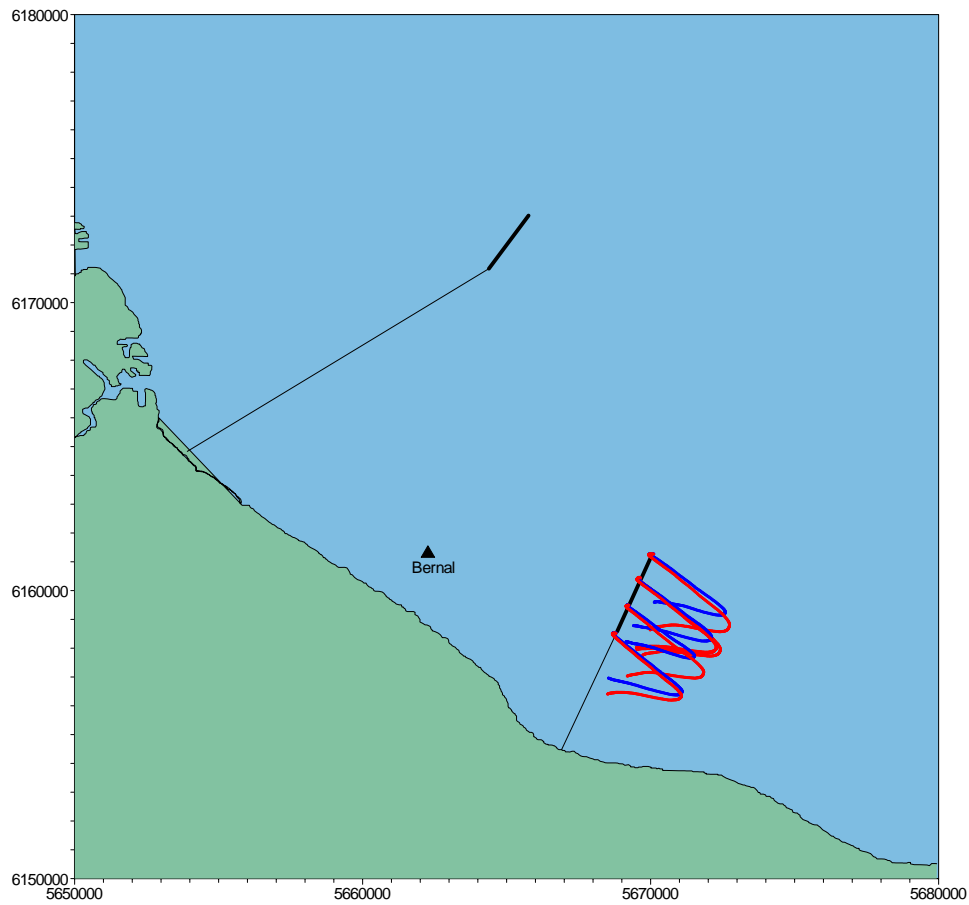


**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal  
Experiment #4 20 May 2009**

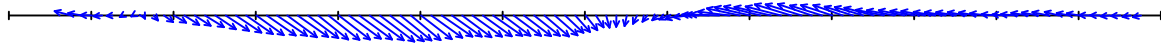


Winds Bernal

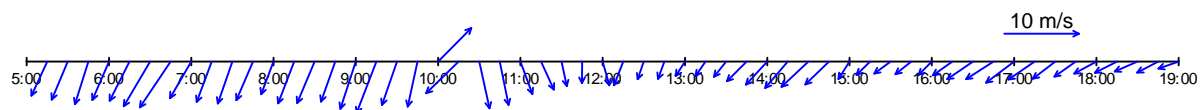
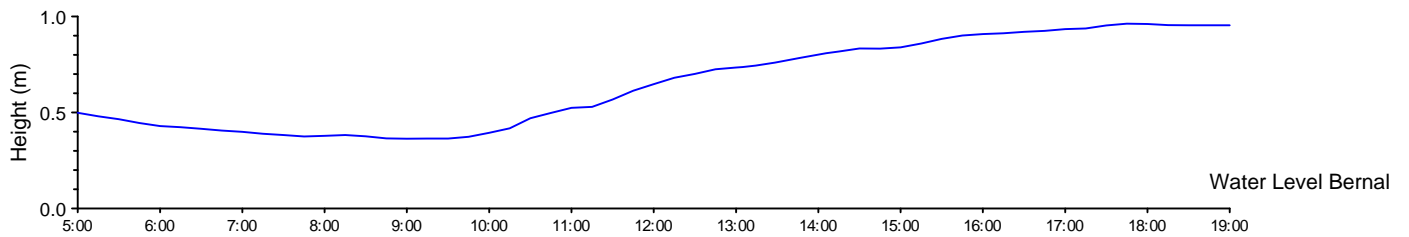
**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal  
Experiment #5 30 Sept 2009**



07S

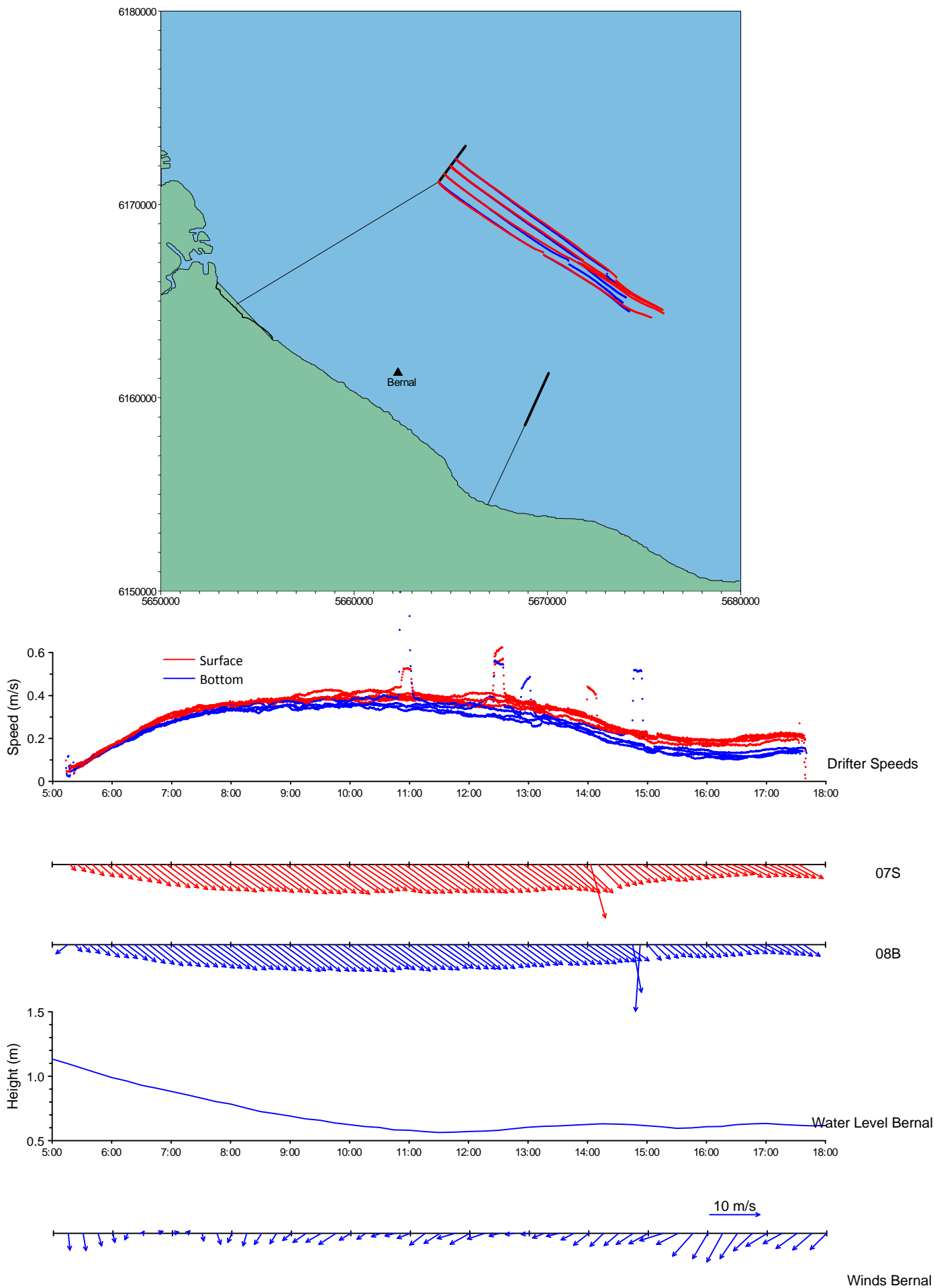


08B

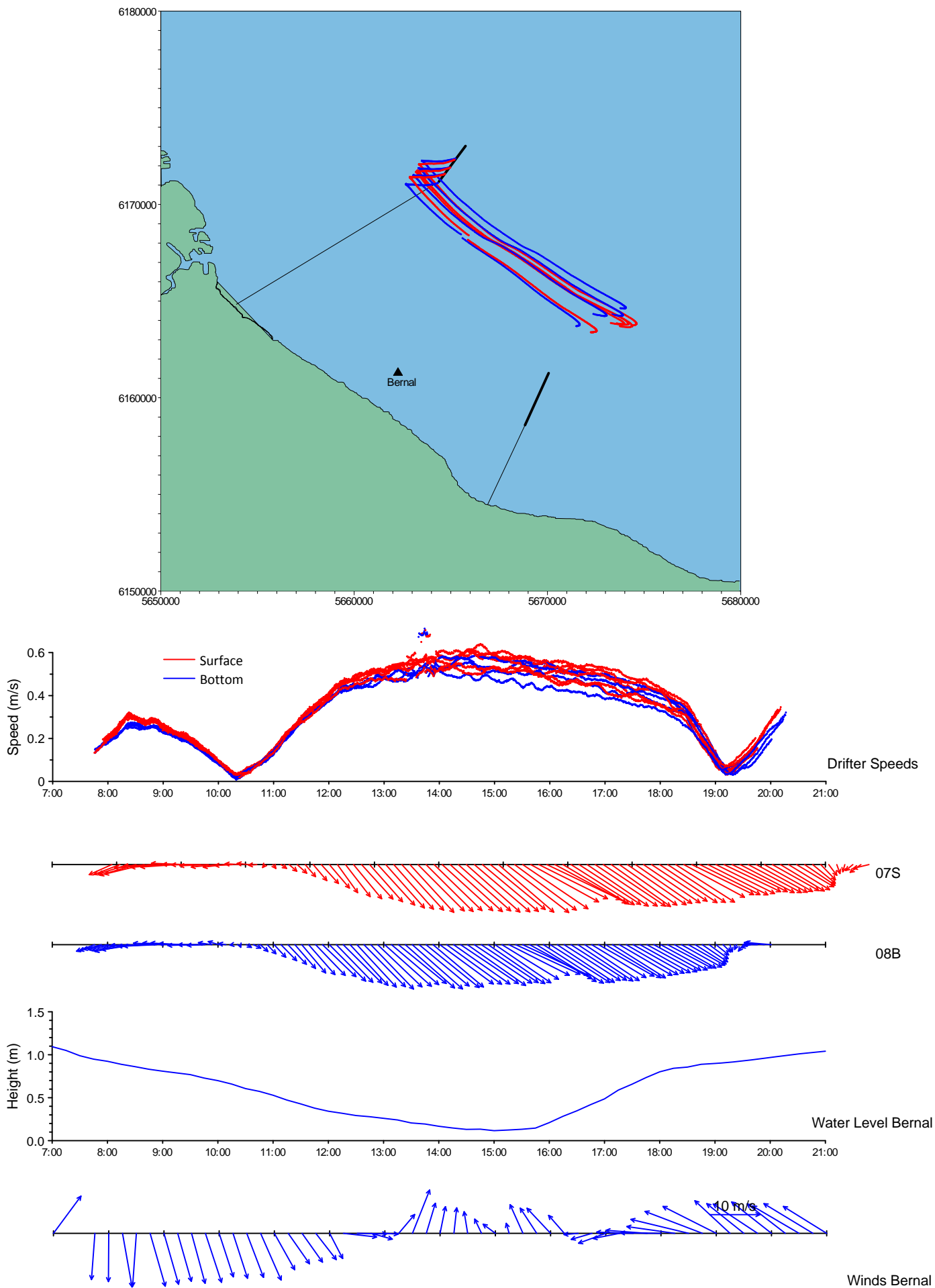


Winds Bernal

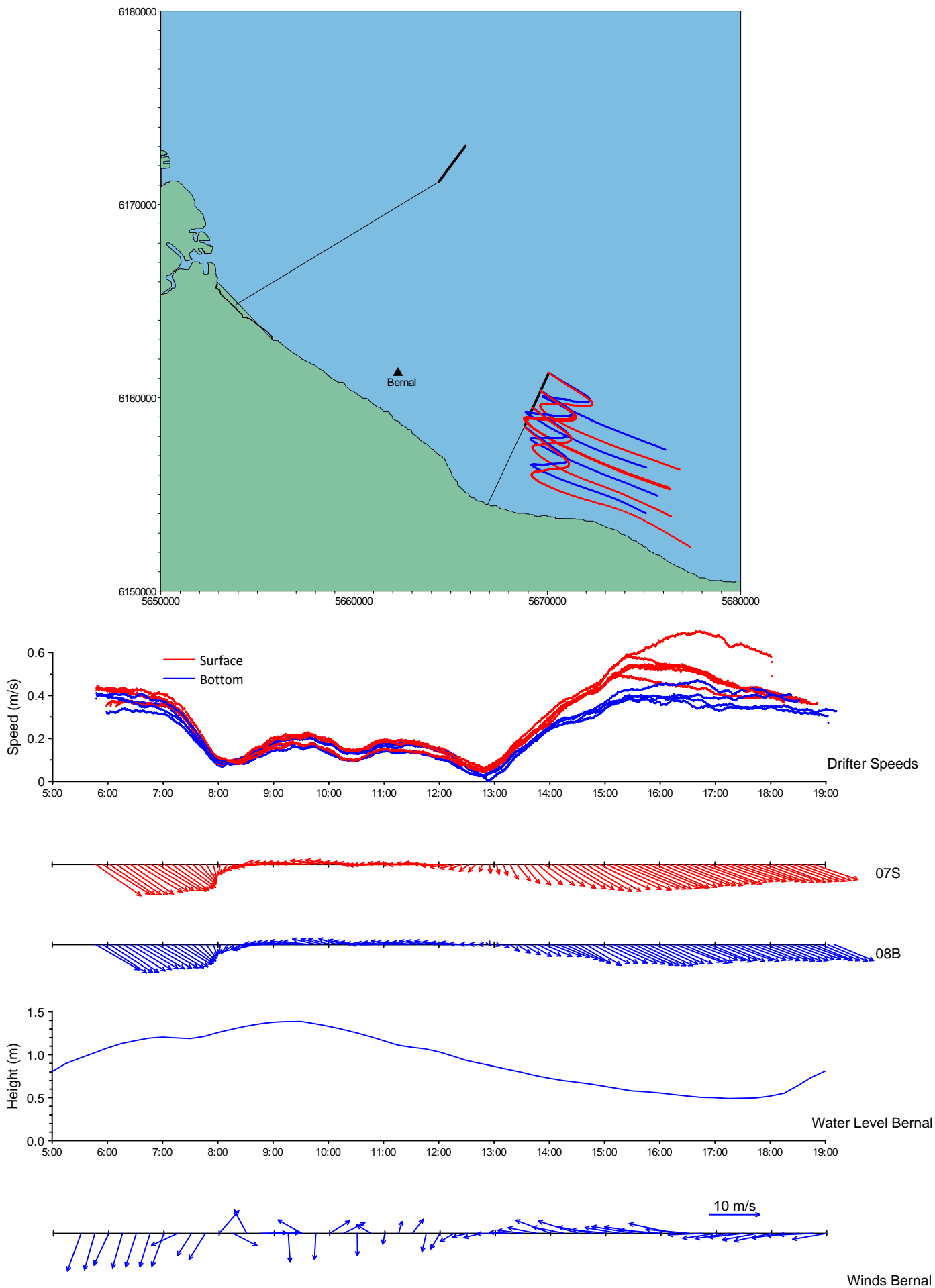
**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal  
Experiment #6 28 Oct 2009**



**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal  
Experiment #7 29 Oct 2009**

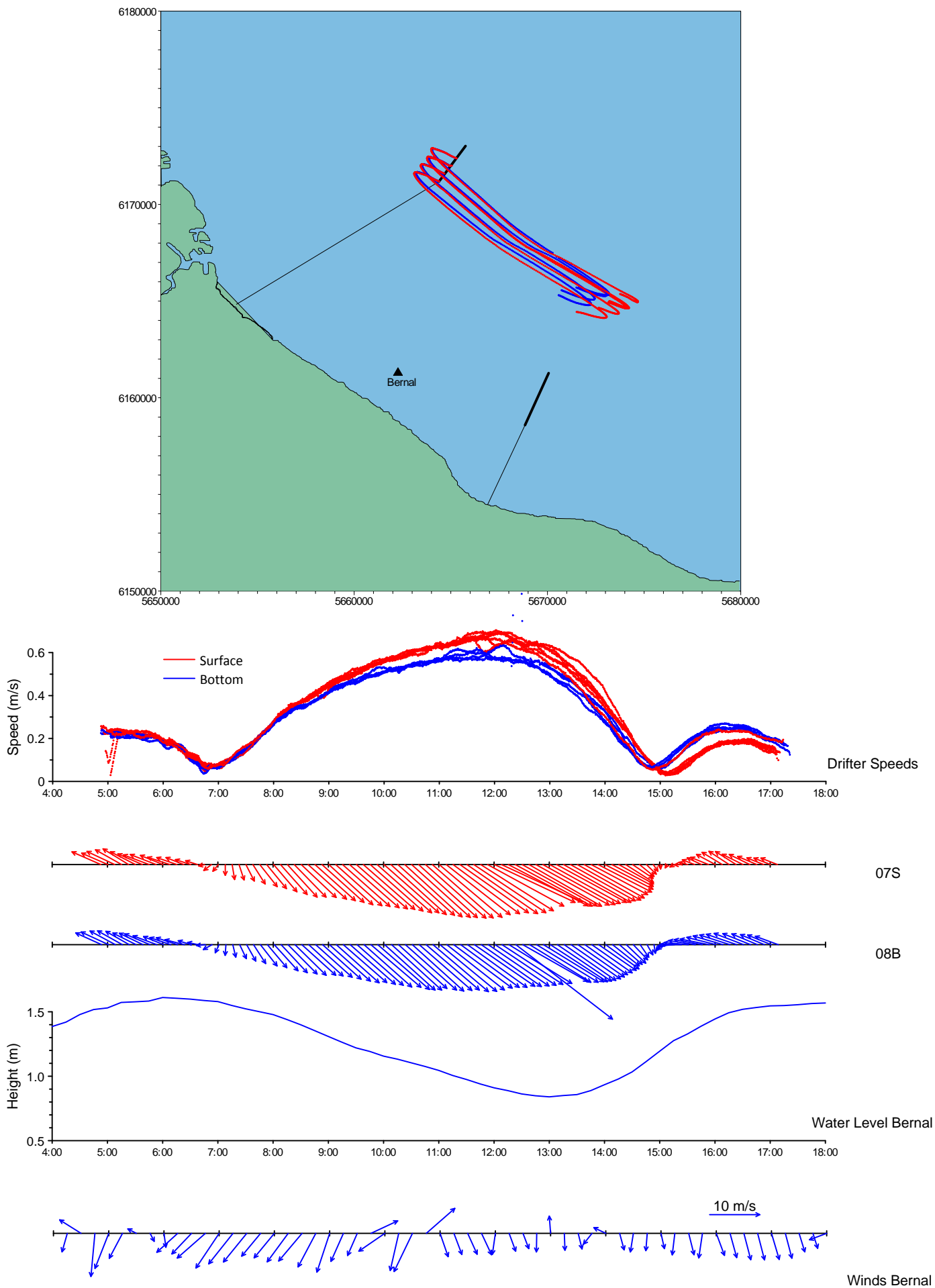


**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal**  
**Experiment #8 17 Nov 2009**



**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal**  
**Experiment #9 20 Nov 2009**





**Drifter trajectories, speeds, selected feather plots, water level, and winds measured at Bernal**  
**Experiment #10 2 Dec 2009**

## **APÉNDICE B. COMPARACIONES ENTRE MEDICIONES DE CAMPO Y SIMULACIONES**

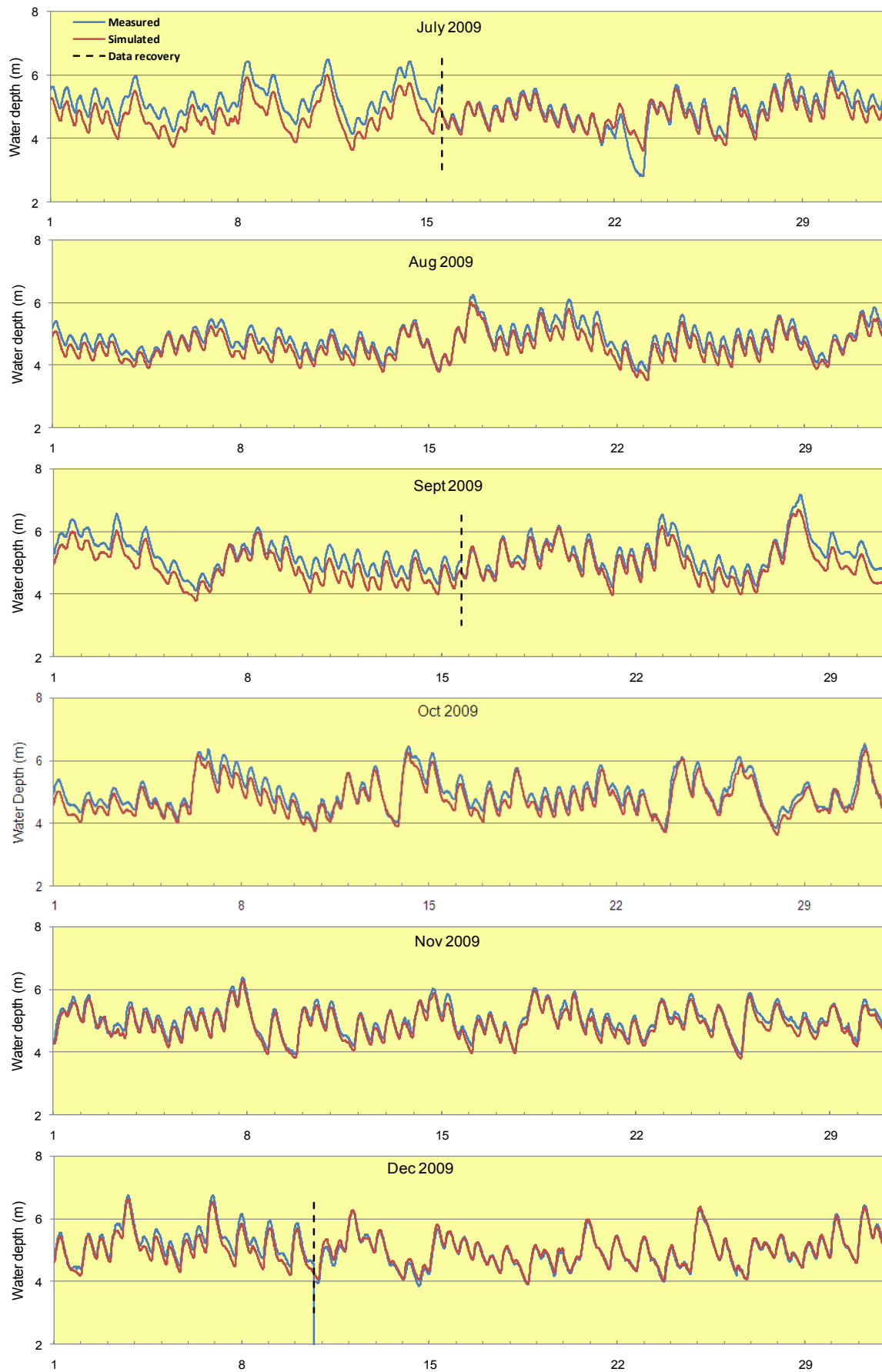
Este apéndice contiene gráficos mensuales que muestran comparaciones entre los siguientes parámetros modelados y medidos:

B1: Niveles de agua en el ADCP 5 (cerca del difusor propuesto para Riachuelo). Las fechas de recuperación de datos se muestran como líneas verticales de color verde.

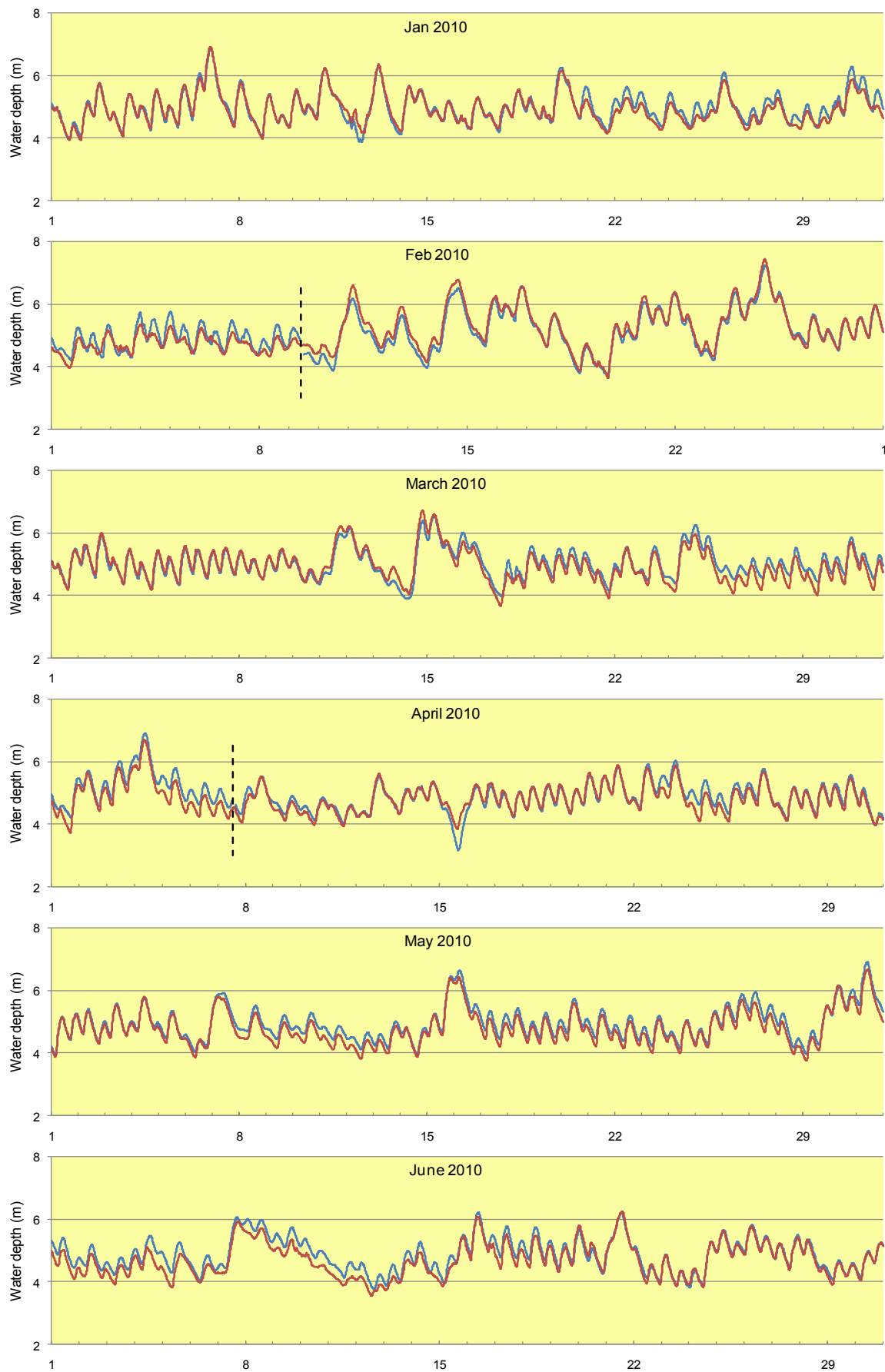
B2: Corrientes en los ADCP 5 (cerca del difusor Riachuelo) y ADCP 6 (cerca del difusor de Berazátegui). Las corrientes se muestran en forma de gráficos independientes comparando las componentes principales (primera y segunda). Las direcciones de las componentes principales se muestran en la Tabla 8.

## **B1. NIVELES DE AGUA**

Las Figuras adjuntas muestran gráficos mensuales de los niveles de agua medidos y simulados en el ADCP 5 (cerca del difusor propuesto para Riachuelo). Las fechas de recuperación de datos se muestran como líneas verticales de color verde.



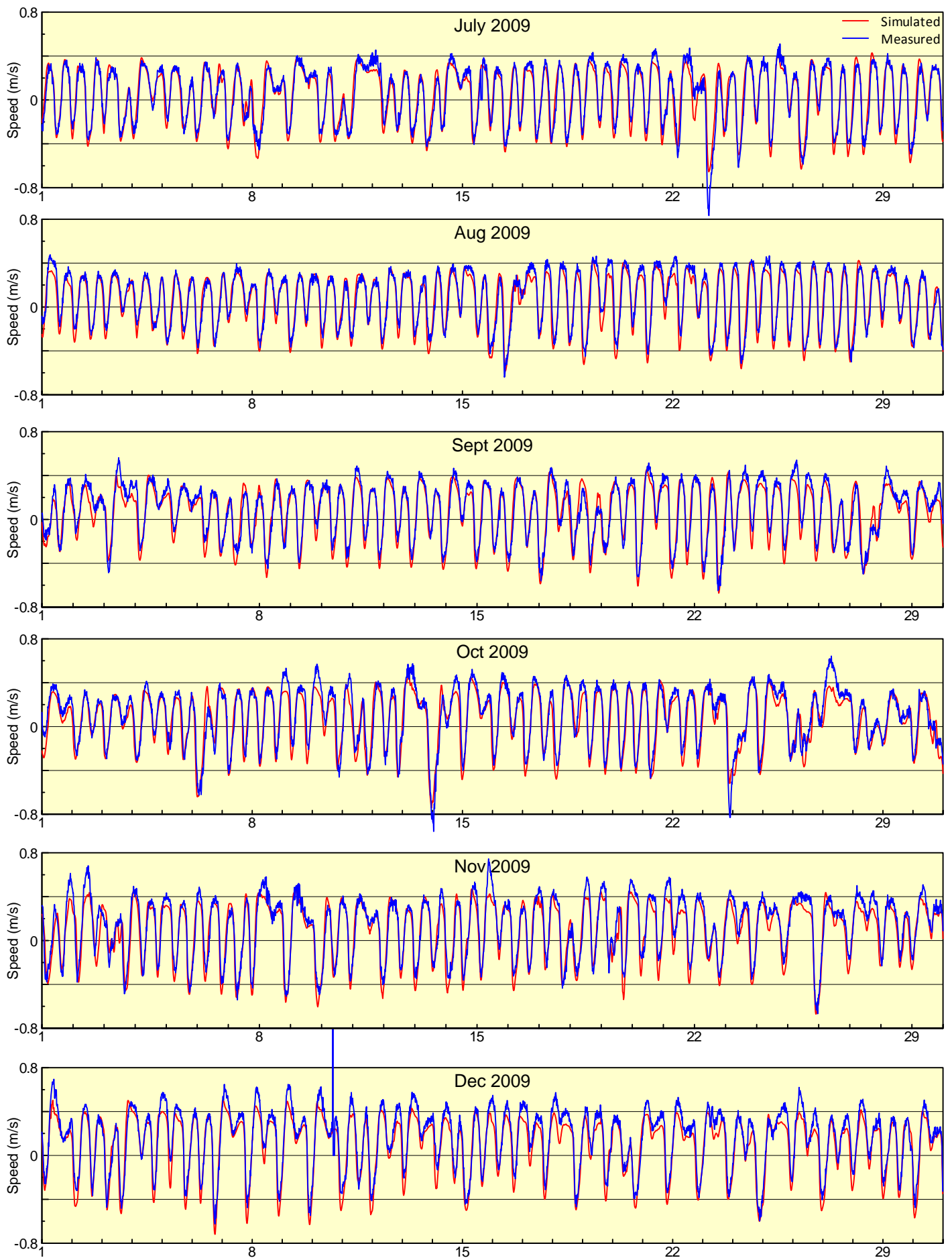
**Niveles de Agua medidos y simulados en el ADCP #5, Julio - Diciembre 2009**



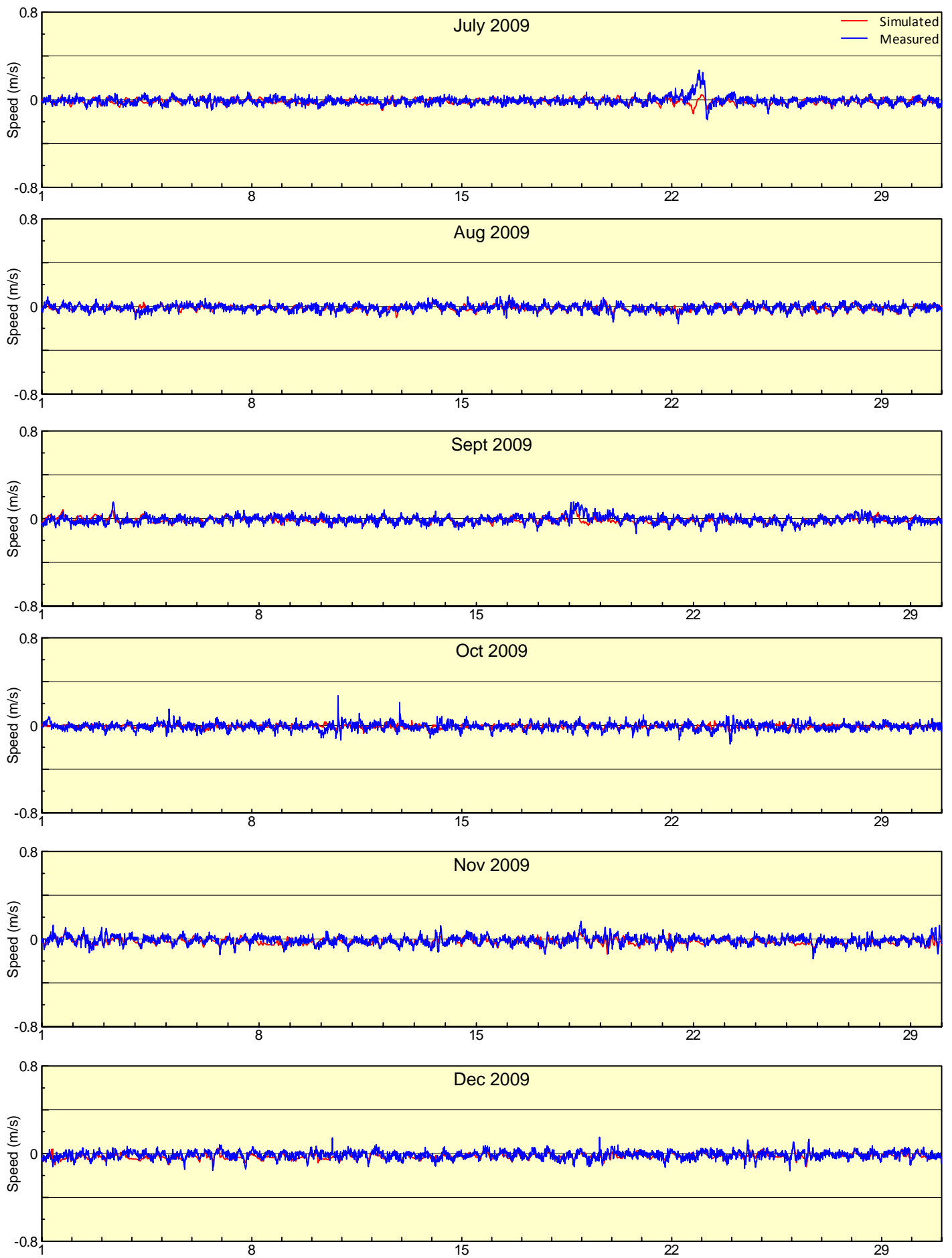
**Niveles de Agua medidos y simulados en el ADCP #5, Enero - Junio 2010**

## **B2. CORRIENTES**

Las Figuras adjuntas muestran gráficos de series de tiempo de corrientes medidas y simuladas en los ADCPs 5 y 6 (cerca de los difusores propuestos). Las corrientes se muestran en forma de gráficos independientes comparando las componentes principales primera y segunda. Las direcciones de los componentes principales se muestran en la Tabla 8.

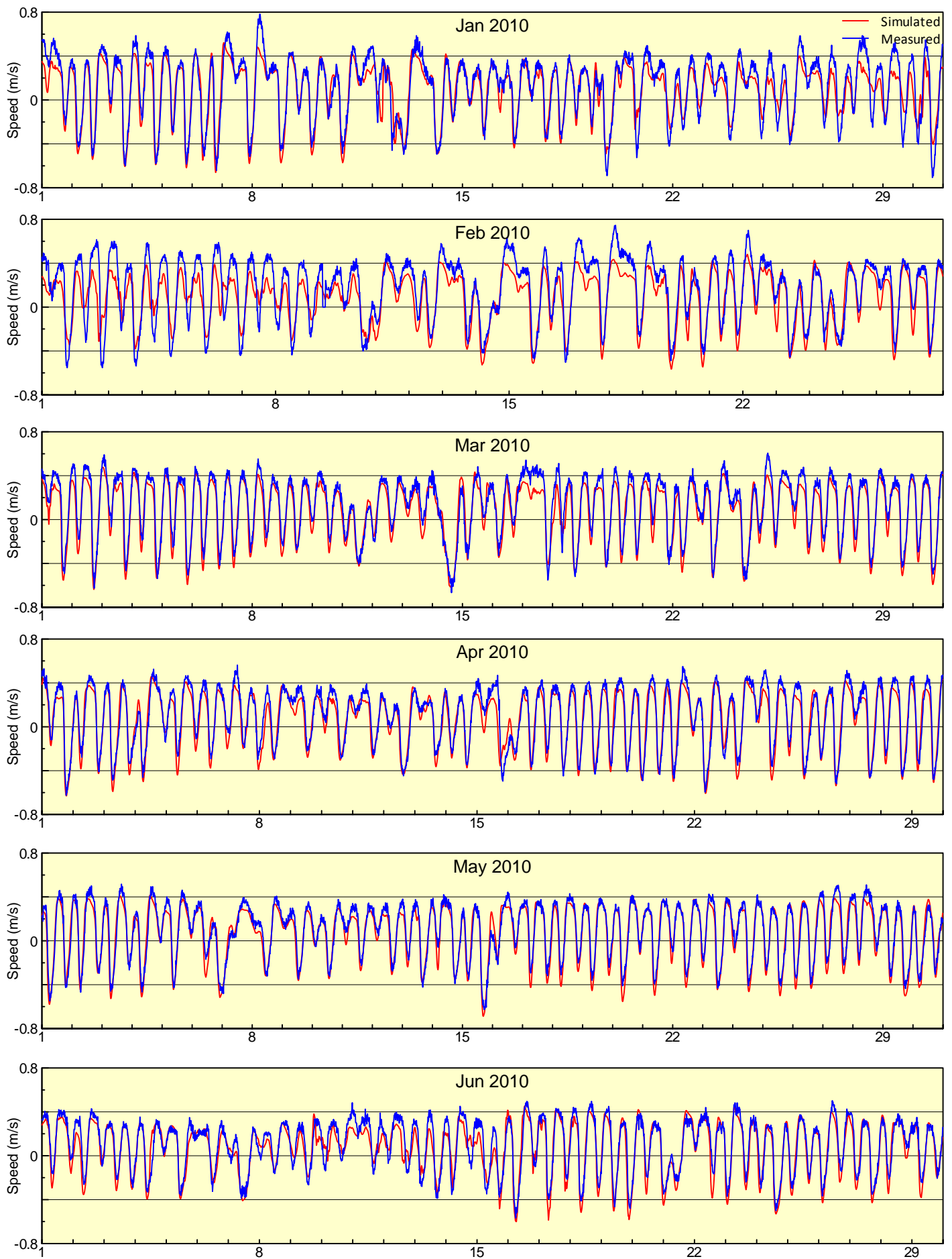


**Measured and simulated first principal components**  
**ADCP #5 7/1/09 - 12/31/09**

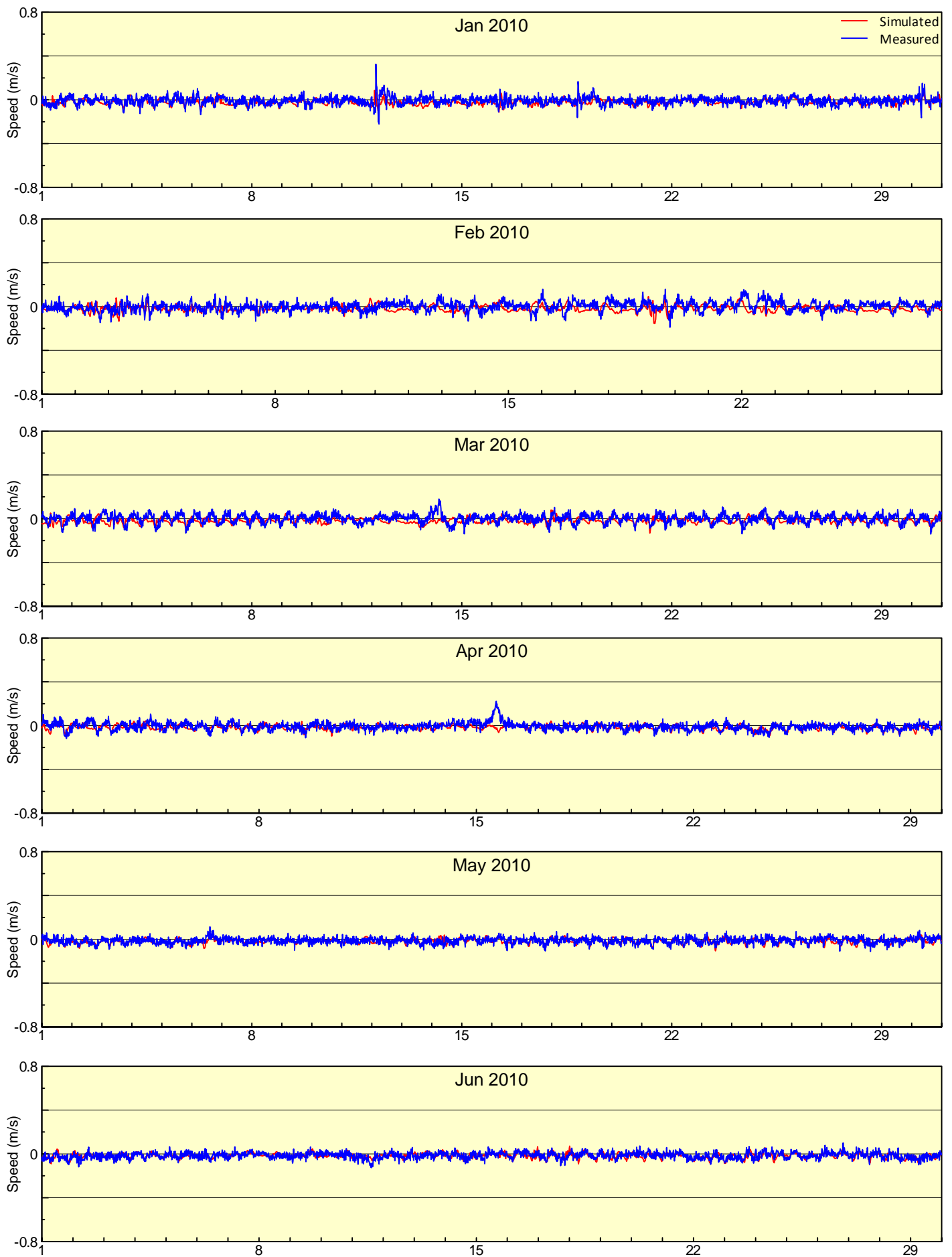


Measured and simulated second principal components  
ADCP #5 7/1/09 - 12/31/09

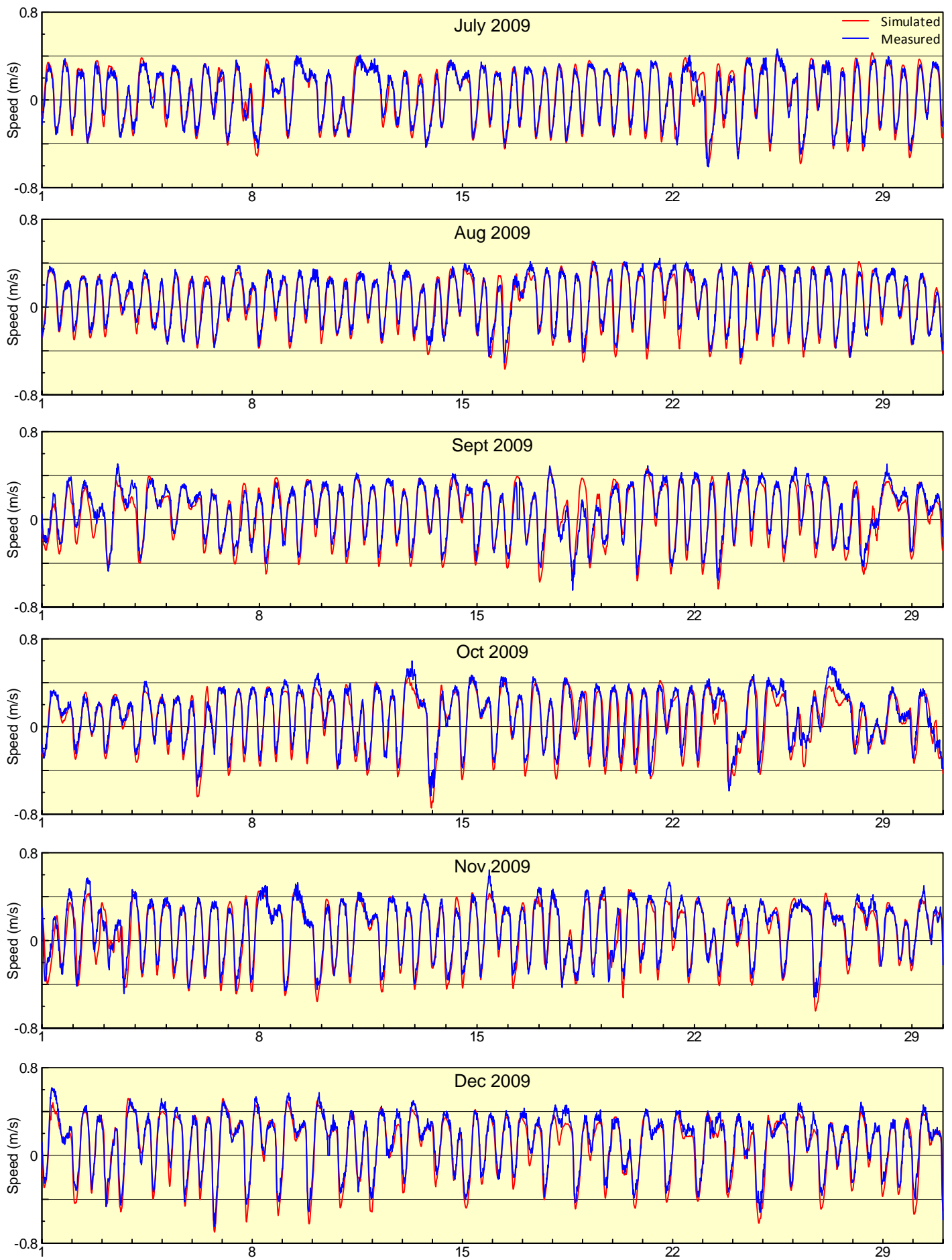




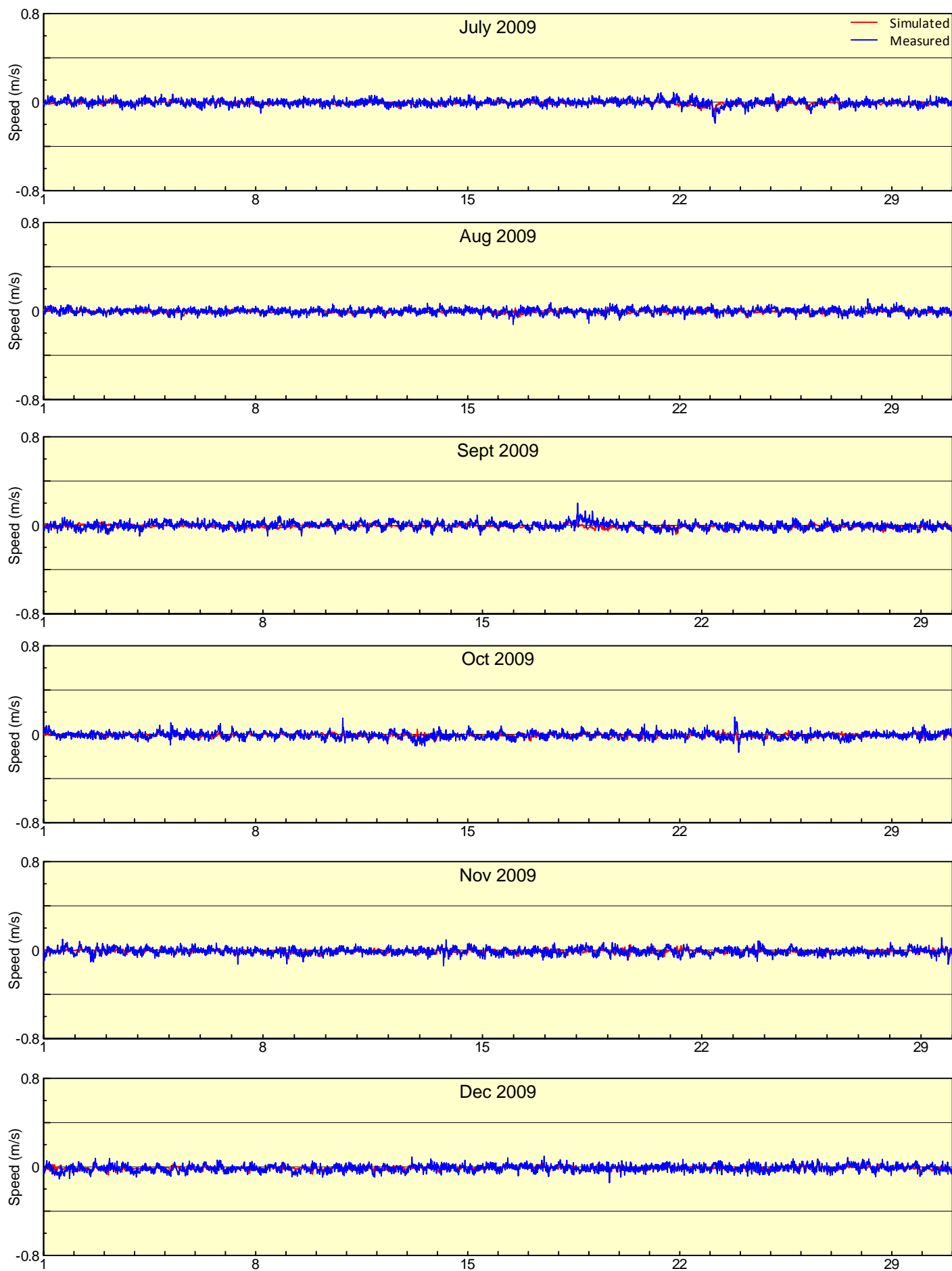
**Measured and simulated first principal components  
ADCP #5 1/1/10 - 6/30/10**



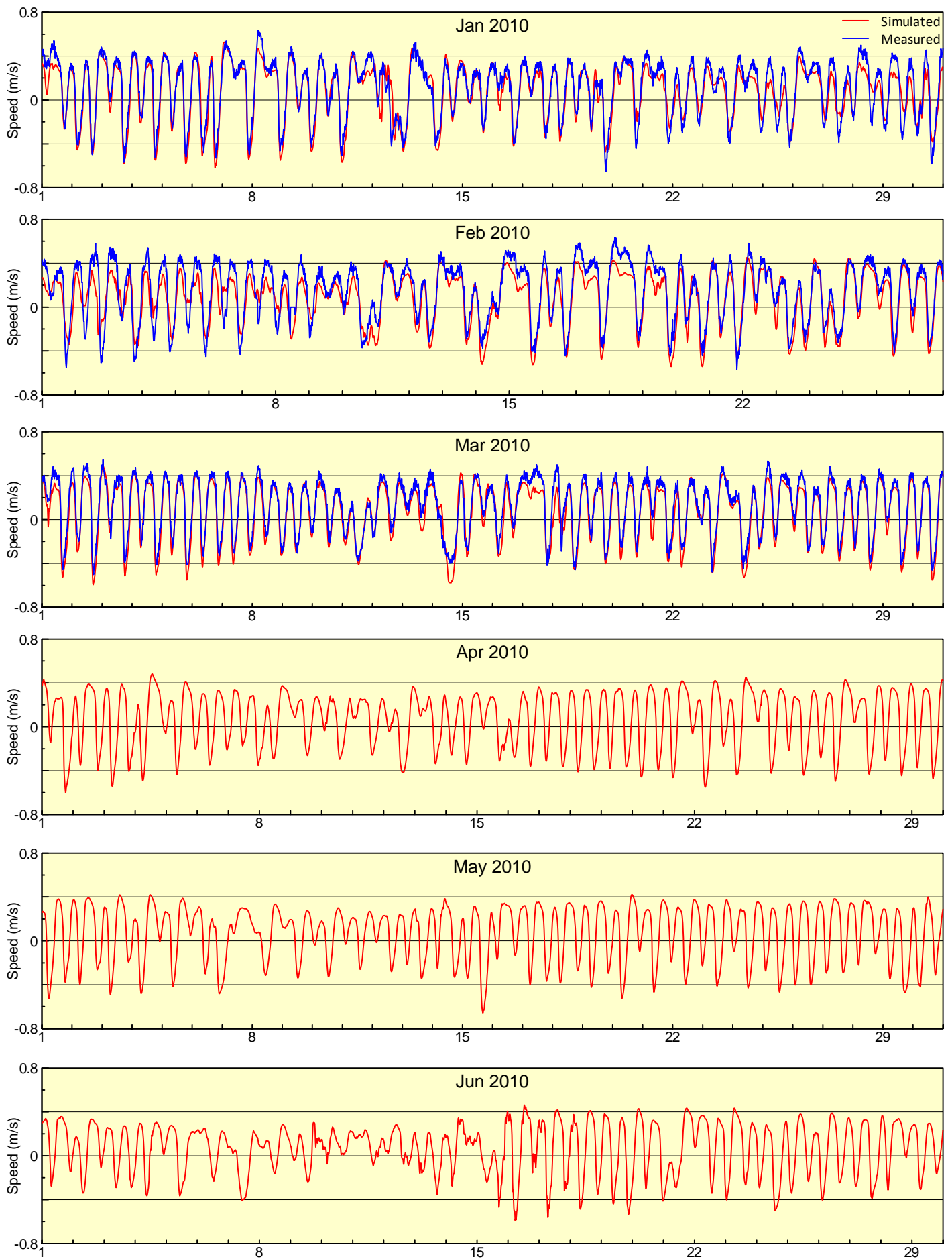
**Measured and simulated second principal components  
ADCP #5 1/1/10 - 6/30/10**



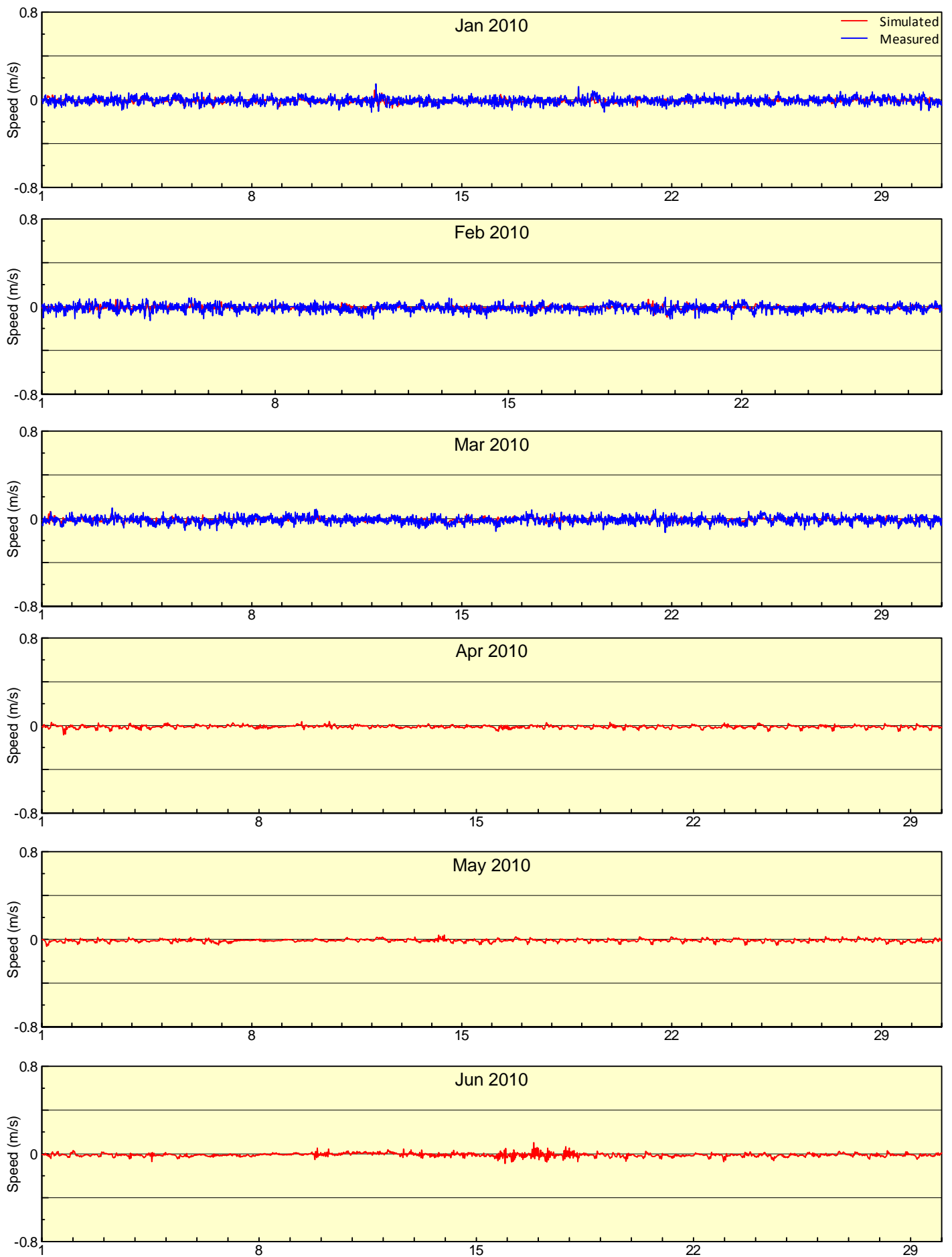
**Measured and simulated first principal components**  
**ADCP #6 7/1/09 - 12/31/09**



**Measured and simulated second principal components  
ADCP #6 7/1/09 - 12/31/09**



**Measured and simulated First principal components  
ADCP #6 1/1/10 - 6/30/10  
Error in measured direction after March 2010**



Measured and simulated second principal components

ADCP #6 1/1/10 - 6/30/10

Error in measured direction after March 2010

Comparisons PCs b

## APÉNDICE C. EXPERIMENTOS DE DECAIMIENTO DE BACTERIAS

### 1. Introducción

Dos series de experimentos han sido realizados por AySA para medir la tasa de decaimiento, expresada como  $T_{90}$ , de las bacterias para condiciones similares a las esperadas para los nuevos emisarios. Los resultados de estos experimentos se describen en este Apéndice.

### 2. Primera Prueba

Las primeras pruebas consistieron de 2 experimentos, un experimento de "prueba", y un experimento "in situ". El día antes de los experimentos, se extrajeron muestras de las aguas residuales de la descarga del emisario Berazátegui. Las muestras se conservaron en un ambiente fresco y fueron analizadas para determinar los niveles de Coliformes Totales y Escherichia Coli. Los resultados de los análisis se resumen en la Tabla 15 y se consideran típicos de las aguas residuales de Berazátegui.

**Tabla 15. Niveles de Bacterias en la descarga de Berazátegui**

Parámetro	Concentración MPN/100 ml
Coliformes Totales	20,000,000
E. coli	8,000,000

El experimento de prueba se llevó a cabo el 30 de Julio del 2009 de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- 250 ml de aguas residuales sin tratar (con los valores de bacterias de la Tabla 15) fueron mezclados con 10 litros de agua de Río en un recipiente de plástico de 10 litros (dilución 41:1).
- El contenedor se cerró y se dejó bajo condiciones de luz y temperatura ambiente en una habitación del laboratorio central de la planta de tratamiento de San Martín.
- 8 muestras fueron analizadas para bacterias durante 24 horas, agitando el frasco antes de cada extracción de la muestra.
- Los niveles de Coliformes Totales y Escherichia Coli se determinaron utilizando la metodología "Quanti-tray chromogenic substrate".
- Para cada muestra, se midieron también los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, pH, conductividad y temperatura.

Los resultados se resumen en la Tabla 16.

**Tabla 16. Resumen del experimento de prueba**

Número de Muestra	Fecha y hora	pH	Conduc-tividad (μS/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Tempe-ratura (°C)	Coliformes Totales por 100ml	E. coli por 100ml
1	30/07/2009 09:00	7.53	184	10.4	11,8	365,000	53,000
2	30/07/2009 10:00	7.46	197	10.5	13,0	261,000	60,000
3	30/07/2009 11:00	7.51	192	10.3	14,5	410,000	63,000
4	30/07/2009 13:00	7.45	193	10.1	16,0	344,000	61,000
5	30/07/2009 15:00	7.49	199	10.1	16,0	290,000	48,000
6	30/07/2009 17:00	7.43	205	9.80	16,3	410,000	55,000
7	30/07/2009 19:00					410,000	55,000
8	31/07/2009 09:00	7.43	210	9.51	15,2	800,000	70,000

El experimento “in situ”, realizado el 13 de Agosto del 2009, se llevo a cabo de acuerdo a la siguiente metodología:

- 400 ml de aguas residuales (con los valores de bacterias indicados en la Tabla 15) fueron mezclados con 10 litros de agua de Río en un recipiente de 10 litros (dilución 26:1).
- El contenedor fue cerrado con cuidado y sumergido en un canal interno situado dentro de la planta de tratamiento de San Martín. Las muestras fueron agitadas apropiadamente. El punto de ubicación recibió luz natural todo el día y la temperatura del agua fue similar a la del Río en la toma de agua.
- La metodología y el análisis fueron los mismos que se siguieron para el experimento de prueba.

Los resultados se resumen en la Tabla 17.

**Tabla 17. Resumen del Experimento *in situ***

Número de Muestra	Fecha y Hora	pH	Conduc-tividad (μS/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Tempe-ratura (°C)	Coliformes Totales por 100ml	E. coli por 100ml
1	13/08/2009 07:50	7.51	155	9.57	14.3	613,100	85,700
2	13/08/2009 09:00	7.50	157	10.1	14.4	613,100	128,100
3	13/08/2009 10:00	7.51	158	10.1	14.4	488,400	105,000
4	13/08/2009 11:00	7.58	158	10.1	14.8	613,100	88,600
5	13/08/2009 12:00	7.57	159	10.0	14.7	920,800	70,300
6	13/08/2009 13:00	7.58	161	10.1	14.7	365,400	83,300
7	13/08/2009 14:00	7.62	162	10.2	14.6	488,400	105,000
8	13/08/2009 15:00	7.63	161	10.1	14.1	613,100	172,300
9	13/08/2009 16:00	7.68	163	10.3	14.4	488,400	159,700



10	13/08/2009 17:00	7.7	163	10.2	14.8	1,413,600	325,500
11	13/08/2009 17:50	7.73	165	10.5	14.1	776,000	313,000
12	14/08/2009 07:50	7.59	163	10.3	13.6	1,413,600	139,000

No existe un patrón claro de la descomposición bacteriana, es más, después de 24 horas la concentración de bacterias en realidad aumentó. Las razones de esto no son conocidas, pero posiblemente la adición de las aguas residuales a las aguas del Río actuó como medio de cultivo promoviendo el crecimiento de bacterias, la aglomeración de las bacterias en grupos, nutrientes en el agua del Río utilizada para la dilución, o bacterias muertas que sirven de nutrientes a las bacterias vivas.

Estos resultados están en total desacuerdo con los resultados (aunque aproximados) encontrados el año pasado por los experimentos de AySA en los cuales se hizo el seguimiento de la pluma de aguas residuales de Berazátegui usando derivadores.

### 3. Segunda Prueba

Esta consistió en un experimento llevado a cabo el 7 de octubre de 2009. Se siguió el mismo procedimiento que para las primeras pruebas, excepto que se utilizaron dos botellas: (A) en la superficie, expuesta a la radiación solar, y (B) sumergidas y pintada de negro, simulando la noche. Los resultados se resumen en las Tablas 18 y 19.

**Tabla 18. Botella "A" Descubierta**

Número de Muestra	Fecha y Hora	pH	Conductividad (μS/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	Coliformes Totales por 100 ml	E. coli por 100 ml
1	07/10/2009 08:00	7.57	200	8.73	17.6	816,400	146,700
2	07/10/2009 09:00	7.63	201	9.38	17.7	410,600	90,600
3	07/10/2009 10:00	7.66	199	9.39	18.4	727,000	90,900
4	07/10/2009 11:00	7.75	193	9.24	19.1	547,000	118,700
5	07/10/2009 12:00	7.72	194	9.07	19.3	198,630	64,880
6	07/10/2009 13:00	7.77	198	9.60	18.6	727,000	82,000
7	07/10/2009 14:00	7.84	191	9.05	20.4	648,800	79,400
8	07/10/2009 15:00	7.88	193	9.20	19.4	920,800	95,800
9	07/10/2009 16:00	7.91	195	9.18	19.4	173,290	81,640
10	07/10/2009 17:00	7.95	198	9.27	18.6	488,400	135,400
11	07/10/2009 17:30	7.99	200	9.65	18.5	727,000	79,800
12	08/10/2009 08:00	7.73	198	9.71	17.2	2,419,600	218,700

**Tabla 19. Botella “B” Cubierta**

Número de Muestra	Fecha y Hora	pH	Conductividad (μS/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	Coliformes Totales por 100 ml	E. coli por 100 ml
1	07/10/2009 08:00	7.57	202	8.61	17.0	816,400	178,200
2	07/10/2009 09:00	7.6	202	9.07	17.6	770,100	110,600
3	07/10/2009 10:00	7.71	200	9.2	18.0	686,700	105,000
4	07/10/2009 11:00	7.67	202	9.13	18.1	613,100	124,600
5	07/10/2009 12:00	7.67	200	9.26	18.2	920,800	115,300
6	07/10/2009 13:00	7.7	200	9.56	18.2	920,800	116,200
7	07/10/2009 14:00	7.74	198	9.68	18.4	727,000	143,900
8	07/10/2009 15:00	7.76	198	9.71	18.9	816,400	142,100
9	07/10/2009 16:00	7.82	198	9.83	18.7	980,400	156,500
10	07/10/2009 17:00	7.85	202	9.65	18.2	1,203,300	141,400
11	07/10/2009 17:30	8.01	201	9.68	18.2	1,119,900	139,600
12	08/10/2009 08:00	7.79	199	10.14	17.1	1,986,300	135,400

Una vez más, no existe un patrón claro de la descomposición bacteriana y en algunos casos el crecimiento ocurrió realmente. Son necesarios más estudios para resolver estos inconvenientes.

## **APÉNDICE D. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA**

La autoridad reguladora del medio ambiente, SAyDS (2009) ha establecido, mediante el uso de modelos matemáticos y análisis de los niveles de contaminantes para los diversos usos del agua, los niveles de base de contaminantes de los cuerpos de agua influenciados por el proyecto Matanza Riachuelo. Las normas se basan en seis categorías de uso de agua que van desde las más restrictivas: I. "Permitido para el consumo humano con tratamiento convencional", a la menos restrictiva: VI. "Permitido para la preservación de la vida acuática, sin exposición a largo plazo." Las normas se resumen en la Tabla D1.

Sin embargo, la autoridad ambiental establece claramente que las descargas de fuentes puntuales como emisarios, producen zonas de uso limitado en su entorno (es decir, zonas que no cumplen ninguna de las condiciones de uso) y que la extensión espacial de esta zona deben ser analizadas caso por caso para determinar la aceptabilidad de la descarga correspondiente en el lugar designado.



**Table D1. SAYDS criteria for characterizing use zones at the Matanza-Riachuelo Watershed and the southern coastal strip of the La Plata river**

Water Use	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	Nitrogen compounds (mg N/l)		Total Phosphorous (µg/l)	E. Coli (MPN/100ml)	Phenols (µg/l)	Detergents (mg/l)	Metals (µg/l)		pH (UpH)	T (°C)	SSEE (mg/l)	SST (mg/l)	Sulfide (µg/l)	Cyanide (µg/l)	Total Hydrocarbon (µg/l)	Cadmium (µg/l)	Mercury (µg/l)	Arsenic (µg/l)
			N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					Cr	Pb										
I	>4 <sup>(10)</sup>	<5 <sup>(11,12)</sup>	NR <sup>(1,4)</sup>	<10 <sup>(1,5,9,11,12)</sup>	NR <sup>(2,4)</sup>	<2000 <sup>(3)</sup>	<10 <sup>(3)</sup>	<0.5 <sup>(2,11,12)</sup>	<50 <sup>(2,4,5,9,10,11,12)</sup>	<50 <sup>(2)</sup>	6-9 <sup>(11)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	<100 <sup>(14)</sup>	<50 <sup>(16)</sup>	<7.5 <sup>(1)</sup>	<1 <sup>(4,9,10)</sup>	<50 <sup>(3)</sup>
II	>5 <sup>(2,11,12)</sup>	<3 <sup>(11)</sup>	NR <sup>(1)</sup>	<10 <sup>(11,12)</sup>	1000 <sup>(7)</sup>	<200 <sup>(11)</sup>	<50 <sup>(10)</sup>	<0.5 <sup>(11)</sup>	<50 <sup>(2,11,12)</sup>	<50 <sup>(7)</sup>	6-9 <sup>(11)</sup>	15-35 <sup>(8)</sup>	Ausente <sup>(10,11,13)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	<50 <sup>(8)</sup>	<100 <sup>(7)</sup>	<50 <sup>(16)</sup>	<5 <sup>(2,8,13)</sup>	<1 <sup>(8)</sup>	<50 <sup>(3)</sup>
III	>4 <sup>(11)</sup>	<10 <sup>(11)</sup>	NR <sup>(1)</sup>	<10 <sup>(11)</sup>	1000 <sup>(7)</sup>	<20000 <sup>(7)</sup>	<100 <sup>(7)</sup>	<5 <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	6-9 <sup>(11)</sup>	15-35 <sup>(8)</sup>	Ausente <sup>(10,11)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	<50 <sup>(8)</sup>	<100 <sup>(7)</sup>	<200 <sup>(16)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>
IV	>2 <sup>(11)</sup>	<15 <sup>(12)</sup>	NR <sup>(1)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	5000 <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	<1000 <sup>(11)</sup>	<5 <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	6-9 <sup>(11,13)</sup>	<35 <sup>(7)</sup>	Iridiscencia <sup>(11)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	<1000 <sup>(7)</sup>	<100 <sup>(7)</sup>	<10000 <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>	NR <sup>(7)</sup>
V	>5 <sup>(2,12)</sup>	<3 <sup>(2)</sup>	<0.6 <sup>(6)</sup>	NR <sup>(1)</sup>	10 <sup>(8)</sup>	NR <sup>(2)</sup>	<4 <sup>(4)</sup>	NR <sup>(2)</sup>	<2 <sup>(2,6)</sup> (*)	<2 <sup>(4,6)</sup>	6-9 <sup>(11)</sup>	T <sub>b</sub> +3 <sup>(17)</sup> (**)	Ausente <sup>(11,13)</sup>	SST <sub>b</sub> +10 <sup>(17)</sup> (***)	<2 <sup>(11,12)</sup>	<11.2 <sup>(5)</sup>	<50 <sup>(16)</sup>	<0.25 <sup>(5)</sup>	<0.77 <sup>(5)</sup>	<150 <sup>(5)</sup>
VI	>3 <sup>(7)</sup>	<10 <sup>(12)</sup>	<6 <sup>(6)</sup>	NR <sup>(1)</sup>	100 <sup>(8)</sup>	NR <sup>(2)</sup>	<50 <sup>(4)</sup>	NR <sup>(2)</sup>	<20 <sup>(6)</sup> (*)	<20 <sup>(6)</sup>	4-10.5 <sup>(15)</sup>	T <sub>b</sub> +3 <sup>(17)</sup> (**)	Ausente <sup>(11,13)</sup>	SST <sub>b</sub> +10 <sup>(17)</sup> (***)	<300 <sup>(5)</sup>	<22 <sup>(5)</sup>	<100 <sup>(7)</sup>	<2 <sup>(5,16)</sup>	<1.4 <sup>(5)</sup>	<340 <sup>(5)</sup>

I: Allowed for human consumption with conventional treatment

II: Allowed for recreational activities with direct contact

III: Allowed for recreational activities without direct contact

IV: Allowed for passive recreational activities

V: Allowed for aquatic life preservation with long term exposure

VI: Allowed for aquatic life preservation without long term exposure

	100% of the time fulfillment
	90% of the time fulfillment
	80% of the time fulfillment
	Without restriction

(\*) expressed as H<sub>2</sub>S no dissociated

(\*\*): T<sub>b</sub>: background temperature

(\*\*\*): SST<sub>b</sub>: background SST

(1) SSRH	(10) EC
(2) CIC	(11) CONAMA-Brasil
(3) AySA	(12) Perú
(4) Canadá	(13) Uruguay
(5) U.S. EPA	(14) Código alimentario
(6) California	(15) British Columbia (Canadá)
(7) SAYDS	(16) CONAMA-Chile
(8) Australia and Nueva Zelanda	(17) Alberta (Canadá)
(9) OMS	



# **Anexo V:**

## **Línea de Base Ambiental Estación de Bombeo de Salida Berazategui**





# **Estudio de Línea de Base Ambiental**

## **Estación de Bombeo de Salida Berazategui**

### **Sistema de Saneamiento Cloacal**



**Berazategui**  
**Octubre de 2011**



---

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **Equipo de trabajo de AYSA:**

Responsable de los Estudios Ambientales:

Arq. Mariana Carriquiriborde

Jefe de Proyecto:

Lic. Carlos A. Palumbo

Colaboradores:

Sr. Martín Ramírez

Srta. M. S. Plazas

Lic. Andrés H. Troha

### **FUNES & CERIALE** Consultores en Ingeniería:

Titulares:

**Ing. Roberto Gustavo Funes**

**Ing. Ricardo Marcelo Cerialle**

Modelos de Difusión Atmosférica:

Dr. Nicolás Mazzeo

Modelos de Predicción y Difusión de Ruidos:

Ing. Rodolfo Alejandro Gareis

Estudio de Suelos

Ing. Angel Oscar López

Lic. Alfredo Corvi

Relevamientos Planialtimétricos:

Agr. Mario Alberto Memolli

Evaluación de Calidad de Suelos y Agua:

Lic. Susana Bellagio

Estudio de Fundaciones y Estructuras:

Ing. Horacio Delaloye

Ing. Walter Morales

Asistente Técnico:

Arq. Santiago Emmanuel Cerialle

Caracterización Socioeconómica:

Arq. Gustavo Re.

Arq. Constanza Orengo

Téc. María Eugenia Funes

Campañas de Monitoreo:

Laboratorio Belquim SRL

Arq. Santiago Emmanuel Cerialle

Téc. Juan Manuel Funes



**INDICE**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>5</b>
1.1	GENERALIDADES .....	5
1.2	METODOLOGIA ADOPTADA .....	5
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO Y CARACTERISTICAS DEL ENTORNO .....</b>	<b>6</b>
2.1	CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PROYECTO: .....	6
2.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	7
2.1.2	LAY OUT DE LA ESTACION.....	7
2.1.3	ESTACION DE BOMBEO.....	8
2.2	CARACTERISTICAS URBANAS Y AMBIENTALES DEL AREA DE PROYECTO .....	11
2.2.1	Ubicación y características generales .....	11
2.2.2	Cobertura de Agua Potable .....	11
2.2.3	Cobertura de Servicios Cloacales .....	11
2.2.4	Servicios de Salud .....	11
2.2.5	Caracterización Socioeconómica .....	13
2.2.6	Aspectos urbanos. ....	13
2.3	CONDICIONES METEOROLOGICAS REINANTES .....	13
2.3.1	Gráfico 1 Temperatura.....	13
2.3.2	Gráfico 2 Precipitación.....	14
2.3.3	Gráfico 3 Humedad.....	14
2.3.4	Gráfico 4 Presión atmosférica. ....	15
<b>3.</b>	<b>RELEVAMIENTO DE CAMPO.....</b>	<b>15</b>
3.1	GENERALIDADES .....	15
3.2	CARACTERISTICAS URBANAS Y AMBIENTALES DEL AREA DE PROYECTO .....	15
3.3	FUENTES CONTAMINANTES .....	16
3.4	IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES .....	16
<b>4.</b>	<b>RELEVAMIENTOS FOTOGRÁFICOS.....</b>	<b>16</b>
<b>5.</b>	<b>EVALUACION DE CALIDAD ATMOSFERICA .....</b>	<b>16</b>
5.1	OBJETIVO Y METODOLOGÍAS DE ESTUDIO .....	16
5.2	IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES .....	17
5.3	MEDICION Y MONITOREO .....	17
5.3.1	Equipamiento utilizado.....	17
5.3.2	Método analítico.....	17
5.3.3	Resultados y Conclusiones.....	17
<b>6.</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE DE SUELOS.....</b>	<b>20</b>
6.1	OBJETIVO Y METODOLOGÍAS DE ESTUDIO .....	20
6.2	IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES .....	21
6.3	ANALISIS DE MUESTRAS .....	21
6.3.1	Equipamiento utilizado.....	21
6.3.2	Técnicas de muestreo.....	21
6.3.3	Resultados y Conclusiones.....	21
<b>7.</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE DE AGUA SUBTERRANEA .....</b>	<b>23</b>
7.1	OBJETIVO Y METODOLOGÍAS DE ESTUDIO .....	23
7.2	IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES .....	23
7.3	ANALISIS DE MUESTRAS .....	23
7.3.1	Equipamiento utilizado.....	23
7.3.2	Técnicas de muestreo.....	23
7.3.3	Resultados y Conclusiones.....	24

---

## PLANOS - IMAGENES

Imágenes 1/ 2:	Relevamiento Satelital y Fotográfico
Imagen 3:	Extracción de Muestras de Suelos
Imagen 4:	Extracción de Muestras de Gases
Imagen 5:	Extracción de Muestras de SH2

### ANEXOS:

Anexo 1 -	Planillas de Análisis de Laboratorio.
-----------	---------------------------------------

## INDICE DE GRAFICOS y TABLAS

Imagen Implantación EB salida Berazategui	Pág 10
Vista en 3D Planta Berazategui	Pág 11
Gráfico 1 Temperatura	Pág 12
Gráfico 2 Precipitación	Pág 13
Gráfico 3 Humedad	Pág 14
Gráfico 4 Presión Atmosférica	Pág 15
Cuadro I	Pág 18
Cuadro II	Pág 19
Gráfico 5	Pág 19
Gráfico 6	Pág 20
Cuadro III	Pág 22
Cuadro IV	Pág 25

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1 GENERALIDADES**

El Plan Director de Saneamiento de AySA contempla entre sus obras a corto plazo la construcción de una planta de tratamiento en el Partido de Berazategui, que permita adelantar las expansiones del servicio cloacal en el área de cobertura de AySA. Como requisito para la ejecución del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente a este Proyecto, AySA ha contratado a la Consultora F&C para realizar los trabajos tendientes a determinar el Pasivo Ambiental del predio en donde se emplazará la futura Estación Bombeo de Salida del Sistema Berazategui.

Con el objetivo de determinar la línea de base inicial del terreno (agua subterránea, suelo y aire) se llevaron a cabo los siguientes trabajos:

Dentro del marco conceptual expuesto, se desarrollaron las siguientes instancias metodológicas:

- ❑ Reconocimiento del medio natural en el entorno de la obra, tanto en sus componentes físicos como antrópicos.

Esta instancia comprende las siguientes etapas:

- 1) Relevamientos de Campo.
- 2) Relevamiento Fotográfico.

- ❑ Identificación y ponderación del grado de impacto ambiental actual conformando las siguientes etapas:

- 1) Evaluación de calidad atmosférica
- 2) Determinación de la línea de base de suelos
- 3) Determinación de la línea de base de la napa freática

### **1.2 METODOLOGIA ADOPTADA**

Se entiende por pasivos ambientales a aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por las actividades antrópicas, las cuales constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

El siguiente estudio será elaborado con el fin de establecer la línea de base en materia de contaminación del suelo, aire y agua en el área de emplazamiento del proyecto.

Los antecedentes que completan el estudio forman parte de la información suministrada por AySA y la Municipalidad de Berazategui.

## **2. DESCRIPCION DEL PROYECTO Y CARACTERISTICAS DEL ENTORNO**

### **2.1 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PROYECTO:**

Las obras a realizar se desarrollarán en el predio de la planta Berazategui, actualmente en construcción. Las aguas servidas interceptadas a partir de las obras actuales de descarga son conducidas hacia la planta de pretratamiento. El proceso de pretratamiento incluye una etapa de elevación con bombas a tornillo, un tamizado y una batería de desarenadores con retención de flotantes. La planta tiene una capacidad de 33,5 m<sup>3</sup>/seg.

Las unidades desarenadoras – separadoras de flotantes descargan el líquido pretratado a un canal ubicado sobre el eje longitudinal de la planta. En una primera etapa el líquido pretratado saldrá por un extremo de dicho canal hacia la descarga al río, la que se hará mediante el emisario existente de 2.500 m de longitud. En segunda etapa el líquido pretratado saldrá por el extremo opuesto del canal, hacia la estación de bombeo motivo de este estudio, la que lo impulsará hacia un nuevo emisario de 7.500 m de longitud, a construirse dentro del sistema.

En la obra de la planta de pretratamiento se ha incluido una cámara con compuertas sobre el extremo del canal de líquido pretratado, en la salida hacia la estación de bombeo, a efectos de facilitar la construcción y empalme del conducto de alimentación a la estación de bombeo.

En el nuevo emisario se incluye una cámara de carga hacia la que impulsará el líquido la estación de bombeo. La cámara de carga tendrá preparada la zona de empalme para posibilitar la conexión del conducto de impulsión de la estación de bombeo.

Según se describe mas adelante para cada caso, las obras de la estación de bombeo deberán conciliarse con las obras o instalaciones existentes o en ejecución de la planta de pretratamiento y del emisario, tales como alimentación eléctrica, suministro de agua, pavimentos, pluviales, automatización, etc.



### 2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Las aguas servidas interceptadas a partir de las obras actuales de descarga serán tratadas en planta depuradora y posteriormente vertidas al Río de la Plata mediante el bombeo de la Estación de Bombeo de Salida hacia el nuevo emisario (a construir) de 4,40m de diámetro y una longitud de 7500m.

Las instalaciones de la estación de bombeo de salida ocuparán un extremo del predio de modo de dejar el mayor espacio posible disponible para futuras obras complementarias del tratamiento. El diseño de la estación de bombeo contará con 10 (diez) bombas centrífugas para trabajar en cámara seca en posición vertical aptas para líquido cloacal. El régimen de funcionamiento máximo será de 8 (ocho) en servicio y 2 (dos) en reserva.

En el sistema adoptado las bombas se instalan en línea y cada bomba es alimentada por orificios desde el canal de alimentación de agua tratada. Las mencionadas bombas son accionadas por motores eléctricos de media tensión cada una con variadores de velocidad. La cota de fundación de motores estará a cota 17,40 m OSN y la de bombas estará a cota 11,70 m OSN, a tal efecto se proveerá e instalará un sistema de eje de transmisión mediante acoplamientos.

El terreno es relativamente plano, con algunas irregularidades y una suave pendiente hacia el río. La cota del terreno rellenado está a aproximadamente 16,00 m OSN. El nivel de piso terminado en sala de motores +17.40m OSN. Las obras electromecánicas a ejecutar consisten en la ingeniería detallada, la provisión, transporte de equipos electromecánicos, montaje y puesta en funcionamiento de una nueva estación de bombeo de líquidos cloacales denominada estación de Bombeo de salida.

### 2.1.2 LAY OUT DE LA ESTACION

El Lay-out de la estación presenta un conducto de alimentación denominado conducto de llegada de líquido pretratado de sección variable de dimensiones máximas en el arranque 6,00m de ancho por 4,15m de altura. De este conducto donde el líquido se encuentra a presión se alimenta al canal de alimentación de las bombas mediante aberturas de forma rectangular. El canal de aspiración de las bombas estará dividido en 10 compartimientos (uno por cada bomba) y cada uno de estos es alimentado desde el conducto de llegada mediante 2 orificios de 1m de altura x 2,35m de ancho. En cada compartimiento se construirá una pantalla de aquietamiento con cota superior 12,30m OSN y se instalarán ataguías en la aspiración de cada bomba para realizar mantenimiento a las mismas.

El canal de alimentación de bombas es abierto en su parte superior y su cota de coronamiento será 18,20m OSN.

A la descarga de las bombas se instalará una válvula de retención con amortiguación para el cierre, caudalímetro y válvula esclusa extrachata y cuya salida, se vinculará con el emisario a través de una Chimenea de Equilibrio, la cual forma parte del contrato del emisario.

A los efectos de evitar las sobrepresiones y depresiones generadas en la impulsión de cada bomba durante un corte de energía se proveerá en instalará un tanque antiariete dentro del cual se forma una cámara de aire en equilibrio con el líquido que permite la amortiguación. A los efectos de mantener el nivel en el tanque antiariete se instalarán compresores a piston que insuflan aire sobre la parte superior del tanque. El tanque contará con un visor de nivel con contactos.

### **2.1.3 ESTACION DE BOMBEO**

El edificio de la estación de bombeo se desarrolla en dos plantas, con un entrepiso técnico de pasaje de cables y la cámara de aspiración ubicada en forma parcial por debajo de las bombas. El edificio contiene por debajo del terreno natural a la sala de bombas y por sobre el mismo se ubica el local de motores, y los locales de equipos eléctricos (tableros, variadores y transformadores). Por debajo de estos locales corre un entrepiso técnico por donde se canalizan todo el cableado eléctrico y de instrumentación y contiene los equipos y cañerías de ventilación forzada.

El acceso a la sala de bombas se produce mediante la escalera que la vincula con la sala de equipos eléctricos y la sala de control.

El local de motores aloja los motores principales de accionamiento de las bombas, alineados en sentido longitudinal. Se ha previsto en el lateral - accesible desde la playa de maniobras, un espacio de montaje de equipos, equivalente a un módulo adicional.

En el piso de la sala de bombas, se han dispuesto en forma simétrica y equirrepartida diez rejas de piso removible para el acceso de equipos a la sala de bombas, mediante el uso del puente grúa. Se agrega una tapa de rejas más para acceso a la bomba de achique.

El local de equipos eléctricos aloja las Celdas de Media Tensión, los diez variadores de frecuencia y los Tableros de Baja Tensión. Los Transformadores de potencia de los diez (10) y los transformadores de servicios auxiliares (2) se encuentran en el mismo local separados por una pared cortallama y con acceso desde el frente de la estación.

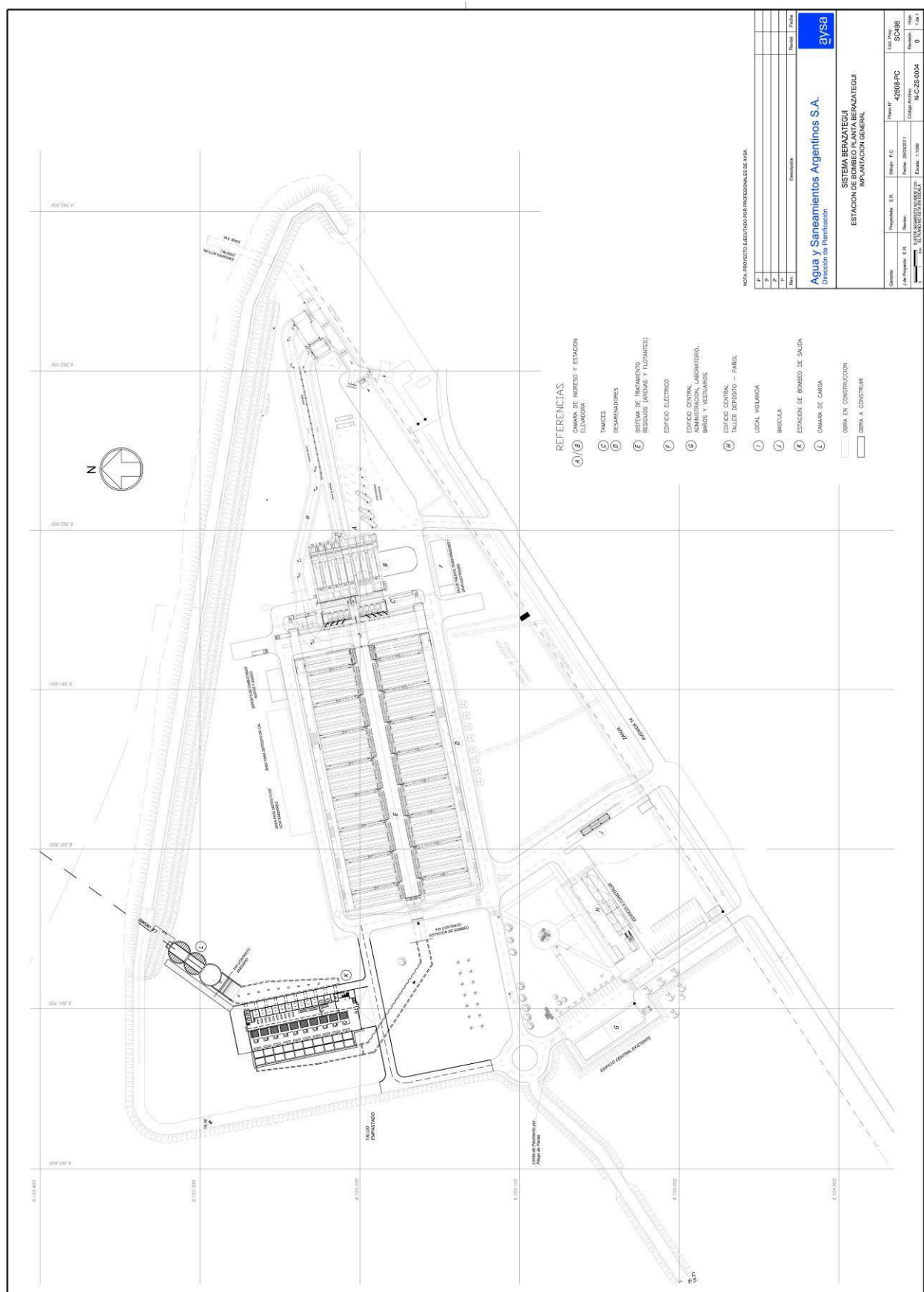
La sala de variadores se encuentra aislada de la sala de celdas y TBT mediante una puerta de doble hoja. Por el frente de todos los equipos circula un monorriel del tipo doble T con aparejo eléctrico de baja altura.

Sobre la sala de tableros se ha dispuesto una Sala de Comando, con vista vidriada sobre la Sala de Motores, donde se aloja el pupitre de operación y comando de todos los equipos de la Estación. Su acceso es desde la escalera principal.

Bajo la sala de comando, se han dispuesto tres locales, para alojamiento de baterías, para cocina y para servicios sanitarios. Junto a los mismos se ubica la caja de escalera cuyo desarrollo permite tanto el acceso a la sala de comando como al entepiso técnico y a la sala de bombas junto con los caudalímetros y válvulas.

La puerta de acceso al entepiso técnico será estanca y permanecerá cerrada en forma permanente para proteger el cableado ante una inundación imprevista de la sala de bombas. Para el desplazamiento vertical de herramientas y equipos pequeños, se ha dispuesto un montacargas que vincula la sala eléctrica, con acceso directo desde el exterior, con la sala de bombas. La sala de máquinas donde se sitúa el motor del montacargas, se ubica en la última planta, y se accede a través de la sala de comando.

## Implantación EB Salida - Berazategui



### Vista en 3D Planta Berazategui



## 2.2 CARACTERISTICAS URBANAS Y AMBIENTALES DEL AREA DE PROYECTO

### 2.2.1 Ubicación y características generales

La Estación de bombeo de salida de la planta depuradora de AySA Berazategui, estará ubicada entre el Río de la Plata y la Autopista Buenos Aires - La Plata y Avenida 14 de la localidad de Berazategui Partido del mismo nombre.

La Estación de Bombeo estará emplazada en una Zona designada como “RE” zona de reserva del partido de Berazategui.

### 2.2.2 Cobertura de Agua Potable

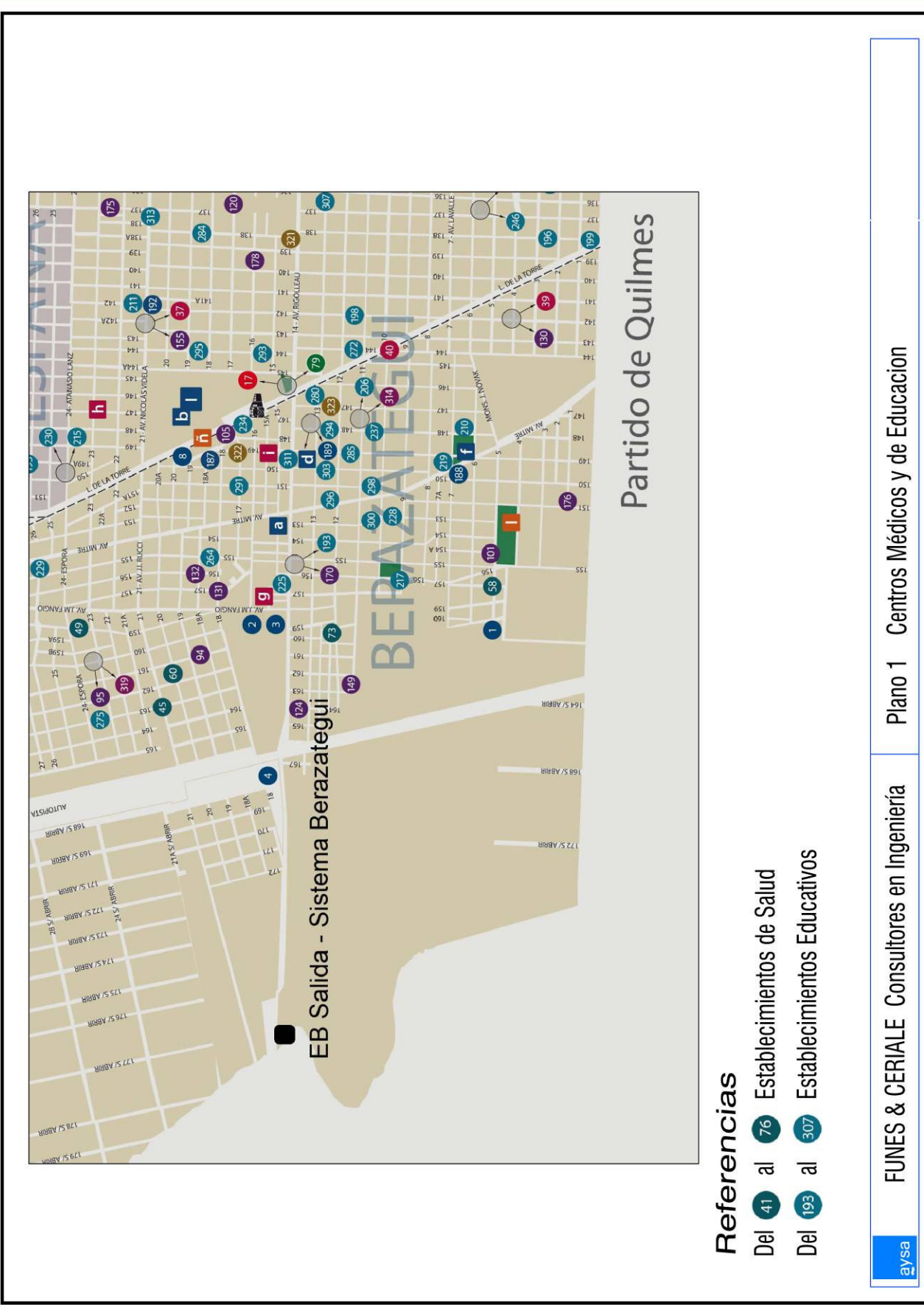
El partido de Berazategui se encuentra fuera del radio servido por AYSA y actualmente se abastece de agua en Bloque suministrada por AYSA.

### 2.2.3 Cobertura de Servicios Cloacales

La obra del sistema Berazategui contempla la conexión de los servicios cloacales del partido a dicho sistema, de esta forma se mejorara notablemente el saneamiento en la zona.

### 2.2.4 Servicios de Salud

Como puede observarse en el Plano de “Ubicación de Centros Médicos y de Educación”, existen cuatro establecimientos en las cercanías a la planta.



## 2.2.5 Caracterización Socioeconómica

### 2.2.5.1 GENERALIDADES

La zona cercana al emplazamiento de la Estación de Salida se puede caracterizar como descampado y un entorno socioeconómico de ingresos medios y bajos.

## 2.2.6 Aspectos urbanos.

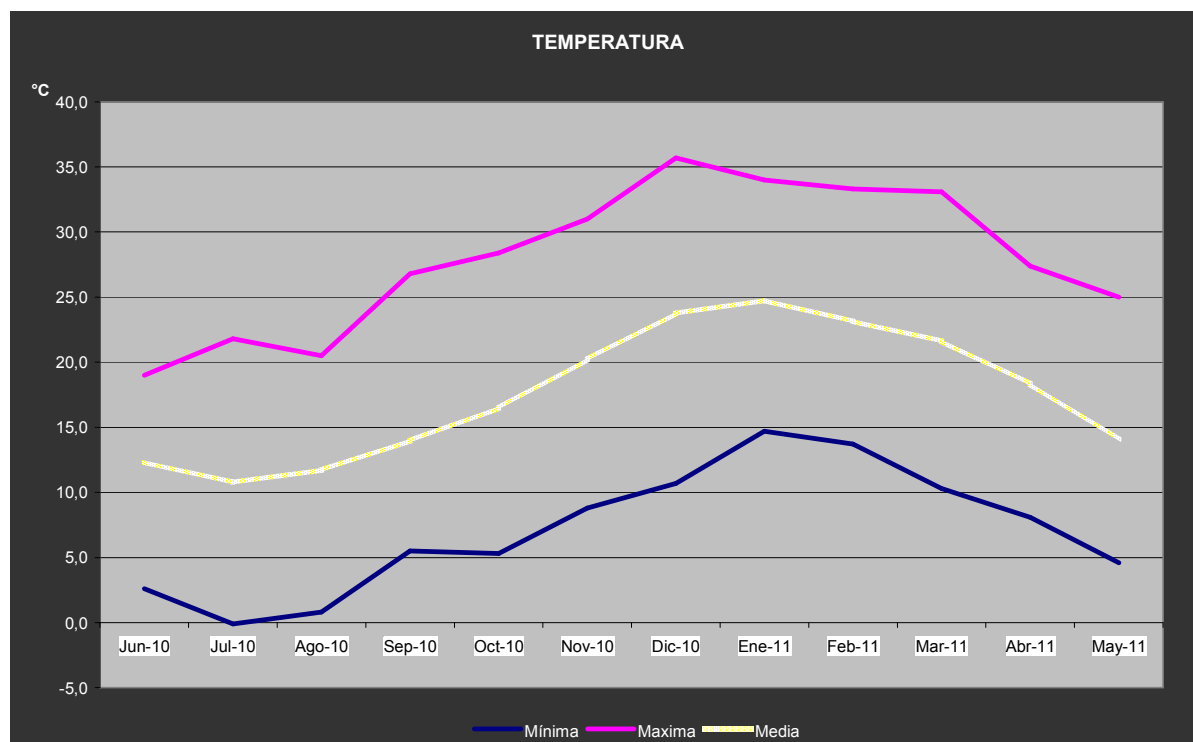
### 2.2.6.1 Accesibilidad

Se Accede a la misma a través de la Autopista Buenos Aires – La Plata bajando en la Av. 14 y tomando hacia el Río de La Plata. Ya sea desde Capital o desde La Plata. Desde el centro de Berazategui directamente por la Av. 14 hasta la costa del Río.

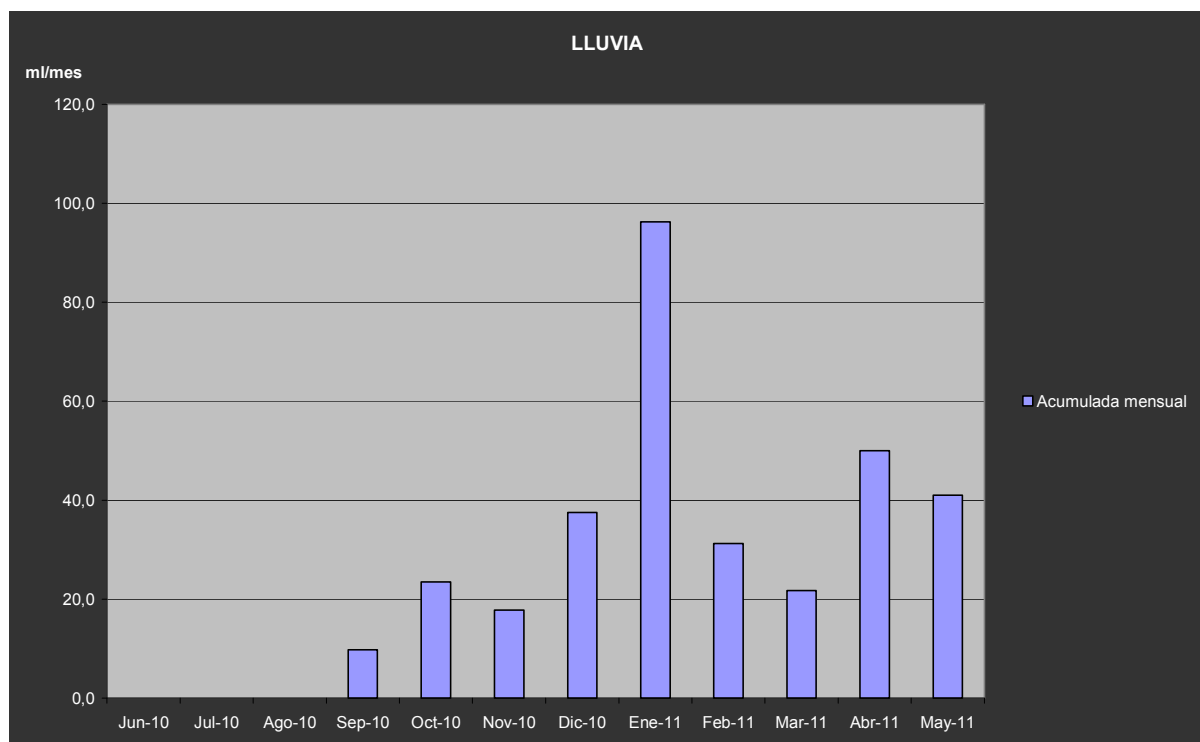
## 2.3 CONDICIONES METEOROLOGICAS REINANTES

Los cuadros siguientes resumen las variables meteorológicas en la zona de emplazamiento de la Estación de Salida. En las Figuras se presentan los valores medios mensuales de un conjunto de variables meteorológicas para la estación meteorología de AYSA emplazada en el terreno de la planta Berazategui.

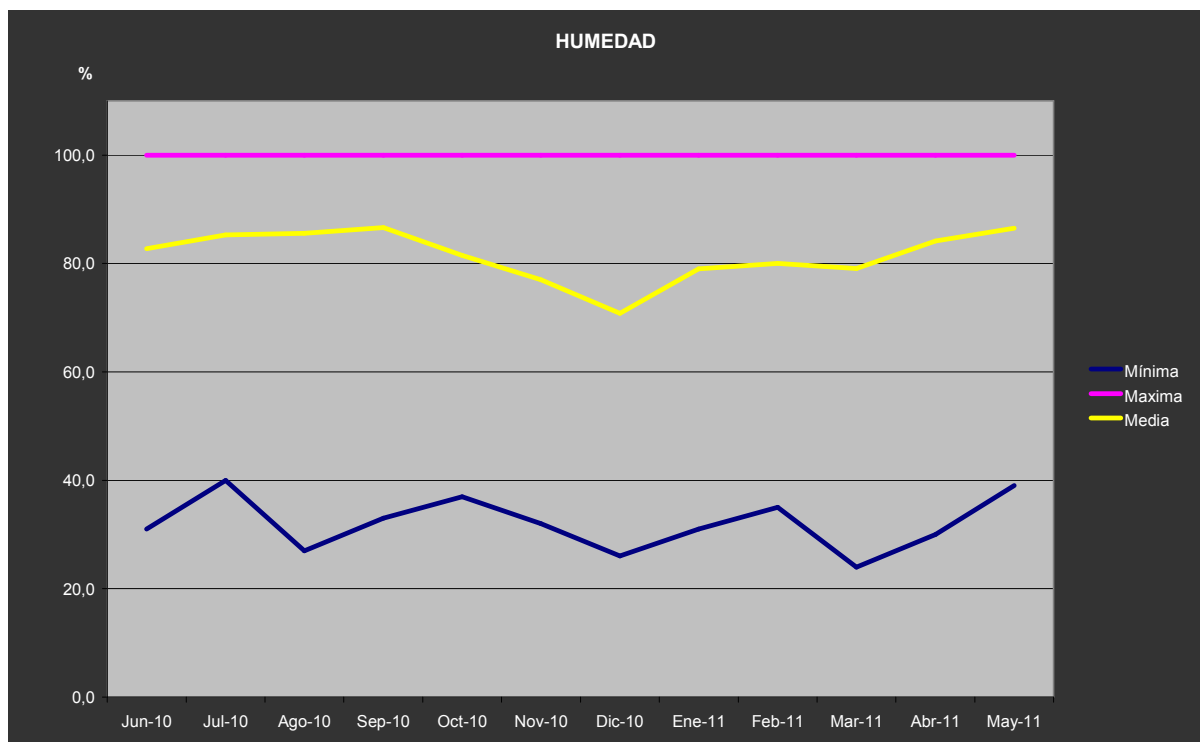
### 2.3.1 Gráfico 1 Temperatura.



### 2.3.2 Gráfico 2 Precipitación.

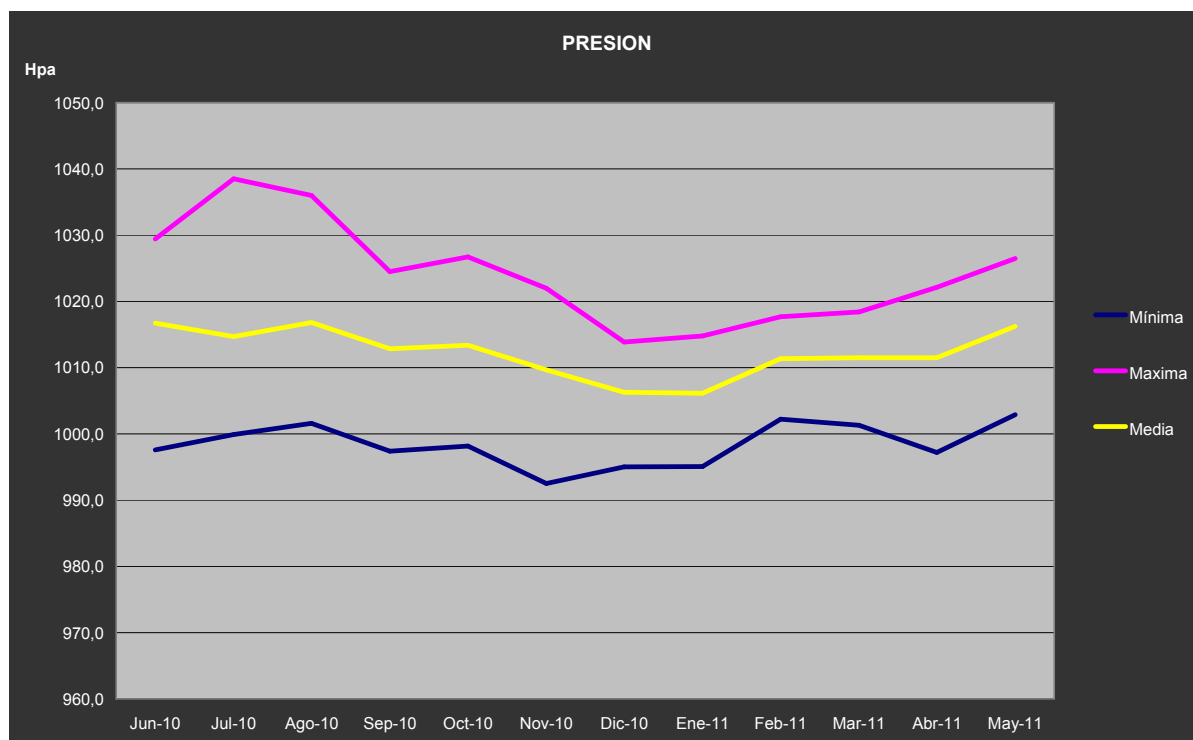


### 2.3.3 Gráfico 3 Humedad.





### 2.3.4 Gráfico 4 Presión atmosférica.



## 3. RELEVAMIENTO DE CAMPO

### 3.1 GENERALIDADES

Se procedió a relevar la zona afectada por el proyecto identificando todas las particularidades y características de interés para el estudio de pasivos ambientales, clasificando las mismas en dos grupos:

- **Características Urbanas:** Usos del suelo, Establecimientos (Fábricas, Industrias, etc.), uso del inmueble (zonas fabriles, comerciales, etc.), tipos de vivienda, calidad de construcción, composición de calles, de veredas, existencia de servicios, etc.
- **Características Ambientales:** Zonas potencialmente contaminadas por aguas de origen cloacal o industrial, basurales a cielo abierto, vertido de residuos peligrosos, alto nivel sonoro, emisiones de gases y material particulado.

### 3.2 CARACTERISTICAS URBANAS Y AMBIENTALES DEL AREA DE PROYECTO

A continuación se detallan los principales rasgos urbanos y ambientales de la zona de emplazamiento de la Estación de Bombeo de Salida Berazategui.

### 3.3 FUENTES CONTAMINANTES

Las principales fuentes contaminantes observadas corresponden a los olores del Río de La Plata.

### 3.4 IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES

El predio estudiado se encuentra en las inmediaciones del Río de La Plata, fuente de generación de gases y olores.

## 4. RELEVAMIENTOS FOTOGRÁFICOS

La captura de documentación fotográfica se realizó en la etapa de relevamiento, analizando la caracterización urbana y ambiental y particularidades de la zona de emplazamiento y alrededores.

En las imágenes adjuntas de “**Relevamiento Satelital y Fotográfico del Entorno**” (Imagen 1 y 2) pueden observarse las fotografías tomadas en la zona de estudio, correspondientes al interior del predio y las zonas linderas de uso urbano.

## 5. EVALUACION DE CALIDAD ATMOSFERICA

### 5.1 OBJETIVO Y METODOLOGÍAS DE ESTUDIO

Los gases de combustión representan uno de los principales factores de contaminación del aire en las zonas urbanas. El crecimiento poblacional, el aumento constante del parque automotor con falta de mantenimiento y control de los vehículos y los mayores niveles de industrialización, han llevado inevitablemente a una mayor demanda de energía, a un aumento en el consumo de combustibles fósiles, y al incremento en la emisión de contaminantes hacia la atmósfera acentuando el efecto.

Otra fuente de emisión importante de olores se encuentra en el acopio de basura a cielo abierto y en la acumulación de agua y basura en descomposición en las bocas de tormenta o en zonas bajas.

El objetivo de este estudio es verificar la calidad del aire en la zona evaluando los niveles de concentración de gases y olores.

Dentro de este objetivo, en el presente estudio se desarrollan las siguientes instancias metodológicas:

- Identificar en la etapa de relevamiento de campo, las fuentes potenciales de mala calidad en el aire.

- Realizar una campaña de medición y monitoreo de concentración ambiental de gases en las zonas críticas.

## 5.2 IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES

En el relevamiento de campo se determinaron las zonas más representativas para la toma de muestras.

Se tomaron 6 puntos para caracterizar el entorno, los mismos se indican en la Imagen 3.

## 5.3 MEDICION Y MONITOREO

Se realizó una campaña de monitoreo de concentración ambiental de olores y gases.

Se midió la concentración de los siguientes gases asociados a la contaminación atmosférica:

- CO (monóxido de carbono)
- NO (óxidos de nitrógeno)
- SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre)
- SH<sub>2</sub> (sulfuro de hidrógeno)

### 5.3.1 Equipamiento utilizado

Para las mediciones se utilizó el siguiente equipamiento:

Equipo MSI 150 PRO, bombas de vacío, sensores electroquímicos, cassette, filtro, soporte, tubo de carbón activado, impinger con reactivos específicos, balanza analítica, y espectrofotómetro.

### 5.3.2 Método analítico

Gases tóxicos: sensores electroquímicos

Material particulado total: NIOSH 0500

Amoníaco: NIOSH 6015

Sulfuro de hidrógeno: OSHA ID 141

Metano: OSHA CSI

### 5.3.3 Resultados y Conclusiones

Los resultados obtenidos del estudio pueden observarse en la siguiente tabla donde se indican los puntos de medición y los parámetros medidos.

Cuadro I

Punto	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)
1	< 1,00	1,00	< 1,00
2	1,00	< 1,00	< 1,00
3	< 1,00	< 1,00	< 1,00
4	1,00	< 1,00	< 1,00
5	< 1,00	< 1,00	< 1,00
6	< 1,00	1,00	< 1,00
7	1,00	< 1,00	< 1,00
8	< 1,00	< 1,00	< 1,00

**Conclusiones:**

En la cercanía al Río de la Plata se registraron valores bajos de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>. En los restantes sitios no se observaron registros significativos.

**5.4. Mediciones de Sulfuro de Hidrógeno (SH<sub>2</sub>)**

En particular se midieron concentraciones variables de sulfuro de hidrógeno SH<sub>2</sub>, debido a que este gas se encuentra presente en instalaciones de desagües cloacales.

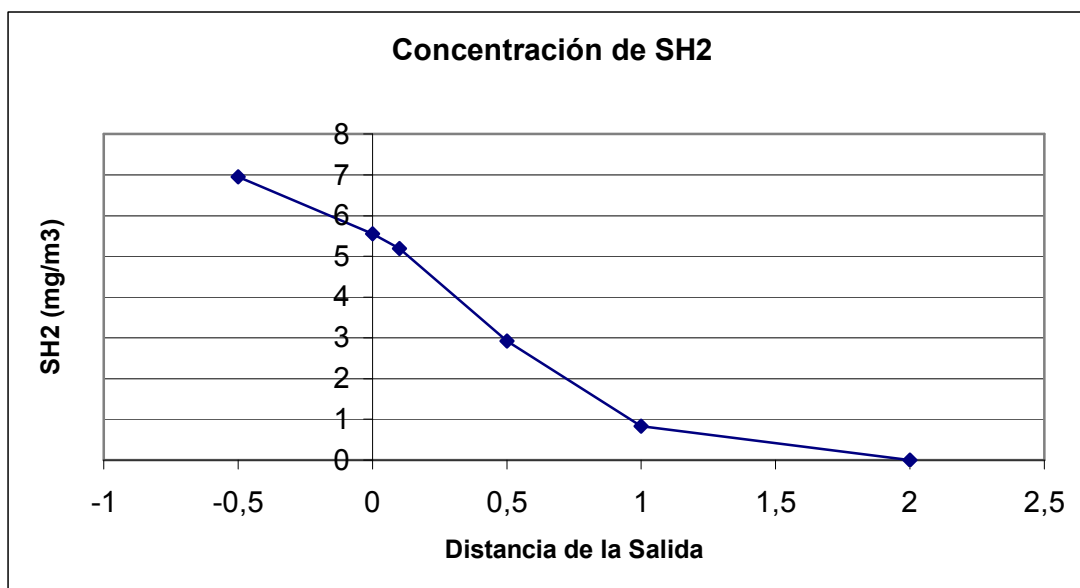
Las posibles afectaciones (en concentraciones altas) consisten en irritaciones en las vías respiratorias siendo el nivel máximo para ambientes laborales según el Departamento de Trabajo de Estados Unidos (Departamento of Labor of United States – Occupational Safety and Health Standard), donde establece una concentración máxima de 50 ppm para una permanencia de 10 minutos.

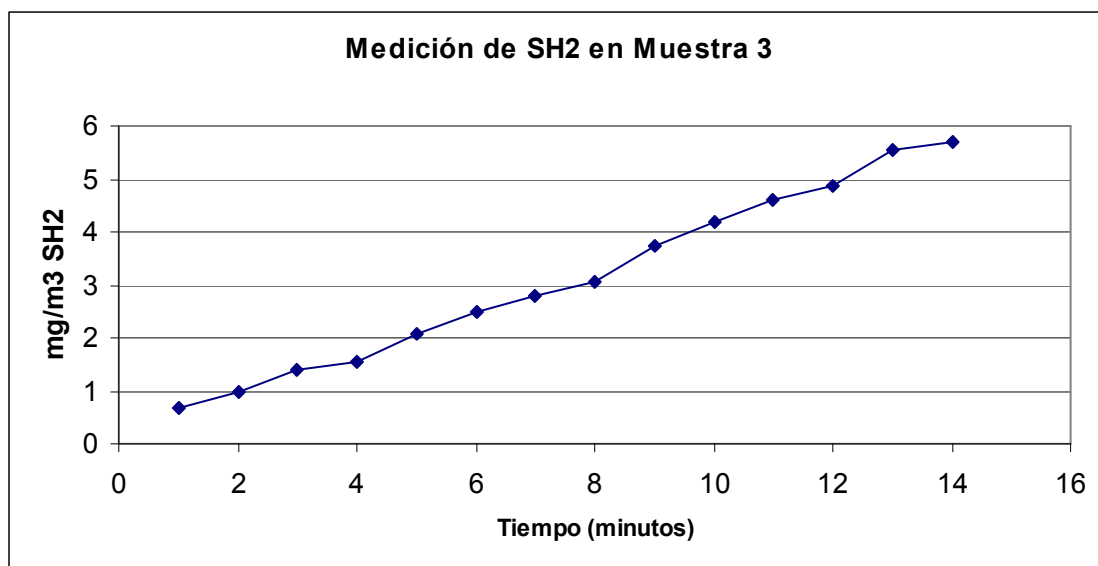
Las concentraciones máximas medidas en la Planta Berazategui, se encontraron en la cámara de enlace ubicada aguas abajo de la cámara de carga del actual emisario subfluvial. Los máximos registros de SH<sub>2</sub> ascendieron a 5 ppm para una muestra de 1 litro, equivalente a 6,95 mg/m<sup>3</sup>.

Dicha concentración es 10 veces menor al valor máximo establecido por la norma citada precedentemente.

**Cuadro II: Concentraciones de SH<sub>2</sub> a la Salida de la Cámara de Muestreo**

FECHA DE MUESTREO	HORARIO DE MUESTREO	LUGAR	DISTANCIA AL PUNTO DE SALIDA DEL SH <sub>2</sub>	Nº DE MUESTRA	VALOR MÁXIMO HALLADO SH <sub>2</sub>
01/06/2011	11:21 a 11:26 hs	Cámara Ingreso 2	-0,50	1	6,95 mg/m <sup>3</sup>
01/06/2011	11:28 a 11:37 hs	Cámara Ingreso 2	0 m	2	5,56 mg/m <sup>3</sup>
01/06/2011	11:39 a 11:54 hs	Cámara Ingreso 2	0,10 m	3	5,20 mg/m <sup>3</sup>
01/06/2011	11:56 a 12:01 hs	Cámara Ingreso 2	0,50 m	4	2,92 mg/m <sup>3</sup>
01/06/2011	12:20 a 12:35 hs	Cámara Ingreso 2	1,00 m	5	0,83 mg/m <sup>3</sup>
01/06/2011	12:38 a 12:53 hs	Cámara Ingreso 2	2,00 m	6	0 mg/m <sup>3</sup>

**Gráfico 5: Concentración del SH<sub>2</sub> vs Distancia de la Boca de Salida**

**Gráfico 6: Saturación de SH<sub>2</sub> vs Tiempo****Conclusiones:**

1. Las máximas concentraciones registradas de 5 ppm comparadas con los valores límites de 50 ppm, demuestran que no debería haber problemas en los ámbitos laborales. De todos modos se recomienda no permanecer en las cercanías de estos puntos en períodos superiores a los 20 minutos.
2. En el Gráfico 5 se observa la variación de la concentración de SH<sub>2</sub> a medida que nos alejamos de la fuente de emisión. Se recomienda utilizar esta gráfica como input en los modelos matemáticos de simulación de descargas.
3. En el Gráfico 6 se observa la saturación de las muestras de SH<sub>2</sub> durante las mediciones.

**6. DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE DE SUELOS****6.1 OBJETIVO Y METODOLOGÍAS DE ESTUDIO**

El suelo es un recurso natural que soporta numerosas actividades humanas. Precisamente por este hecho muchos suelos están sometidos a procesos de degradación que provocan el deterioro de sus propiedades y funciones.

El objetivo de este estudio es verificar la calidad del suelo en la zona de estudio, evaluando sus propiedades y detectando posibles contaminantes.

Dentro de este objetivo, en el presente estudio se desarrollaron las siguientes instancias metodológicas:

- Identificar en la etapa de relevamiento de campo, zonas con suelos potencialmente contaminados.
- Realizar una campaña de extracción y análisis de muestras en zonas características.

## **6.2 IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES**

En el relevamiento de campo se determinaron las zonas con suelos potencialmente contaminados.

Las ubicaciones de los puntos de extracción de muestras pueden observarse en el plano de “**Sitios de Muestreo**” adjunto como anexo.

## **6.3 ANALISIS DE MUESTRAS**

Se procedió a la extracción de muestras en las zonas consideradas críticas dentro del área de implantación de la obra.

### **6.3.1 Equipamiento utilizado**

Recipiente plástico, extractora de muestras y rótulos plásticos.

### **6.3.2 Técnicas de muestreo**

Se obtuvieron muestras de 1 Kg en superficie donde se extrajo el suelo mas alterado desde el punto de vista visual, con la finalidad de encontrar variaciones en la calidad del mismo.

### **6.3.3 Resultados y Conclusiones**

En la siguiente tabla pueden observarse los resultados de los parámetros medidos, donde se identificó en las Muestras I y II, la presencia de metales pesados: cromo, cobre, níquel, plomo, zinc, en el suelo natural del lugar. Esto probablemente se deba a que la zona corresponde a un área inundable por las aguas del Río de la Plata, las que están afectadas por metales pesados provenientes de las descargas de los arroyos ubicados aguas arriba del sitio estudiado.

En la Muestra III, correspondiente a suelo de relleno, solo se observaron hidrocarburos totales, se recomienda un seguimiento de este sitio a fin de construir la historia del área..

Cuadro III: Análisis Muestra Suelos

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	Muestra I	Muestra II	Muestra III
pH Relación 1:2,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	8,00	7,81	8,44
pH Relación 1:5	EPA 9045 D	UpH	0,01	8,00	7,48	8,30
pH Relación 1:7,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	7,99	7,36	8,23
Arsénico (As)	EPA 7061	mg/kg MS	10,0	12,0	< 10,0	< 10,0
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg MS	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cromo total (Cr)	EPA 7190	mg/kg MS	2,0	10,0	15,9	< 2,0
Cromo hexavalente (VI)	SM 3500 Cr B	mg/kg MS	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nivel de estabilización	Método 423	%	10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg MS	2,0	25,6	26,1	< 2,0
Mercurio (Hg)	EPA 7471	mg/kg MS	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Niquel (Ni)	EPA 7520	mg/kg MS	1,0	54,0	8,9	< 1,0
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg MS	2,0	18,2	22,4	< 2,0
Zinc (Zn)	EPA 7950	mg/kg MS	1,0	20,1	18,1	< 1,0
Cianuros totales (CN-)	EPA 9010	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sulfuros	EPA 9030B	mg/kg MS	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Hidrocarburos Totales	EPA 9071 B/1664	mg/kg MS	10,0	< 10,0	< 10,0	38,0
Compuestos Fenólicos	EPA 9065	mg/kg MS	5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Naftaleno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Selenio (Se)	EPA 7741	mg/kg MS	10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Plata	EPA-7760	mg/kg MS	2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Fenantreno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Benzo(a)Antraceno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Benzo(a)pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Benceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Etilbenceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tolueno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Xileno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
PCB's	EPA 8081	mg/kg MS	2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Endosulfán	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Heptaclor epoxi	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2,4,D	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
MCPA	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Paraquat	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Trifluralina	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Atrazina	EPA 8270	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Lindano	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Aldrin + Dieldrin	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Clordano	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Metoxicloro	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1



## **7. DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE DE AGUA SUBTERRANEA**

### **7.1 OBJETIVO Y METODOLOGÍAS DE ESTUDIO**

La napa freática es la capa de agua que se encuentra más cercana a la superficie y por tal motivo es la que mas interactúa con las actividades humanas. Precisamente por este hecho la napa freática está sometida a procesos de degradación que provocan el deterioro de sus propiedades y funciones.

El objetivo de este estudio es verificar la calidad de la napa en la zona de estudio, evaluando sus propiedades y detectando posibles contaminantes.

Dentro de este objetivo, en el presente estudio se desarrollan las siguientes instancias metodológicas:

- Realizar una campaña de extracción y análisis de muestras.

### **7.2 IDENTIFICACION DE POTENCIALES FUENTES**

En el relevamiento de campo se determinó la zona propicia para la colocación de Freatímetro.

La ubicación del punto de extracción de muestras puede observarse en el plano de “**Sitios de Muestreo**” adjunto como anexo.

### **7.3 ANALISIS DE MUESTRAS**

Se procedió a la extracción de muestras en las zonas consideradas representativas dentro del área de implantación de la obra.

#### **7.3.1 Equipamiento utilizado**

Freatímetro, extractor de muestras, recipiente plástico y rótulos plásticos.

#### **7.3.2 Técnicas de muestreo**

Se obtuvieron muestras en el freatímetro donde se extrajo el agua proveniente de la napa freática, con la finalidad de constatar la presencia o no, de contaminantes.

### **7.3.3 Resultados y Conclusiones**

En la siguiente tabla pueden observarse los resultados de los parámetros medidos en las muestras de la napa freática, donde se identificó la presencia de residuo conductimétrico, cloruros, sulfatos, nitratos, observándose un mediano nivel de oxígeno consumido.

Estas concentraciones probablemente se deban a la comunicación de la napa freática con las aguas superficiales del Río de la Plata, las que se encuentran muy contaminadas en el área costera.

Cuadro IV: EB Salida – Análisis Muestra Napa

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS
Cloro residual libre in situ (Cl)	SM 4500 Cl- G	mg/l	0,1	< 0,1
Cloro residual total in situ (Cl)	SM 4500 Cl- G	mg/l	0,1	< 0,1
Temperatura	SM 2550B	°C	0,1	15,0
pH	SM 4500 H B	UpH	0,01	7,64
Cianuros totales (CN-)	SM 4500 CN- C/E	mg/l	0,01	< 0,01
pH de saturación	Cálculo	UpH	NA	7,50
Índice de Langelier	Cálculo	NA	NA	0,11
Turbidez	SM 2130B	NTU	3,0	< 3
Color	SM 2120 C	UPtCo	5,0	< 5
Conductividad	SM 2510 B	mS/cm	1,0	4,0
Residuo Conductimétrico	SM 2540C	mg/l	10	2727,0
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	SM 2320B	mg/l	1,0	1090,8
Amonio	SM 4500 NH <sub>3</sub> - C	mg/l	0,2	< 0,2
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B	mg/l	0,05	< 0,05
Fosfato	SM 4500 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> C	mg/l	0,5	< 0,5
Cloruro (Cl-)	SM 4500 Cl B	mg/l	1,0	356,7
Fluoruro (F-)	SM 4500 F D	mg/l	0,2	1,0
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	SM 4500 NO <sub>3</sub> B	mg/l	1,0	4,8
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	SM 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	mg/l	1,0	293,5
Dureza Total/ CaCO <sub>3</sub>	SM 2340B	mg/l	1,0	198,5
Calcio	SM 2340B	mg/l	1,0	72,4
Magnesio	SM 2340B	mg/l	1,0	3,1
Potasio	SM 3111	mg/l	1,0	78,0
Cianuros totales (CN-)	SM 4500 CN- C/E	mg/l	0,01	< 0,01
Sodio	SM 3111	mg/l	1,0	627,0
Arsénico (As)	SM 3500 As C	mg/l	0,01	< 0,01
Oxígeno Consumido al KMnO <sub>4</sub>	ISO 8467	mg/l	1,0	88,9
Cadmio (Cd)	SM 3500 Cd D	mg/l	0,005	< 0,005
Plomo (Pb)	SM 3500 Pb D	mg/l	0,01	< 0,01
Cromo total (Cr)	SM 3500 Cr D	mg/l	0,05	< 0,05
Níquel (Ni)	SM 3500 Ni E	mg/l	0,01	< 0,01
Mercurio (Hg)	SM 3500 Hg C	mg/l	0,001	< 0,001
Aluminio (Al)	SM 3500 Al D	mg/l	0,2	< 0,2
Zinc (Zn)	SM 3500 Zn D	mg/l	0,1	< 0,1
Cobre (Cu)	SM 3500 Cu D	mg/l	0,2	< 0,2
Hierro (Fe)	SM 3500 Fe D	mg/l	0,01	2,30
Manganeso (Mn)	SM 3500 Mn D	mg/l	0,01	< 0,01
Plata (Ag)	SM 3500 Ag D	mg/l	0,01	< 0,01
Compuestos Fenólicos	EPA 9065	mg/l	0,1	0,1
Hidrocarburos Totales	SM 5520 F	mg/l	1,0	5,0
M.B.A.S	SM-5540-C	mg/l	0,5	< 0,5
2-4 D	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Aldrin	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Alfa HCH	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Clordano	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
DDT	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Dieldrin	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Heptacloro	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Heptacloro Epóxido	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Hexaclorobenceno	EPA 8081	ug/l	0,01	< 0,01
BHC-Gamma (Lindano)	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Metoxicloro	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
1,1,1-Tricloroetano	EPA 8260	ug/L	1,0	< 1,0
1,1-Dicloroetano	EPA 8260	ug/L	0,3	< 0,3
1,2-Diclorobenceno	EPA 8260	ug/L	0,5	< 0,5
1,2-Dicloroetano	EPA 8260	ug/L	1,0	< 1,0
1,3-Diclorobenceno	EPA 8260	ug/L	0,4	< 0,4
1,4-Diclorobenceno	EPA 8260	ug/L	0,4	< 0,4
Benceno	EPA 8260	ug/L	1,0	< 1,0

## REFERENCIAS

- **AySA:** Información técnica sobre el proyecto
- **AySA:** Información meteorológica

Páginas WEB consultadas:

- [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)
- [www.prefectura naval.gov.ar](http://www.prefectura naval.gov.ar)
- [www.mediambiente.gov.ar](http://www.mediambiente.gov.ar)
- [www.berazategui.gov.ar](http://www.berazategui.gov.ar)
- [www.gob.gba.gov.ar/siout\\_map\\_res/cartografia.phtml?X=1123&Y=654](http://www.gob.gba.gov.ar/siout_map_res/cartografia.phtml?X=1123&Y=654)

## ***IMÁGENES y PLANOS DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN de la EBS Berazategui***





Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 2



Foto 1



**Imagen 1: Estación de Bombeo de Salida Berazategui  
Relevamiento Satelital y Fotográfico del entorno**





Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 2



Foto 1



**Imagen 2: Estación de Bombeo de Salida Berazategui**  
**Relevamiento Satelital y Fotográfico del entorno**



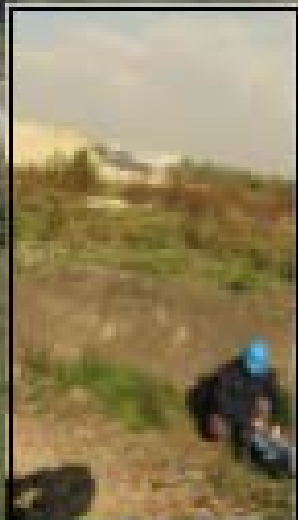


Foto 1

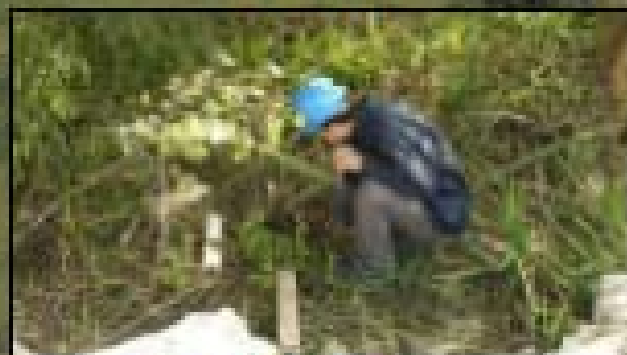


Foto 2



Foto 3



Foto 4

Imagen 3: EBS  
Muestreo de suelos



Imagen 4: Estación de Bombeo de Salida Berazategui  
Muestreo de gases





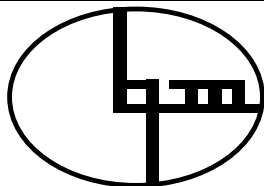
Imagen 5: Estación de Bombeo de Salida Berazategui  
Extracción de Muestras de SH2



# ***ANEXO I***

## ***PLANILLAS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO***





belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativa

e-mail: info@belquim.com.ar

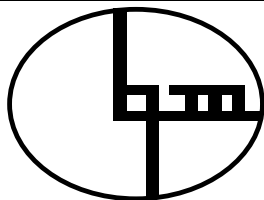
**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

Fecha	27/06/2011	Hoja 1 de 2
Informe N°	30537	
Cliente	AySA - Berazategui	
Tipo de muestra	Líquida	
Extracción de la muestra	A cargo del laboratorio	
Fecha de la extracción	01/06/2011	
Nombre de la muestra	Agua de Napa	

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS
Cloro residual libre in situ (Cl)	SM 4500 Cl- G	mg/l	0,1	< 0,1
Cloro residual total in situ (Cl)	SM 4500 Cl- G	mg/l	0,1	< 0,1
Temperatura	SM 2550B	°C	0,1	15,0
pH	SM 4500 H B	UpH	0,01	7,64
Cianuros totales (CN-)	SM 4500 CN- C/E	mg/l	0,01	< 0,01
pH de saturación	Cálculo	UpH	NA	7,50
Indice de Langelier	Cálculo	NA	NA	0,11
Turbidez	SM 2130B	NTU	3,0	< 3
Color	SM 2120 C	UPtCo	5,0	< 5
Conductividad	SM 2510 B	mS/cm	1,0	4,0
Residuo Conductimétrico	SM 2540C	mg/l	10	2727,0
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	SM 2320B	mg/l	1,0	1090,8
Amonio	SM 4500 NH <sub>3</sub> - C	mg/l	0,2	< 0,2
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B	mg/l	0,05	< 0,05
Fosfato	SM 4500 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> C	mg/l	0,5	< 0,5
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	SM 4500 Cl B	mg/l	1,0	356,7
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	SM 4500 F D	mg/l	0,2	1,0
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	SM 4500 NO <sub>3</sub> B	mg/l	1,0	4,8
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	SM 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	mg/l	1,0	293,5
Dureza Total/ CaCO <sub>3</sub>	SM 2340B	mg/l	1,0	198,5
Calcio	SM 2340B	mg/l	1,0	72,4
Magnesio	SM 2340B	mg/l	1,0	3,1
Potasio	SM 3111	mg/l	1,0	78,0
Cianuros totales (CN-)	SM 4500 CN- C/E	mg/l	0,01	< 0,01

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390





belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

Fecha

27/06/2011

Hoja 2 de 2

Informe N°

30537

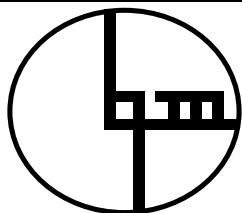
Cliente

AySA - Berazategui

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS
Sodio	SM 3111	mg/l	1,0	627,0
Arsénico (As)	SM 3500 As C	mg/l	0,01	< 0,01
Oxígeno Consumido al KMnO4	ISO 8467	mg/l	1,0	88,9
Cadmio (Cd)	SM 3500 Cd D	mg/l	0,005	< 0,005
Plomo (Pb)	SM 3500 Pb D	mg/l	0,01	< 0,01
Cromo total (Cr)	SM 3500 Cr D	mg/l	0,05	< 0,05
Niquel (Ni)	SM 3500 Ni E	mg/l	0,01	< 0,01
Mercurio (Hg)	SM 3500 Hg C	mg/l	0,001	< 0,001
Aluminio (Al)	SM 3500 Al D	mg/l	0,2	< 0,2
Zinc (Zn)	SM 3500 Zn D	mg/l	0,1	< 0,1
Cobre (Cu)	SM 3500 Cu D	mg/l	0,2	< 0,2
Hierro (Fe)	SM 3500 Fe D	mg/l	0,01	2,30
Manganeso (Mn)	SM 3500 Mn D	mg/l	0,01	< 0,01
Plata (Ag)	SM 3500 Ag D	mg/l	0,01	< 0,01
Compuestos Fenólicos	EPA 9065	mg/l	0,1	0,1
Hidrocarburos Totales	SM 5520 F	mg/l	1,0	5,0
M.B.A.S	SM-5540-C	mg/l	0,5	< 0,5
2-4 D	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Aldrín	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Alfa HCH	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Clordano	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
DDT	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Dieldrin	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Heptacloro	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Heptacloro Epóxido	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Hexaclorobenceno	EPA 8081	µg/l	0,01	< 0,01
BHC-Gamma (Lindano)	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
Metoxicloro	EPA 8081	ug/l	0,025	< 0,025
1,1,1-Tricloroetano	EPA 8260	µg/L	1,0	< 1,0
1,1-Dicloroetano	EPA 8260	µg/L	0,3	< 0,3
1,2-Diclorobenceno	EPA 8260	µg/L	0,5	< 0,5
1,2-Dicloroetano	EPA 8260	µg/L	1,0	< 1,0
1,3-Diclorobenceno	EPA 8260	µg/L	0,4	< 0,4
1,4-Diclorobenceno	EPA 8260	µg/L	0,4	< 0,4
Benceno	EPA 8260	µg/L	1,0	< 1,0

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390





belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

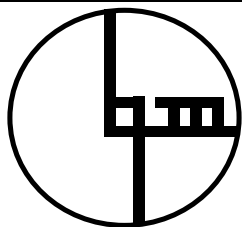
e-mail: info@belquim.com.ar

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

Fecha	30/06/2011	Hoja 1 de 2
Informe N°	30538-MS	
Cliente	AySA - Berazategui	
Tipo de muestra	Suelo	
Extracción de la muestra	A cargo del laboratorio	
Fecha de la extracción	01/06/2011	
Nombre de la muestra	Suelo 1 natural	

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS	* NIVELES GUÍA
pH Relación 1:2,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	8,00	NE
pH Relación 1:5	EPA 9045 D	UpH	0,01	8,00	NE
pH Relación 1:7,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	7,99	NE
Arsenico (As)	EPA 7061	mg/kg MS	10,0	12,0	50,0
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg MS	1,0	< 1,0	20,0
Cromo total (Cr)	EPA 7190	mg/kg MS	2,0	10,0	800,0
Cromo hexavalente (VI)	SM 3500 Cr B	mg/kg MS	0,5	< 0,5	NE
Nivel de estabilización	Método 423	%	10,0	< 10,0	NE
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg MS	2,0	25,6	500,0
Mercurio (Hg)	EPA 7471	mg/kg MS	1,0	< 1,0	20,0
Niquel (Ni)	EPA 7520	mg/kg MS	1,0	54,0	500,0
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg MS	2,0	18,2	1000,0
Zinc (Zn)	EPA 7950	mg/kg MS	1,0	20,1	1500,0
Cianuros totales (CN-)	EPA 9010	mg/kg MS	0,1	< 0,1	500,0
Sulfuros	EPA 9030B	mg/kg MS	1,0	< 1,0	NE
Hidrocarburos Totales	EPA 9071 B/1664	mg/kg MS	10,0	< 10,0	NE
Compuestos Fenólicos	EPA 9065	mg/kg MS	5,0	< 5,0	10,0

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUIMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

Fecha

30/06/2011

Hoja 2 de 2

Informe N°

30538-MS

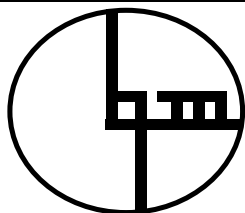
Cliente

AySA - Berazategui

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS	* NIVELES GUÍA
Naftaleno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	50,0
Selenio (Se)	EPA 7741	mg/kg MS	10,0	< 10,0	10,0
Plata	EPA-7760	mg/kg MS	2,0	< 2,0	40,0
Fenantreno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	50,0
Benzo(a)Antraceno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(a)pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	5,0
Etilbenceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	50,0
Tolueno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	30,0
Xileno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	50,0
PCB's	EPA 8081	mg/kg MS	2,0	< 2,0	50,0
Endosulfán	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Heptaclor epoxi	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
2,4,D	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
MCPA	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Paraquat	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Trifluralina	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Atrazina	EPA 8270	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Lindano	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Aldrin + Dieldrin	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,1	100,0
Clordano	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Metoxicloro	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE

\* Niveles guía de calidad de suelos, (mg/kg peso seco) uso industrial, Ley 24051, Decreto PEN 831/93, Anexo II, Tabla 9

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

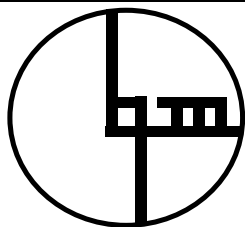
e-mail: info@belquim.com.ar

### **CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

Fecha	30/06/2011	Hoja 1 de 2
Informe N°	30539-MS	
Cliente	AySA - Berazategui	
Tipo de muestra	Suelo	
Extracción de la muestra	A cargo del laboratorio	
Fecha de la extracción	01/06/2011	
Nombre de la muestra	Suelo 2 natural	

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS	* NIVELES GUÍA
pH Relación 1:2,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	7,81	NE
pH Relación 1:5	EPA 9045 D	UpH	0,01	7,48	NE
pH Relación 1:7,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	7,36	NE
Arsenico (As)	EPA 7061	mg/kg MS	10,0	< 10,0	50,0
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg MS	1,0	< 1,0	20,0
Cromo total (Cr)	EPA 7190	mg/kg MS	2,0	15,9	800,0
Cromo hexavalente (VI)	SM 3500 Cr B	mg/kg MS	0,5	< 0,5	NE
Nivel de estabilización	Método 423	%	10,0	< 10,0	NE
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg MS	2,0	26,1	500,0
Mercurio (Hg)	EPA 7471	mg/kg MS	1,0	< 1,0	20,0
Niquel (Ni)	EPA 7520	mg/kg MS	1,0	8,9	500,0
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg MS	2,0	22,4	1000,0
Zinc (Zn)	EPA 7950	mg/kg MS	1,0	18,1	1500,0
Cianuros totales (CN-)	EPA 9010	mg/kg MS	0,1	< 0,1	500,0
Sulfuros	EPA 9030B	mg/kg MS	1,0	< 1,0	NE
Hidrocarburos Totales	EPA 9071 B/1664	mg/kg MS	10,0	< 10,0	NE
Compuestos Fenólicos	EPA 9065	mg/kg MS	5,0	< 5,0	10,0

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Fecha

30/06/2011

Hoja 2 de 2

Informe N°

30539-MS

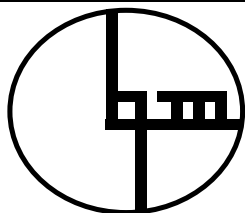
Cliente

AySA - Berazategui

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS	* NIVELES GUÍA
Naftaleno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	50,0
Selenio (Se)	EPA 7741	mg/kg MS	10,0	< 10,0	10,0
Plata	EPA-7760	mg/kg MS	2,0	< 2,0	40,0
Fenantreno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	50,0
Benzo(a)Antraceno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(a)pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	5,0
Etilbenceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	50,0
Tolueno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	30,0
Xileno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	50,0
PCB's	EPA 8081	mg/kg MS	2,0	< 2,0	50,0
Endosulfán	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Heptaclor epoxi	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
2,4,D	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
MCPA	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Paraquat	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Trifluralina	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Atrazina	EPA 8270	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Lindano	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Aldrin + Dieldrin	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,1	100,0
Clordano	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Metoxicloro	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE

\* Niveles guía de calidad de suelos, (mg/kg peso seco) uso industrial, Ley 24051, Decreto PEN 831/93, Anexo II, Tabla 9

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

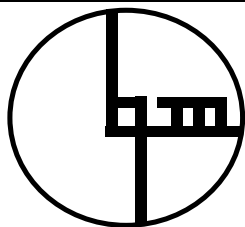
e-mail: info@belquim.com.ar

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

Fecha	30/06/2011	Hoja 1 de 2
Informe N°	30540-MS	
Cliente	AySA - Berazategui	
Tipo de muestra	Suelo	
Extracción de la muestra	A cargo del laboratorio	
Fecha de la extracción	01/06/2011	
Nombre de la muestra	Suelo de relleno - Tosca	

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS	* NIVELES GUÍA
pH Relación 1:2,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	8,44	NE
pH Relación 1:5	EPA 9045 D	UpH	0,01	8,30	NE
pH Relación 1:7,5	EPA 9045 D	UpH	0,01	8,23	NE
Arsenico (As)	EPA 7061	mg/kg MS	10,0	< 10,0	50,0
Cadmio (Cd)	EPA 7130	mg/kg MS	1,0	< 1,0	20,0
Cromo total (Cr)	EPA 7190	mg/kg MS	2,0	< 2,0	800,0
Cromo hexavalente (VI)	SM 3500 Cr B	mg/kg MS	0,5	< 0,5	NE
Nivel de estabilización	Método 423	%	10,0	< 10,0	NE
Cobre (Cu)	EPA 7210	mg/kg MS	2,0	< 2,0	500,0
Mercurio (Hg)	EPA 7471	mg/kg MS	1,0	< 1,0	20,0
Niquel (Ni)	EPA 7520	mg/kg MS	1,0	< 1,0	500,0
Plomo (Pb)	EPA 7420	mg/kg MS	2,0	< 2,0	1000,0
Zinc (Zn)	EPA 7950	mg/kg MS	1,0	< 1,0	1500,0
Cianuros totales (CN-)	EPA 9010	mg/kg MS	0,1	< 0,1	500,0
Sulfuros	EPA 9030B	mg/kg MS	1,0	< 1,0	NE
Hidrocarburos Totales	EPA 9071 B/1664	mg/kg MS	10,0	38,0	NE
Compuestos Fenólicos	EPA 9065	mg/kg MS	5,0	< 5,0	10,0

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Fecha

30/06/2011

Hoja 2 de 2

Informe N°

30540-MS

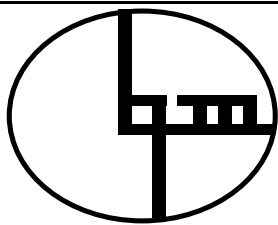
Cliente

AySA - Berazategui

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	LQM	RESULTADOS	* NIVELES GUÍA
Naftaleno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	50,0
Selenio (Se)	EPA 7741	mg/kg MS	10,0	< 10,0	10,0
Plata	EPA-7760	mg/kg MS	2,0	< 2,0	40,0
Fenantreno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	50,0
Benzo(a)Antraceno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(a)pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8100	mg/kg MS	0,25	< 0,25	10,0
Benceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	5,0
Etilbenceno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	50,0
Tolueno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	30,0
Xileno	EPA 8015	mg/kg MS	0,5	< 0,5	50,0
PCB's	EPA 8081	mg/kg MS	2,0	< 2,0	50,0
Endosulfán	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Heptaclor epoxi	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
2,4,D	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
MCPA	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Paraquat	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Trifluralina	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Atrazina	EPA 8270	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Lindano	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Aldrin + Dieldrin	EPA 8082	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Pireno	EPA 8100	mg/kg MS	0,1	< 0,1	100,0
Clordano	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE
Metoxicloro	EPA 8081	mg/kg MS	0,1	< 0,1	NE

\* Niveles guía de calidad de suelos, (mg/kg peso seco) uso industrial, Ley 24051, Decreto PEN 831/93, Anexo II, Tabla 9

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30541
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA
Zona analizada	Terraplen (perimetral) - Altura ingreso desarenadores

### CONDICIONES DE ENSAYO

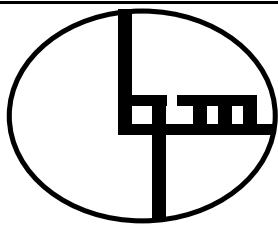
Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

### EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Temperatura de gases	16,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,8%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	< 1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### **ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE**

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30542
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	<b>DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA</b>
Zona analizada	Terraplen (perimetral) - Altura fin desarenadores

### **CONDICIONES DE ENSAYO**

Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

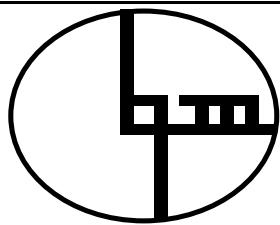
### **EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Temperatura de gases	16,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,8%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	< 1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390





belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30543
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA
Zona analizada	Cámara de ingreso

### CONDICIONES DE ENSAYO

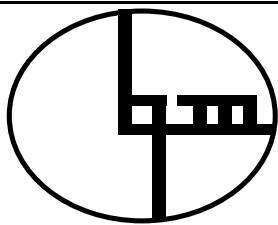
Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

### EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Temperatura de gases	18,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,9%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	< 1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	< 1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30544
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA
Zona analizada	Terraplen (perimetral) - Salida de Emisario

### CONDICIONES DE ENSAYO

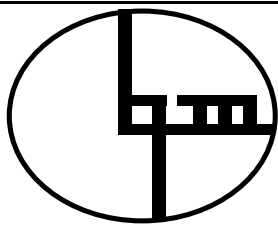
Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

### EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Temperatura de gases	16,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,8%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	< 1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### **ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE**

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30545
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	<b>DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA</b>
Zona analizada	Altura Cámara Partidora

### **CONDICIONES DE ENSAYO**

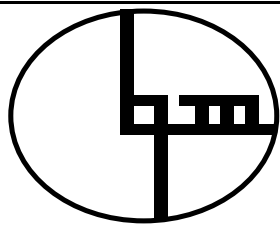
Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

### **EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Temperatura de gases	16,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,8%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	< 1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	< 1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30546
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	<b>DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA</b>
Zona analizada	Calle de acceso secundaria

### CONDICIONES DE ENSAYO

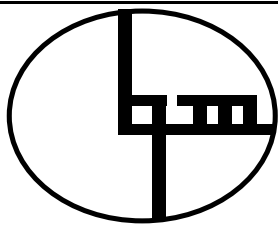
Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

### EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Temperatura de gases	18,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,9%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	< 1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30547
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	<b>DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA</b>
Zona analizada	Altura Futura Sala de Tableros y Transformadores

### CONDICIONES DE ENSAYO

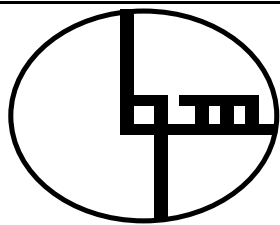
Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

### EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Temperatura de gases	16,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,8%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	< 1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390



belquim s.r.l.

Análisis y Mediciones Industriales

O.P.D.S. Registro N° 110

Lic. Susana M. Bellagio

Tronador 2822 (1430) Ciudad de Buenos Aires

Tel./Fax: 011 4544-0457 rotativas

e-mail: info@belquim.com.ar

### ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE

Fecha	17/06/2011
Informe N°	30548
Cliente	AySA - Berazategui
Análisis solicitado	<b>DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES TÓXICOS EN LA ZONA ANALIZADA</b>
Zona analizada	Altura fin Desarenadores

### CONDICIONES DE ENSAYO

Fecha de extracción	01/06/2011
Extracción de muestra	A cargo del laboratorio
Equipamiento	Testo T350 XL
Método analítico	Sensores electroquímicos

### EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Temperatura de gases	18,5°C
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,9%

COMPUESTO	FORMULA	UNIDAD	HALLADO
Monóxido de carbono	CO	ppm	< 1
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	ppm	< 1
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	< 1

SUSANA M. BELLAGIO  
LIC. EN CS. QUÍMICAS  
M.N. 7390

# **Anexo VI:**

## **Línea de Base Ambiental Emisarios Subfluviales Riachuelo y Berazategui**





# Línea de Base Ambiental



## **Proyecto Emisarios Subfluviales Riachuelo y Berazategui sobre la Costa del Río de la Plata**

**Área Metropolitana de Buenos Aires**

Versión Final

Diciembre de 2011





## PRÓLOGO

Este estudio ha sido elaborado de acuerdo a los criterios metodológicos desarrollados por AySA basados en la norma ISO 14015 para la determinación de líneas de base ambientales en sistemas de agua potable y saneamiento cloacal.

En este marco, se ha realizado una exhaustiva recopilación de antecedentes durante dos años, tanto de fuentes de información propias como externas, referidas tanto al Río de la Plata como al área de proyecto y entorno inmediato a los futuros emisarios subfluviales a construirse en el área metropolitana de Buenos Aires.

Para la selección de antecedentes, se han considerado estudios o fuentes de información calificadas realizados a lo largo del tiempo por referentes en el conocimiento de la dinámica general del río, no sólo de aspectos particulares, sino de la valoración integral del Río de la Plata como sistema natural con influencia antrópica permanente durante prácticamente los últimos cien años de historia.

Finalmente, a modo de aclaración este estudio ha tenido por finalidad recorrer la historia del río, aspectos de calidad analizados en distintos estudios, cuestiones relacionadas a la hidrodinámica general del mismo, y la influencia de la actividad antrópica en el área metropolitana de Buenos Aires.

No se descarta la existencia de otros estudios relacionados a estos aspectos que hayan sido realizados sobre el Río de la Plata, pero no han sido incluidos en análisis debido a que durante la búsqueda realizada no se encontraban completos o estudiaban una zona particular sin considerar al río según los criterios definidos para esta línea de base ambiental.

Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo

Agua y Saneamientos Argentinos SA



## Equipo Técnico

Responsable de ESIAs: Arq. Mariana Carriquiriborde

Responsable Gestión Ambiental Operativa: Lic. Carlos A. Palumbo

Jefe de Proyecto: Lic. Carlos A. Palumbo

Equipo de Trabajo: Ing. Agr. Patricia M. Girardi  
Tec. María Soledad Plazas  
Tec. Martín Ramirez  
Lic. Andrés H. Troha

Estudios de Campo: Sr. Javier López  
Sr. Esteban Gorosito  
Sr. José Barreiro  
C.C. y A. Ingeniería  
Funes y Ceriale Consultores en Ingeniería

Modelos matemáticos: Dr. Pablo Tarela

Información Adicional: Biblioteca Agustín González  
Dirección de Planificación  
Dirección Técnica y Desarrollo Tecnológico  
FREPLATA  
Servicio de Hidrología Naval  
Comisión Administradora del Río de la Plata

Soporte Gráfico: Sr. Pablo Coccea

Fotografía Pericial: Perito Fotógrafo Hernán Alvaredo

Revisión Legal: Dirección de Asuntos Jurídicos

Revisión General: Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo

Contacto: [eambientales@aysa.com.ar](mailto:eambientales@aysa.com.ar)



## INDICE

<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. GLOSARIO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>11</b>
<b>3. INTRODUCCION .....</b>	<b>15</b>
<b>4. OBJETIVO .....</b>	<b>15</b>
<b>5. ALCANCE .....</b>	<b>15</b>
<b>6. REFERENCIAS .....</b>	<b>18</b>
<b>7. DEFINICIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>8. METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
<b>9. CRITERIOS CONSIDERADOS .....</b>	<b>19</b>
<b>9.1. Fase documental .....</b>	<b>19</b>
9.1.1. Etapa Toma de sitio .....	19
9.1.2. Etapa Construcción .....	19
9.1.3. Etapa Construcción .....	20
<b>9.2. Fase de actividades .....</b>	<b>20</b>
9.2.1. Etapa Toma de sitio .....	20
9.2.2. Etapa Construcción y operación .....	20
<b>10. PROCESO DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>10.1. Ámbito de estudio .....</b>	<b>22</b>
10.1.1. Río de la Plata .....	22
10.1.2. Zona de Emisario Subfluvial Riachuelo .....	184
10.1.3. Zona de Emisario Subfluvial Berazategui .....	191
10.1.4. 9.1.3. Antecedentes de estudios en la zona .....	195
<b>10.2. Etapa Construcción / Etapa Operación .....</b>	<b>237</b>
10.2.1. Estudios realizados .....	237
<b>11. LIMITACIONES .....</b>	<b>257</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>259</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>263</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapa exploratoria (fase I) de la línea de base ambiental .....	16
Figura 2: Etapa detallada (fase II) de la línea de base ambiental.....	17
Figura 2.2.1 – Geomorfología del Río de la Plata.....	23
Figura 2.3.1 – Distribución estadística de vientos en Pontón Recalada.....	25
Figura 2.3.2 – Distribución espacial de vientos a lo largo del año.....	26
Figura 2.3.3 – Amplitud y fase de la marea en el Río de la Plata.....	27
Figura 2.3.4 – Descarga de los principales tributarios al Río de la Plata. ....	28
Arriba: Paraná, Abajo: Uruguay. ....	28
Figura 2.3.5 - Distribuciones de salinidad superficial para distintas condiciones de caudal del Río de la Plata. ....	31
Figura 2.3.6 – Trayectorias sin viento. ....	34
Figura 2.3.7 – Trayectorias con viento. ....	34
Figura 3: Línea de tiempo de antecedentes.....	41
Figura 4: Carta náutica de enero de 1936 .....	45
Figura 5: Distribución de facies sedimentarias .....	53
Figura 6: Distribución del índice de arcillosidad.....	55
Figura 7: Asociación genética de sedimentos.....	57
Figura 8: Direcciones de transporte sobre la base del seguimiento de las modas elementales	59
Figura 9: Plano esquemático de las áreas de erosión y sedimentación.....	61
Figura 10: Modelo hipotético de transporte de sedimentos .....	63
Figura 11: Posición de las Estaciones de Muestreo .....	67
Figura 12: Ubicación de perfiles para el análisis de metales pesados en el sedimento, según la facie sedimentaria .....	69
Figura 13: Concentraciones de Pb, Zn, Cu, Cr y Fe en el perfil B - B' .....	71
Figura 14: Concentraciones de Pb, Zn, Cu, Cr y Fe en el perfil D - D' .....	73
Figura 15: Concentraciones de Pb, Zn, Cu, Cr y Fe en el perfil F -F' .....	75
Figura 17: Coliformes totales en superficie (Promedio 94-95).....	83
Figura 18: Coliformes fecales (Promedio 94-95) .....	85
Figura 19: Conductividad superficie (Promedio 94-95).....	87
Figura 20: Cromo total (Promedio 94-95) .....	89
Figura 21: DBO5 (Promedio 94-95) .....	91
Figura 22: DQO (Promedio 94-95).....	93
Figura 23: Materia orgánica en sedimentos (Promedio 94-95).....	95
Figura 24: Nitrógeno / Amonio (Promedio 94-95) .....	97
Figura 25: Nitrógeno / Nitrito (Promedio 94-95) .....	99
Figura 26: Nitrógeno / Nitratos (Promedio 94-95).....	101



Figura 27: Porcentaje de saturación en superficie y fondo (SIA – Noviembre 2001) .....	105
Figura 28: Valores de pH en superficie (SIA – Noviembre 2001) .....	107
Figura 29: Área de estudio del proyecto FREPLATA (SIA – 2003) .....	109
Figura 30: Unidades administrativas (SIA – 2003).....	111
Figura 31: Frentes y ambientes acuáticos definidos biofísicamente (SIA – Septiembre 2003) .....	113
Figura 32: Especies invasoras, cólera y floraciones algales (SIA – Septiembre 2003).....	115
Figura 33: Especies carismáticas (SIA – Septiembre 2003).....	117
Figura 34: Distribución de biomasa fitoplanctónica superficial y posición de frente de turbidez (SIA – Septiembre 2003) .....	119
Figura 35: Zonas frontales (SIA – Septiembre 2003).....	121
Figura 36: Valores de oxígeno disuelto en fondo (SIA – Septiembre 2003).....	123
Figura 37: Valores de oxígeno disuelto en superficie (SIA – Septiembre 2003) .....	125
Figura 38: Áreas de desove de especies nectónicas (SIA – Septiembre 2003).....	127
Figura 39: Áreas con mayor riqueza específica (SIA – Septiembre 2003) .....	129
Figura 40: Áreas prioritarias de productividad planctónica (SIA – Septiembre 2003) .....	131
Figura 41: Áreas de reproducción de especies nectónicas (SIA – Septiembre 2003) .....	133
Figura 42: Batimetría (SIA – Septiembre 2003) .....	135
Figura 43: Alteración de habitats bentónicos (SIA – Septiembre 2003) .....	137
Figura 44: Geomorfología del Río de la Plata (SIA - Septiembre 2003).....	139
Figura 45: Patrones teóricos de descarga. Invierno y verano (SIA - Septiembre 2003) .....	141
Figura 46: Contaminación valores críticos y desechos de fondo (SIA – Septiembre 2003).....	143
Figura 47: Número de buques (SIA – Octubre 2003) .....	145
Figura 48: Cobre en agua (SIA – Noviembre 2003).....	147
Figura 49: Cobre en sedimentos (SIA - Noviembre 2003).....	149
Figura 50: Cromo en agua, margen argentina (SIA - Noviembre 2003) .....	151
Figura 51: Cromo en agua (SIA - Noviembre 2003) .....	153
Figura 52: Cromo en sedimentos, margen argentina (SIA - Noviembre 2003) .....	155
Figura 53: Mercurio en agua, margen argentina (SIA - Noviembre 2003).....	157
Figura 54: Mercurio en sedimentos, margen argentina (SIA - Noviembre 2003) .....	159
Figura 55: PCB en agua, margen argentina (SIA - Noviembre 2003) .....	161
Figura 56: PCB en sedimentos, margen argentina (SIA - Noviembre 2003) .....	163
Figura 57: Plomo en agua, margen argentina (SIA - Noviembre 2003).....	165
Figura 58: Plomo en agua (SIA - Noviembre 2003) .....	167
Figura 59: Plomo en sedimentos, margen argentina (SIA - Noviembre 2003) .....	169
Figura 60: Plomo en sedimentos (SIA - Noviembre 2003) .....	171
Figura 61: Cadmio en sedimentos (SIA – Noviembre 2003) .....	173
Figura 62: Aportes costeros al Río de la Plata y su frente marítimo (SIA – Noviembre 2003). .....	175
Figura 63: Cuerpo principal del Río de la Plata y su frente marítimo (SIA – Noviembre 2003) .....	177
Figura 64: Zonas de jurisdicción en el área del proyecto (SIA – Noviembre 2003).....	179
Figura 65: Áreas protegidas (SIA – Noviembre 2003) .....	181

Figura 66: Áreas de refulado (Caso B) .....	185
Figura 67: Áreas de navegación (Caso A) .....	187
Figura 68: Plano y Sitios de Referencia general. Emisario Riachuelo.....	189
Figura 69: Plano y Sitios de Referencia general. Emisario Berazategui. ....	193
Figura 70: Ubicación puntos de muestreo de sedimentos. Año 2005 .....	202
Figura 71: Níquel muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual.....	203
Figura 72: Cromo total muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual. ....	203
Figura 73: Cinc muestra lixiviada de sedimentos a 200 metros del emisario actual. ....	204
Figura 74: Naftaleno muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual.....	204
Figura 75: Cinc muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual. ....	205
Figura 76: Cobre muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual. ....	205
Figura 77: Corrientes medias medidas por los ADCPs en función del caudal combinado de los ríos Paraná y Uruguay .....	213
Figura 78: Resumen de los diseños recomendados para los difusores .....	214
Figura 79: Variación mensual de la dilución .....	215
Figura 80: Valores asumidos para las concentraciones del efluente, niveles base en .....	216
Figura 81: Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: Julio 2009. Los estándares de calidad para uso de agua Tipo III se muestran como líneas naranja. .....	218
Figura 82: Parámetros de Calidad simulados en los puntos de observación OB4 y OR7: .....	219
Figura 83: Ubicación de futuros emisarios, principales tributarios, actual emisario Berazategui y actuales Torres Toma.....	223
Figura 84: Frecuencia de exceder niveles de E. coli de 20000NMP/100ml para Diciembre de 2009. Roberts, 2010. ....	223
Figura 85 Histograma de ocurrencia de rangos de conductividad en Riachuelo. ....	227
Figura 86: Histograma de ocurrencia de rangos de conductividad en Berazategui. ....	227
Figura 87: Línea de tiempo sobre los análisis de antecedentes y recopilación bibliográfica de diversos estudios del Río de la Plata.....	247
Figura 88: Ubicación general del emisario Berazategui. ....	248
Figura 89: Vista general de canales de acceso en la zona del emisario Riachuelo.....	249
Figura 90: Fases de estudio para muestro. ....	251
Figura 91: Evolución del Plan de Manejo Ambiental.....	252
Figura 92: Gestión del Plan de Manejo Ambiental.....	254
Figura 93: Circuito de información. ....	256

## INDICE DE ADJUNTOS

ADJUNTO I – RELEVAMIENTO DE LA ZONA

ADJUNTO II – CARTAS NÁUTICAS

ADJUNTO III – INFORMACIÓN DE LA ZONA

ADJUNTO IV – PROYECTO

ADJUNTO V – MODELADO DE LOS EMISARIOS PROPUESTOS PARA BS AS

ADJUNTO VI – ANTECEDENTES OSN

ADJUNTO VII – PROTOCOLOS DE LABORATORIO

ADJUNTO VIII – IMÁGENES SATELITALES HISTÓRICAS



# 1. GLOSARIO

ADCP: Perfilador de corrientes acústico. Doppler.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

CARP: Comisión Administradora del Río de la Plata.

EASO: Evaluación Ambiental de Sitios y Organizaciones.

FREPLATA: Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y

Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats.

ISO: International Organization for Standardization

Isobatas: Línea que en un mapa batimétrico une los puntos de igual profundidad.

OSN: Obras Sanitarias de la Nación.

SHN: Servicio de Hidrografía Naval.



## 2. RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio de línea de base ambiental se ha diseñado siguiendo las pautas metodológicas establecidas en la norma ISO 14015:2001 “Evaluación Ambiental de Sitios y Organizaciones (EASO)”.

En el caso de los emisarios subfluviales a construirse en el área metropolitana, el proyecto se propone cómo objetivo específico valorar aquellos aspectos ambientales que resulten representativos en todas las etapas, tanto en la construcción como en la operación, como así también antecedentes históricos de la zona de proyecto analizando las variables ambientales que hubieran podido modificar el sitio de proyecto.

Para el presente estudio se ha contado con antecedentes de información relacionada al Río de la Plata superior a 100 años.

En documentación bibliográfica<sup>1</sup> de la biblioteca de AySA, se pudo verificar una cita del Ing. Bateman que hace referencia la profundidad media en la zona de costanera norte (donde colocó la primera obra de toma para el agua potable) que se encontraba entre los 12 y 13 pies<sup>2</sup> de profundidad, es decir unos 3,7 a 4 m.

También se ha accedido a un estudio de la Comisión Administradora del Río de la Plata<sup>3</sup> que cita que: “...de la comparación entre los planos del Ministerio de Obras Públicas de 1905 y 1926 y el plano batimétrico, se aprecia un desplazamiento, hacia el norte y el SE, de las isobatas, indicando una disminución de la profundidad, que fue de 3-5 pies...”; esto significa unos 0,90 a 1,5 m.

Verificando esta información con la carta náutica H-118 publicada por el SHN y corregida al año 2008, actualmente la zona citada precedentemente presenta una profundidad media de 2,1 m.

Si se realizara un razonamiento lineal de la información analizada se podría inferir que desde fines de 1800 el río ha tenido una sedimentación “media” de aproximadamente 1,5 m en los últimos 130 años. Analizando la batimetría actualizada de la zona del emisario actual<sup>4</sup> se observa que las profundidades mantienen esta tendencia.

---

<sup>1</sup> Agua y Saneamiento en Buenos Aires (1580-1936) – AA - Pág. 42.

<sup>2</sup> 1 pie = 30,5 cm

<sup>3</sup> Estudio para la Evaluación de la Contaminación en el Río de la Plata (1989) – CARP - Pág. 30.

<sup>4</sup> Ver Adjunto III.

En lo referido a las características químicas y biológicas, a partir de los diferentes estudios analizados, se observa que las primeras apreciaciones realizadas en la década del cuarenta por técnicos de OSN, que el río presenta concentraciones variables de elementos (Calcio, Potasio, Magnesio, Flúor) y metales pesados (Vanadio, Hierro, Manganeseo, Cinc, Aluminio).

También observa que para el caso del Limnoplanton, en su constitución biótica, influye grandemente las por las características inherentes al Río de la Plata:

- poca profundidad, pues no pasa de 4 metros, lo que involucra distribución uniforme de los microorganismos.
- inversión de la corriente por las mareas y vientos que llegan a afectar hasta el río Paraná.
- grandes variaciones de nivel producidas por vientos del cuadrante S y N.

Se ha observado también que la turbiedad es uno de los factores más importantes, en la limitación de la productividad del fitoplancton, pues éste es más abundante cuando la turbiedad es baja.

También en estudios realizados a fines de los años ochenta, y actualizados en 2005 se observa la presencia de metales pesados, tales como Plomo, Cinc, Cobre, Cromo y Hierro, en la franja costera a una profundidad de entre 2 y 10 metros de sedimentos.

Cabe destacar también un estudio realizado también durante la década del noventa, donde se citan probables aportes de hidrocarburos (benceno, etilbenceno, estireno, tolueno, xileno, naftaleno, fenol, e hidrocarburos totales) provenientes del Río Paraná.

A modo de resumen, respecto de la calidad de la FCS, se observa claramente que la zona costera se encuentra influenciada de forma importante por los aportes que recibe de los diferentes arroyos y conductos pluviales que descargan tanto desde la zona norte y sur del área metropolitana como desde la Ciudad de Buenos Aires (como se observa en las imágenes satelitales históricas de la zona, adjuntas en este estudio), responsables de la calidad actual del Río de la Plata en el área metropolitana de Buenos Aires.

Finalmente a modo de **conclusión general**; surgen algunos aspectos a resaltar:

- En función a la información analizada sobre las características sedimentológicas del Río de la Plata, y a las concentraciones de determinadas sustancias (caso níquel, cobre, zinc, naftaleno, cromo, etc.) halladas, resulta de interés destacar que el Río de la Plata a lo largo de toda la Franja Costera Sur, posee una concentración de fondo de gran cantidad de sustancias, que acompañan al río probablemente desde hace mas de 100 años, ya que los sedimentos examinados en diferentes estudios en los últimos veinte años a profundidades mayores a 2 metros muestran que



sedimentos a estas profundidades corresponden a mas de 80 años en la historia del río.

- En este sentido también se mencionan en el informe algunas imágenes satelitales históricas que aportan una clara visión de cómo los aportes costeros (pluviales de la zona norte, arroyos entubados que cruzan la ciudad de Buenos Aires, Riachuelo, vuelcos desde la zona del Dock Sud, Arroyo Sarandí, Arroyo Sto. Domingo, etc.) colaboran en gran medida a empeorar las condiciones costeras, pudiendo cambiar el sentido de la pluma de contaminación según las condiciones del río y la meteorología diaria, llegando a la costa ó internándose en el Río de la Plata.
- Los estudios de modelación realizados por diferentes especialistas con vasta experiencia, concluyen que el proyecto de los futuros emisarios, se encuentra ubicado en una zona del Río de la Plata que permitirá un efectivo funcionamiento de los mismos, tanto desde el punto de vista técnico cómo ambiental.
- El Plan de Manejo Ambiental desarrollado para la operación de los emisarios, considera la valoración integral del Río de la Plata cómo sistema natural con una constante influencia antrópica, presentándose cómo una herramienta de gestión ambiental operativa para la etapa de funcionamiento de los futuros emisarios subfluviales.



### 3. INTRODUCCION

El presente estudio de línea de base ambiental se ha diseñado siguiendo las pautas establecidas en la norma ISO 14015:2001 “Evaluación Ambiental de Sitios y Organizaciones (EASO)”. Si bien, en materia de pasivos ambientales, a nivel internacional se encuentran ampliamente difundidas las normas ASTM E-1527-05 (Fase I) – Exploratorio- y ASTM E-1903 (Fase II) –Detallado- “Standard Practice for Environmental Site Assessments”; que originalmente tuvieron sus orígenes en la actividad petrolera, quizás en un campo más amplio, en ocasiones, resulten de aplicación más dificultosa, básicamente en lo referido a información de background del sitio; ya que por citar un ejemplo en el caso de antecedentes históricos se recomienda una antigüedad de datos de al menos cuarenta años.

El motivo de adoptar como referencia la norma ISO 14015 es debido a la versatilidad que presenta a la hora de su aplicación, si bien esta norma tiene como una de sus finalidades agrupar ambas fases (exploratoria y detallada), según el estudio de casos se definirá la magnitud del análisis del sitio a analizar.

### 4. OBJETIVO

Este análisis tiene por finalidad desarrollar una EASO a través de un proceso sistemático de identificación de aspectos y asuntos ambientales y determinar, si es necesario, sus consecuencias ambientales y económicas.

En el caso de los emisarios subfluviales a construirse en el área metropolitana, el proyecto se propone cómo objetivo específico valorar aquellos aspectos ambientales que resulten representativos en todas las etapas, tanto en la construcción cómo en la operación, como así también antecedentes históricos de la zona de proyecto analizando las variables ambientales que hubieran podido modificar el sitio de proyecto.

### 5. ALCANCE

El informe pretende cubrir las funciones y responsabilidades de las partes involucradas en la evaluación de la línea de base, como así también las etapas que componen dicho proceso.

El proceso para realizar la EASO se describe en la figura siguiente:

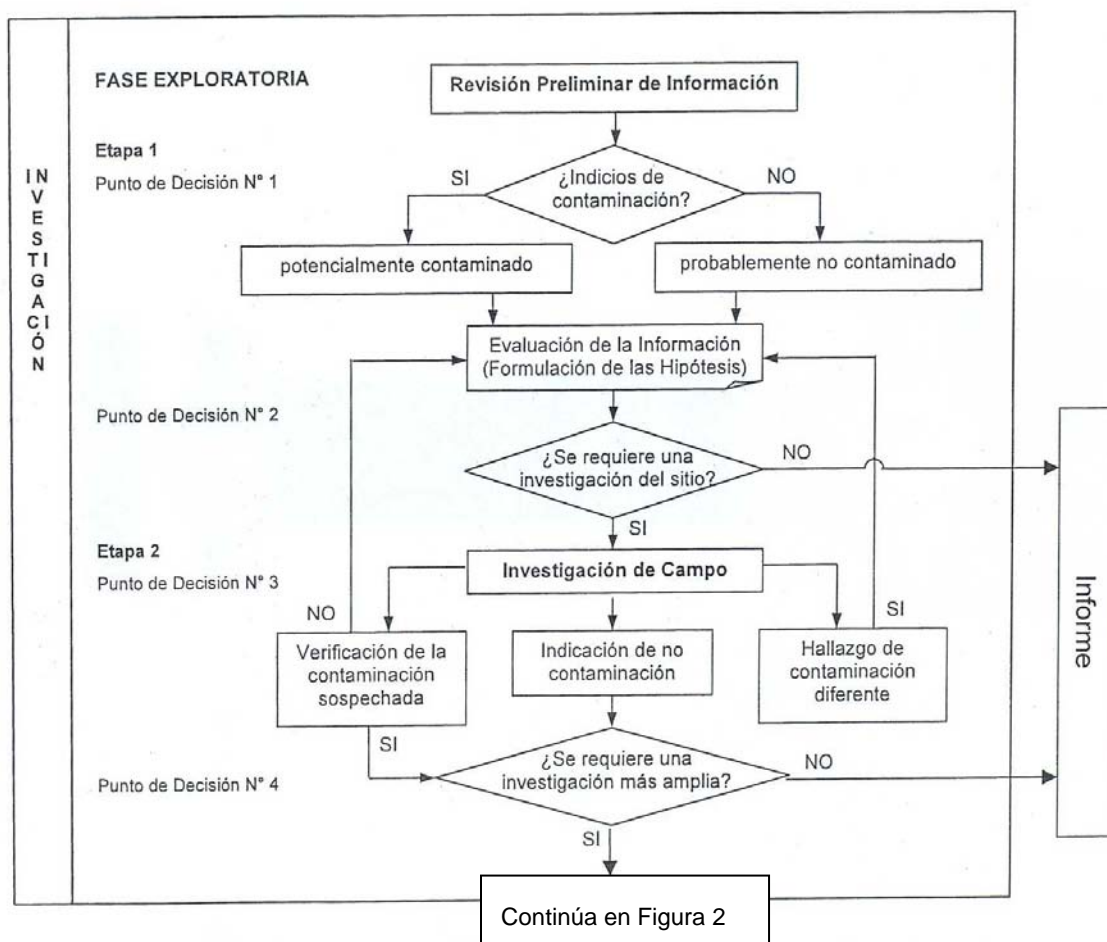


Figura 1: Etapa exploratoria (fase I) de la línea de base ambiental

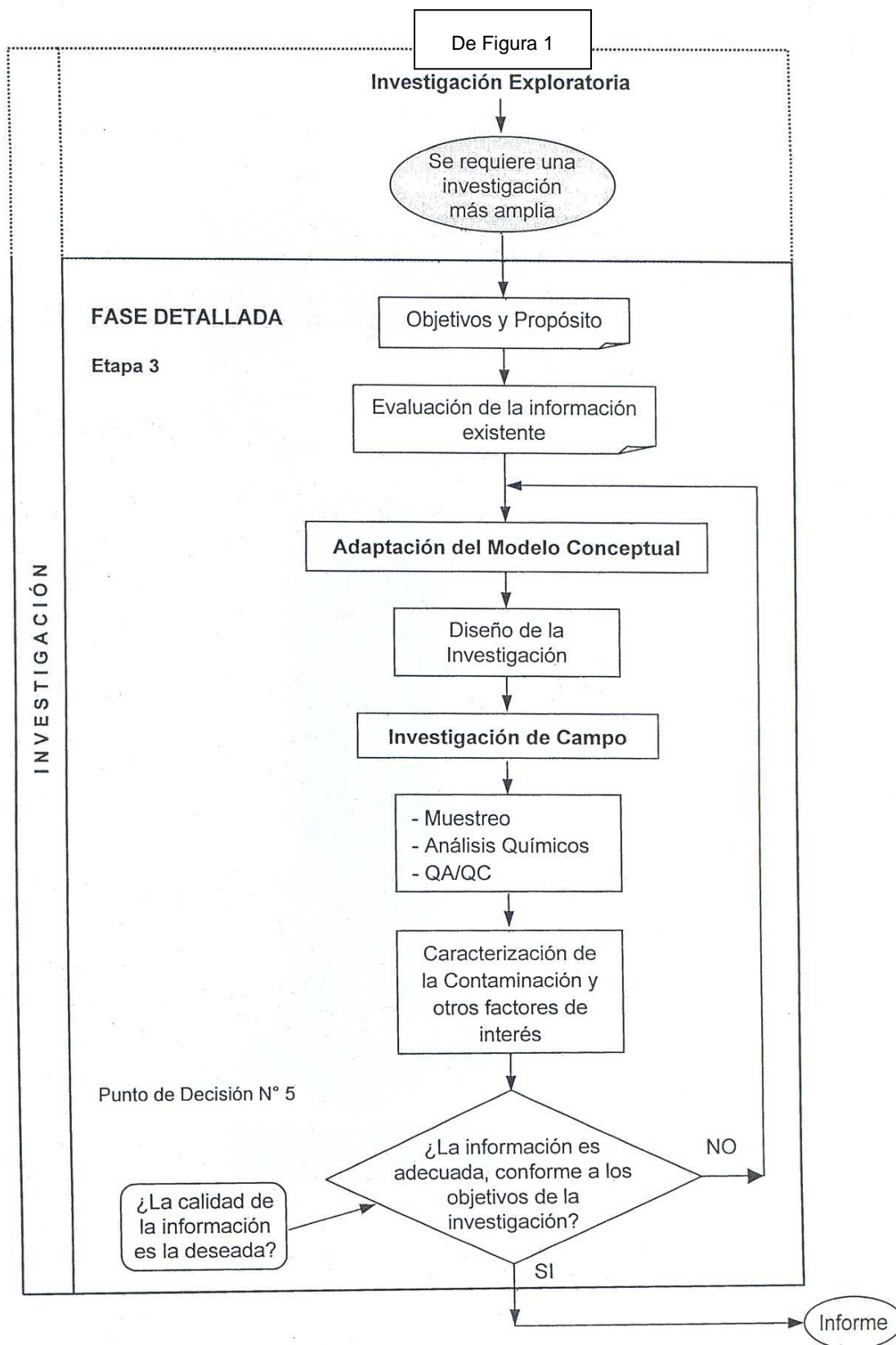


Figura 2: Etapa detallada (fase II) de la línea de base ambiental

Para el caso de la construcción del emisario subfluvial el alcance de la evaluación se determinará considerando los antecedentes de la zona, sitios significativos, y áreas sensibles.

## 6. REFERENCIAS

- **ISO 14015 : 2001 (Traducción Oficial)**

## 7. DEFINICIONES

- **Background level:** Concentración de fondo en el ambiente de una sustancia detectada, puede ser de ocurrencia natural ó de origen antrópico.
- **Concentración o nivel de referencia:** Valor indicativo, por debajo del cual es posible afirmar que el sitio no se encuentra afectado por contaminación o bien lo está en un nivel tal que no amerita la implementación de acciones posteriores.
- **EASO:** Evaluación Ambiental de Sitios y Organizaciones.
- **Foco puntual (Hot-spot):** Área de contaminación, se trata de un área con concentración de contaminantes más alta que la de su entorno próximo.
- **Receptores blanco:** Organismos o entidades expuestas a un agente físico, químico o biológico (pueden ser bióticos ó abióticos) que puede inducir efectos adversos sobre el ecosistema o sobre la salud humana.
- **Suelo no modificado.** Suelo natural u original de la zona, en un entorno urbano, que no ha sido objeto de alteraciones. Corresponde al suelo con características de base en el sitio en cuestión.
- **Valor de intervención:** Concentración de un contaminante, por encima del cual corresponde la implementación de acciones correctivas.

## 8. METODOLOGÍA

Para la elaboración de la EASO se ha diseñado el plan de acción, clasificándolo en *documentos y actividades*; tanto para las de **Etapas Toma de Sitio, Construcción y Operación**. Para ello, se han considerado un conjunto de criterios, sugeridos por la norma incluyendo además según el estudio de caso, criterios adicionales que necesiten ser considerados para el análisis.

## 9. CRITERIOS CONSIDERADOS

### 9.1. Fase documental

#### 9.1.1. Etapa Toma de sitio

- Mapas, planos y fotografías;
- Registros históricos;
- Registros geológicos/hidrogeológicos;
- Registros geotécnicos;
- Hojas de datos de seguridad (de materiales);
- Registros/listados oficiales (por ej. Basurales, rellenos, etc);
- Organigrama (funciones y responsabilidades);
- Auditorias y otros informes;
- Registro de incumplimientos y no conformidades;
- Quejas;

#### 9.1.2. Etapa Construcción

- Registros de manejo y manipulación;
- Órdenes de trabajo;
- Procedimientos de seguimiento y resultados de supervisión;
- Registros de mantenimiento;
- Inventarios;
- Planes de contingencia y planes de respuesta (PPE);
- Registros de formación de Salud, Seguridad y Medio Ambiente;
- Registros de accidentes;
- Permisos/licencias/notificaciones;
- Organigrama (funciones y responsabilidades);
- Auditorias y otros informes;
- Registro de incumplimientos y no conformidades;
- Quejas;

- Políticas, planes y sistemas de gestión de la organización;
- Seguros requeridos;
- Contratos con proveedores y otras partes externas;
- Documentos de proceso (balances de materia);

### **9.1.3. Etapa Construcción**

## **9.2. Fase de actividades**

### **9.2.1. Etapa Toma de sitio**

#### **9.2.1.1. -Actividades**

- Gestión de residuos;
- Gestión de aguas residuales;
- Vertidos al agua;
- Uso de sitios.

#### **9.2.1.2. -Condiciones físicas**

- Sistemas cloacales;
- Acequias, conductos, desagües sumideros;
- Suministros de servicios públicos;
- Aguas superficiales y paisaje del lugar;
- Alrededores al sitio y sitios y/ó organizaciones adyacentes;
- Condiciones del suelo y del agua subterránea;
- Terreno modificado;
- Flora y fauna afectadas;
- Rellenos sanitarios/basurales;

### **9.2.2. Etapa Construcción y operación**

#### **9.2.2.1. -Actividades**

- Gestión de residuos;



- Manejo de materiales y productos;
- Operaciones del proceso;
- Gestión de aguas residuales;
- Control de emisiones atmosféricas;
- Vertidos al agua;
- Uso de sitios.

#### **9.2.2.2. -Condiciones físicas**

- Plantas de tratamiento de aguas residuales;
- Sistemas de calentamiento y enfriamiento;
- Tuberías y ventilaciones;
- Acequias, conductos, desagües, sumideros;
- Contenedores/ tanques de almacenamiento;
- Suministros de servicios públicos;
- Ruido, luz, vibración ó calor;
- Olor, polvo, humo, partículas;
- Aguas superficiales y paisaje del lugar;
- Alrededores el sitio y sitios y/ó organizaciones adyacentes;
- Condiciones del suelo y del agua subterránea;
- Terreno modificado;
- Flora y fauna afectadas;
- Rellenos sanitarios/basurales;
- Edificios, planta y equipo;
- Almacenamiento de material;
- Materiales, productos y sustancias peligrosas;
- Equipamiento contra incendios y emergencia.

## 10. PROCESO DE EVALUACIÓN

### 10.1.Ámbito de estudio

#### 10.1.1. Río de la Plata

##### 10.1.1.1. Antecedentes Bibliográficos

El Río de la Plata se origina en las descargas de los ríos Paraná y Uruguay, sus principales tributarios, y descarga, a su vez, en el Océano Atlántico. En el encuentro entre la intensa descarga de aguas fluviales del Río de la Plata y aguas marinas del Océano Atlántico se genera una extensa zona de mezcla de características mixohalinas. En el Río de la Plata convergen las señales de procesos transfronterizos originados no sólo en los países de sus márgenes sino también a lo largo de la Cuenca del Plata, integrada por las subcuencas de los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay y Salado, y abarcando cinco grandes regiones geográficas.

A modo de ejemplo, se ha demostrado que la dinámica de los sedimentos en suspensión del Río Paraná está directamente relacionada con el ciclo hidrológico del Río Bermejo y que son en gran medida los sedimentos transportados por este río los que se depositan en los fondos del Río de la Plata. La influencia en el Océano Atlántico de la pluma de baja salinidad y rica en nutrientes del Río de la Plata se manifiesta hasta los 23°S. Más allá de esta pluma y sobre la plataforma continental se produce un nuevo frente, denominado Confluencia Brasil-Malvinas, que resulta del encuentro entre las aguas cálidas de la Corriente de Brasil y las aguas frías de la Corriente de Malvinas.

Los resultados de la línea de investigación en oceanografía física lograron un avance muy importante en la comprensión de los principales patrones de circulación del agua, las fuerzas que los regulan y su variabilidad. Estas investigaciones implicaron la revisión de conocimientos existentes, el procesamiento de series históricas de registros de variables ambientales, el desarrollo y aplicación de modelos numéricos hidrodinámicos, el análisis de observaciones de corrientes a distintos niveles de profundidad a partir de perfiladores verticales (correntómetros ADCP) y observaciones de corrientes superficiales con boyas derivantes.

En el Río de la Plata las principales fuerzas (“forzantes”) que influyen sobre la circulación del agua son la descarga fluvial de sus tributarios, la onda de marea oceánica y los vientos que soplan sobre la superficie del agua, pero las variaciones en los parámetros físico-químicos (particularmente la salinidad) afectan también la circulación al modificar la

densidad del agua. El efecto de los forzantes sobre el agua está condicionado, a su vez, por la configuración de la línea de costa y la batimetría de fondo. El aumento, primero paulatino y luego abrupto, en la sección transversal del río tiene gran influencia en sus características hidrodinámicas.

El foco de la caracterización del ambiente físico que aquí se presenta está puesto, por lo tanto, en el cuerpo de agua y sus contornos físicos.

### **Fisiografía del área de estudio**

Desde el punto de vista geomorfológico y dinámico, se ha propuesto la división del Río de la Plata en dos regiones: una interior y otra exterior, separadas por la presencia de una barrera geomorfológica: la Barra del Indio. Esta barra se extiende a lo largo de la línea que une Punta Piedras (en Argentina) con Montevideo (en Uruguay).

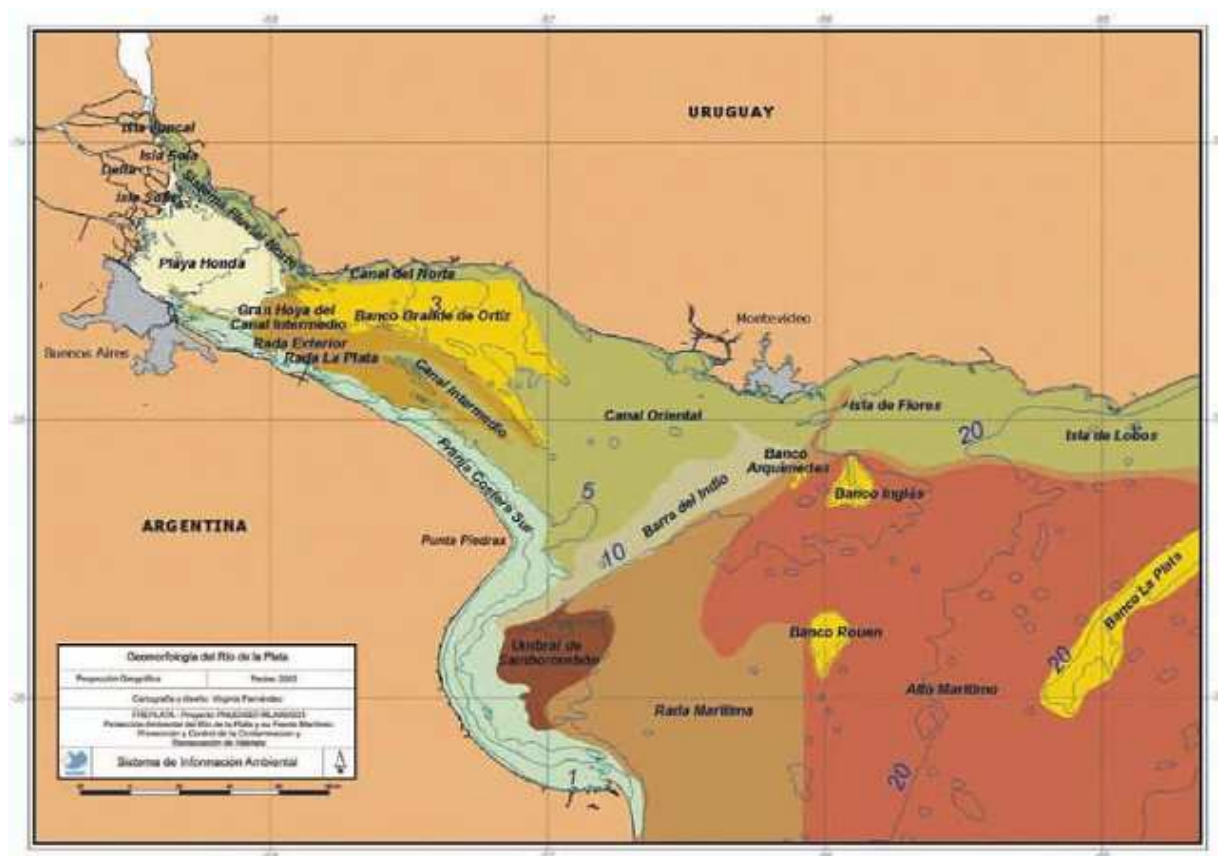


Figura 2.2.1 – Geomorfología del Río de la Plata.

En el Río de la Plata las profundidades son inferiores a 10 m en la región interior y varían entre 10-20 m en la región exterior. La plataforma continental se caracteriza por una suave pendiente hasta la isobata de 100 m, pendiente que se acentúa hacia el borde del talud hasta alcanzar los 3.000 m de profundidad.

La distribución de sedimentos superficiales de fondo presenta un claro gradiente a lo largo del eje principal del Río de la Plata. En el primer tramo del río (al Oeste de la línea Colonia - Buenos Aires) se depositan los sedimentos más gruesos (arenas, arenas limosas, limos arenosos y limos). Este tramo corresponde al delta fluvial (delta del Paraná). En el sector comprendido entre las líneas Colonia - Buenos Aires y Montevideo -Punta Piedras predominan los sedimentos finos (limos, limos arcillosos y arcillas limosas) y es donde se produce el transporte de sedimentos en suspensión.

El Río de la Plata exterior (entre Montevideo – Punta Piedras y Punta del Este - Punta Rasa) se caracteriza por un arco de sedimentos muy finos (limos, limos arcillosos, arcillas limosas y facies de mezcla) limitando un gran cuerpo arenoso que se extiende sobre la plataforma continental media y externa. Sobre la costa uruguaya se presenta una serie de islotes rocosos que constituyen una prolongación del basamento cristalino. Afloramientos rocosos en forma de arrecife se distribuyen asimismo en torno a la isobata de 50 m, frente a Punta Piedras.

Las áreas de altas concentraciones de arcillas han sido atribuidas a sedimentación mecánica en el caso de las aguas relativamente tranquilas de Bahía Samborombón, floculación físico-química en el área de Barra del Indio y afloramientos de arcillas transgresivas de carácter relicto en las cercanías de Punta del Este. Este último sector se conoce como “Pozo de Fango” y está asociado a la sección Este del Canal Oriental. La composición de sedimentos de fondo y la investigación de los estratos que conforman el lecho del Río de la Plata han llevado a proponer que existe escasa o nula exportación de sedimentos del Río de la Plata a la plataforma continental.

### **Condiciones ambientales del área**

#### ***Vientos***

Los vientos sobre el Río de la Plata en general son leves y la intensidad promedio anual es muy uniforme, elevándose a cerca de 5 m/s en la costa (Nagy et al. 1998). Vientos de mayor velocidad se registran en los sectores expuestos del litoral atlántico uruguayo (Punta del Este). Los vientos más intensos en la región son del sector Sur (SE, S y SW) y los más débiles del NW. El Río de la Plata se encuentra en una de las áreas de mayor

ciclogénesis del Hemisferio Sur. Las ciclogénesis sobre el área tienen una frecuencia media de alrededor de 120 eventos por año (Gan y Rao 1991).

Existen discrepancias en la bibliografía con relación a la dirección de los vientos que predominan estacionalmente en la región y a la época del año en que se registran los vientos más intensos y estas discrepancias parecen depender, por un lado, de la metodología de análisis y, por otro, del punto de registro y cobertura de las observaciones.

Registros efectuados en estaciones de medición cercanas, en ocasiones en forma casi simultánea, muestran diferencias considerables en la intensidad y dirección del viento. En la Estación Pontón Recalada (dentro del Río de la Plata frente a Montevideo) y sobre la base de observaciones en el período 1959-1992 se señala un predominio de vientos hacia la costa (E, SE y NE) en primavera-verano y frecuencias de viento similares en todas las direcciones en otoño-invierno (Guerrero et al. 2002) (Fig. 2.3.1).

En años recientes se insinúa un predominio en las dos épocas del año de vientos del Este, aunque la calidad de estos datos aún no ha sido verificada. El análisis de vientos sobre el área de influencia del Río de la Plata, en el período 1948-1997, mostró una rotación hacia desde la costa de los vientos medios estacionales de verano a invierno (Simionato y Vera 2002) (Fig.2.3.2).

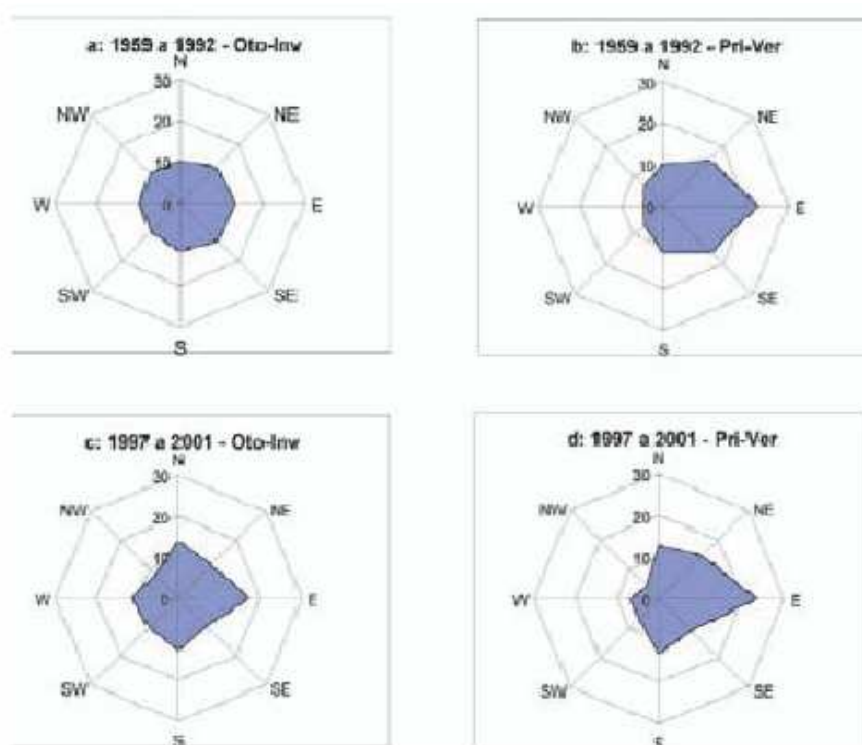


Figura 2.3.1 – Distribución estadística de vientos en Pontón Recalada.

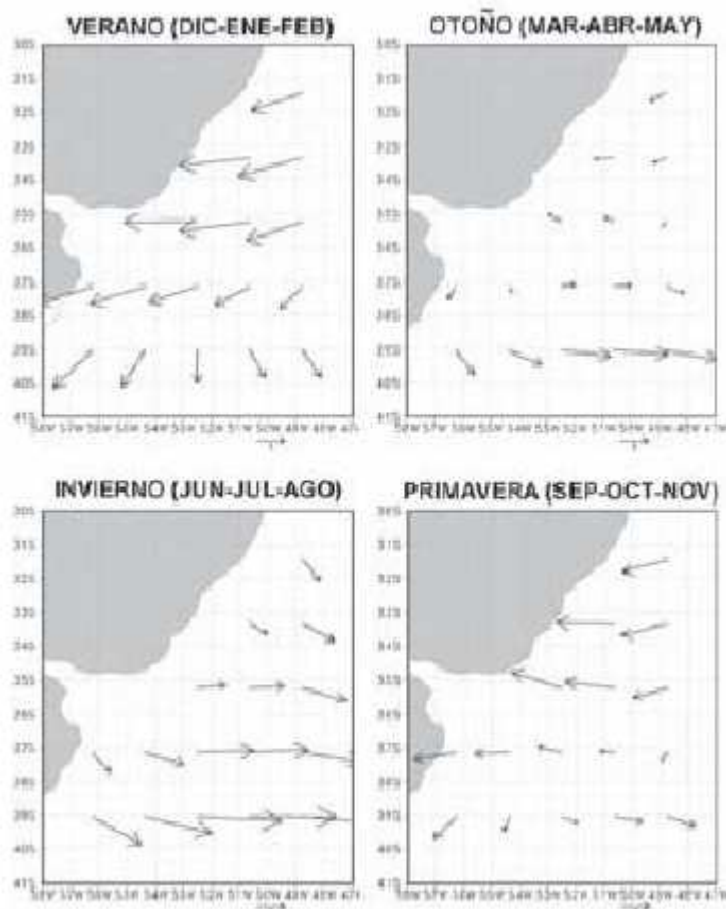


Figura 2.3.2 – Distribución espacial de vientos a lo largo del año.

Se encontró, asimismo, un importante cambio en las velocidades del viento en verano e invierno, consistente con un desplazamiento de estas estaciones a meses más tempranos y un cambio en la dirección de los vientos en las estaciones de transición relacionado con una mayor influencia de vientos del Norte.

### **Marea**

El Río de la Plata tiene un régimen astronómico micromareal (pocas decenas de centímetros de amplitud) con desigualdades diurnas y grandes diferencias entre pleamares o bajamares consecutivas. La onda de marea se propaga de Sur a Norte con amplitudes que aumentan hacia la costa y disminuyen hacia el Río de la Plata Interior (Fig. 2.3.3).

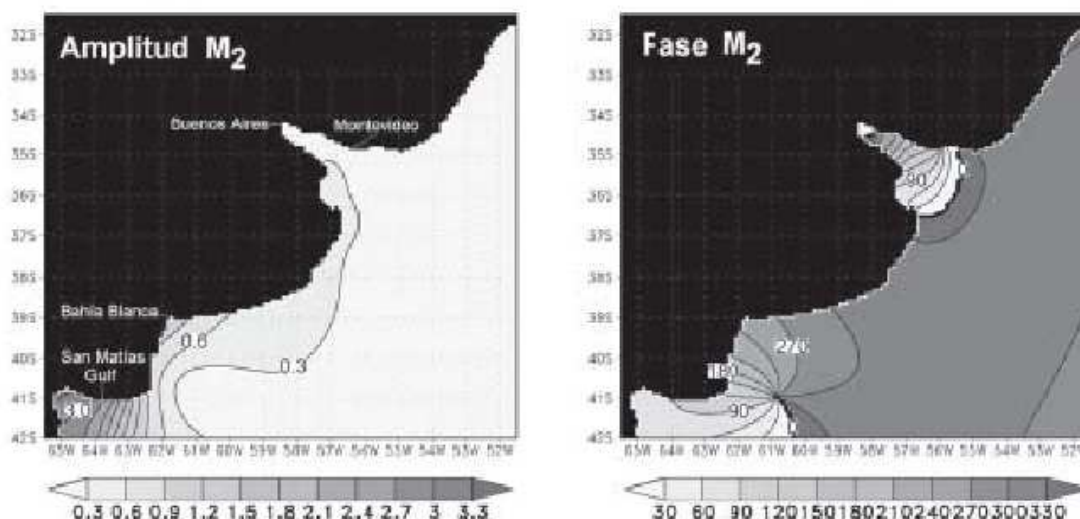


Figura 2.3.3 – Amplitud y fase de la marea en el Río de la Plata.

El flujo de energía ingresa al Río de la Plata por el sector SE de la boca. En el curso superior del río el rango de amplitudes para la marea es de aproximadamente 0.8 m. Dicho rango alcanza a 1 m sobre la costa bonaerense pero solamente un tercio de este valor en la costa uruguaya. A la onda de marea le toma aproximadamente 12 horas propagarse desde un extremo al otro del Río de la Plata (Simionato et al. 2002).

Las ondas de marea oceánicas llegan al Río de la Plata con una velocidad aproximada de 200 km/h y se propagan en su interior con una velocidad media de 30 km/h. Las intensidades máximas de corriente de marea se observan en los extremos de la Bahía Samborombón (Punta Piedras y Punta Rasa) con valores considerablemente menores en el interior de la bahía.

### **Descarga continental**

Más del 97% de la descarga de agua al Río de la Plata es aportado por los ríos Paraná y Uruguay. De esta descarga, el 78% corresponde al Río Paraná y el 22% restante al Río Uruguay (Fig.2.3.4).



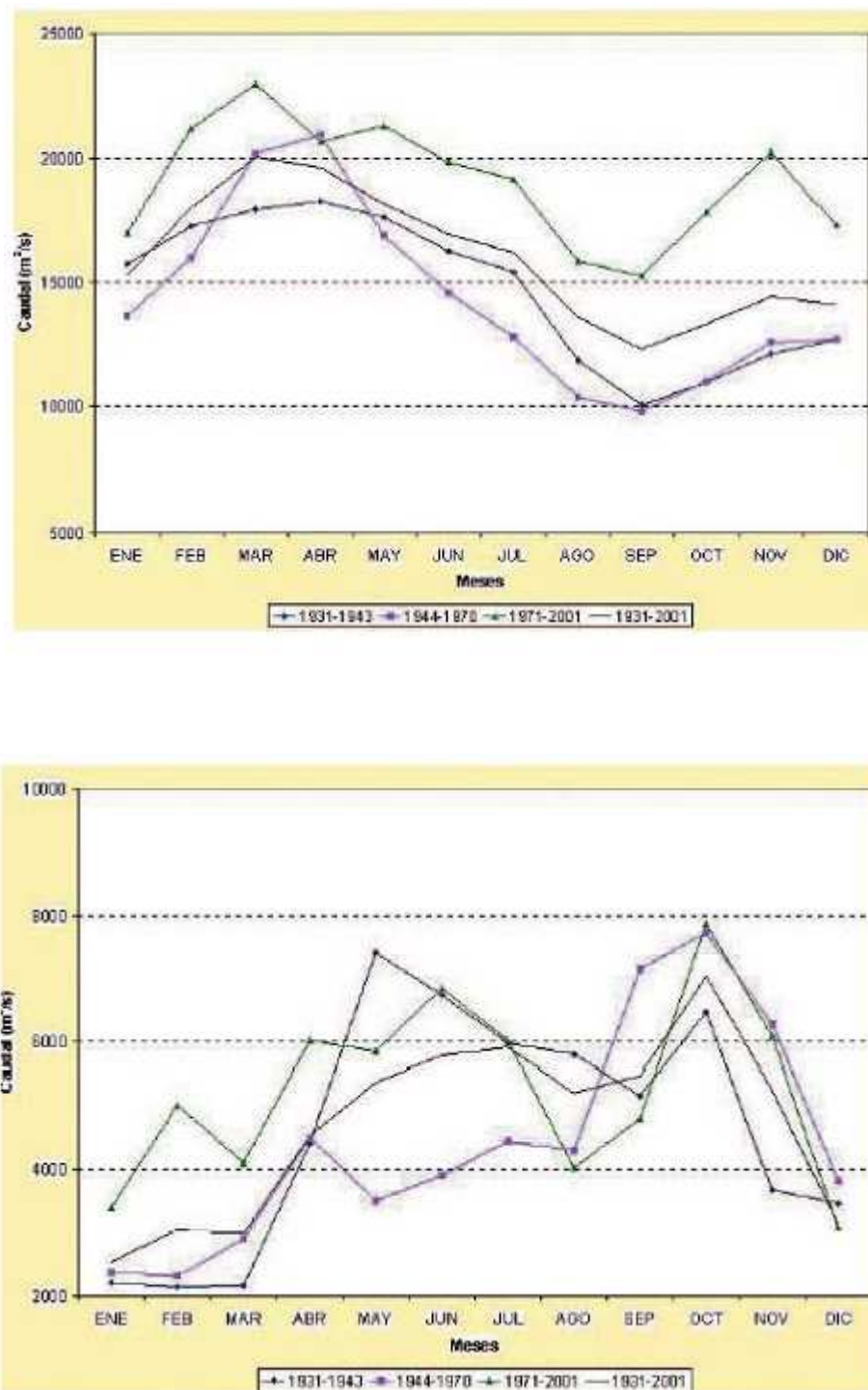


Figura 2.3.4 – Descarga de los principales tributarios al Río de la Plata.  
Arriba: Paraná, Abajo: Uruguay.



El aporte del Río Paraná llega al Río de la Plata principalmente a través de dos de sus brazos, el Paraná de las Palmas, con alrededor del 25% del caudal total, y el Paraná Guazú-Bravo, con el 75% restante.

En los caudales medios mensuales de los ríos Paraná y Uruguay (1931-2001) se identifican tres períodos: uno normal (1931-1943), uno relativamente seco (1944-1970) y uno definitivamente húmedo (1971-2001). En el período húmedo el caudal medio del Río Paraná aumentó un 15% respecto de la media histórica y un 33% respecto al caudal medio del período seco. Valores similares de aumento relativo fueron encontrados para el caudal medio del Río Uruguay.

La descarga combinada de ambos ríos es máxima en otoño, disminuyendo hacia el verano cuando se registra la menor descarga, excepto en el período considerado normal (1931-1943) que presentó la mínima descarga en primavera.

Para las grandes crecidas del Río Paraná asociadas con el Fenómeno del Niño existe una muy alta correlación entre caudales por encima de 20.000 m<sup>3</sup>/s y el índice de oscilación Sur (IOS) mínimo antecedente. Existe una correlación menor entre estos caudales de exceso y la temperatura superficial del mar (TSM) máxima antecedente en la Región Niño 3. El tiempo de retardo entre las anomalías de TSM y las de caudal medio mensual es de entre 3 y 5 meses.

### **Salinidad y temperatura**

Las distribuciones de salinidad y temperatura superficiales para distintas condiciones de caudal del Río de la Plata (alto, normal y bajo) y dos épocas del año: período cálido

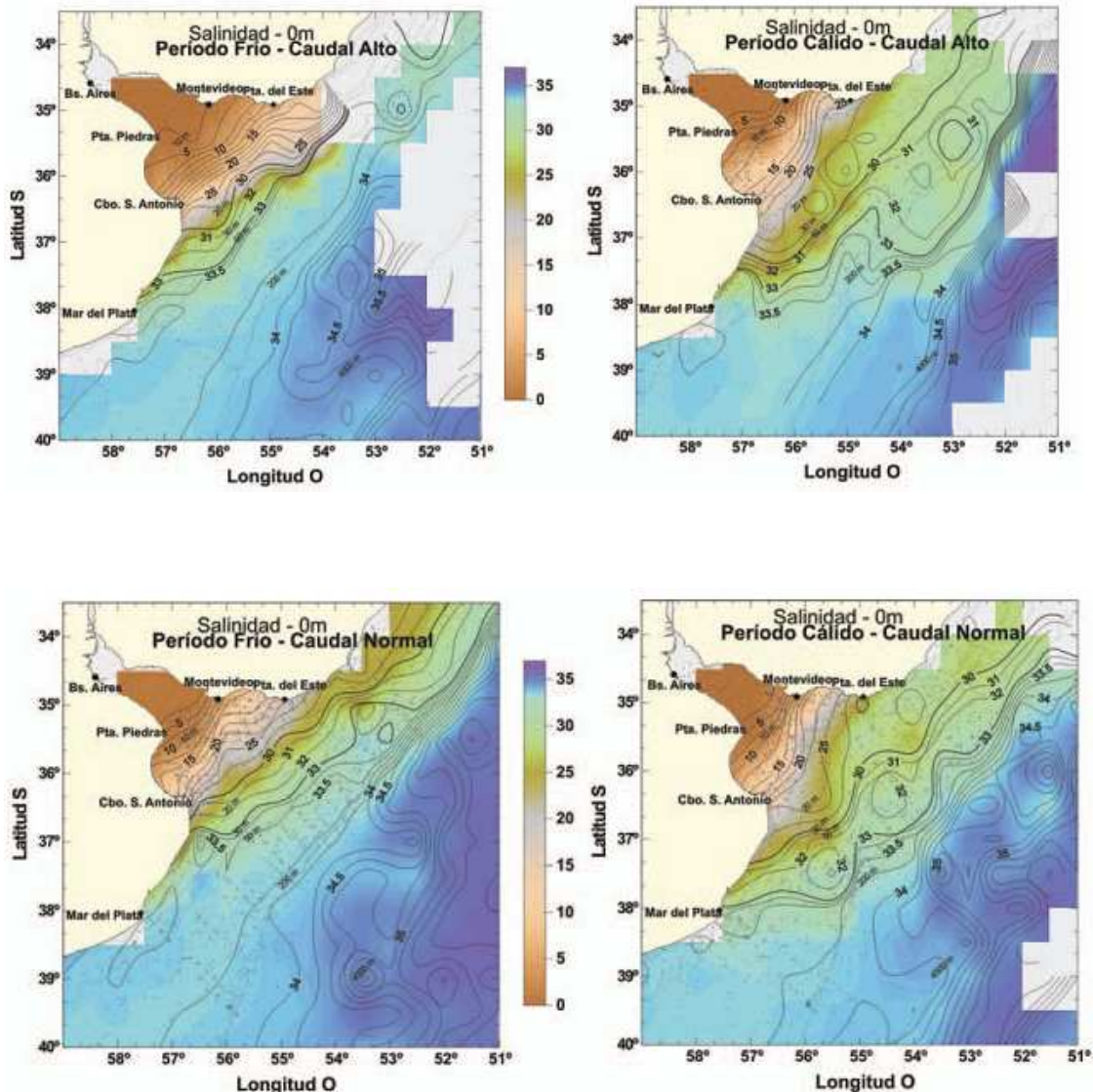
(Noviembre a marzo) y período frío (junio a setiembre) fueron analizadas por Guerrero et al. (2003), y se presentan en la Figura 2.3.5.

Con caudales altos (superiores a 28.000 m<sup>3</sup>/s) el sistema muestra la misma tendencia de descarga estacional que con caudales normales, pero con un aumento en la extensión hacia mar abierto de las aguas diluidas. Durante el período frío el frente salino externo muestra un desplazamiento medio hacia mar abierto de 50 a 70 km a lo largo de 300 km de frente.

En el período cálido, en cambio, aguas inferiores a 25 de salinidad se manifiestan más allá de Cabo San Antonio en la costa argentina y pasando Punta del Este sobre la costa uruguaya. La influencia hacia el Este es significativamente mayor, cubriendo casi toda la extensión de la plataforma continental, observándose además aguas con salinidades

inferiores a 32 ups cubriendo una extensa área (20.000 km<sup>2</sup>) en la región de la confluencia Brasil-Malvinas.

Con caudales bajos (inferiores a 17.400 m<sup>3</sup>/s), durante el periodo frío el área de mezcla queda restringida predominantemente al área de la cuenca del Río de la Plata, es decir, sin proyección de aguas diluidas hacia el NE. En el período cálido ingresan aguas salinas por el sector NE. Un aspecto llamativo de las observaciones de salinidad es la escasa proyección, en condiciones de caudal alto, de aguas diluidas hacia el NE durante el período frío.



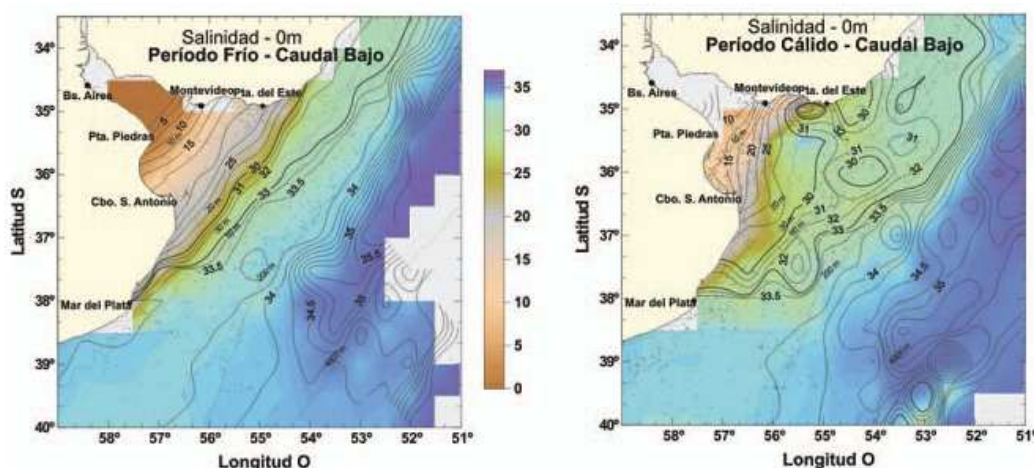


Figura 2.3.5 - Distribuciones de salinidad superficial para distintas condiciones de caudal del Río de la Plata.

La temperatura superficial del agua no muestra variaciones espaciales marcadas dentro de cada período. En el período frío las temperaturas superficiales son del orden de los 10-12°C mientras que en el período cálido éstas ascienden a 20-22°C.

Otras investigaciones sobre la distribución de la salinidad, con modelo matemático 3D como el aplicado en este proyecto, han sido realizadas por Destuynder y Tarela (2002).

### **Respuestas de la circulación a cambios en los forzantes**

Las principales características de la circulación que aquí se describen se refieren al dominio geográfico que comprende al Río de la Plata y su área de influencia sobre la plataforma continental argentino-uruguaya. Muchas de estas características fueron inferidas a partir de simulaciones numéricas con modelos hidrodinámicos. Para la investigación de algunas de ellas se simuló la dinámica del agua en el plano horizontal (mediante modelos bidimensionales), mientras que otras fueron investigadas mediante un modelo tridimensional (que simula la dinámica en distintas capas de profundidad). Sin embargo, dado que la circulación en el estrato de fondo ha sido poco investigada, la dinámica del sistema que aquí se describe se refiere a la circulación superficial.

En base a la respuesta de la circulación a la acción de sus principales forzantes (descarga continental conjunta de los ríos Paraná y Uruguay, onda de marea oceánica y vientos) se distinguen, en el Río de la Plata y área oceánica adyacente, dos sectores: uno interior y otro exterior. La línea divisoria entre los dos sectores puede ubicarse aproximadamente en Barra del Indio aunque las condiciones dinámicas del cuerpo de agua determinan desplazamientos hacia el interior y exterior del río.

En una serie de ejercicios de simulación se investigó la sensibilidad de la circulación a la batimetría, la rotación de la Tierra, la descarga continental y los vientos medios que soplan sobre la superficie del agua (Simionato et al. 2003, en prensa). Se concluye a partir de los mismos que en el sector interior, debido a su reducida extensión geográfica, el efecto de Coriolis casi no se detecta. Como resultado, la batimetría y la descarga dominan el régimen en esta región. Las variaciones en la descarga continental no producen cambios importantes en los patrones de circulación, sino sólo en la intensidad del transporte, la cual crece con el aumento de los caudales. Los cambios en los vientos tampoco modifican los patrones de circulación aunque afectan significativamente los niveles del agua.

En el sector exterior, que definimos incluyendo una zona de transición (entre las aguas fluviales del Río de la Plata y aguas marinas del Océano Atlántico) y el área de influencia del Río de la Plata sobre la plataforma, los patrones de circulación son más variables y cambian estacionalmente. En este sector, las características del agua varían desde condiciones fluvio-marinas en la zona de transición hasta condiciones netamente oceánicas sobre la plataforma.

La zona de transición, ubicada aproximadamente entre Barra del Indio y el límite exterior legal del Río de la Plata, se puede representar esquemáticamente como un sistema con circulación en dos capas, en el cual la masa de agua o estrato fluvial, menos densa, se desplaza por la superficie sobre una masa de agua salina, más densa, que circula por el fondo en dirección a la cabecera del río. Esta condición de circulación, con un flujo entrante de aguas salinas en forma de un estrato de fondo, es característica de cuerpos de agua parcialmente estratificados (Guerrero et al. 1997). En ausencia de vientos el encuentro entre las dos capas (visto en un perfil vertical) toma la forma de una cuña salina limitada en el fondo por un frente de salinidad (franja en la que se producen los cambios horizontales de salinidad más marcados) de posición más interna y en la superficie por otro frente de salinidad de posición más externa. La capa de fondo queda entonces delimitada, hacia el interior del río, por una diagonal uniendo los frentes salinos de superficie y fondo. Se ha indicado que la cuña salina es una característica casi permanente del sistema y que la ruptura de la estratificación vertical y mezcla de la columna de agua ocurre únicamente luego de varias horas de vientos oceánicos fuertes ( $>11$  m/s), restableciéndose dentro de las 48-72 horas. Esta zona se caracteriza además por un frente de máxima turbidez.

Los patrones generales de circulación en el sector exterior son poco sensibles a las variaciones de la descarga continental, excepto en lo que se refiere a las velocidades de las corrientes las cuales aumentan con aumentos en la descarga. El viento, en cambio, modifica la velocidad de las corrientes y puede provocar una reversión en el flujo natural del agua forzando el ingreso de aguas desde el NE de la costa uruguaya.

Cambios en los vientos predominantes que soplan sobre el área de influencia del Río de la Plata son responsables de la reversión que se produce en el sentido de la circulación de invierno a verano y explican los cambios estacionales de la salinidad superficial reportados a partir de observaciones de campo.

Vientos del NW favorecen la salida de agua del Río de la Plata y producen una disminución de los niveles del agua dentro del mismo. Con vientos intensos soplando durante varios días desde este sector (tormentas del NW) se generan bajantes extraordinarias que dificultan el suministro de agua potable para la ciudad de Buenos Aires y también la navegación. Esta situación se presenta aproximadamente una vez al año. Vientos del SE producen un aumento del nivel del agua en el interior del Río de la Plata y, cuando son intensos (sudestadas), son responsables de las grandes crecidas que se registran en ese sector del río.

Estos eventos se producen varias veces al año y evidencian una tendencia al aumento en los últimos años.

### **Patrones de circulación**

Las soluciones obtenidas con un modelo hidrodinámico tridimensional forzado por la descarga continental y la marea, bajo distintos escenarios de viento, permiten identificar distintos patrones generales de circulación del agua dependiendo de la acción del viento (Simionato et al. 2003, en prensa).

La descripción que sigue es indicativa de trayectorias de partículas bajo los siguientes escenarios: sin viento (Fig.2.3.6) y con vientos medios de distintas direcciones (Fig. 2.3.7). Si bien los patrones generales son consistentes con observaciones de distintas variables ambientales, algunas características inferidas en el presente análisis a partir de dichas soluciones (en particular el detalle de la conformación y origen de los flujos de agua) requieren ser confirmadas a través de un análisis más profundo de la información ambiental disponible o de investigaciones de campo específicas.



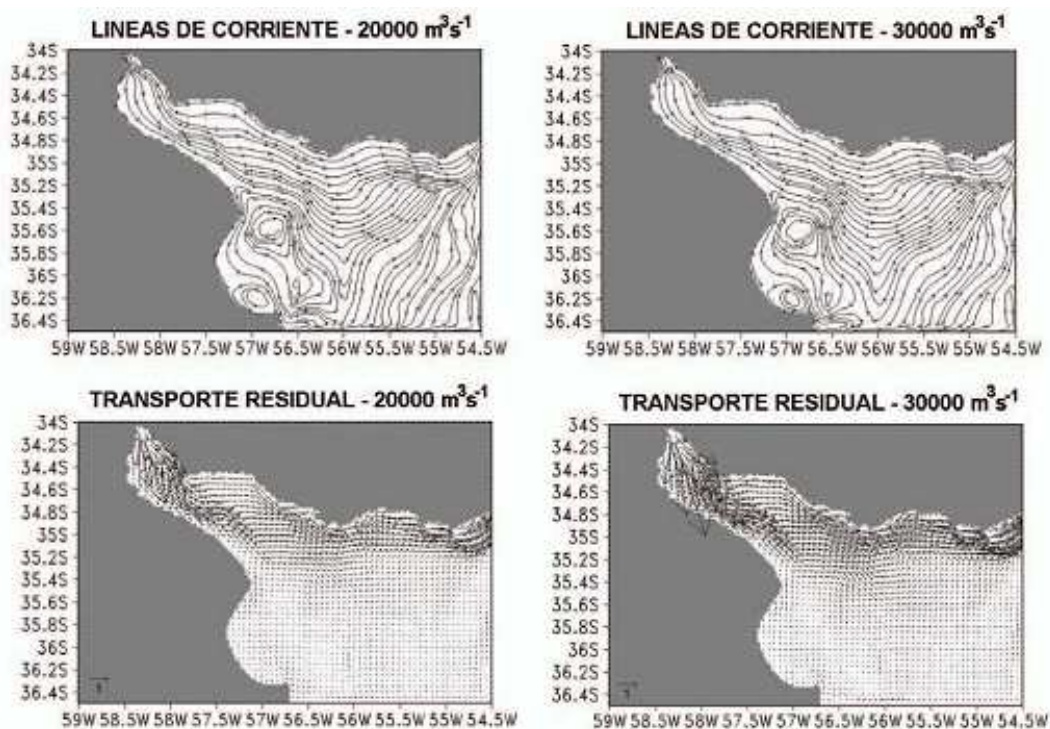


Figura 2.3.6 – Trayectorias sin viento.

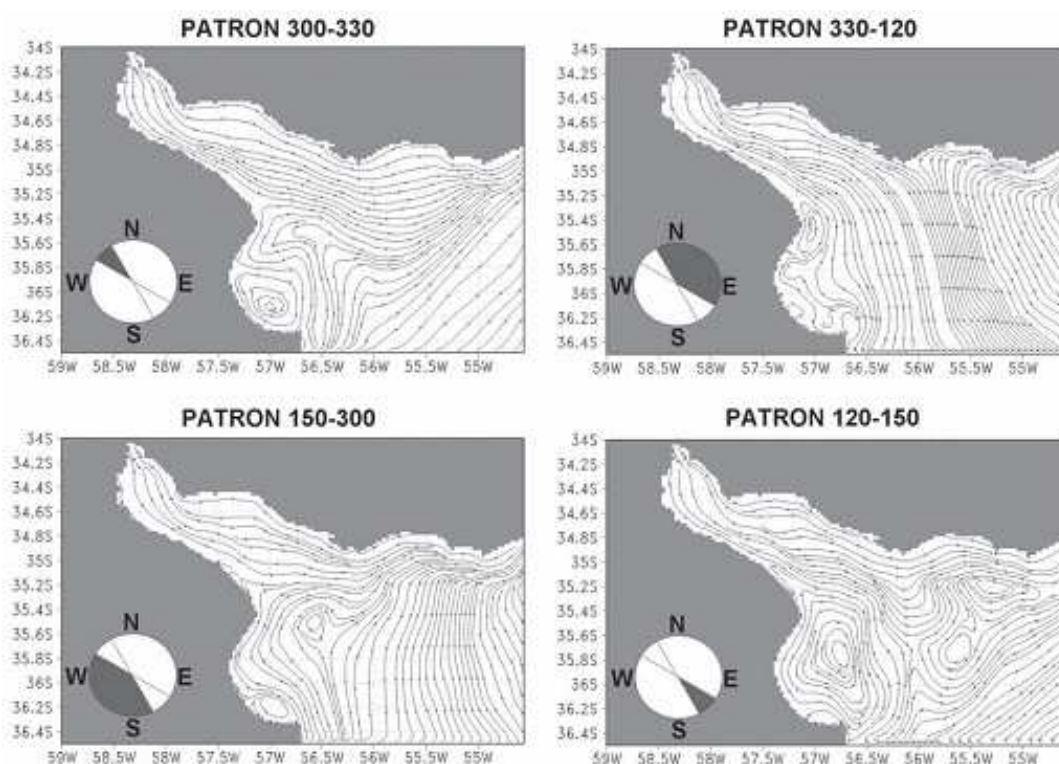


Figura 2.3.7 – Trayectorias con viento.

### ***Sin viento***

Como se indicó anteriormente, en ausencia de vientos, el flujo de agua en el sector exterior sigue su tendencia natural, es decir, fluye contorneando la costa uruguaya y en dirección NNE como consecuencia del efecto de la rotación de la Tierra. En Samborombón se observa el ingreso de un flujo de agua que proviene del Sur (Cabo San Antonio) y se dirige hacia el Norte (Punta Piedras), circulando en el interior de la bahía entre dos celdas de recirculación: una muy pequeña (antihoraria) ubicada al Sur de la bahía y otra de mayor tamaño (horaria) localizada en el sector Norte de la misma. En esta situación, el flujo NNE en la costa uruguaya a la altura de Punta del Este está conformado por: (a) aguas diluidas provenientes del Río de la Plata interior que se ubican en la zona más costera, (b) aguas del interior de Bahía Samborombón que, luego de rodear la celda de circulación Norte, fluyen hasta aproximadamente la boca del Río de la Plata, donde registran un nuevo giro para atravesar transversalmente el río y (c) aguas de la plataforma argentina que ingresan al sistema desde el Sur y lo atraviesan también transversalmente por fuera del anterior. Aumentos en el volumen de descarga del Río de la Plata (de 20.000 a 30.000 m<sup>3</sup>/s) no modifican este patrón aunque aumentan la intensidad del transporte sobre la costa Este uruguaya.

### ***Vientos del SSE a NNW (pasando por el W)***

Vientos de estas direcciones no modifican sustancialmente la pluma de descarga del Río de la Plata, la cual continúa, como en el caso “sin vientos”, desaguando por el sector NE del sistema pero se modifica la circulación dentro de Samborombón de dos formas: (a) con vientos del WNW a NNW se intensifica la celda de circulación Sur, la cual ocupa la mitad inferior de la bahía (Fig. 2.3.7, panel superior izquierdo) y (b) con vientos del SSE a WNW aparece un flujo transversal más interno en el río (entre aproximadamente Punta Piedras y Piriápolis) que transporta aguas costeras del interior de Bahía Samborombón que ingresaron a ésta desde el Sur (Fig. 2.3.7, panel inferior izquierdo). En ambos casos desaparece la celda de circulación Norte.

### ***Vientos del ESE a SSE***

La circulación en Bahía Samborombón está dominada por una única gran celda de recirculación en sentido horario y el Río de la Plata muestra un patrón de descarga bimodal (Fig. 2.3.7, panel inferior derecho). En la zona de transición la descarga del Río de la Plata se divide en dos ramas: la mayor parte fluye hacia el NE (de forma similar al caso “sin vientos”) mientras que una parte menor fluye hacia el Sur, aproximándose a la costa

argentina a la altura de Cabo San Antonio. El flujo de dirección Sur que baña la costa argentina del cabo estaría conformado por aguas provenientes de la franja costera argentina del Río de la Plata interior y aguas de la Bahía Samborombón que alcanzarían el sector del cabo luego de rodear la gran celda de recirculación. A este flujo se une otro que transporta aguas de la plataforma uruguaya desde el NE. Este patrón de descarga bimodal explica la presencia simultánea de aguas diluidas a lo largo de la costa Este uruguaya y en la plataforma Norte argentina.

### ***Vientos del NNW a ESE (pasando por el E)***

La descarga del Río de la Plata a partir de la línea Montevideo – Punta Piedras se desvía en dirección S y SE (Fig. 2.3.7, panel superior derecho). En la costa Este uruguaya el sentido de la circulación se revierte respecto a los casos anteriores, registrándose en este caso un influjo de aguas oceánicas al sistema desde el NE. Este flujo se desvía también en dirección S y SE en el encuentro con las aguas fluviales. Este encuentro se produce en las cercanías de Montevideo.

### **Estructuras características de la circulación**

En la circulación del Río de la Plata y su área de influencia se identifican algunas estructuras dinámicas que, aun con variaciones estacionales y espaciales están presentes en forma más o menos continua y que revisten particular importancia por su posible intervención en el transporte de sedimentos y contaminantes, y por su influencia sobre los patrones de biodiversidad del sistema.

1. Corredores fluviales en el Río de la Plata interior, por donde fluyen las aguas de sus principales tributarios (Río Uruguay y distintas ramas del Río Paraná). Las sustancias transportadas por el Río Uruguay y el Paraná Bravo-Sauce afectan casi exclusivamente la costa uruguaya en tanto que las sustancias transportadas por el Río Paraná de las Palmas afectan exclusivamente la costa argentina. Por lo tanto, en las franjas costeras uruguaya y argentina del Río de la Plata interior, la calidad del agua es una componente de las aguas aportadas por los corredores respectivos y las descargas que tienen lugar en las respectivas costas (tributarios menores, emisarios, etc.).
2. Cuña salina demarcada por un frente superficial de salinidad y un frente salino de fondo. Las variaciones estacionales del frente de superficie se producen en respuesta a los vientos que soplan sobre el área de influencia del Río de la Plata, entre los cuales tienen especial importancia las componentes de viento



perpendiculares al eje del río. El frente salino de fondo tiene una menor variación estacional y es de gran relevancia porque actúa como desencadenante del desove de varias especies de interés comercial. La integración de procesos físicos, químicos y biológicos puede aportar mayores conocimientos sobre la importancia de la cuña salina.

3. Frente de máxima turbidez (claramente visible en imágenes satelitales), con una distribución media relacionada con la estabilidad de la columna de agua, condicionando la localización de una importante área de cría de juveniles de peces de los principales recursos pesqueros costeros. La posibilidad de que sufra un desplazamiento como consecuencia del aumento de la descarga continental y el desconocimiento del efecto resultante de la interacción entre caudales mayores y cambios en los patrones de viento que parecen estar teniendo lugar justifican un importante esfuerzo de investigación integrada asociado a la estructura de la cuña salina.
4. Celda de retención en Bahía Samborombón y celdas de recirculación, que facilitan la permanencia de huevos y juveniles de peces durante el tiempo necesario para su desarrollo. Las características retensivas prevalecen con vientos medios del NE al E, predominantes en primavera-verano, y se pierden bajo la influencia de vientos del Sur.
5. Flujos superficiales transversales en la zona de transición entre aguas fluviales y marinas que se manifiestan bajo determinadas condiciones de viento (especialmente en invierno) y transportan agua desde la costa argentina hasta la costa uruguaya aproximándose a ésta en las cercanías de Punta del Este, el balneario de mayor importancia turística de Uruguay. Poco se conoce de la circulación en el fondo, pero aumentos del nivel del mar sobre la costa uruguaya podrían generar un flujo con transporte de aguas y sedimentos desde la costa en las cercanías de Montevideo hacia Bahía Samborombón. Por su potencial impacto, estos flujos transversales demandan un mayor esfuerzo de investigación desde el punto de vista físico-químico.
6. Un sector de corrientes intensas a lo largo de la costa Este de Uruguay, favorecido por el efecto de la rotación de la Tierra (Coriolis) que concentra el flujo en este sector, cuyo sentido se revierte en verano bajo la acción de vientos del NNW a ESE (pasando por el E). La mayoría de estas estructuras es el resultado de los procesos físico-químicos e hidrodinámicos que tienen lugar en la zona de transición entre aguas fluviales y oceánicas, zona que amerita mayores esfuerzos de investigación. No sólo se concentran en esta zona importantes áreas de reproducción y cría de recursos costeros de interés comercial, sino que además sus características

ambientales resumen los procesos y actividades que tienen lugar en el Río de la Plata fluvial, en la alta cuenca, en gran parte de las zonas costeras de los países limítrofes y, en cierta medida, también en el área de influencia del Río de la Plata. Un mayor conocimiento sobre esta zona aportaría simultáneamente información sobre áreas contiguas y remotas, a la vez que contribuiría a una evaluación más precisa de los riesgos transfronterizos que afectan al sistema.

### **Transporte de sedimentos**

El Río de la Plata recibe a través de sus tributarios el aporte de sedimentos en suspensión. Muestras de sedimentos suspendidos y de fondos oceánicos adyacentes, muestran predominio de illita (44%), seguida por montmorillonita (30%), quedando el resto conformado por caolinita y clorita. En muestras de lecho del Río de la Plata inferior se encuentran partes gales de illita, caolinita y montmorillonita, por influencia de corrientes oceánicas.

Las partículas de mayor diámetro se depositan rápidamente cerca de la descarga de los tributarios, en la zona de Playa Honda, debido a la drástica reducción de la capacidad de transporte, mientras que las más finas quedan en suspensión a lo largo de todo el río superior sedimentando aproximadamente en la llamada Barra del Indio. Este efecto podría deberse a un fenómeno de floculación que se produciría al encontrarse los sedimentos con el frente salino. Este frente de turbidez, que se presenta en la región de transición entre el Río superior y el inferior constituye una zona crítica para el crecimiento de peces. En los estuarios de poca profundidad, la densidad del agua es determinada esencialmente por la salinidad (Kjerfve, 1989). Por otra parte, las mediciones en el Río de la Plata muestran distribuciones de temperatura relativamente homogéneas (Framiñan, 1997).

Los trabajos de Guerrero (1997) y Framiñan (1997) presentan una descripción de la distribución media de salinidad en el estuario a partir de mediciones en los últimos 30 años. Aparece una variabilidad estacional marcada debida a la variación de los caudales de los ríos tributarios y de los vientos dominantes.

Los últimos mecanismos mencionados indican que el destino de los sedimentos finos está relacionado con efectos que se pueden representar únicamente mediante modelos 3D.

El aporte de sedimentos desde los tributarios, si bien varía con el ciclo hidrológico, alcanza valores típicos de concentración de 300 g/m<sup>3</sup> para el caso del río Paraná y de 50 g/m<sup>3</sup> para el río Uruguay, según mediciones hechas en Paso Alvear, sobre el Río Paraná.

## **10.1.1.2. Antecedentes de estudios sobre el Río de la Plata**



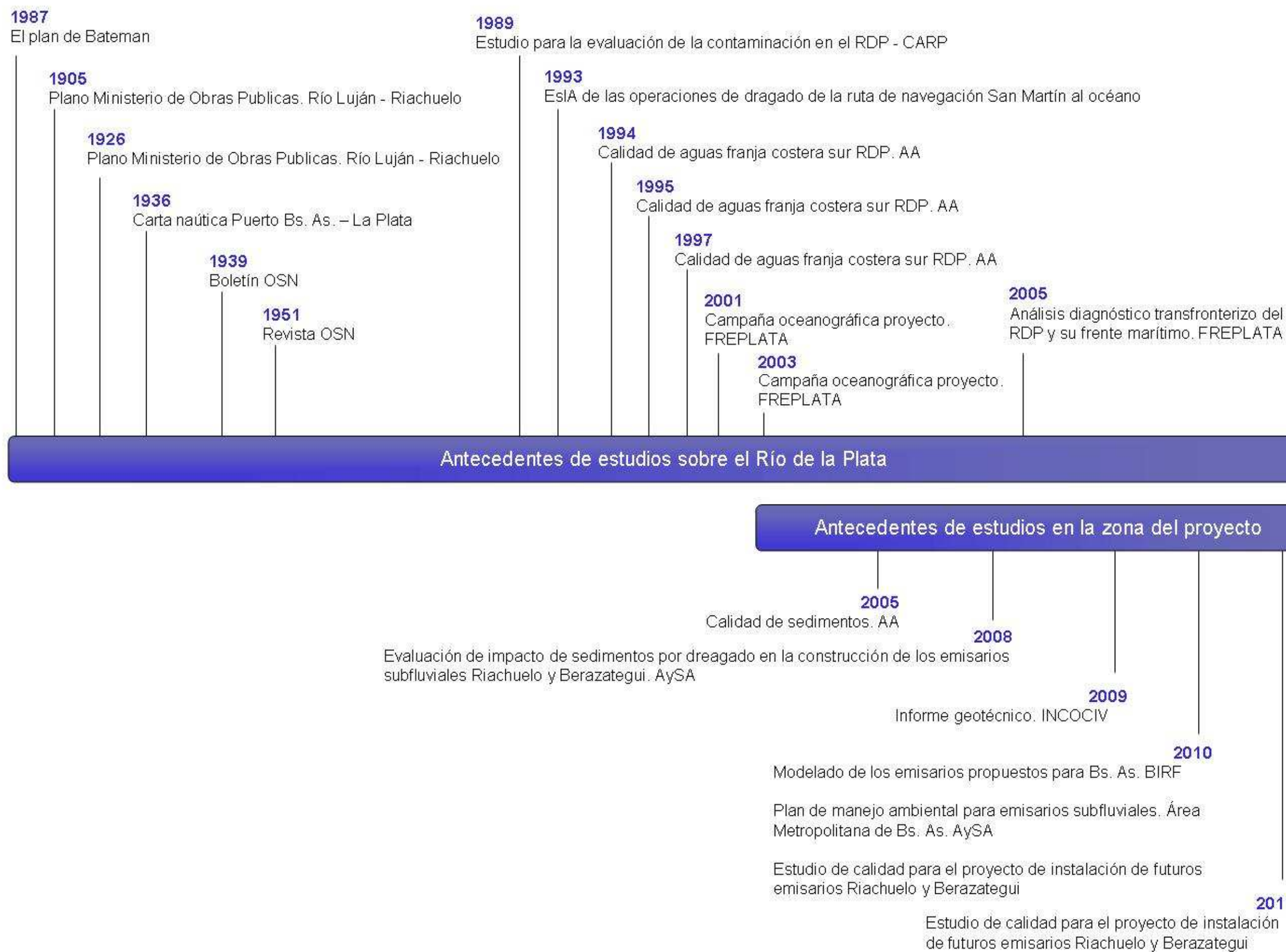


Figura 3: Línea de tiempo de antecedentes

- **Enero de 1936** – Carta náutica<sup>5</sup>

El análisis de la carta náutica del año 1936 revela la ausencia del Canal Mitre en la zona de estudio, como también la ausencia de las áreas de refulado presentes en el Río de la Plata en la actualidad.

Las zonas afectadas por el proyecto presentaban una profundidad media estimada de 4,11 metros<sup>6</sup> en la zona de difusión del futuro emisario Berazategui, y de 2,84 metros<sup>7</sup> en la zona de difusión del futuro emisario Riachuelo.

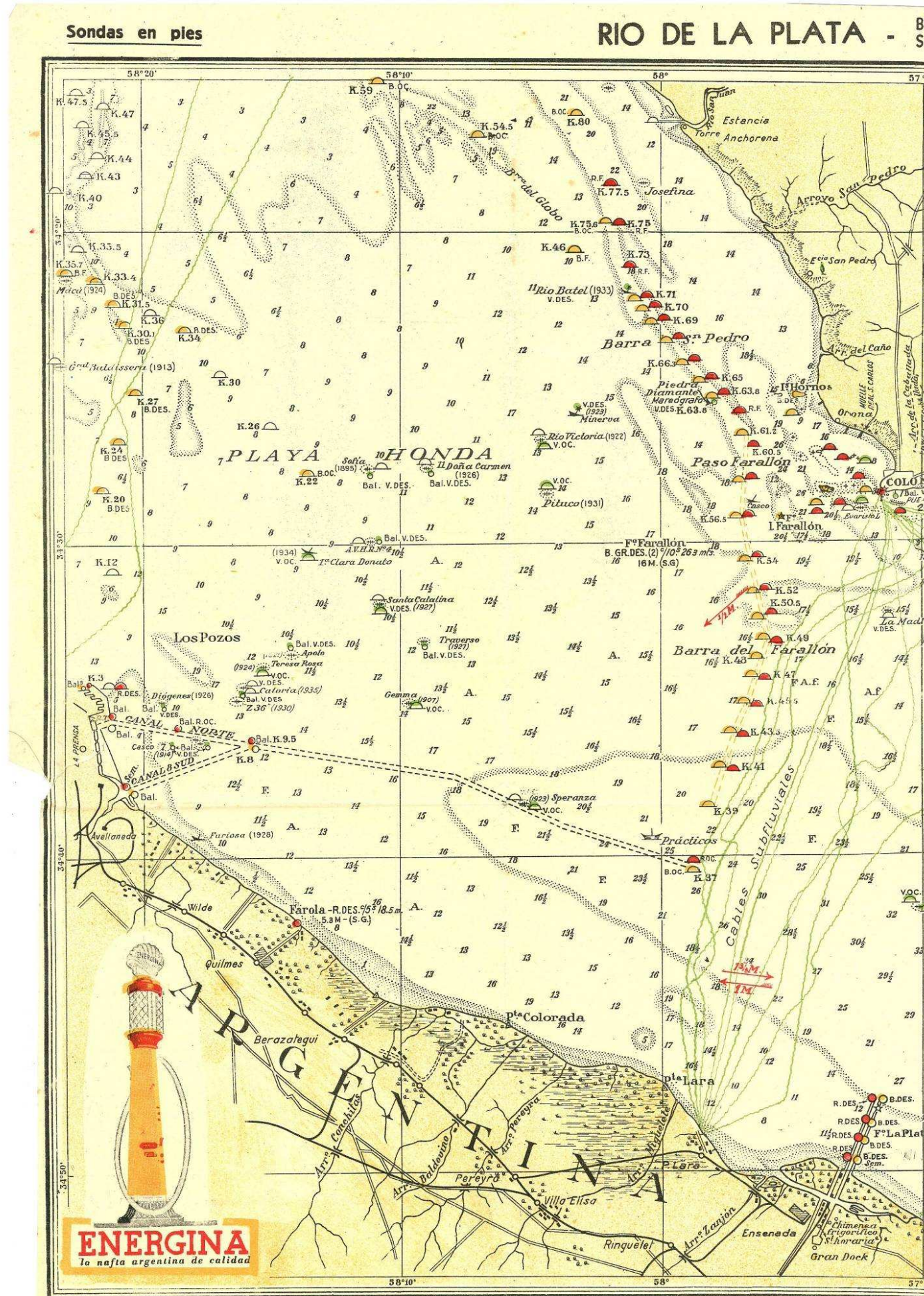
---

<sup>5</sup> Fuente: AySA

<sup>6</sup> 1 pie = 30,5 cm

<sup>7</sup> 1 pie = 30,5 cm





Fuente: Dirección de Medio Ambiente. AySA.



Figura 4: Carta náutica de enero de 1936



- **Enero de 1939 - Boletín de Obras Sanitarias de la Nación<sup>8</sup>**

A partir de los ensayos espectrográficos presentados, se ha detectado la presencia de:

Aluminio	Sodio	Manganeso
Estroncio	Cinc	Litio
Calcio	Magnesio	Hierro
Cesio	Molibdeno	Vanadio
Carbonato	Flúor	Silicio
Potasio	Titanio	Bismuto

En conclusión, el examen espectrográfico efectuado sobre el agua del Río de la Plata revela la presencia de los siguientes elementos: calcio, magnesio, hierro, silicio, aluminio, sodio, manganeso, potasio, estroncio, cinc, litio, titanio, cesio, flúor.

- **Abril/Junio de 1951 - Limnoplankton del Río de la Plata (Contribución cuali-cuantitativa) en Revista de Obras Sanitarias de la Nación.<sup>9</sup>**

En su constitución biótica, influye grandemente las siguientes características del Río de la Plata:

- poca profundidad, pues no pasa de 4 metros, lo que involucra distribución uniforme de los microorganismos
- inversión de la corriente por las mareas y vientos que llegan a afectar hasta el río Paraná
- grandes variaciones de nivel producidas por vientos del cuadrante S y N.

La turbiedad fue generalmente alta; durante nuestro estudio, osciló entre 30 y 340 ppm. No obstante, en otras oportunidades, coincidiendo con grandes lluvias en su cuenca imbrífera, llegó hasta 700 ppm, según datos registrados en el establecimiento “General San Martín”.

De nuestras observaciones, deducimos que es uno de los factores más importantes, en la limitación de la productividad del fitoplancton, pues éste es más abundante cuando la turbiedad es baja.

La temperatura fue desde septiembre a marzo superior a 15°C, llegando en diciembre a 24°C. Es un factor que incide sobre el plancton, incrementando su producción.

---

<sup>8</sup> Fuente: Biblioteca AySA.

<sup>9</sup> Fuente: Biblioteca AySA.



De los análisis químicos del agua del Río se deduce que es levemente alcalina, lo cual es índice de buena productividad.

En la zona estudiada, el O<sub>2</sub> disuelto varía mucho según la proximidad a la desembocadura de los arroyos Vega y Maldonado, ya que cerca de ellos se registra alrededor de 0,8 mg/l y en el lugar "N° 228", es decir el punto más alejado de la ribera, en nuestro estudio, se observan 8 a 11 mg/l.

Observamos una pulsación (ola de floración) amplia e intensa, desde agosto hasta febrero, anotándose un máximo en diciembre con 3,400.000 org/litro y un mínimo en mayo, con 183.000 org/l.

La cantidad de fitoplancton, difiere en los dos períodos de primavera observados; siendo el de 1945 mucho menor, hecho que se atribuye al incremento de la turbiedad, no siendo significativa la variación de los otros factores.

Del grupo de las *Cyanophyta*, solo *Microcystis* llega en algún momento a ser de alguna importancia.

El Nanozooplancton presenta dos pulsaciones, una en el mes de septiembre y la otra en diciembre de 1944, las que no se repiten en 1945.

Su composición cualitativa y cuantitativa varía grandemente, si se consideran las cercanías de los arroyos y ribera, o los lugares alejados de esos dos puntos.

### **Datos físicos**

*Temperatura:* Los datos obtenidos corresponden al promedio de las temperaturas observadas en los distintos lugares de extracción de muestras.

Presenta en general, tendencia a la uniformidad en todos los estratos, como consecuencia de la corriente intensa y poca profundidad. Nunca se anotó una diferencia mayor de un grado centígrado, entre la zona próxima a la ribera y el lugar de extracción "228", situado a más o menos tres kilómetros de aquella.

Correspondió la temperatura más alta, al mes de diciembre con 24°C, siendo las de enero, febrero y marzo, muy uniformes, alrededor de 22°C; la marca más baja se anotó el mes de julio con 10.5°C en el año 1944 y 7°C en el mismo mes de 1945. En el lapso que existe entre septiembre y marzo observamos que siempre es mayor de 15°C.

Su aumento en los meses de primavera y verano, incide directamente en el aumento de la producción, del Fitoplancton del Río de la Plata.

**Turbiedad:** En general es elevada y originada por el limo arcilloso coloidal, característico de las aguas de nuestro Río.

Por los datos promedios registrados en el Laboratorio Palermo, se verá que existe una relación inversa entre la cantidad de fitoplancton y turbiedad del agua. Creemos que el retardo observado en su incremento durante los meses de agosto y septiembre de 1945, se debe atribuir sin duda al marcado aumento de la turbiedad.

**Color:** Generalmente el fitoplancton no influye en la coloración de las aguas del Río; sólo observamos en el mes de octubre de 1944, coloración verdosa, coincidiendo con escasa turbiedad.

### Datos químicos

De los análisis químicos que se realizan periódicamente en el Laboratorio, se han sacado algunos datos promedios de los años 1944 y 1945 que se indican a continuación:

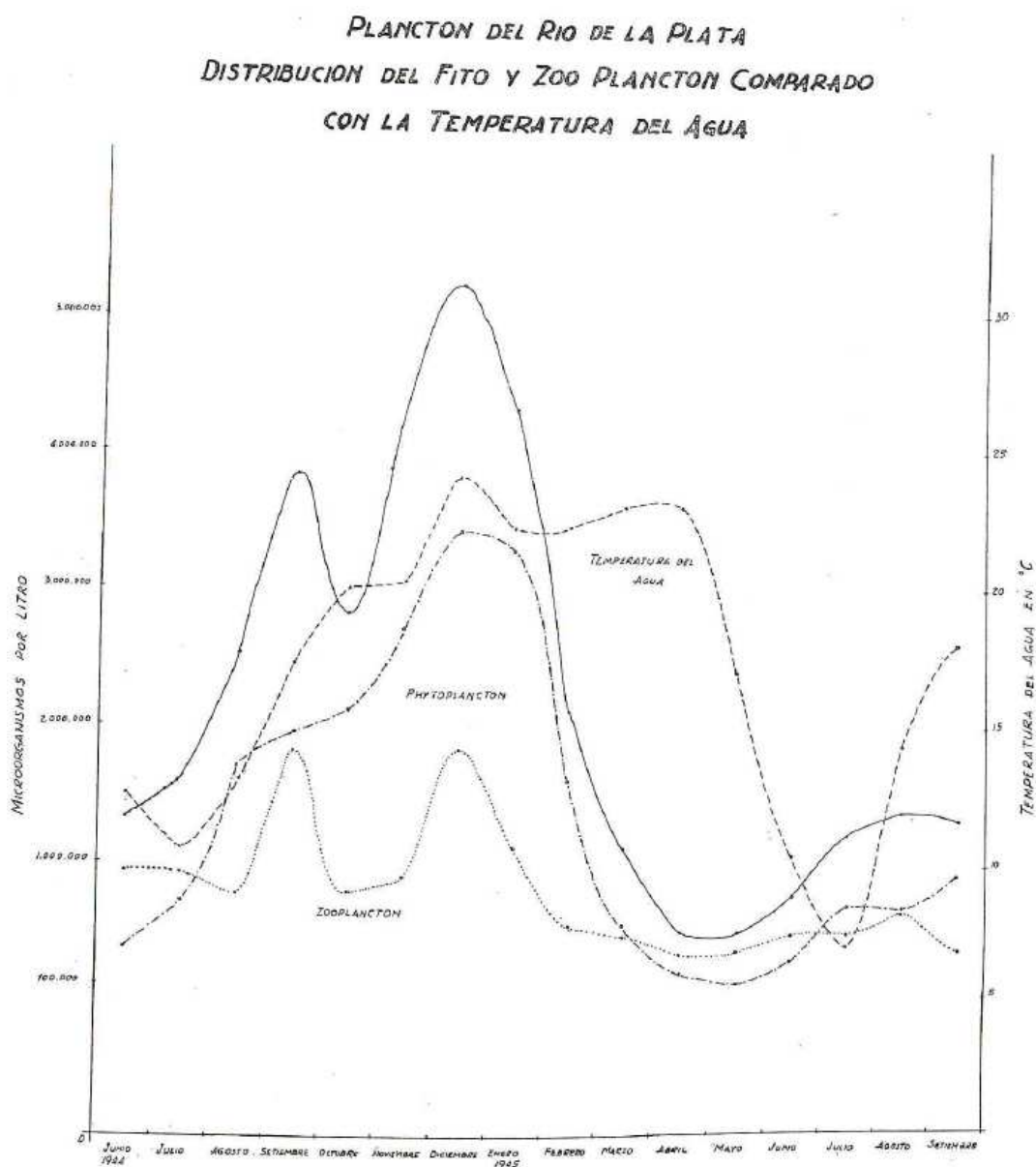
Años	1945	1944
Color	24	16
Turbiedad	60	130
pH	7,9	7,9
Residuos a 105°C	116	198
Dureza total (en CO <sub>3</sub> Ca)	45	50
Alcalinidad de bicarbonato	40	63
en CO <sub>3</sub> Ca de carbonato	0	0
Anhídrico carbónico libre (CO <sub>2</sub> )	1	1
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	19	26
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	19	35
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	<1	1
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	<0,05	0
Amoníaco (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<0,05	>0,05
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	13	23
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	10	10
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	5	5
Sodio (Na <sup>+</sup> )	18	39
Potasio (K <sup>+</sup> )	-	-
Cloro libre	-	-
Plomo (Pb)	-	-
Flúor (F)	0,1	0,3
Vanadio (V)	<0,10	0
Arsénico (As)	<0,04	0

Los datos arriba expresados se refieren a muestras analizadas en diversos meses, de las que se han elegido aquellas que reflejan las condiciones normales del agua del Río de la Plata

### Limnoplanton

Si se comparan los datos cuantitativos registrados con los de otro cuerpos de agua, notamos que son inferiores; seguramente tienen importancia en este caso, la velocidad de la corriente y la poca transparencia de nuestro río, que limitan la producción de plancton.

En la curva del plancton total se nota un fuerte descenso en el mes de septiembre de 1944, debido a la apreciable disminución del zooplancton. Ahora bien, como éste corresponde en su mayor parte a especies de Protozoos y estos son como hemos visto, mucho más frecuentes en las aguas contaminadas y cercanas a la ribera, es posible explicar la variación anotada, por la influencia de las grandes bajantes características de nuestro Río.



- **1989 - CARP (Comisión Administradora del Río de la Plata) - Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata – Informe de Avance<sup>10</sup>**

De este estudio se han considerado los aspectos geológicos, batimétricos, de dinámica sedimentológica y de calidad histórica del río, ya que este estudio ha recopilado y actualizado antecedentes del Río de la Plata desde principios de siglo pasado hasta el año 1989.

A los fines del análisis de línea de base se considerará el área determinada por la Franja Costera Sur, en particular la zona del área metropolitana de Buenos Aires.

#### Características generales de la morfología

Entre los antecedentes los más antiguos datan del año 1803, y otros de los años 1811, 1814, 1869, 1871, 1873, 1875.

Ya en el año 1901 se crea la Comisión del Río de la Plata, realizando distintos relevamientos hidrográficos durante 1905, 1926, 1947, 1957, 1964, 1969.

A partir de esta información, y de acuerdo con las características batimétricas locales, la unidad puede subdividirse en varios sectores:

- Río Luján – Riachuelo: se caracteriza por la proximidad de los “acantilados muertos” labrados en el Pampeano, siendo típicos los afloramientos de “tosca” que se extienden desde la costa cubiertos por arenas de la Formación Playa Honda.
- Riachuelo – Pta. Blanca: corresponde a una costa relacionada con sedimentos limo arenosos de la Formación Playa Honda, apoyados discordantemente sobre las arcillas verdes de la Formación Atalaya o sobre “toscas” del Pampeano que asoman a lo largo del sector, a excepción del tramo Pta. Lara – La Plata donde estas se profundizan y son reemplazadas por las arcillas de la Formación Atalaya. Se encuentra interrumpida por depresiones erosivas, de 5 – 6 m de profundidad y rumbo paralelo a la costa, tales como las que se encuentran frente a pta. Quilmes, Pta. Lara, Pta. Colorada y al noroeste de Pta. Blanca; su origen estaría relacionado con procesos erosivos vinculados a la concentración de líneas de flujo de las corrientes de marea como consecuencia de las salientes rocosas.

---

<sup>10</sup> Fuente: CARP

### Variabilidad Morfológica

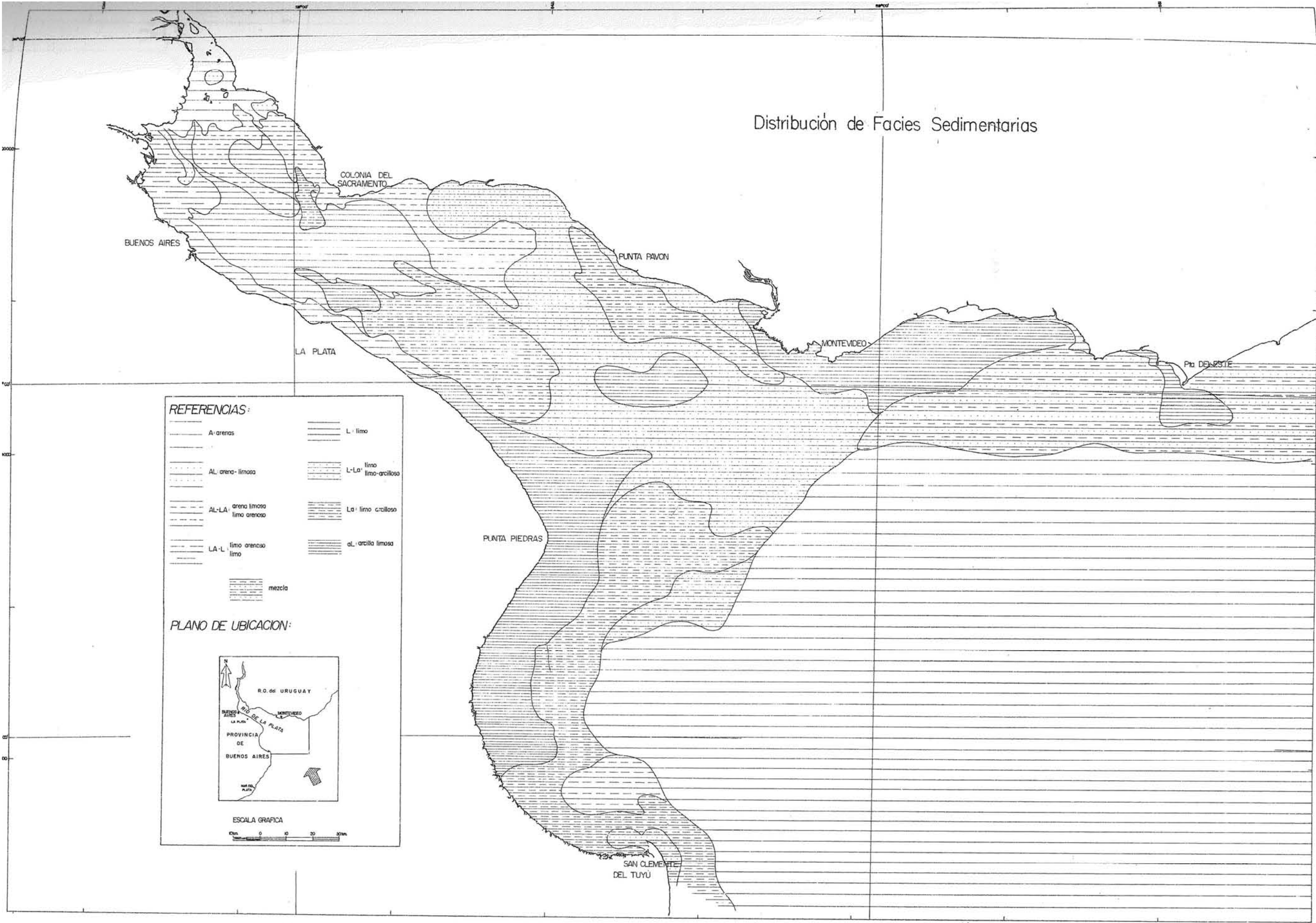
- Río Luján – Riachuelo: de la comparación entre los planos MOP de 1905 y 1926 y el plano batimétrico, se aprecia un desplazamiento hacia el norte y el sudeste, de las isobatas indicando una disminución de profundidad que, según la CLIAP, fue de 3 – 5 pies (0,9 a 1,5 m).
- Riachuelo – Pta. Blanca: no se cuenta con información de sondajes desde los 4 m de profundidad hasta la costa, sin embargo las áreas correspondientes a los pozos que se encuentran frente a Pta. Quilmes, Pta. Colorada y Pta. Lara manifiestan aumento de profundidad.

### Distribución cualitativa de Sedimentos en áreas de erosión y deposición

El estudio realizado revela las siguientes transformaciones morfológicas:

- En el sector superior ó interior del río: vinculadas a las descargas de los ríos Uruguay-Paraná Guazú y al sistema de los tributarios del Paraná. El primero provoca alteraciones en el conjunto de canales y bancos que constituyen el Sistema Fluvial Norte, los cuales se expresan por medio de cambios a corto tiempo y de carácter discontinuo: profundización, desplazamiento, y alargamiento de los ejes de canales, y sedimentación de los bancos que provoca incrementos de altura y superficie. El ordenamiento de los elementos morfológicos y su inestabilidad se asemejan al de un diseño fluvial anastomosado.
- Las descargas de los cursos que acompañan al Sistema Fluvial del Paraná, mas importantes en cuanto al material en suspensión, depositan gran parte de su carga en este sector del río, ocasionando la progradación de Playa Honda, y a su vez, constituyendo el terreno de fundación sobre el que avanza el frente deltáico o del delta propiamente dicho. En ambos casos, el crecimiento de la Playa Honda y el Delta, se encuentran en equilibrio con las descargas hídricas del Uruguay, influyendo éste en la redistribución de los sedimentos del frente deltáico, dando como resultado un avance diferencial del frente, que aumenta de norte a sur e incide en la orientación de los cursos menores y modernos. El crecimiento de Playa Honda, hacia el norte y sudeste, provoca que gran parte del drenaje del Uruguay se desplace en el mismo sentido que el avance de aquella, obligándolo a labrar su cauce sobre los sedimentos del Pleistoceno Superior del flanco Norte del valle original.

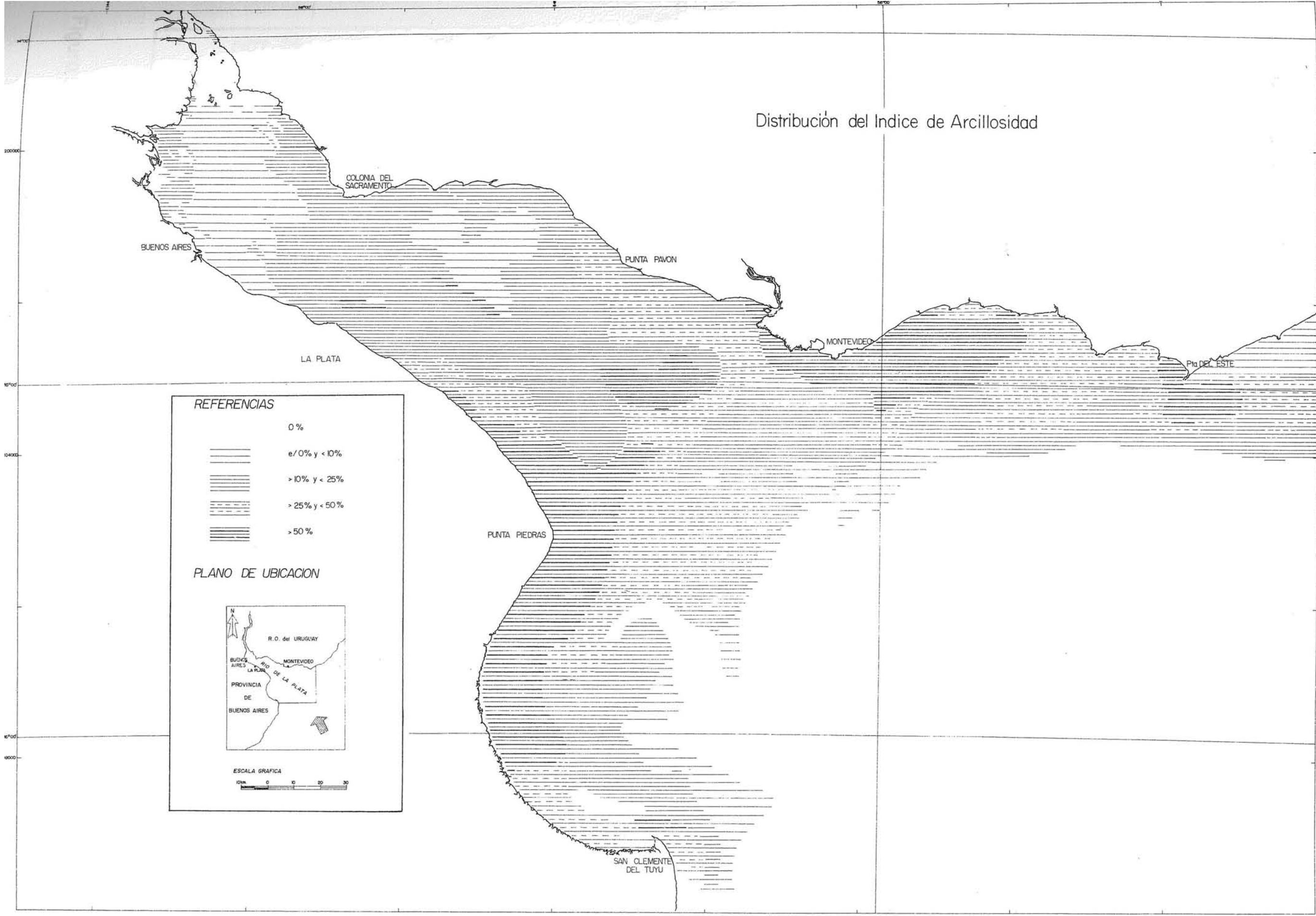
Las figuras siguientes describen las transformaciones morfológicas:



Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

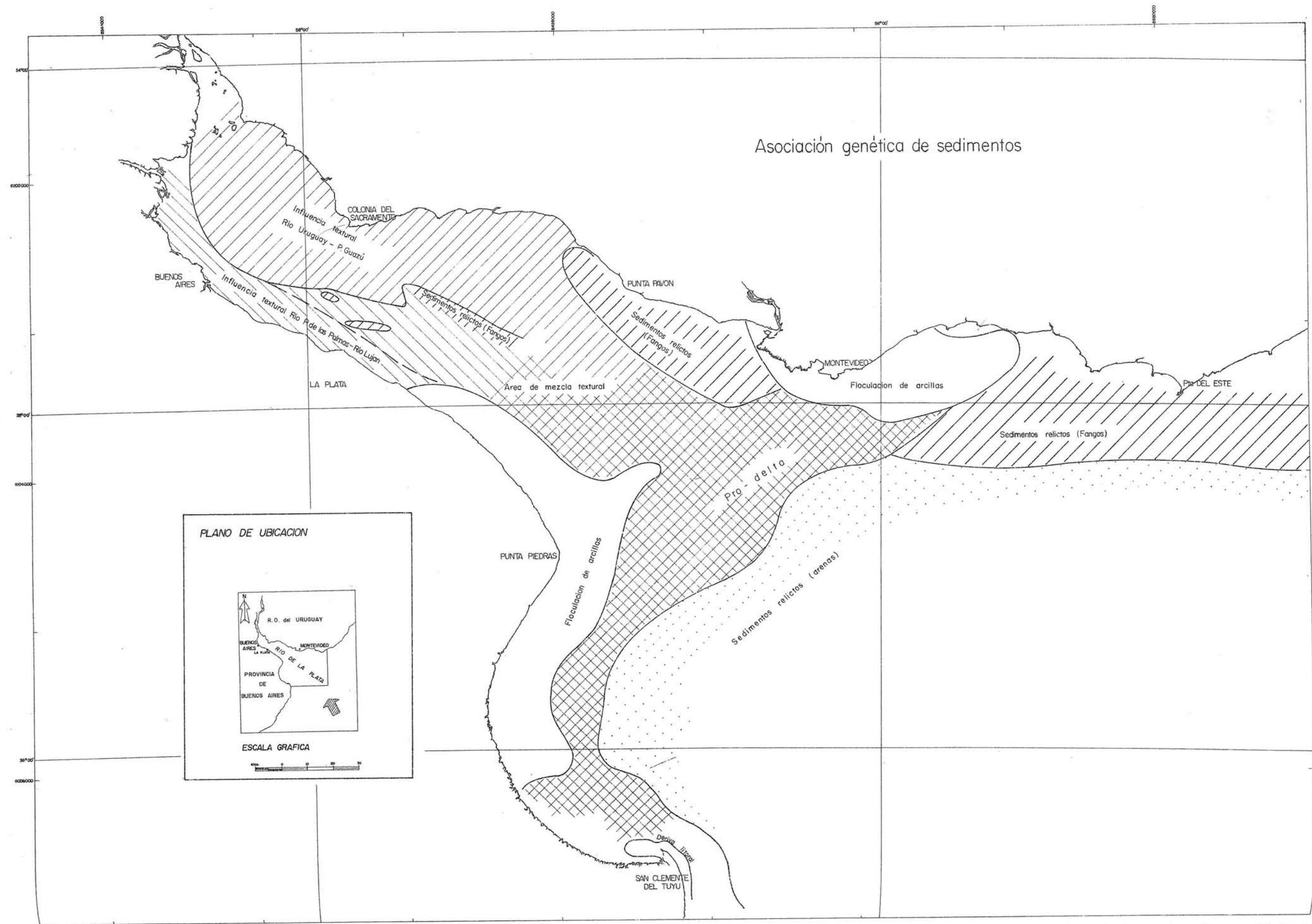
Figura 5: Distribución de facies sedimentarias





Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

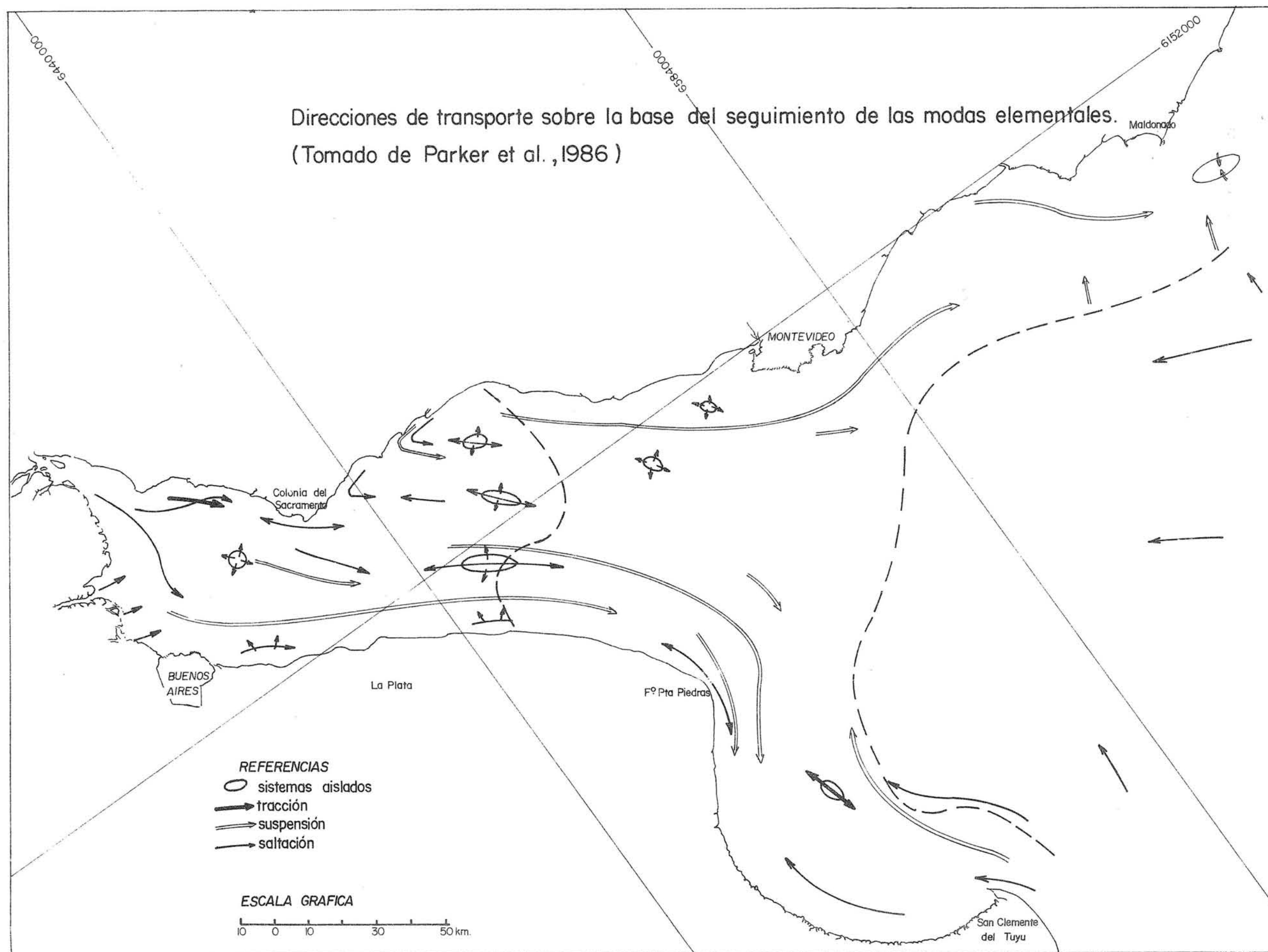
Figura 6: Distribución del índice de arcillosidad



Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

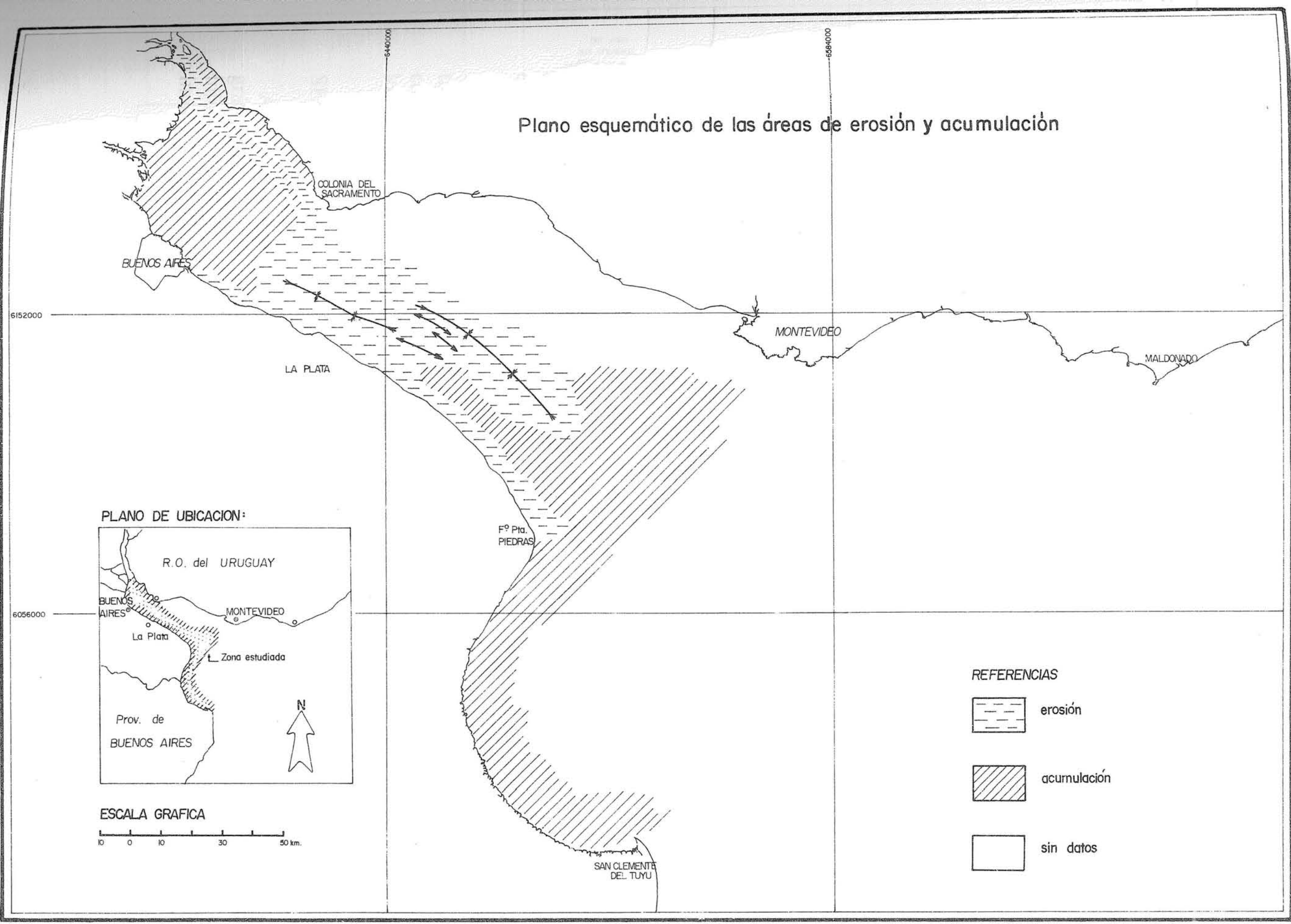
Figura 7: Asociación genética de sedimentos





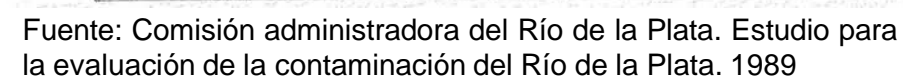
Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

Figura 8: Direcciones de transporte sobre la base del seguimiento de las modas elementales



Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

Figura 9: Plano esquemático de áreas de erosión y acumulación



AySA

### Aspectos químicos

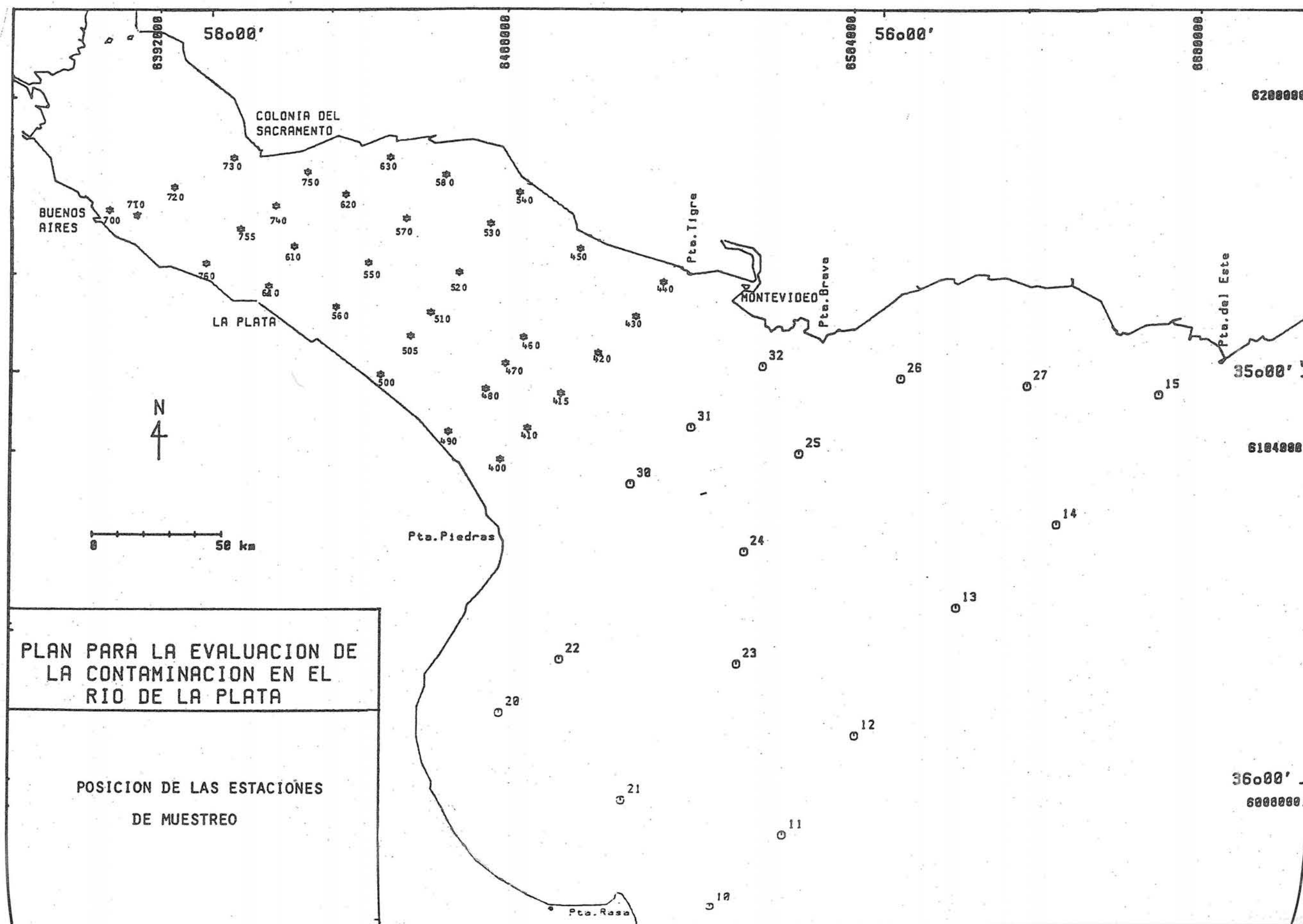
En este capítulo del estudio se ha realizado un análisis de parámetros físico-químicos medidos sobre el área del Río de la Plata, según una distribución de zonas previamente acordada.

La distribución de estaciones de muestreo fijadas para la etapa del estudio cubierta por el informe, se indica en la figura siguiente.

Se han analizado más de 20 parámetros representativos de la calidad del río, a los fines de la línea de base para los emisarios se tomarán solo algunos sitios y parámetros considerados representativos de análisis.

Del estudio se han extractado análisis de calidad realizados sobre diferentes perfiles a 2, 4, 6, 8, 10, y 12 m de profundidad en metales pesados sobre sedimento, considerando al Plomo, Zinc, Cobre, Cromo y Hierro.

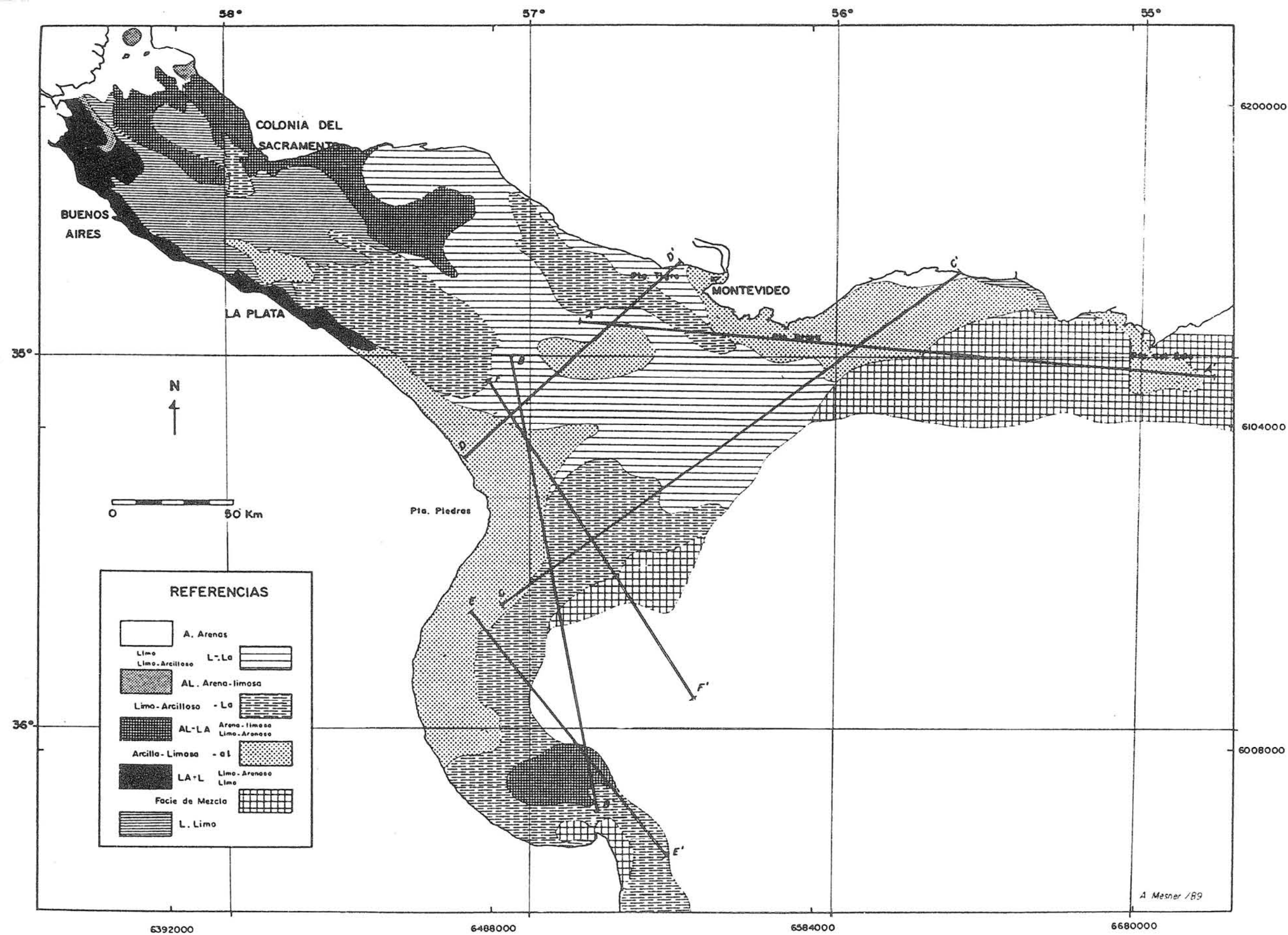
Los perfiles considerados fueron B – B', D – D' y F – F', por su proximidad a la Franja Costera Sur.



Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

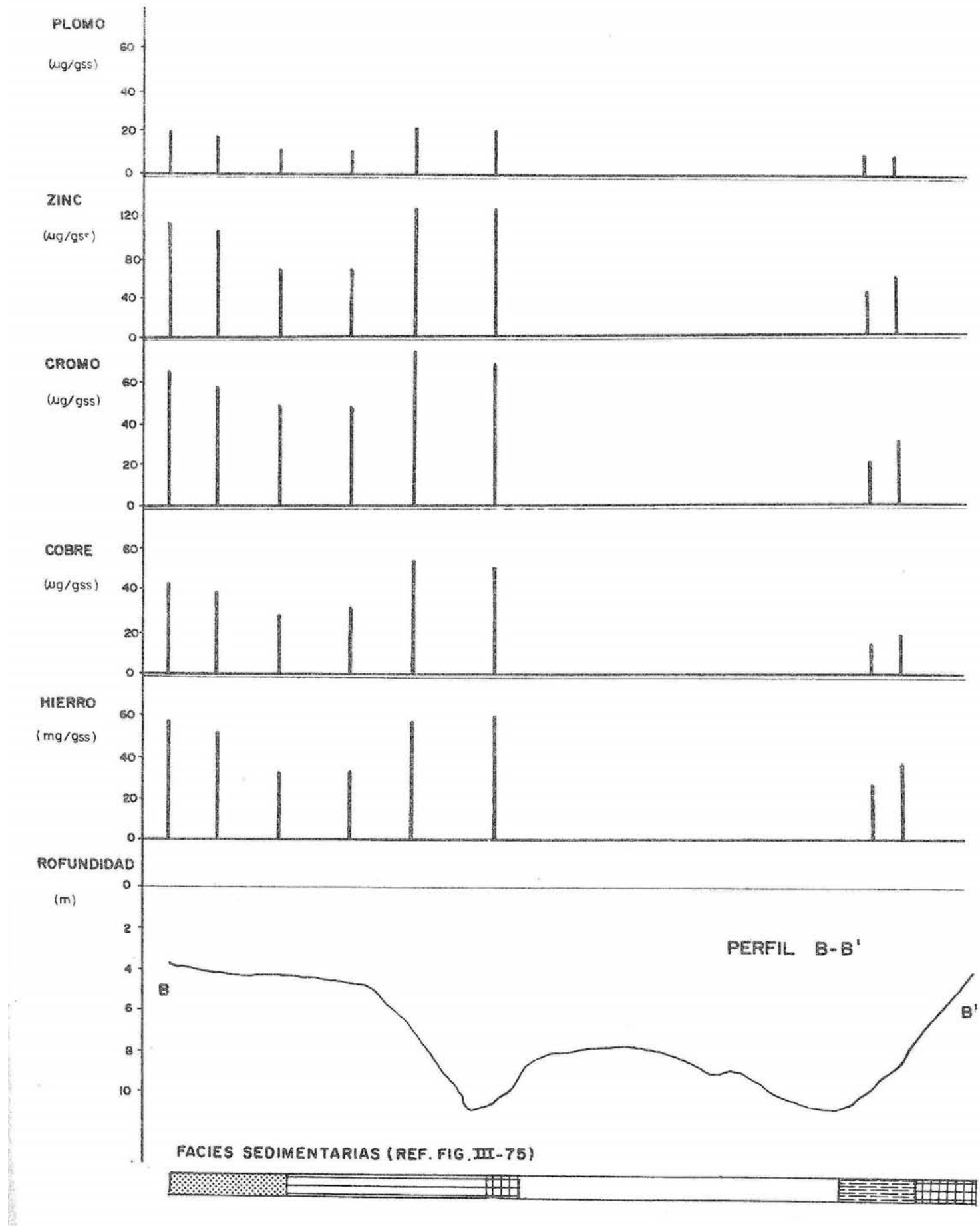
Figura 11: Posición de las estaciones de muestreo





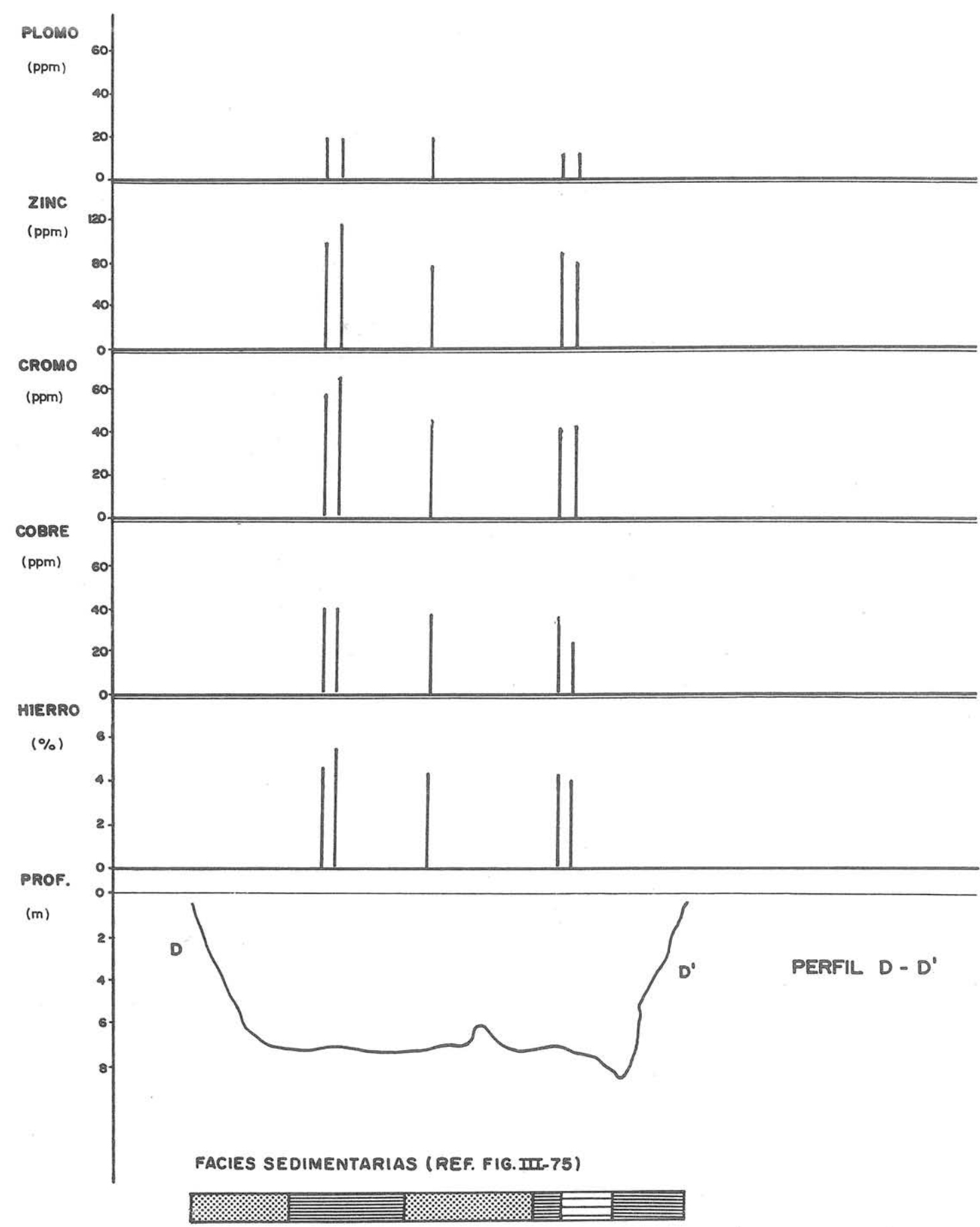
Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

Figura 12: Ubicación de perfiles para el análisis de metales pesados en sedimentos según la facie sedimentaria



Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

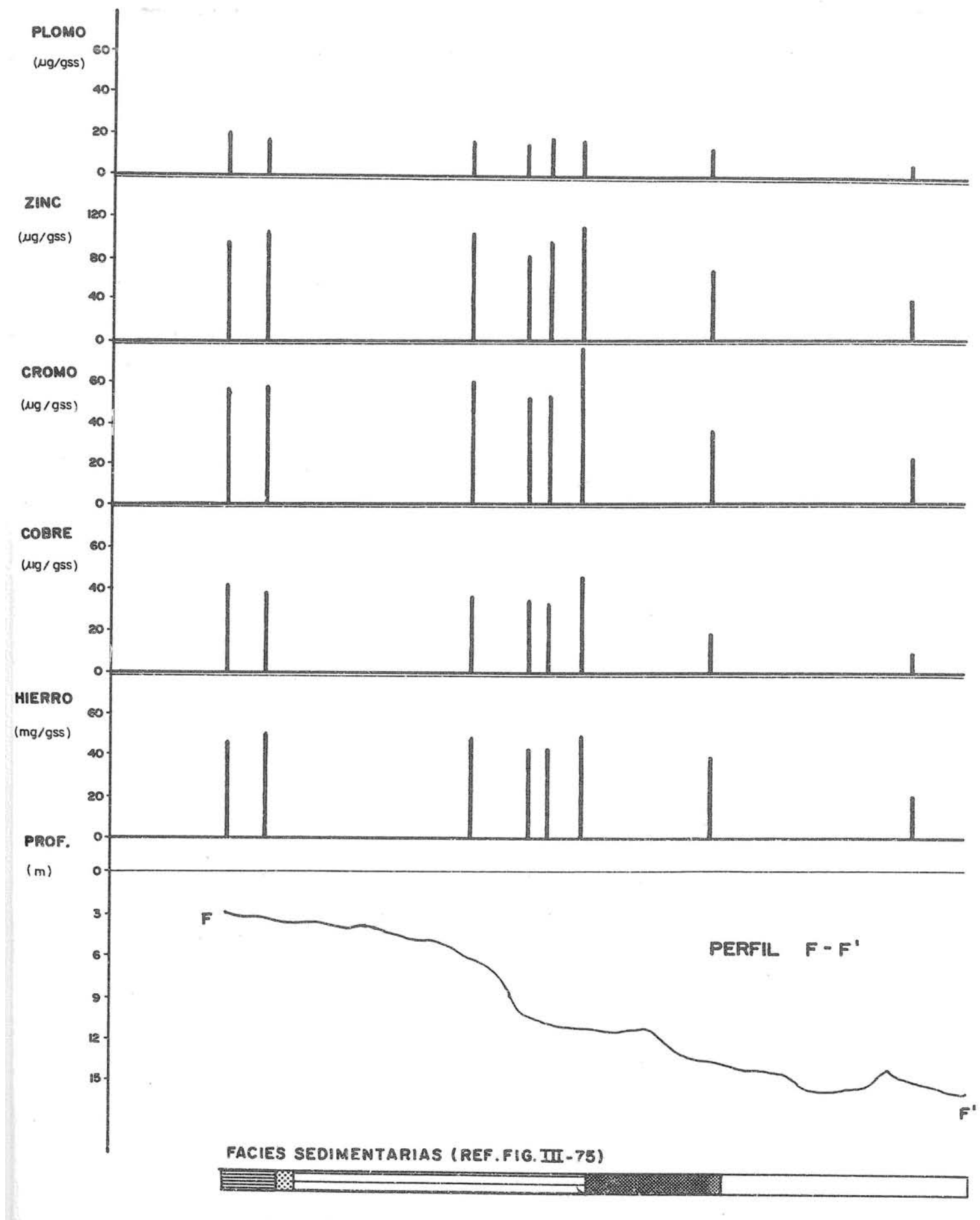
Figura 13: Concentraciones de Pb, Zn, Cu, Cr y Fe en perfil B – B'



Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

Figura 14: Concentraciones de Pb, Zn, Cu, Cr y Fe en el perfil D - D'





Fuente: Comisión administradora del Río de la Plata. Estudio para la evaluación de la contaminación del Río de la Plata. 1989

Figura 15: Concentraciones de Pb, Zn, Cu, Cr y Fe en el perfil F - F'

- **Marzo de 1993 - Estudio de Impacto Ambiental de las operaciones de dragado de la ruta de navegación San Martín al océano<sup>11</sup>**

El organismo contratante deberá precisar la ubicación y extensión de las áreas protegidas, de acuerdo a los datos obrantes en los organismos nacionales, provinciales o municipales, así como en los privados que corresponda.

En este trabajo las áreas de reserva han sido marcadas tentativamente, de modo que los límites geográficos no están estrictamente reflejados. Parques Nacionales, el organismo que ha proporcionado la información, carece de detalles sobre todas ellas debido, en algunos casos, a su falta de competencia sobre las áreas.

Por otra parte, como ya también ha sido señalado, muchas de estas áreas no han sido implementadas, a pesar del tiempo transcurrido desde la promulgación de los respectivos instrumentos legales. Ello hace aún más necesario la precisión en el estado de gestión de todas las áreas al tiempo de la realización de trabajo de dragado.

En general, la problemática del impacto ambiental de D/R/V en esta área, es sin duda muy distinta a la que se presenta en el río Paraná (Inferior y de las Palmas). La mayor superficie del Río de la Plata, hace muy poco significativa la superficie que podría ser dañada por el refulado, salvo casos en que se use el material con fines específicos.

La actividad biológica en un río muy ancho y que como sucede en el mar, se concentra en las cercanías de las costas, y por lo tanto un criterio para minimizar los riesgos sería el de evitar el refulado en las zonas entre el canal de navegación y la costa.

Para los riesgos derivados de la contaminación asociados a los sedimentos tienen vigencia las consideraciones hechas para el Río Paraná. Hay muy poca información sobre el contenido de contaminantes en los sedimentos del Río de la Plata. El Servicio de Hidrografía Naval, ha realizado numerosas campañas de relevamiento de contaminantes en aguas del río. Estos datos sólo pueden dar orientación muy limitada de la situación. La verdadera información la da el contenido en los sedimentos, pues permite seguir en forma segura la “pista” a un contaminante. Esto permite conocer con cierta seguridad cual es el destino final y a que tipo de sedimento o ambiente se asocia un compuesto dado. Sólo en esta forma se podrá hacer predicciones más o menos concretas acerca del impacto de obras en el estuario.

---

<sup>11</sup> Fuente: HYTSA.

	18-03-81 .17	8-04-81 .10	10-06-81 .18	24-06-81 .21	15-07-81 .30	18-08-81 .39	2-09-81 .35	14-09-81 .20
Secchi (m)								
Temp. air (°C)	24.6	24.0	16.0	13.0	14.2	21.0	13.0	11.0
Temp. water (°C)	25.2	24.4	18.0	15.0	18.0	19.0	17.0	15.5
Pressure (mb)	1021	1022	1030	1022	1020	1031	1031	1027
pH	7.75	7.78	7.76	7.35	7.70	7.92	7.81	7.63
Ek	502	399	450	407	456	431	445	443
Conduct. (µS)	90	115	50	69	65	74	84	65
Diss. O <sub>2</sub> (%)	97	64	75	78	66	46	68	97
Alkalinity (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	52	48	41	74	120	70	30	34
Chloride (mg/l)	14.8	8.6		9.6			12.5	
Hardness (mg/l)	1.36	0.8	0.18	0.24	0.40	1.08	0.52	0.56
Ca (mg/l)	0.31	17.62	7.76	9.13	7.21	9.13		
Mg (mg/l)	2.49	3.32	2.75	2.49	2.29	2.60	2.96	4.14
Na (mg/l)	9.54	12.51	11.77	9.54	9.09	9.09	9.09	10.13
K (mg/l)	17.57	8.52	6.04	6.20	5.89	3.41	4.50	4.19
DOC (mg/l)								
DIC (mg/l)	2.28	7.04	4.95	3.61	1.28	4.07	1.74	18.0
POC (mg/l)	2.019	3.275	0.519	1.118		1.66	1.56	1.64
PN (mg/l)	0.151	0.233	0.630	0.042		0.102	0.208	0.199

Composición química del agua del Río Paraná

PRODUCCION miles Tn/Año		CARGAS CONTAMINANTES			
		COMPUESTOS	DESCARGAS miles m <sup>3</sup> /Año	CONCENTR. mg/l	CARGA Tn/Año
Acido fumárico	3	benceno	65122	15,5	1011,4
Anh. ftálico	7,2	etilbenceno	30464	28,8	878,1
Asfalto bitalco	260	estireno	65122	8,7	565,1
Benceno	65	tolueno	65122	6,2	405,0
Diesel oil	21,6	xileno	65122	11,3	739,1
Estireno	44	naftaleno	39893	2,2	87,0
Etil-benceno	58	fenol	65122	0,7	43,1
Etileno	18,5	hidrocarburos	65122	22,7	1476,2
Fuel oil	630	totales			
Fuel oil-B	240				
Gasoil	360				
JPI	38				
Kerosene	61				
Nafta para reformar	280				
Tolueno	2,8				
Xilenos	50				
Butadieno	37				
Caucho SBR	52,5				
Caucho NBR	2				

(Información de DIPOS, Santa Fe)  
(A partir de máximos anualizados)  
(Incluye una destilería de petróleo)

Fuente: Estudio de impacto ambiental de las operaciones de dragado de la ruta de navegación San Martín al océano.

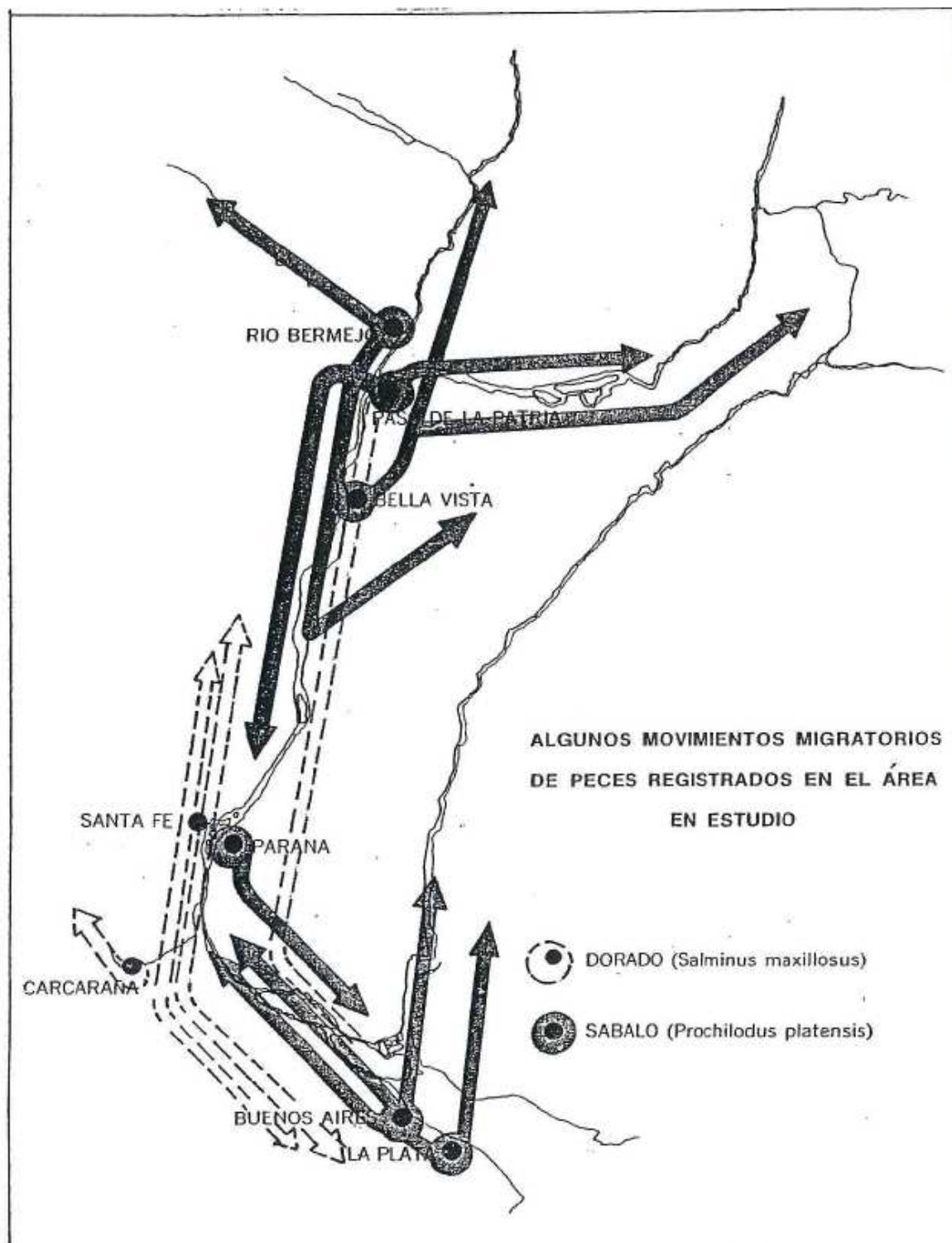
### Valores medios de parámetros Químicos en el Río de la Plata

Meses de Observación	Temperatura °C		M. Susp. mg . l <sup>-1</sup>		Oxígeno ml . l <sup>-1</sup>		Fosfato (*)		Nitrato (*)		Silicato (*)	
	$\bar{X}$	Sn - 1	$\bar{X}$	Sn - 1	$\bar{X}$	Sn - 1	$\bar{X}$	Sn - 1	$\bar{X}$	Sn - 1	$\bar{X}$	Sn - 1
Marzo	21.4	0.7	-	-	5.76 (93%)	0.37	1.59	0.40	52.5	16.4	192.3	15.0
Mayo	16.7	1.18	155.0	54.9	6.57 (97.3%)	0.12	2.15	0.33	55.0	14.8	220.4	12.0
Julio	12.7	0.6	78.3	-	7.14 (97%)	0.20	0.98	0.35	21.6	23.6	202.9	13.0
Septiembre	12.4	2.9	125.6	76.4	6.9 (93%)	2.1	0.71	0.31	31.8	10.1	154.1	35.0
Noviembre	22.3	1.17	94.2	26.9	6.04 (99%)	0.93	0.61	0.17	33.9	7.1	176.5	16.0

Fuente: Estudio de impacto ambiental de las operaciones de dragado de la ruta de navegación San Martín al océano.

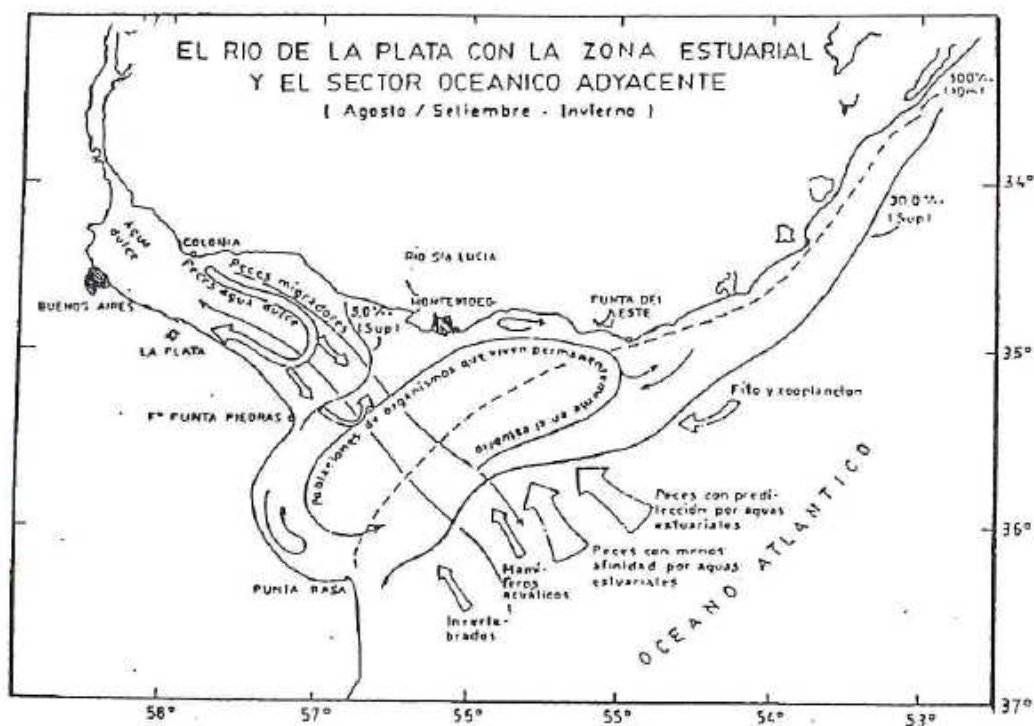
PARAMETROS	ZONA I		ZONA II		ZONA III	
	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS
Número Observaciones	29		39		7	
Mat. en Suspensión (g . m <sup>-3</sup> )	70.96	40.1	130.0	64.6	176.6	98.2
Oxígeno Dis. (ml . l <sup>-1</sup> )	6.14	0.57	6.56	0.60	6.87	0.14
Fosfato Dis. (at . mg . m <sup>-3</sup> )	0.70	0.22	1.39	0.35	1.53	0.32
Nitrato Dis. (at . mg . m <sup>-3</sup> )	36.23	12.36	42.43	14.3	29.49	5.1
Silicato Dis. (at . mg . m <sup>-3</sup> )	190.2	16.2	188.4	20.2	174.9	17.6
Salinidad ‰	0.1218	0.1606	0.0955		0.2920	0.323
Temperatura (°C)	19.7	3.9	16.01	3.7	11.5	0.5
Fosfato en Sedimentos en Susp. ‰ (mg . g <sup>-1</sup> )		0.47		0.72		0.11

Fuente: Estudio de impacto ambiental de las operaciones de dragado de la ruta de navegación San Martín al océano.

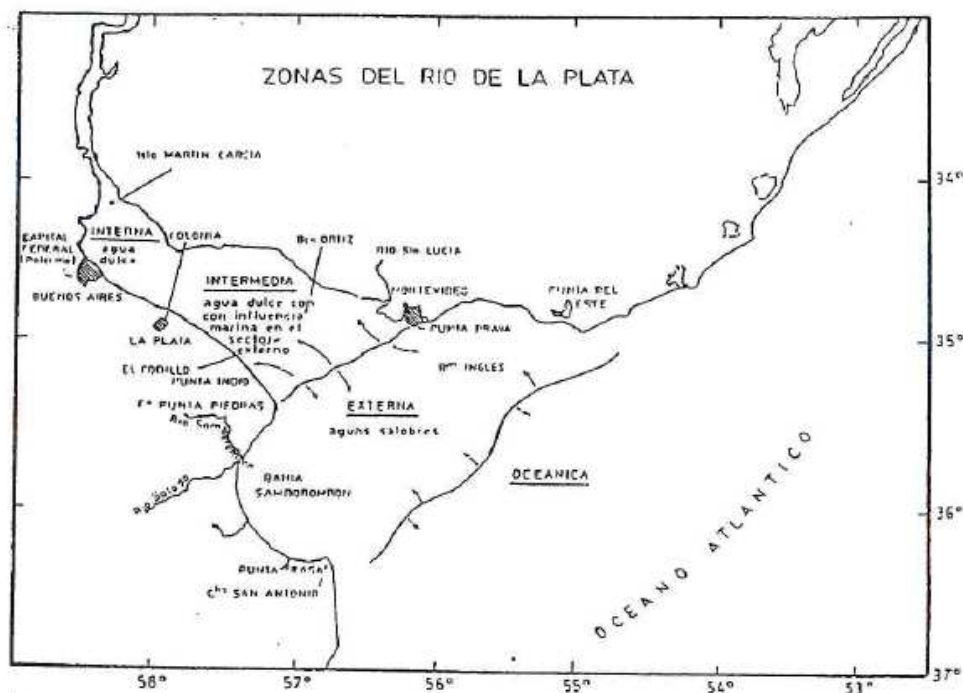


Fuente: Estudio de impacto ambiental de las operaciones de dragado de la ruta de navegación San Martín al océano.





UBICACION DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ORGANISMOS EN EL RIO DE LA PLATA



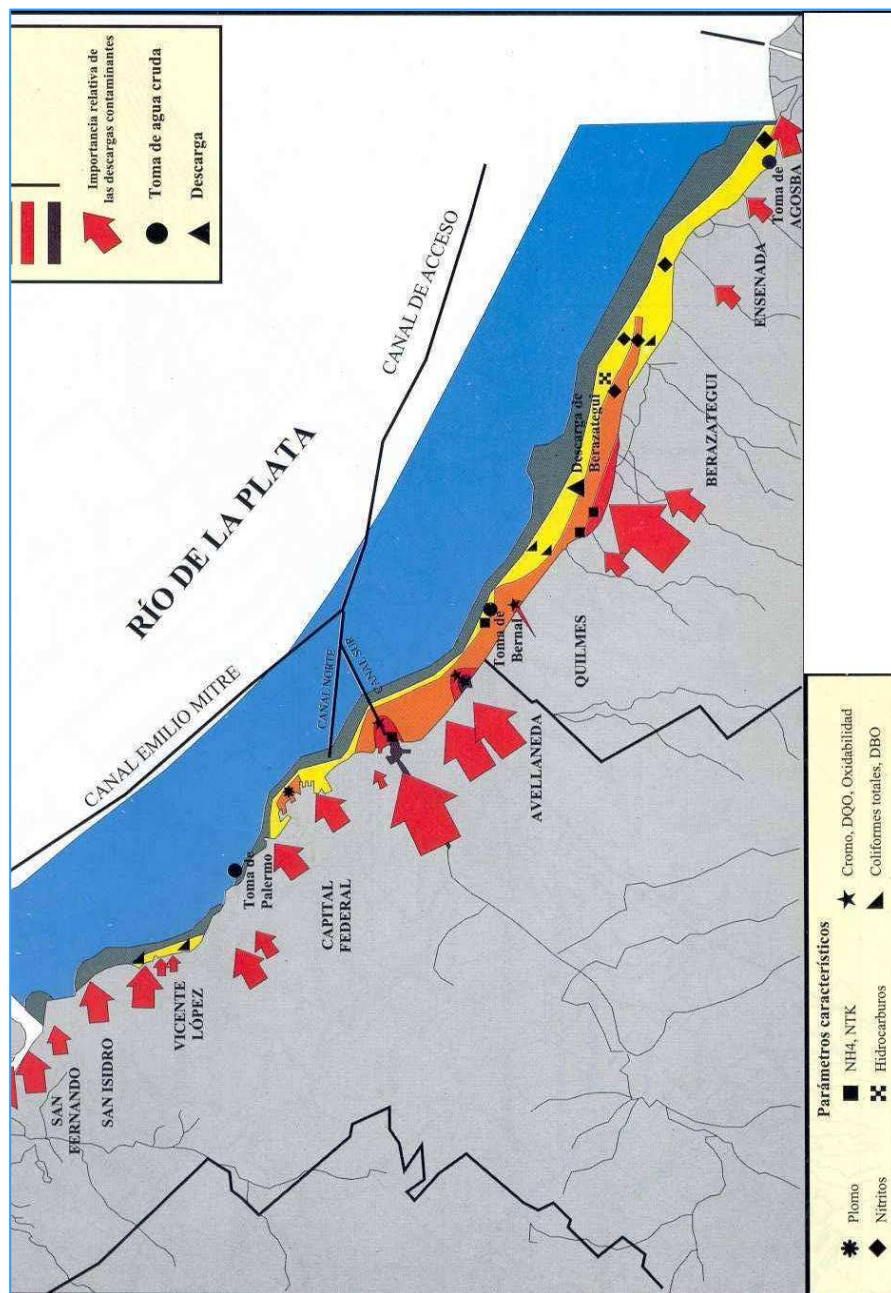
RIO DE LA PLATA DIVIDIDO EN ZONAS: INTERNA, INTERMEDIA Y EXTERNA

Fuente: Estudio de impacto ambiental de las operaciones de dragado de la ruta de navegación San Martín al océano.

• **1994 – 1995 - Calidad de las aguas Franja Costera Sur Río de la Plata<sup>12</sup>**

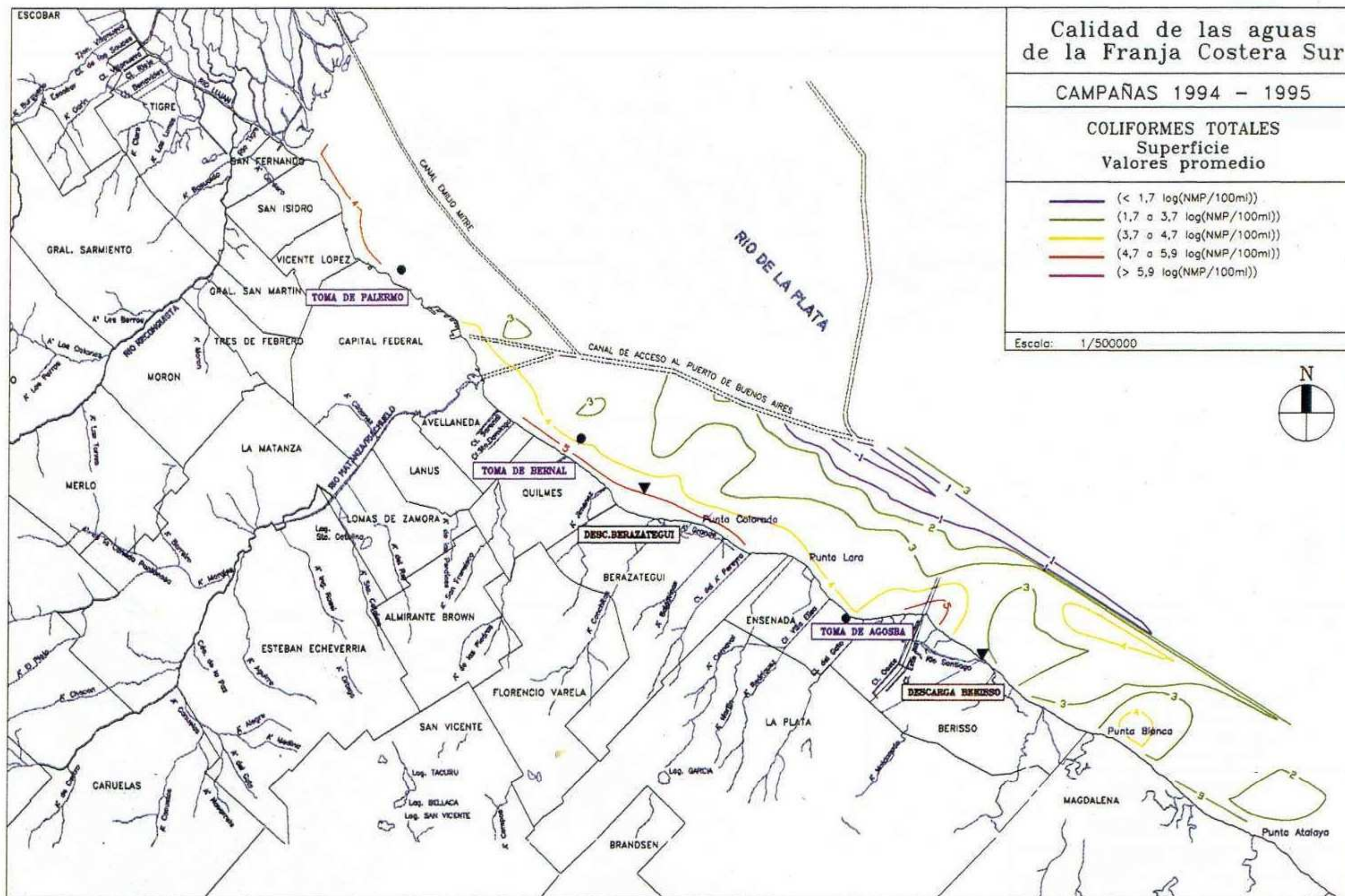
Estas campañas de calidad realizadas en conjunto por varios organismos, reflejan tres zonas con características bien definidas. Cabe destacar que tanto en la campaña 94, cómo en la 95 el Río presentó valores del mismo orden que acompañan los antecedentes de calidad en la zona.

A continuación se esquematizan las zonas de diferente calidad a lo largo de la Franja Costera Sur, cómo se muestra a continuación:



<sup>12</sup> AASA

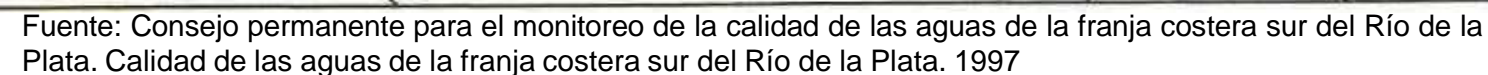




Fuente: Consejo permanente para el monitoreo de la calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. Calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. 1997

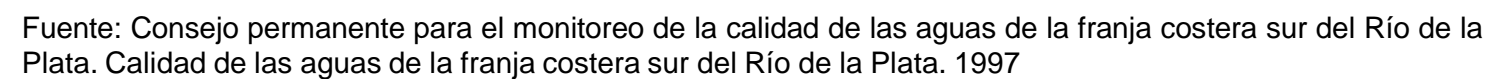
Figura 17: Coliformes totales en superficie.





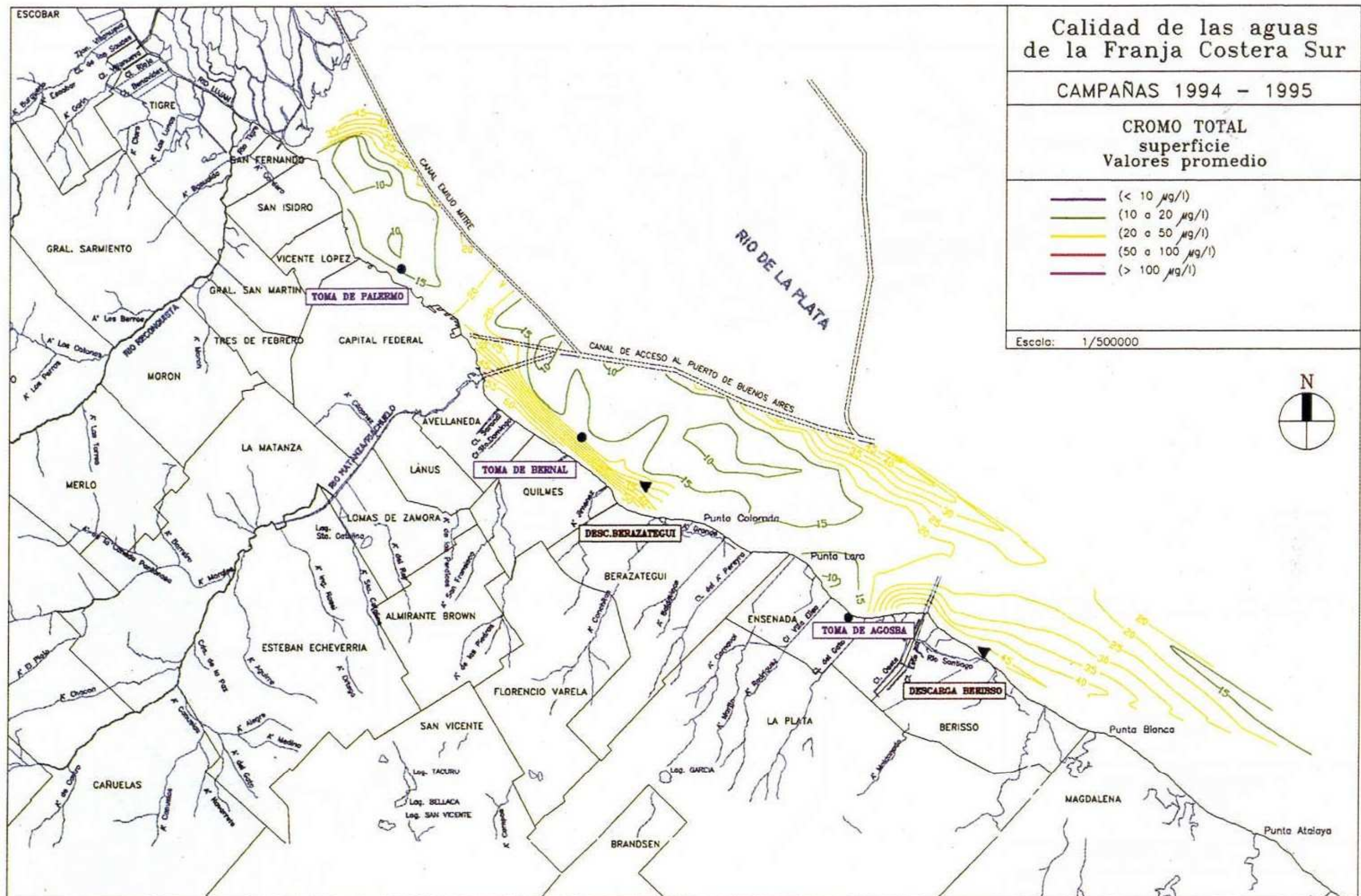
AySA





AySA

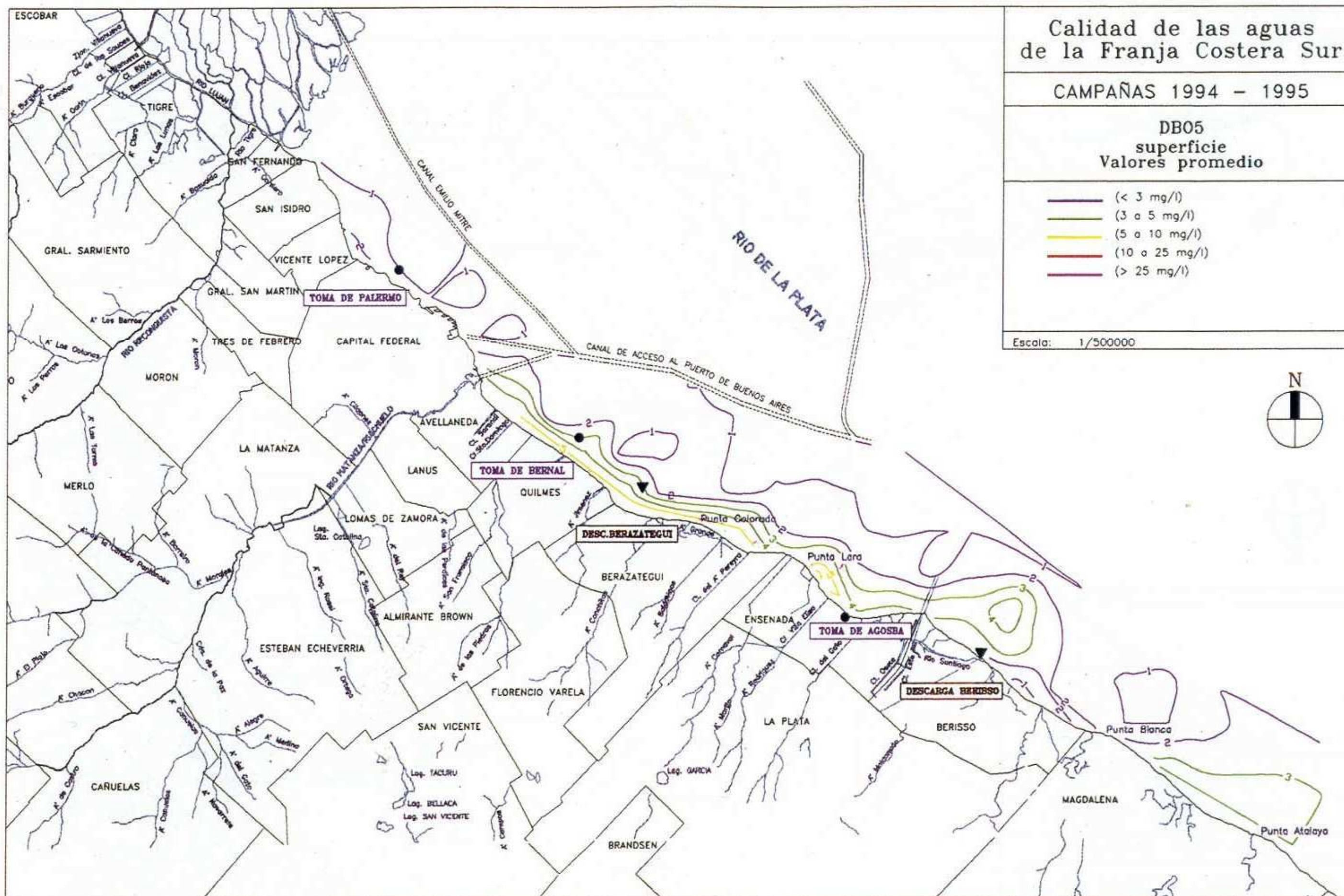




Fuente: Consejo permanente para el monitoreo de la calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. Calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. 1997

Figura 20: Cromo total

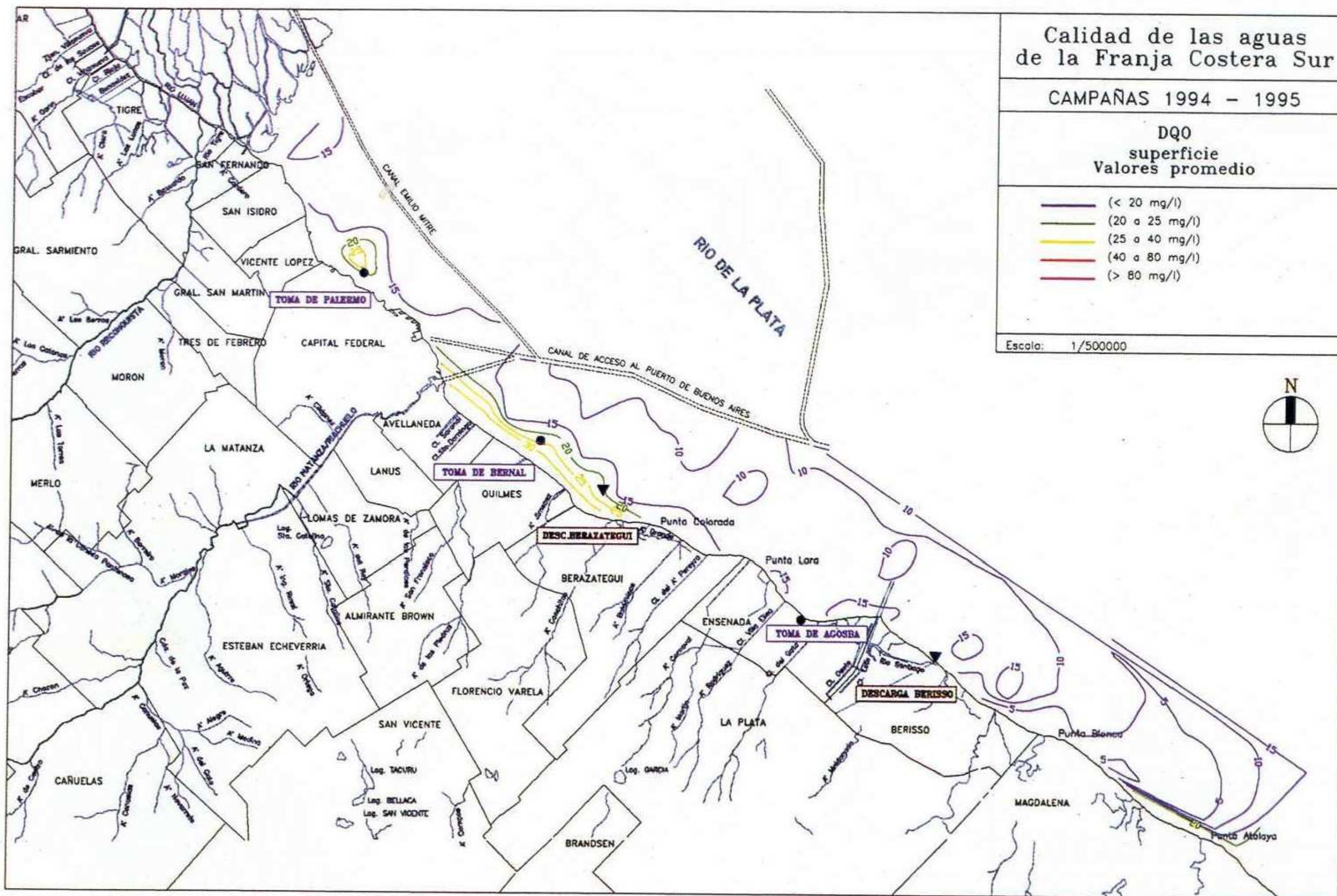




Fuente: Consejo permanente para el monitoreo de la calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. Calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. 1997

Figura 21: DBO5 en superficie

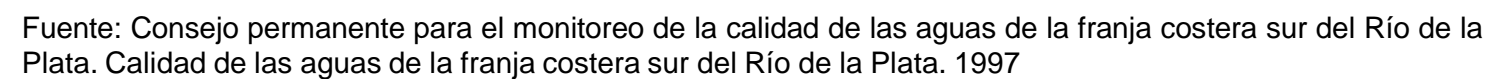




Fuente: Consejo permanente para el monitoreo de la calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. Calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. 1997

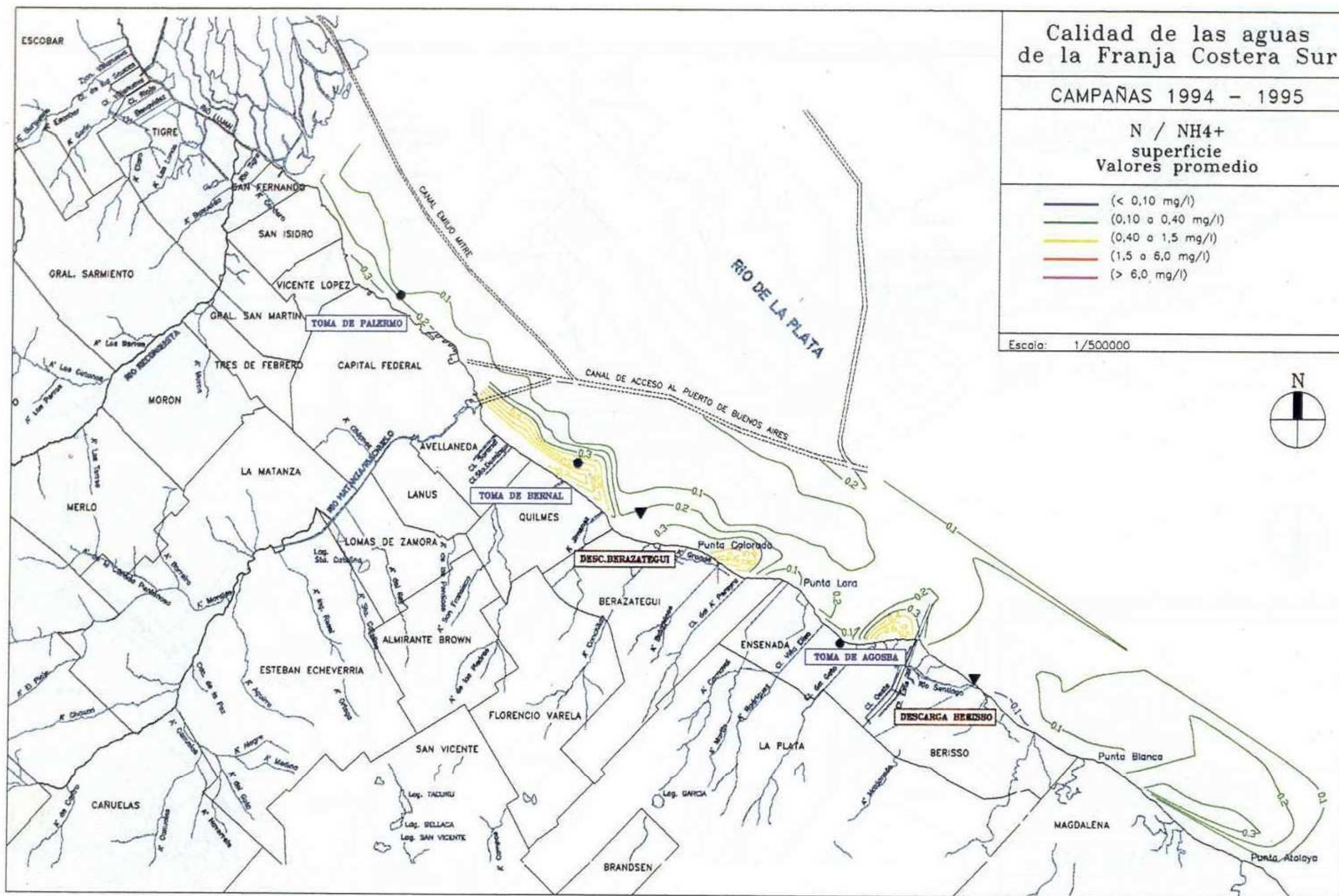
Figura 22: DQO en superficie





AySA

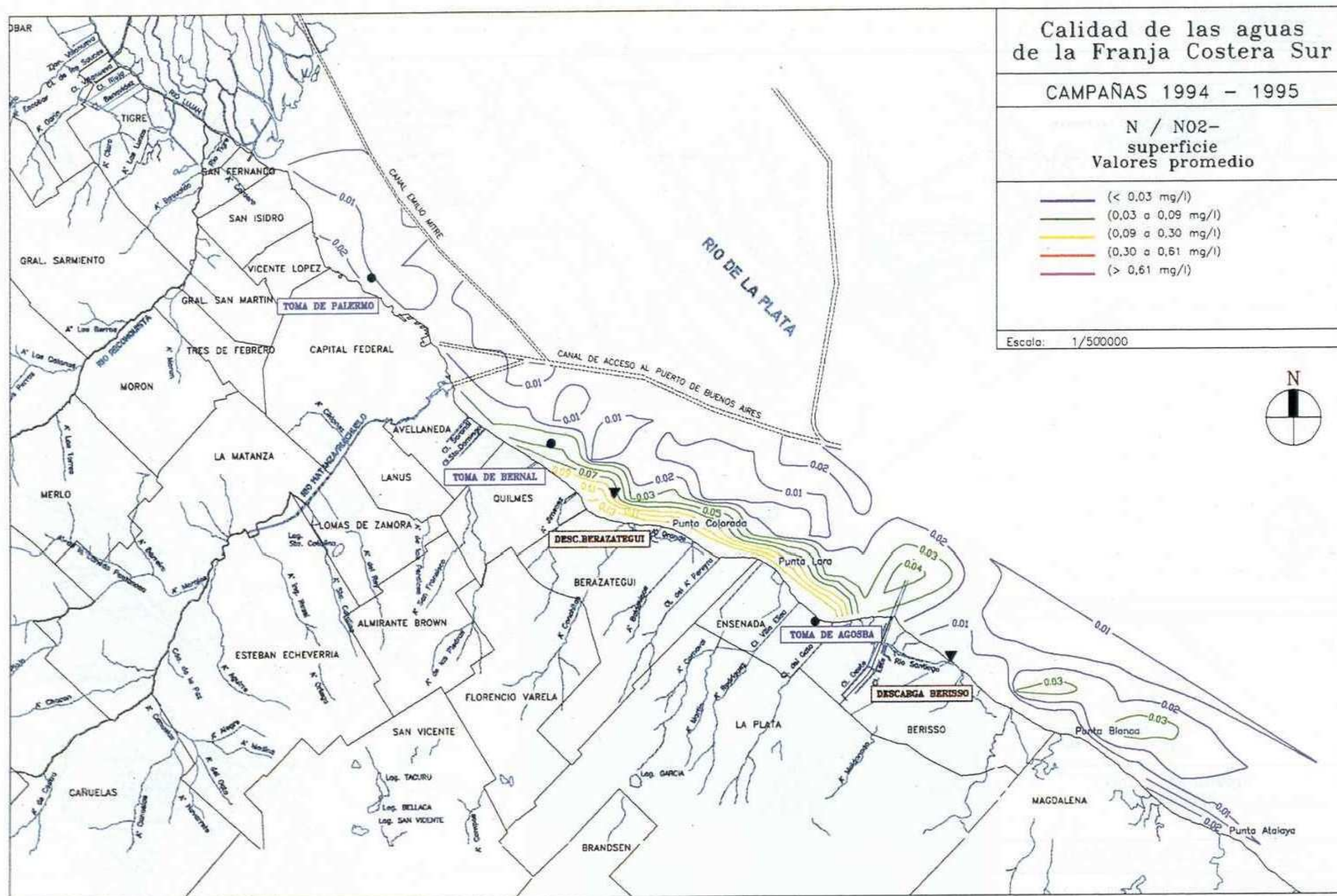




Fuente: Consejo permanente para el monitoreo de la calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. Calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. 1997

Figura 24: N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en superficie





Fuente: Consejo permanente para el monitoreo de la calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. Calidad de las aguas de la franja costera sur del Río de la Plata. 1997

Figura 25: N / NO<sub>2</sub> en superficie



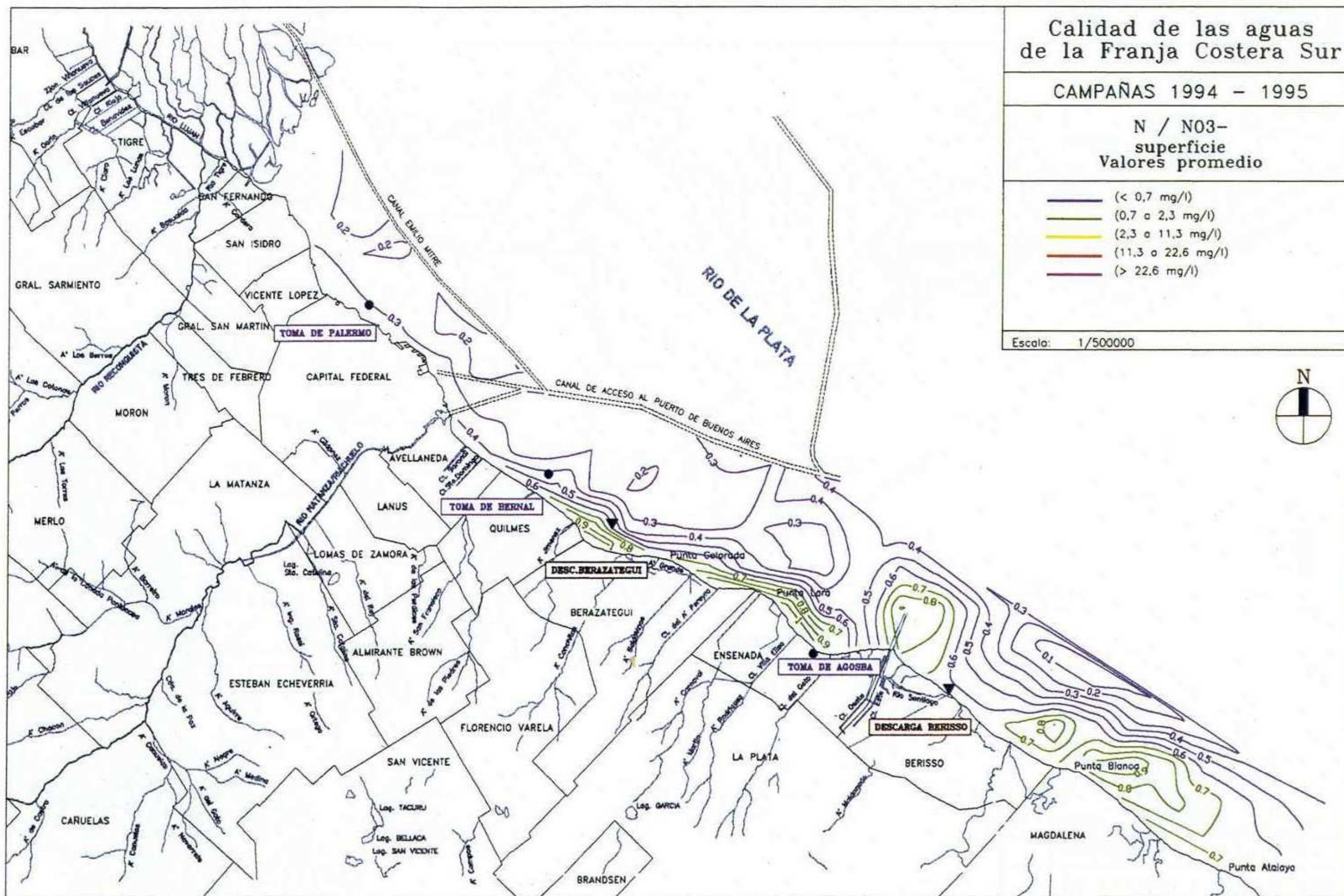


Figura 26: N / N03 en superficie

- **Campaña oceanográfica del Proyecto FREPLATA – Noviembre 2001/Noviembre 2003<sup>13</sup>**

El Proyecto es una iniciativa conjunta de la República Argentina y de la República Oriental del Uruguay y ha sido concebido y llevado a la práctica, dentro del marco del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Este Tratado a través de sus dos Comisiones, la Comisión Administradora del Río de la Plata (CARP) y la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM), establece los principios básicos para la protección de dicho río y su frente marítimo, promoviendo la realización conjunta de estudios e investigaciones de carácter científico con especial referencia a la prevención y eliminación de la contaminación y otros efectos nocivos que puedan derivar del uso, exploración y explotación de esos espacios acuáticos.

Las mencionadas Comisiones (CARP y CTMFM) son las agencias de ejecución del Proyecto, el cual es financiado con fondos no reembolsables suministrados principalmente por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), el Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFMA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), otras agencias de cooperación y por los dos Gobiernos. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) es la agencia de implementación del GEF para el Proyecto.

A continuación se esquematizan los principales hallazgos de estas campañas:

---

<sup>13</sup> FREPLATA



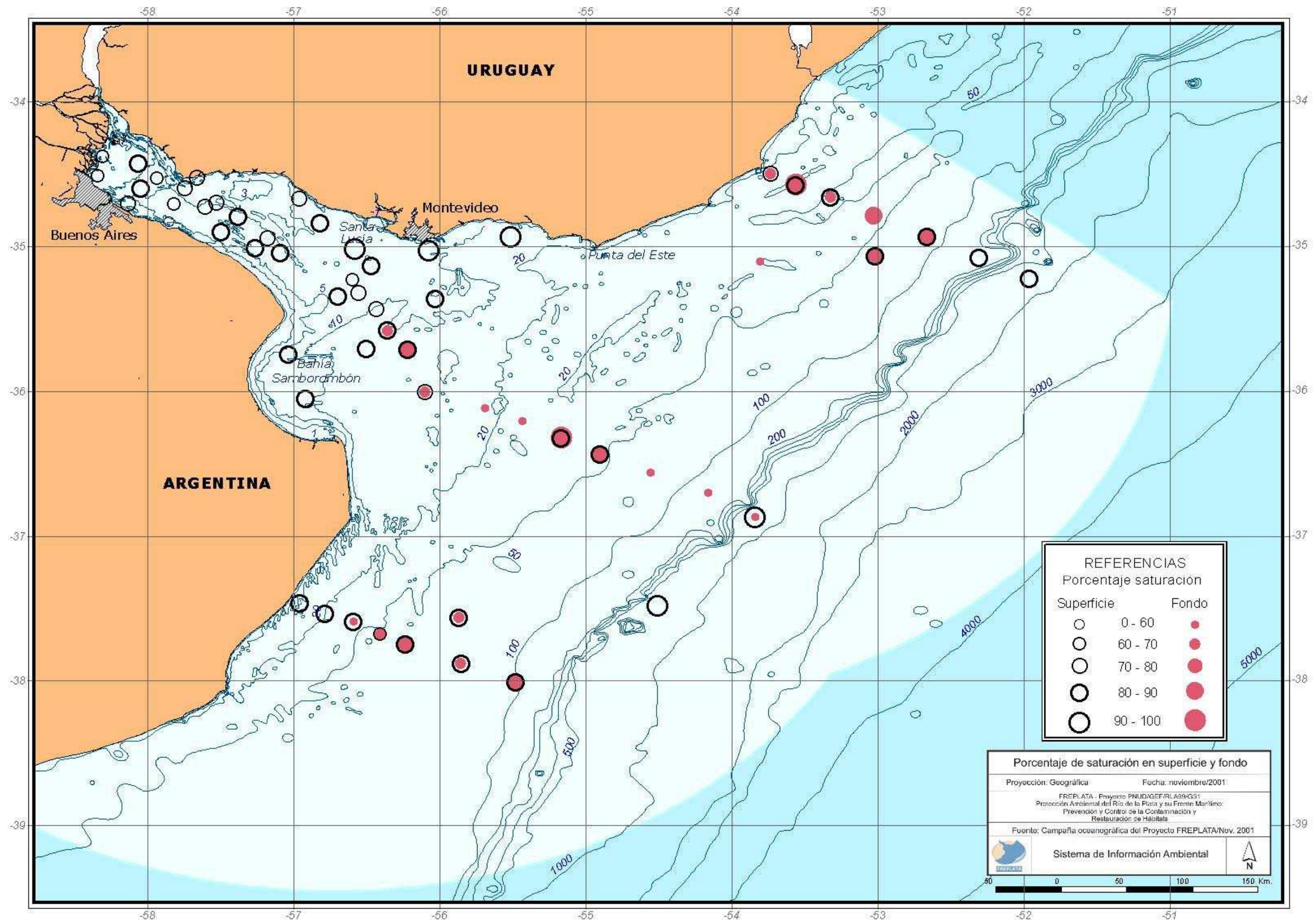
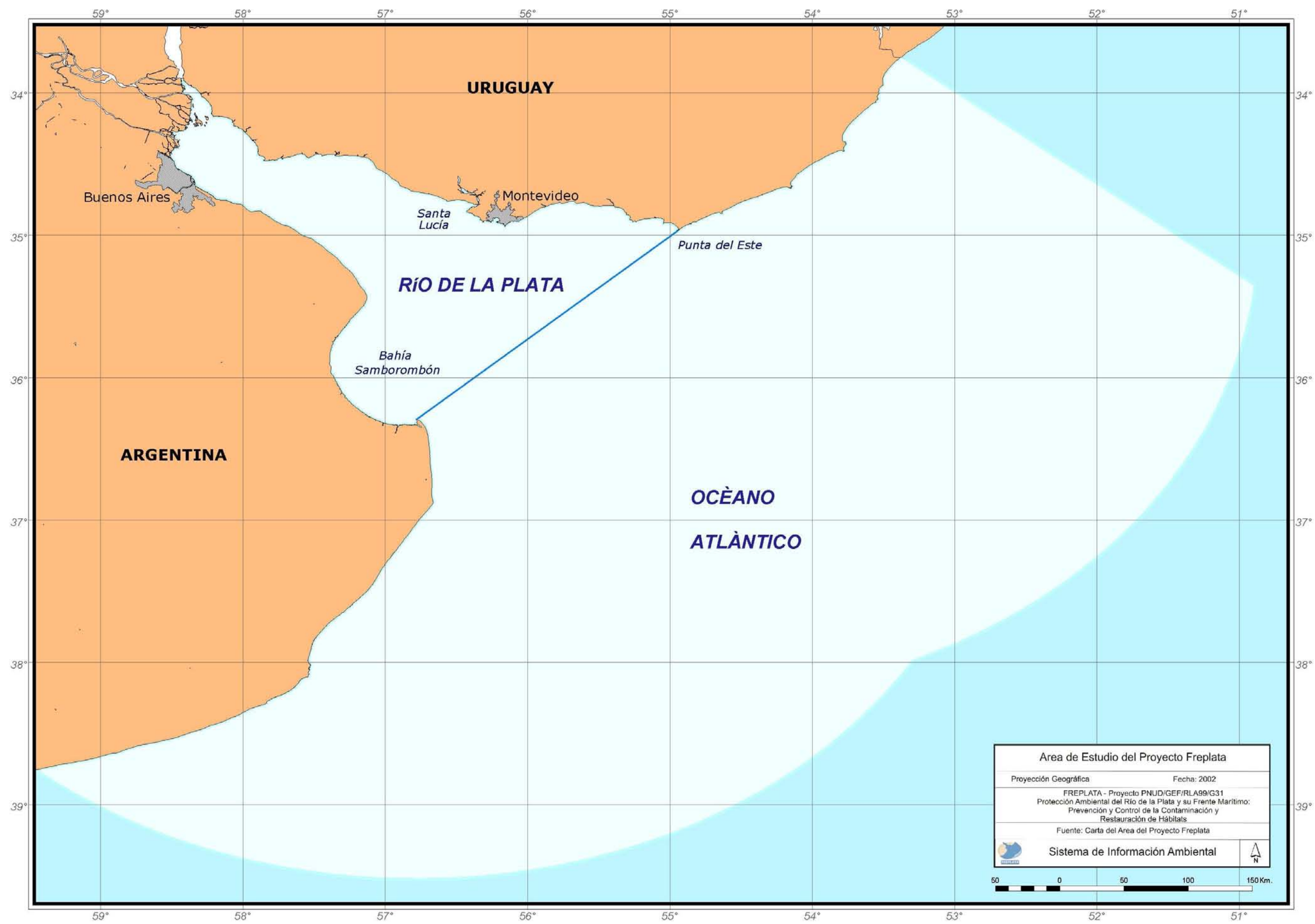


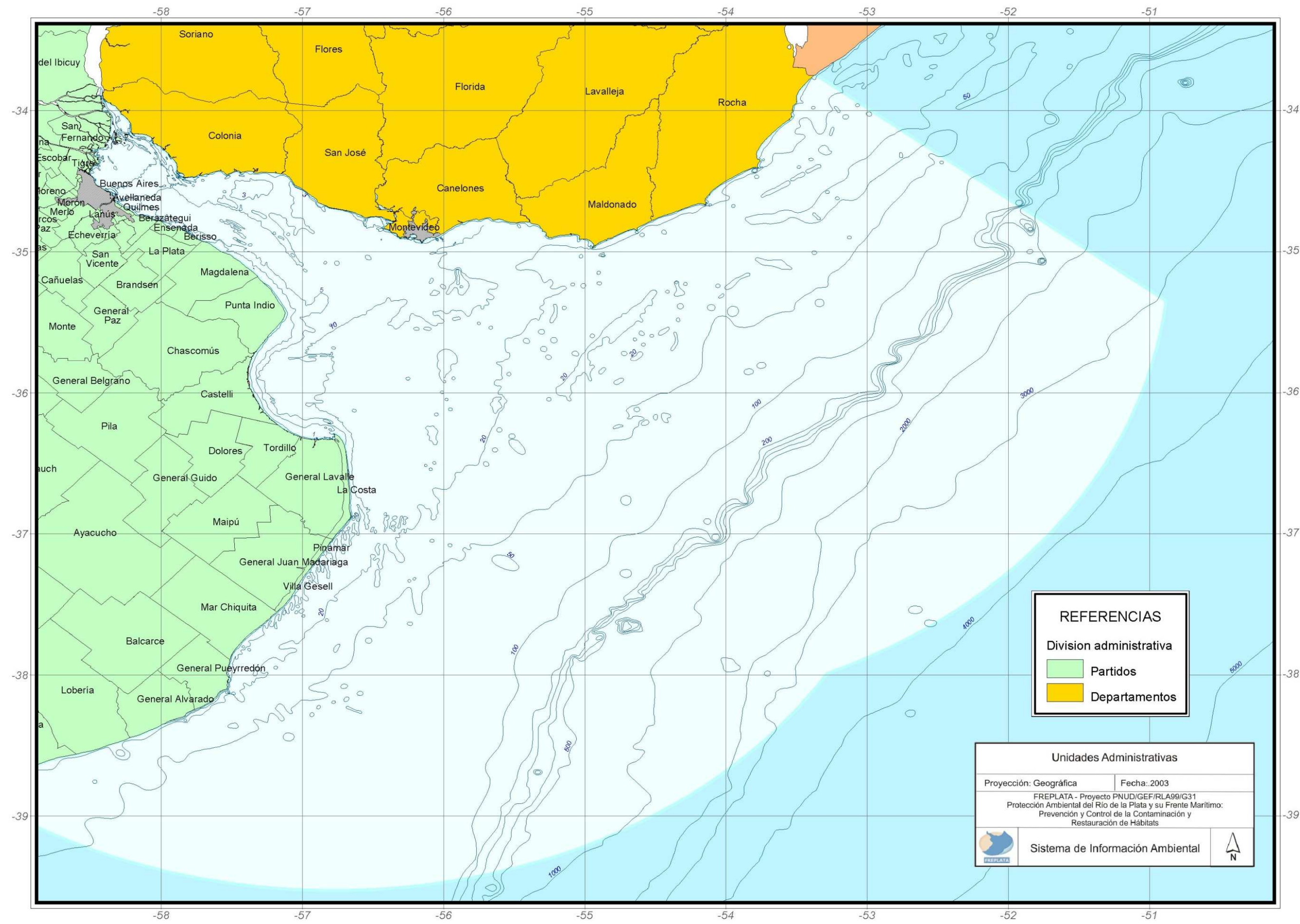
Figura 27: Porcentaje de saturación en superficie y fondo



Fuente:

Figura 29: Área de estudio del proyecto  
FREPLATA







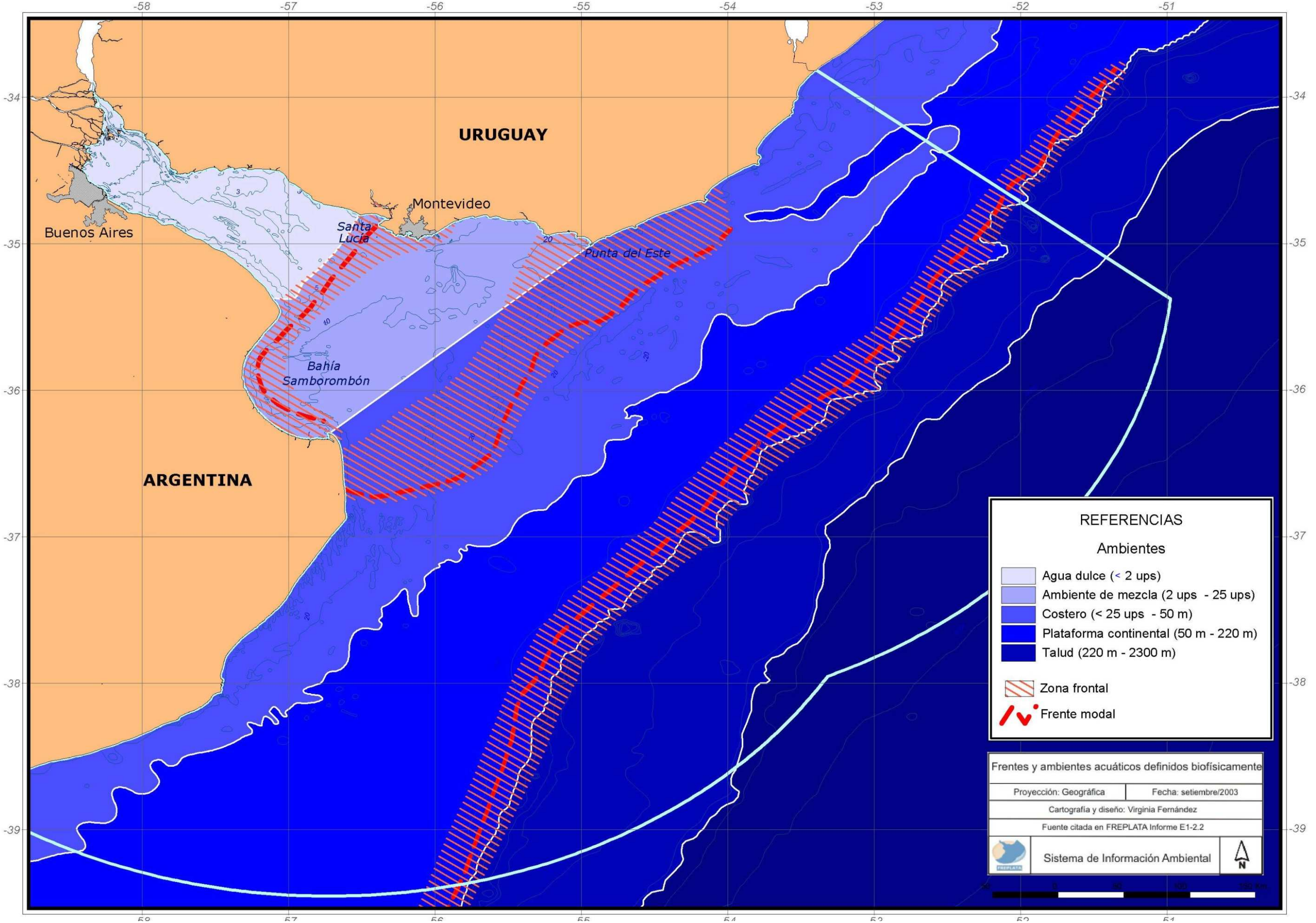
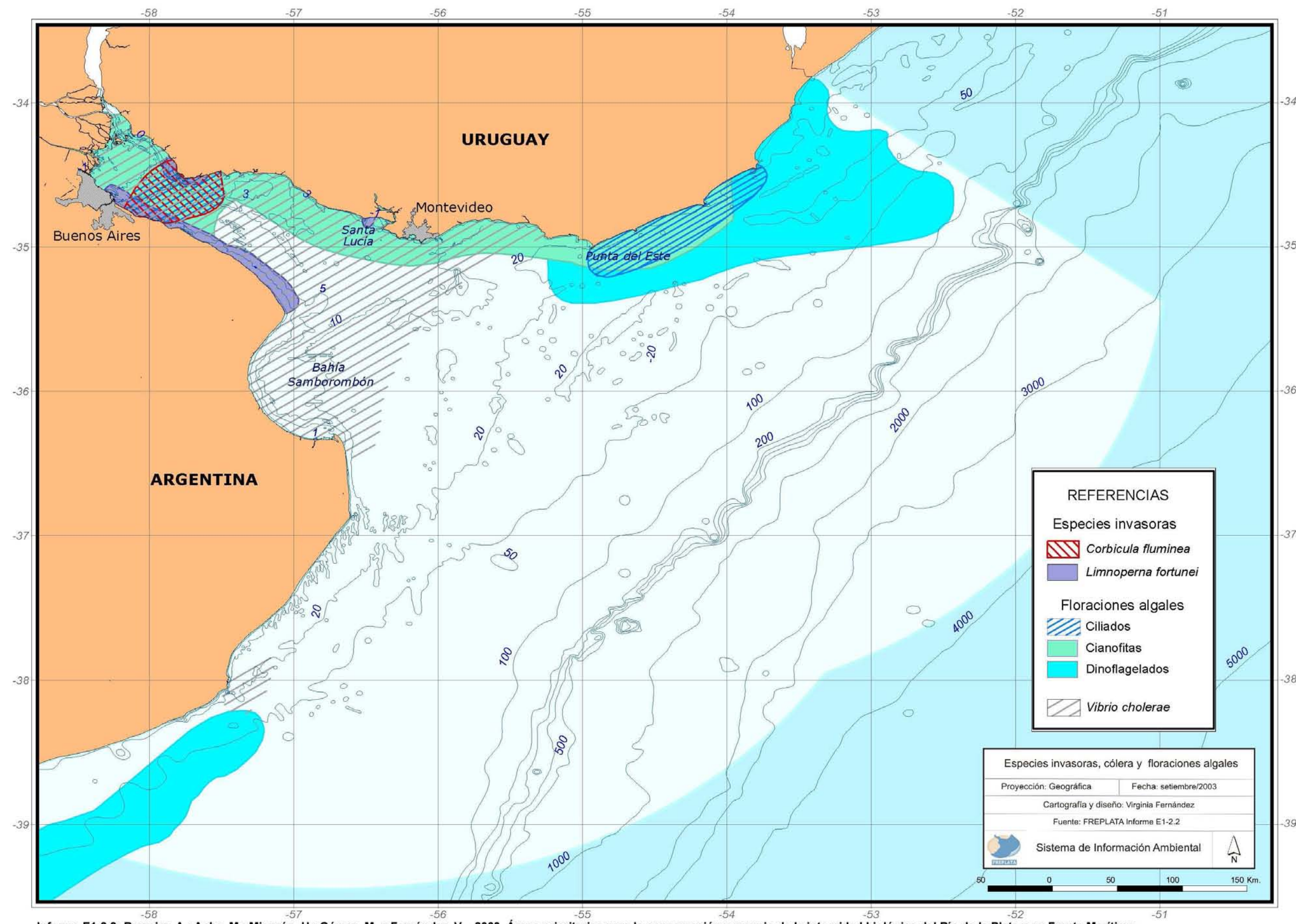


Figura 31: Frentes y ambientes acuáticos definidos biofísicamente





Informe E1-2.2: Brazeiro, A.; Acha, M.; Mianzán, H.; Gómez, M. y Fernández, V. - 2003. Áreas prioritarias para la conservación y manejo de la integridad biológica del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Figura 32: Especies invasoras, cólera y floraciones algales



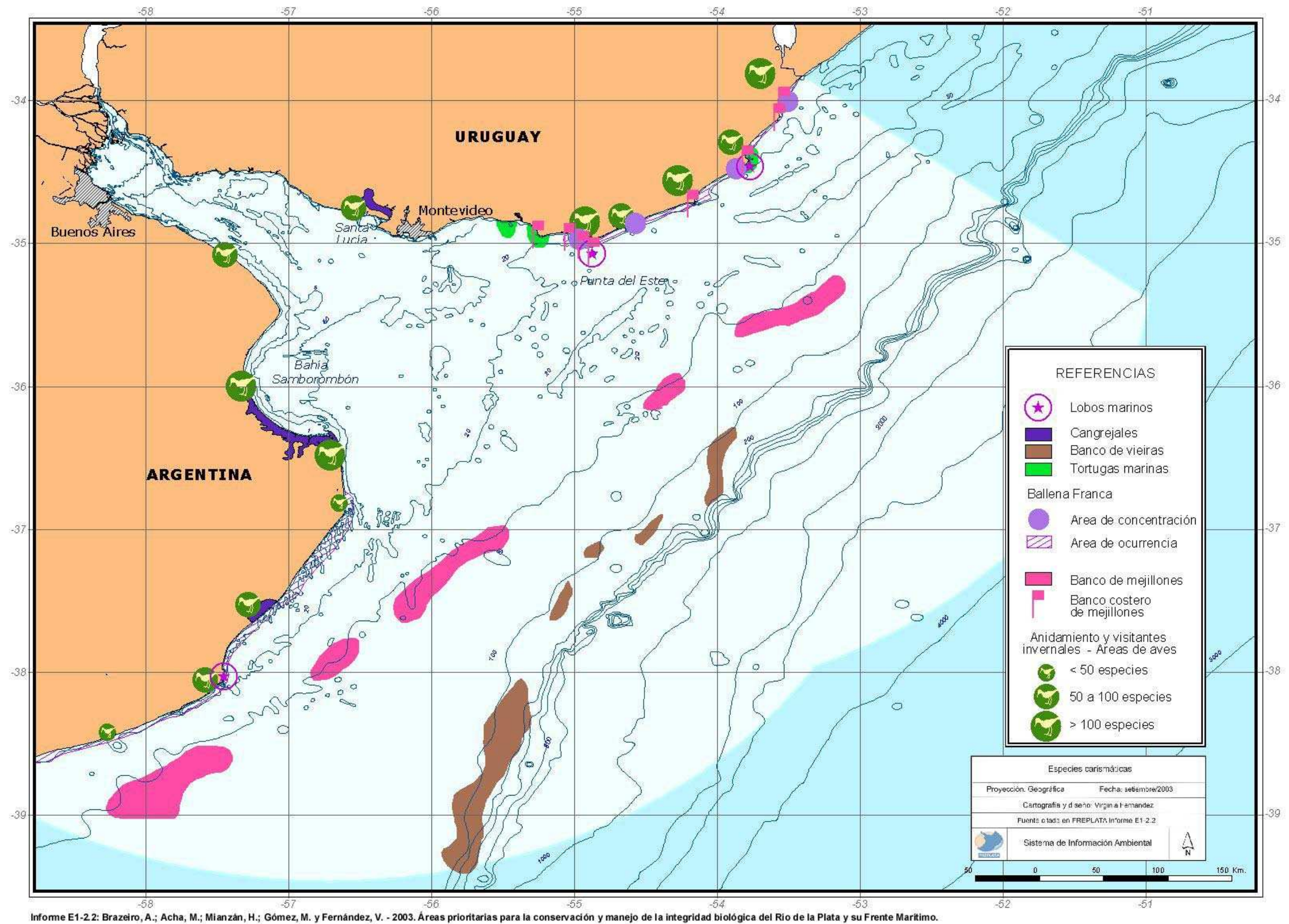


Figura 33: Especies carismáticas



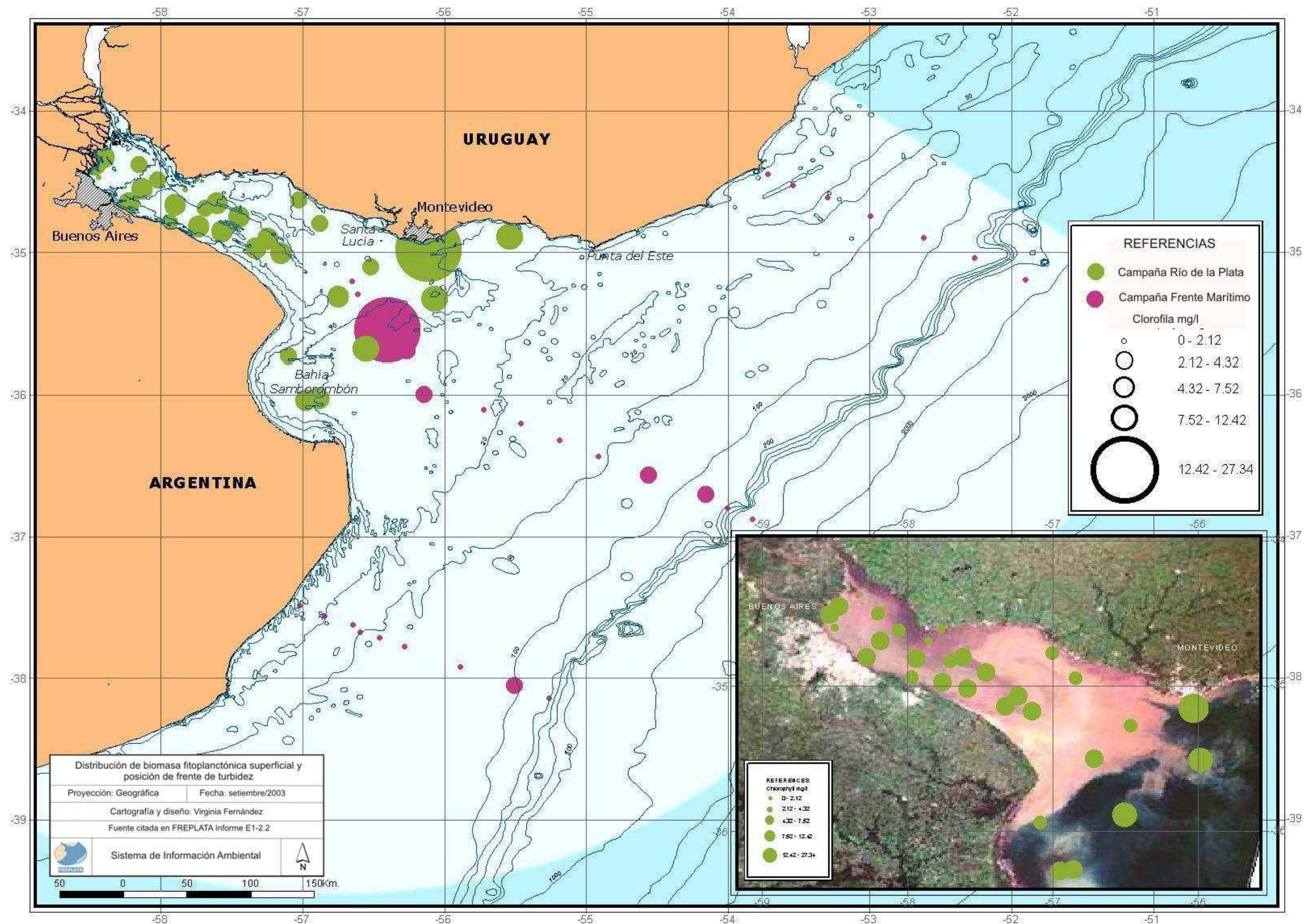


Figura 34: Distribución de biomasa fitoplanctónica superficial y posición de frente de turbidez



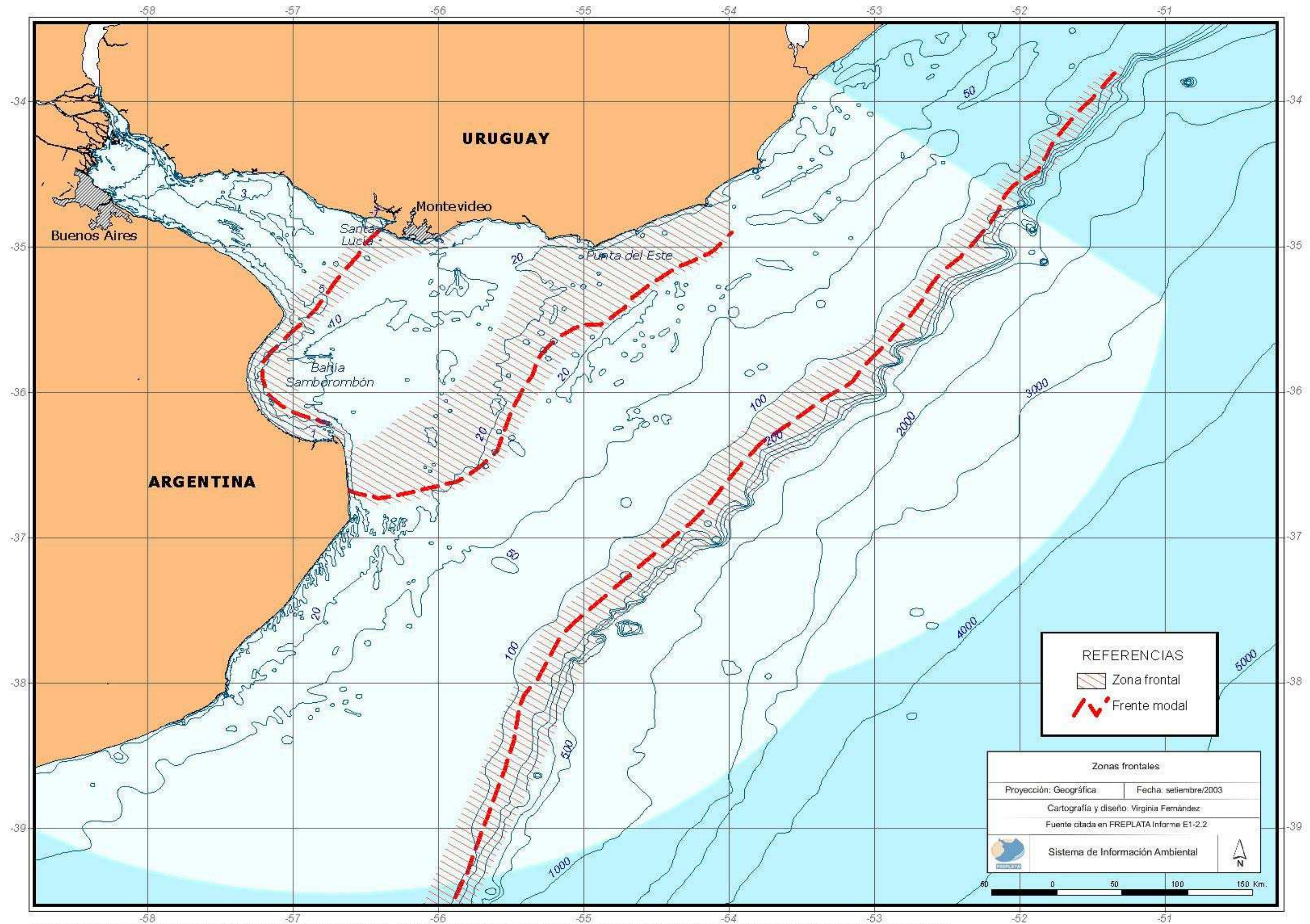


Figura 35: Zonas frontales



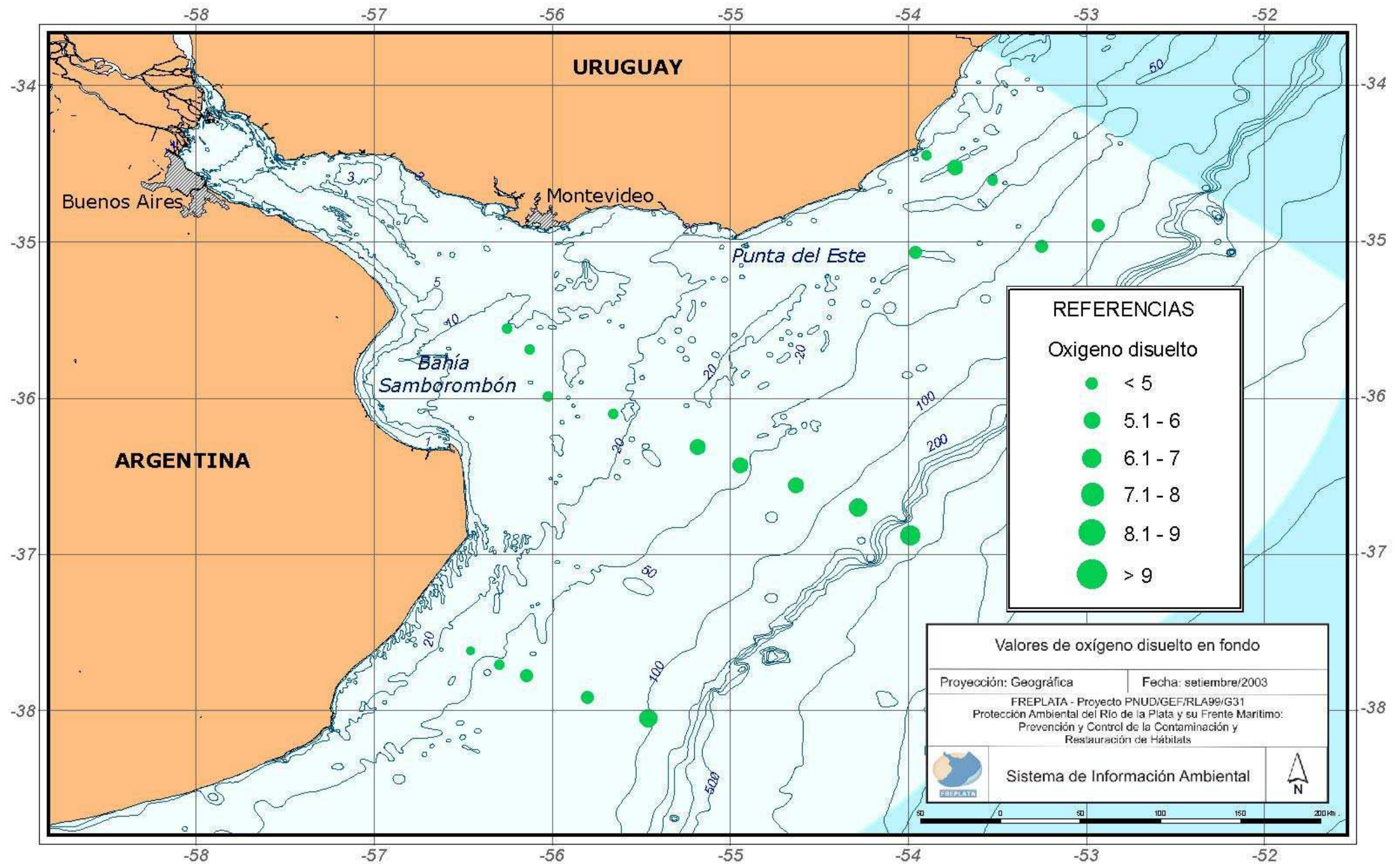


Figura 36: Oxígeno disuelto en fondo



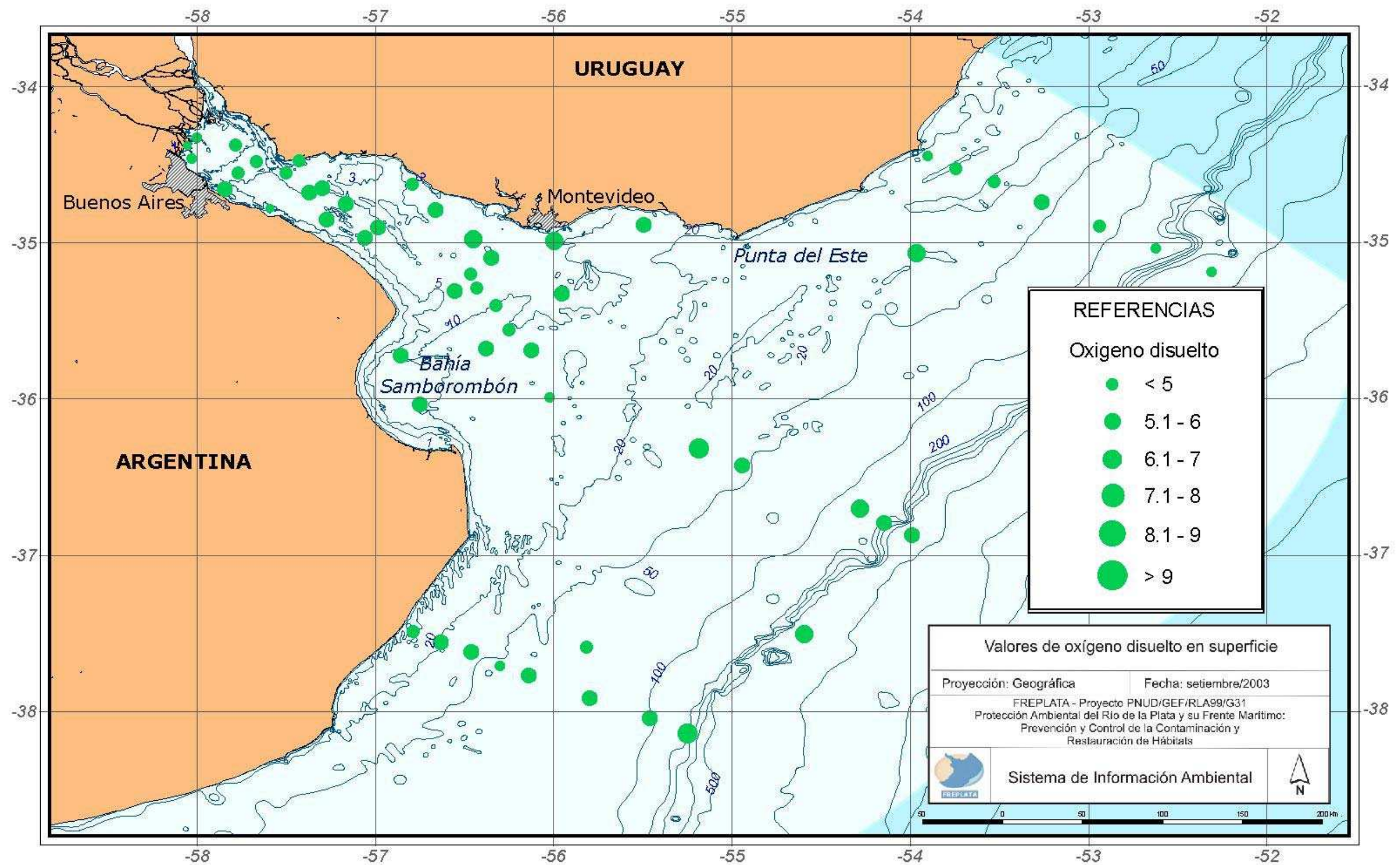
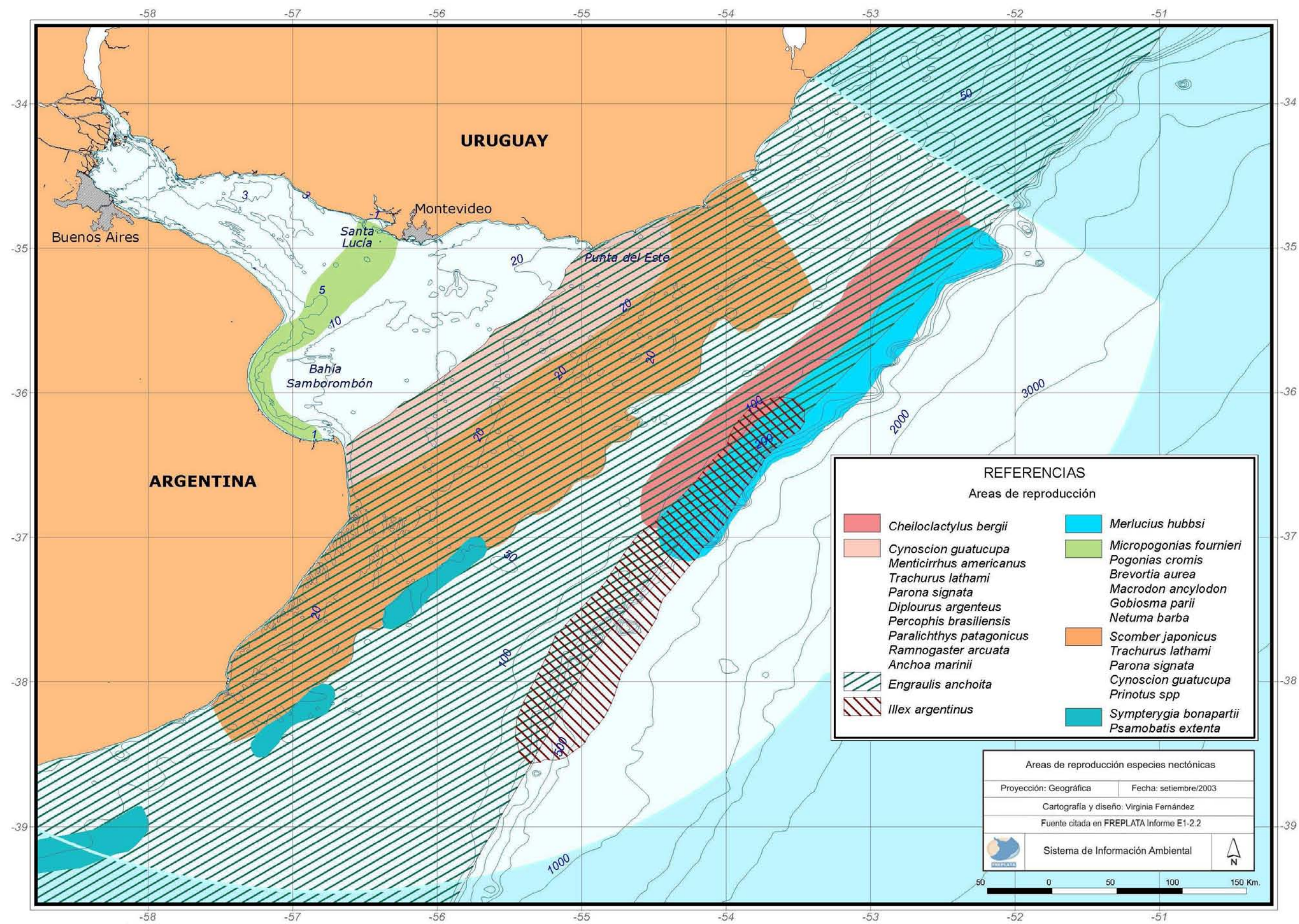


Figura 37: Oxígeno disuelto en superficie

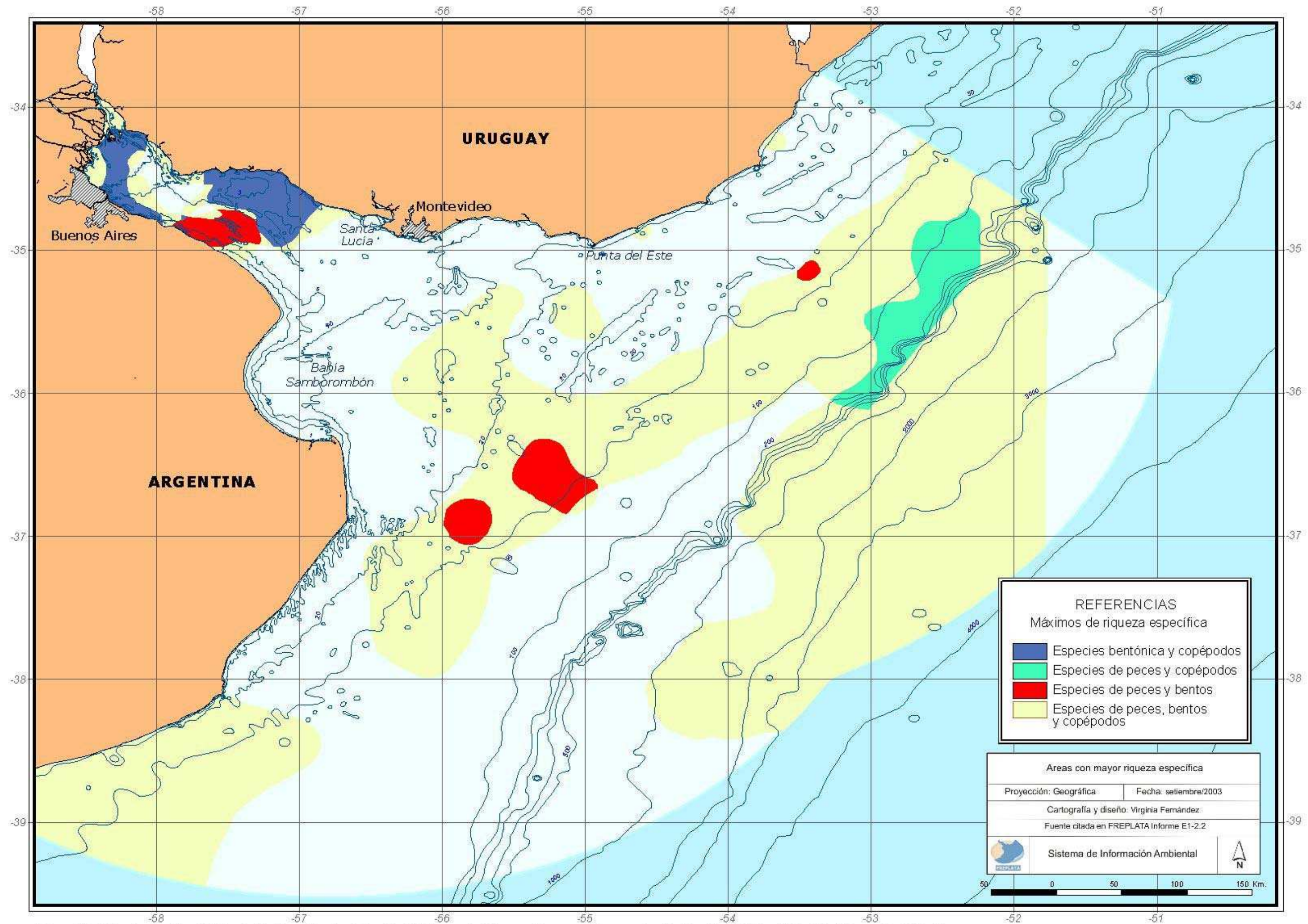




Informe E1-2.2: Áreas prioritarias para la conservación y manejo de la integridad biológica del Río de la Plata y su Frente Marítimo. - 2003. Brazeiro, A.; Acha, M.; Mianzán, H.; Gómez-Erache, M. y Fernández, V.

Figura 38: Áreas de reproducción especies neotónicas





Informe E1-2.2: Brazeiro, A.; Acha, M.; Mianzán, H.; Gómez, M. y Fernández, V. - 2003. Áreas prioritarias para la conservación y manejo de la integridad biológica del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Figura 39: Áreas con mayor riqueza específica



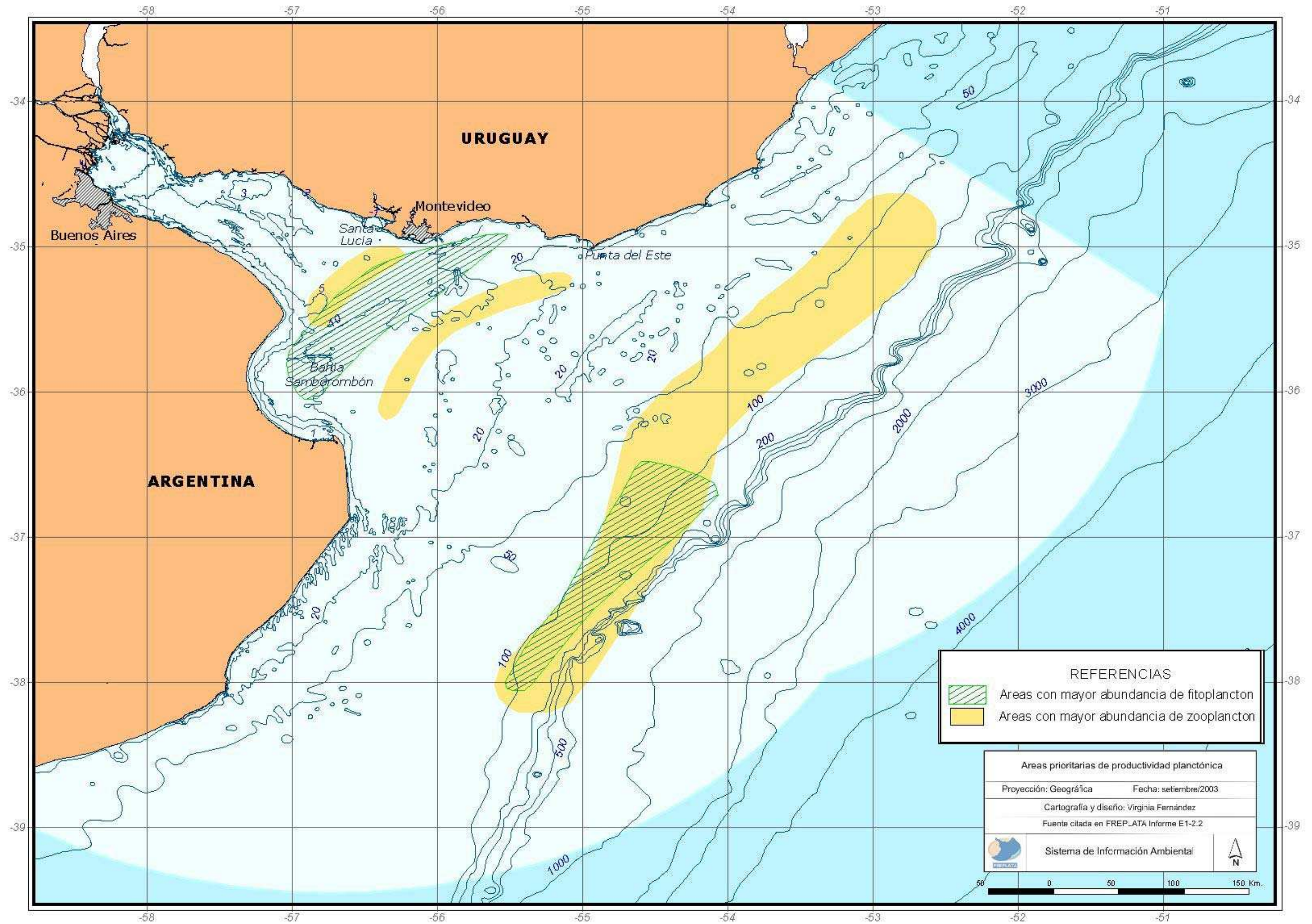


Figura 40: Áreas prioritarias de productividad planctónica



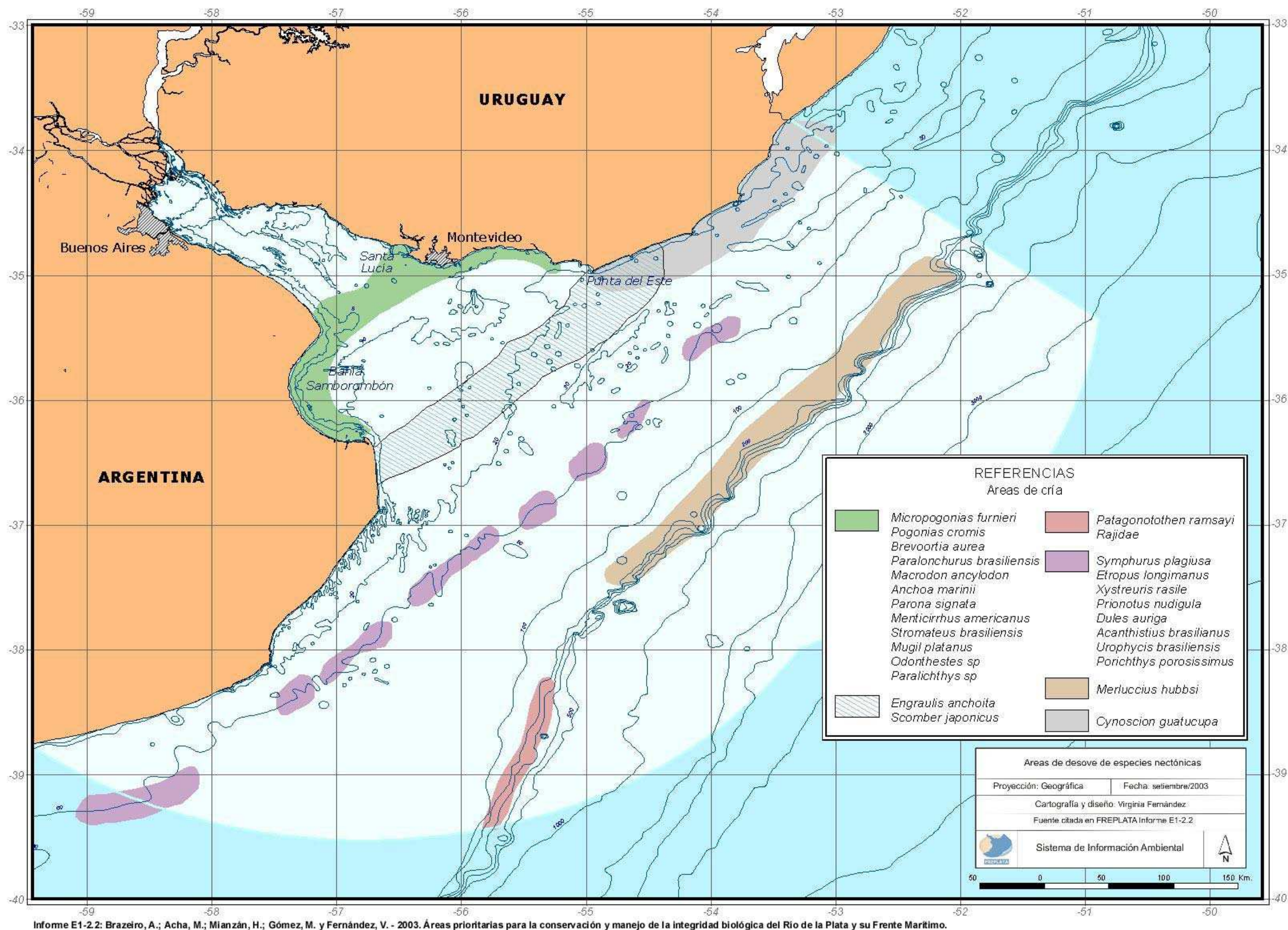


Figura 41: Área de reproducción de especies nectónicas



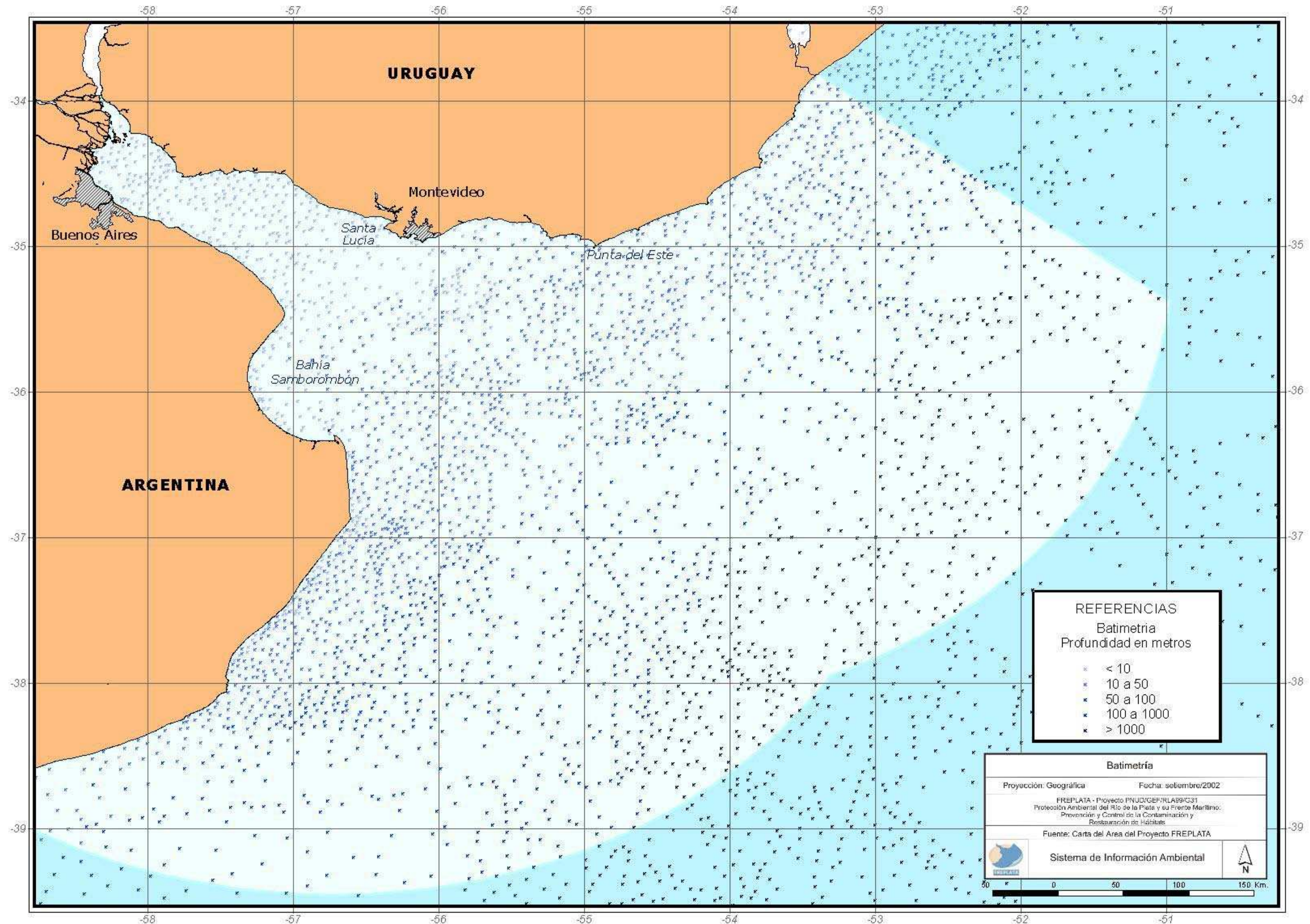
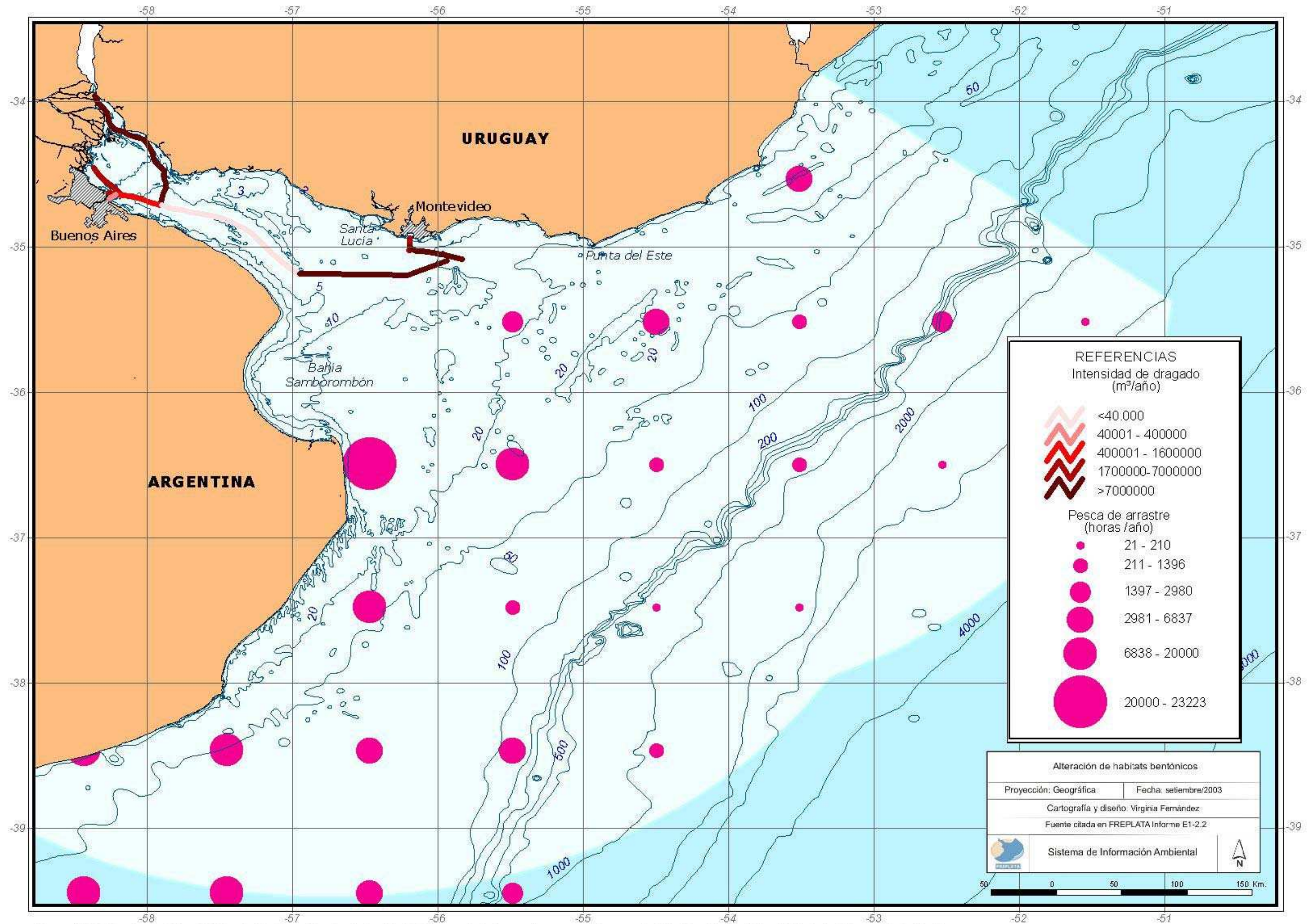


Figura 42: Batimetría





Informe E1-2.2: Brazeiro, A.; Acha, M.; Mianzán, H.; Gómez, M. y Fernández, V. - 2003. Áreas prioritarias para la conservación y manejo de la integridad biológica del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Fuente:

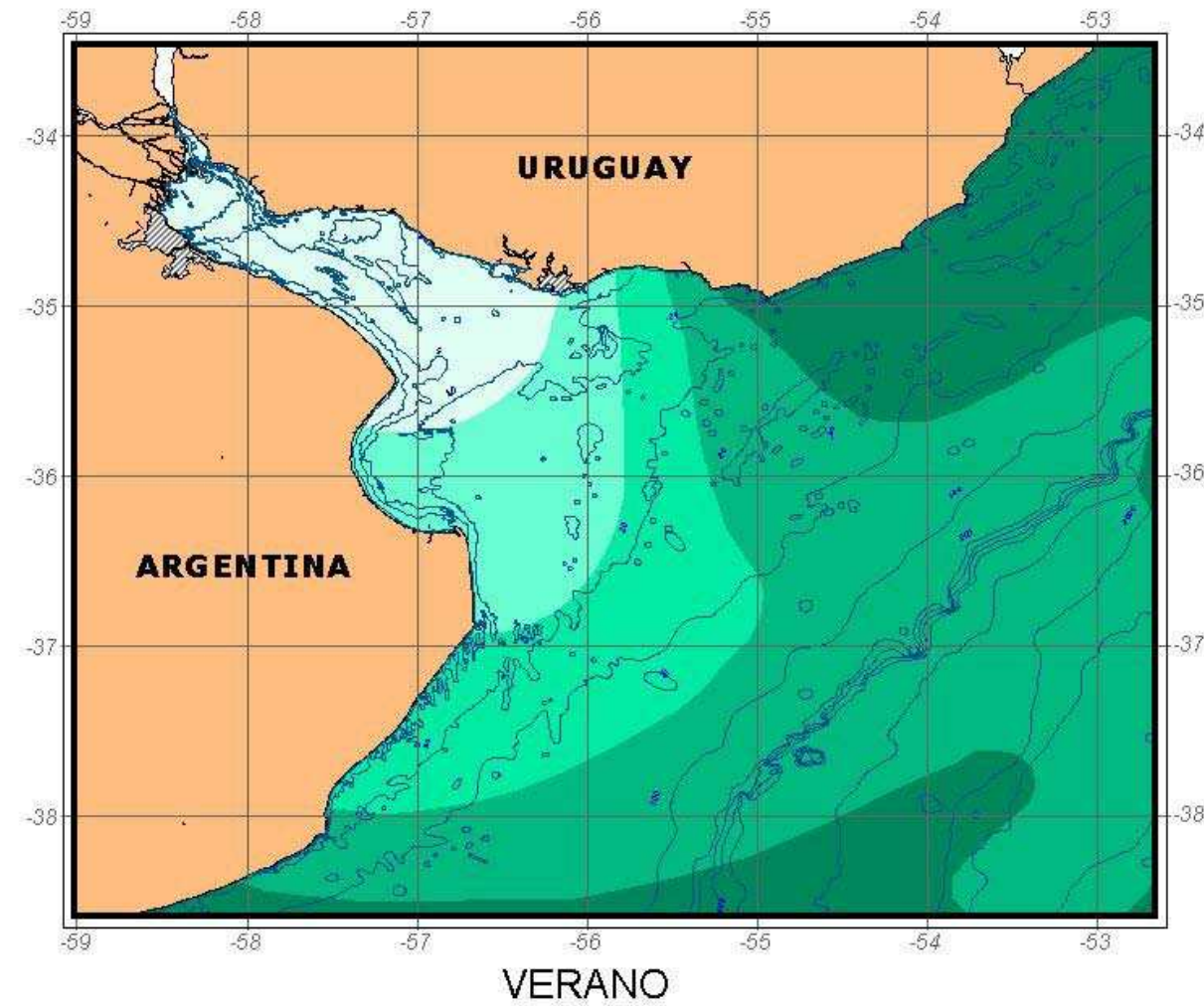
Figura 43: Alteración de habitats bentónicos




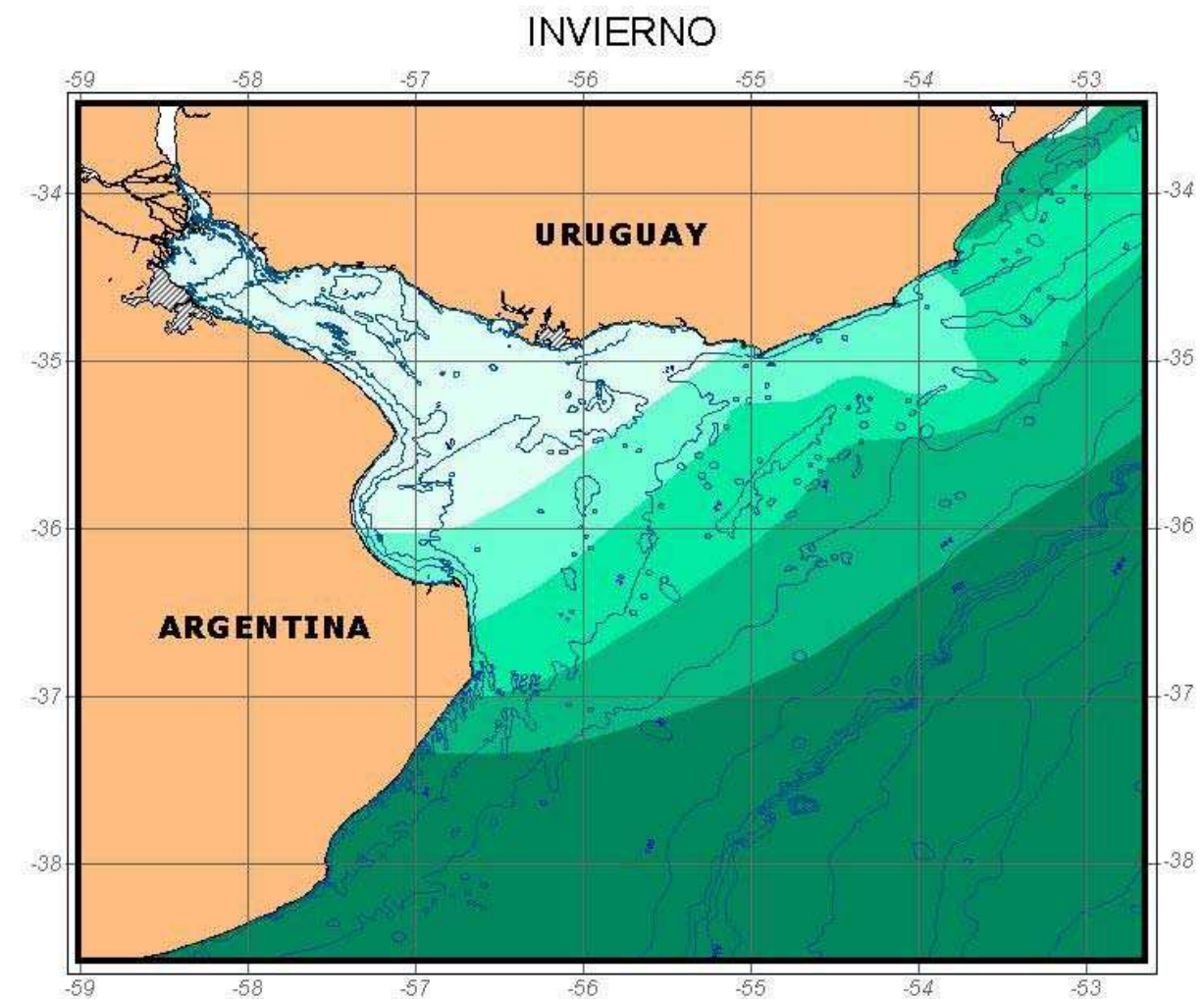


139





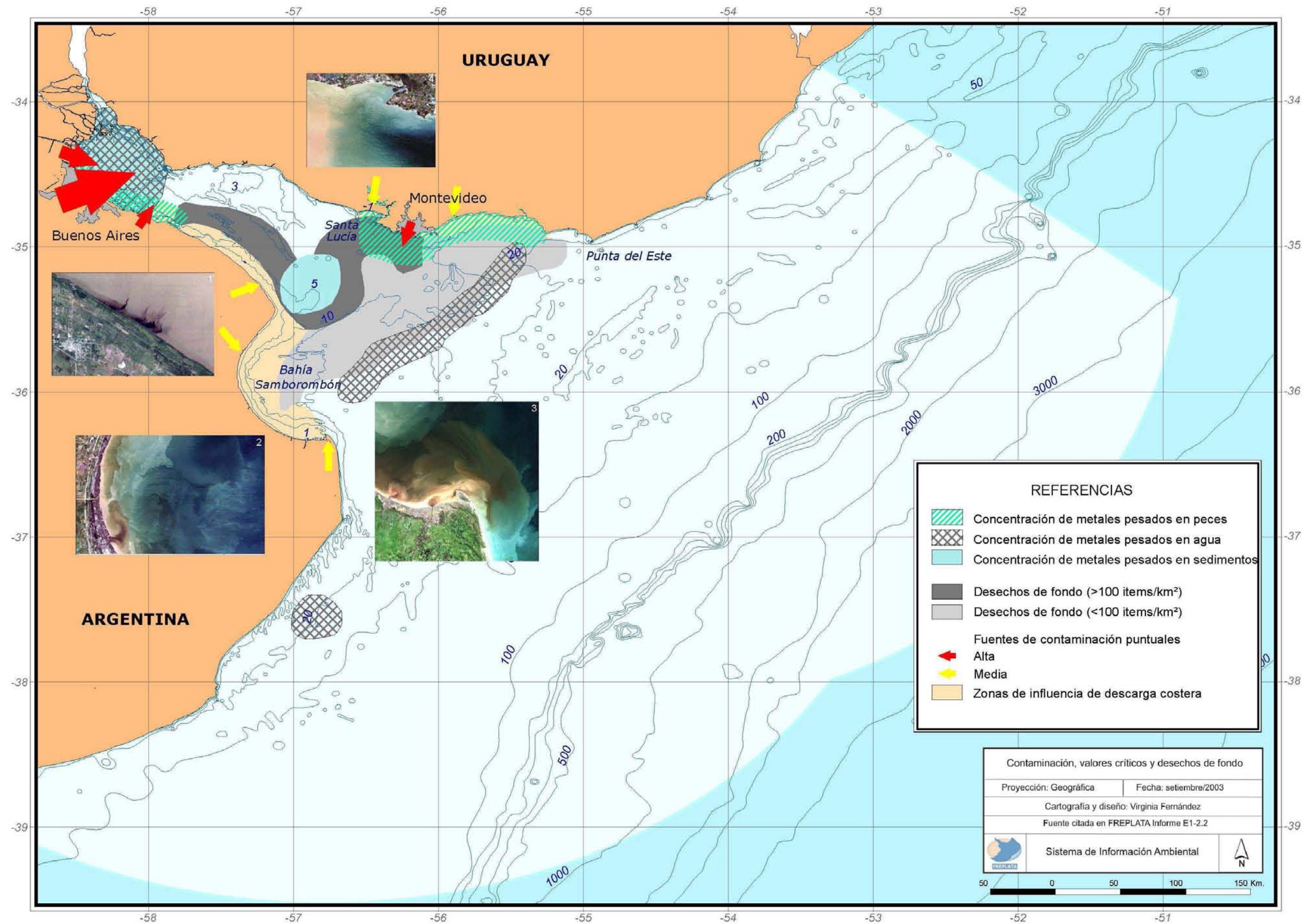
Patrones teóricos de descarga Invierno y verano	
Proyección: Geográfica	Fecha: setiembre/2003
Cartografía y diseño: Virginia Fernández	
Fuente citada en FREPLATA Informe E1-2.2	
	Sistema de Información Ambiental



Informe E1-2.2: Brazeiro, A.; Acha, M.; Mianzán, H.; Gómez, M. y Fernández, V. - 2003. Áreas prioritarias para la conservación y manejo de la integridad biológica del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Figura 45: Patrones teóricos de descarga en invierno y verano





Informe E1-2.2: Brazeiro, A.; Acha, M.; Mianzán, H.; Gómez, M. y Fernández, V. - 2003. Áreas prioritarias para la conservación y manejo de la integridad biológica del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Figura 46: Contaminación, valores críticos y desechos de fondo



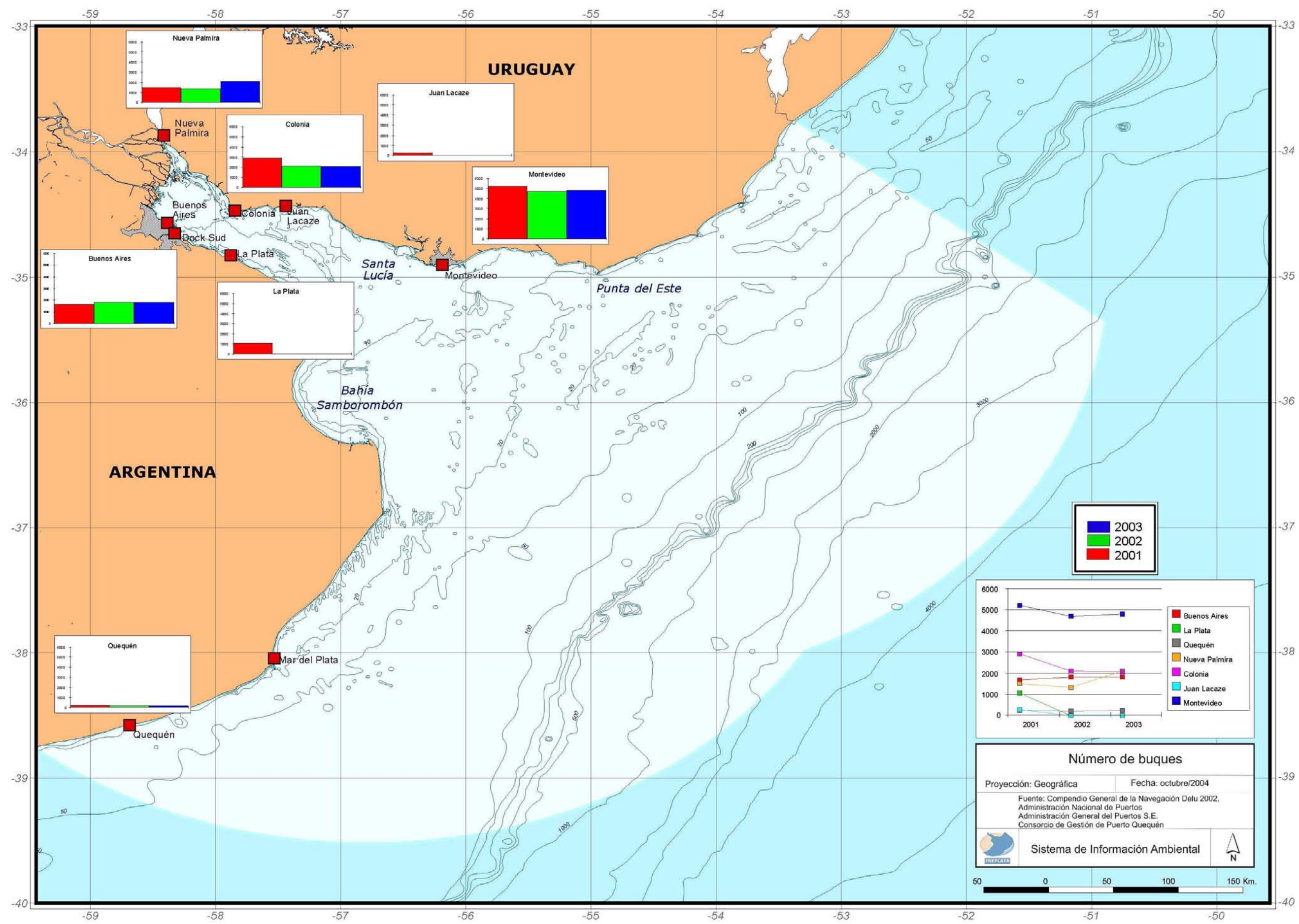
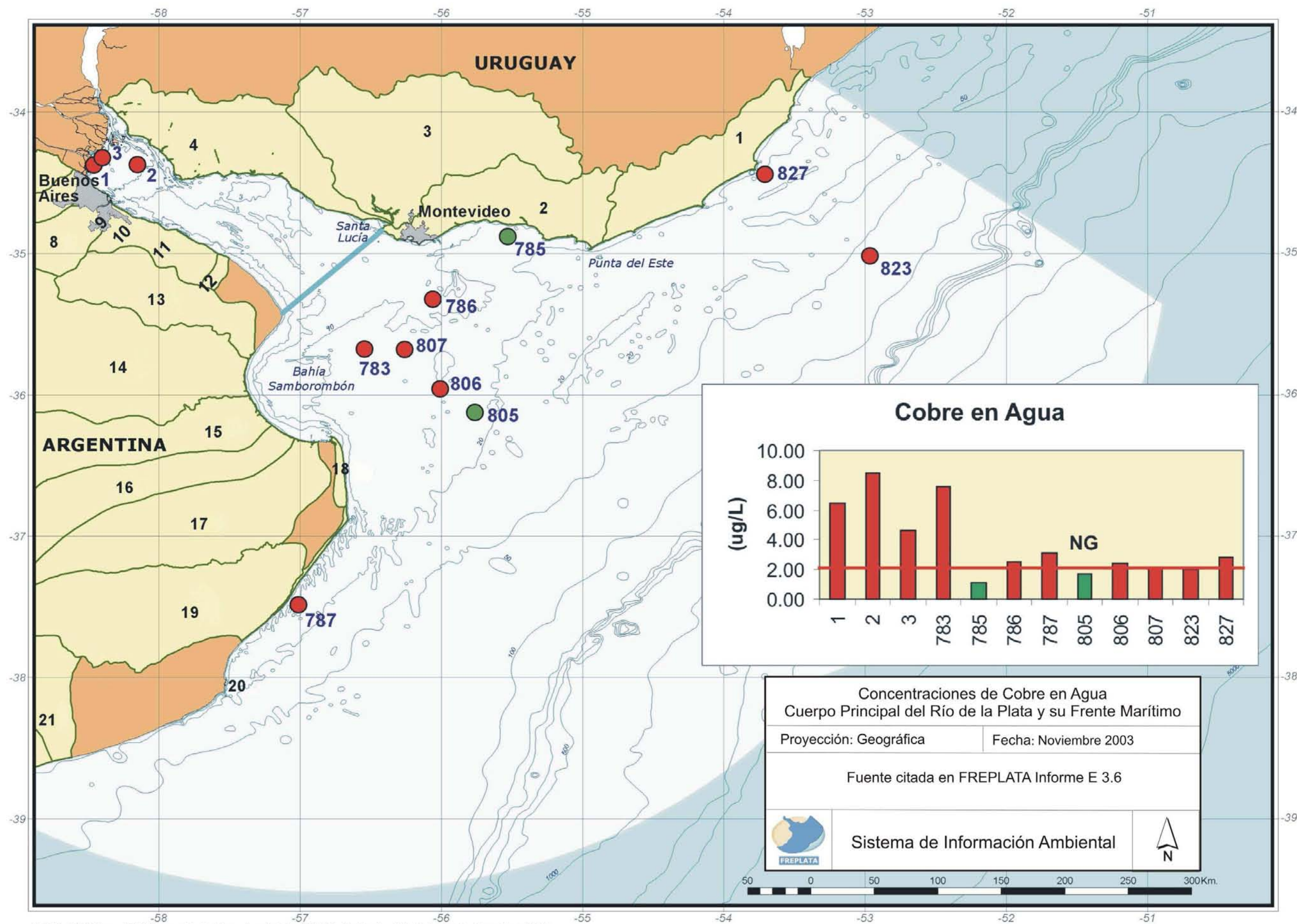


Figura 47: Número de buques

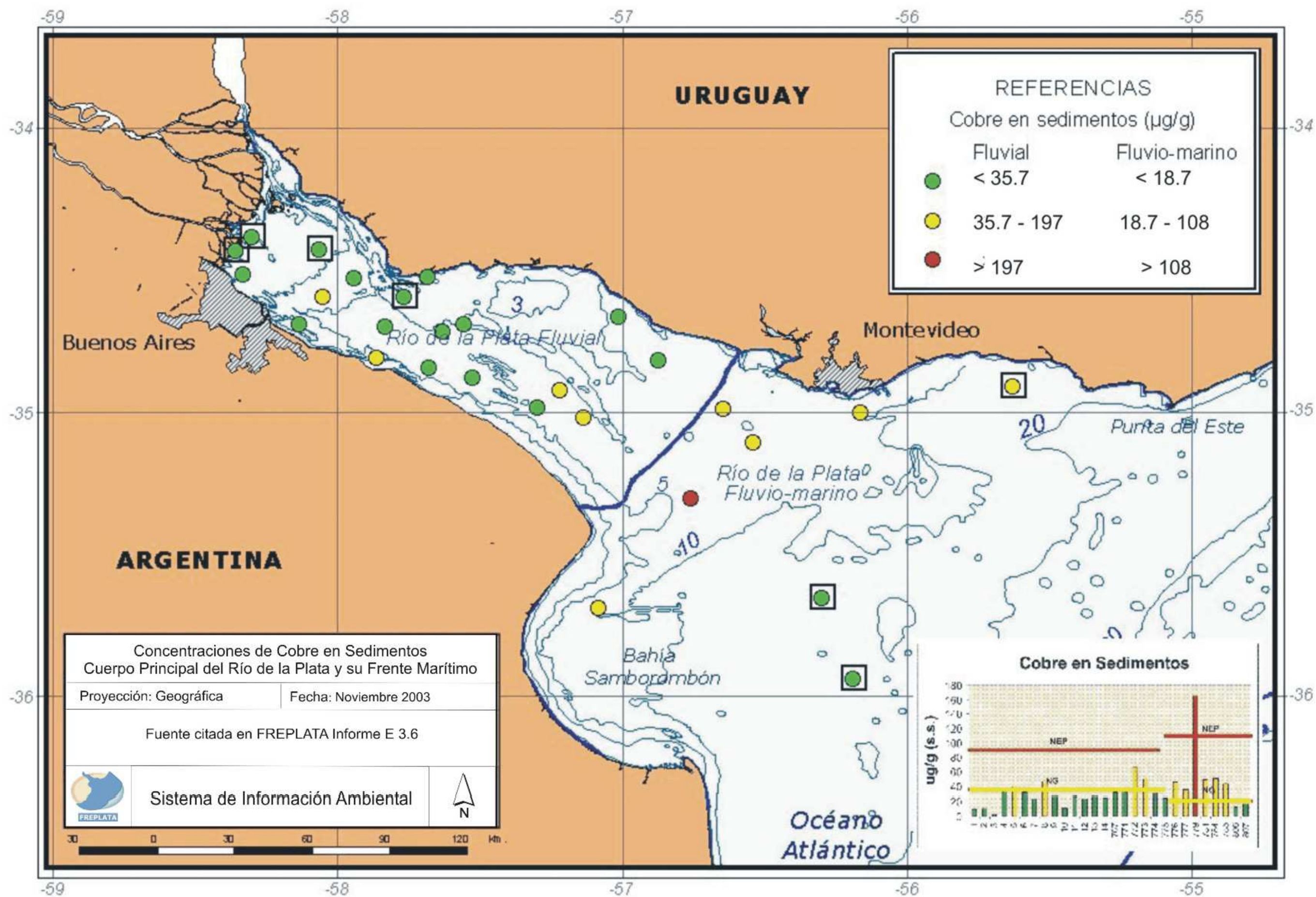




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Prospección Oceanográfica, 2001 (SHN, SOHMA, INIDEP)

Figura 48: Concentraciones de cobre en agua

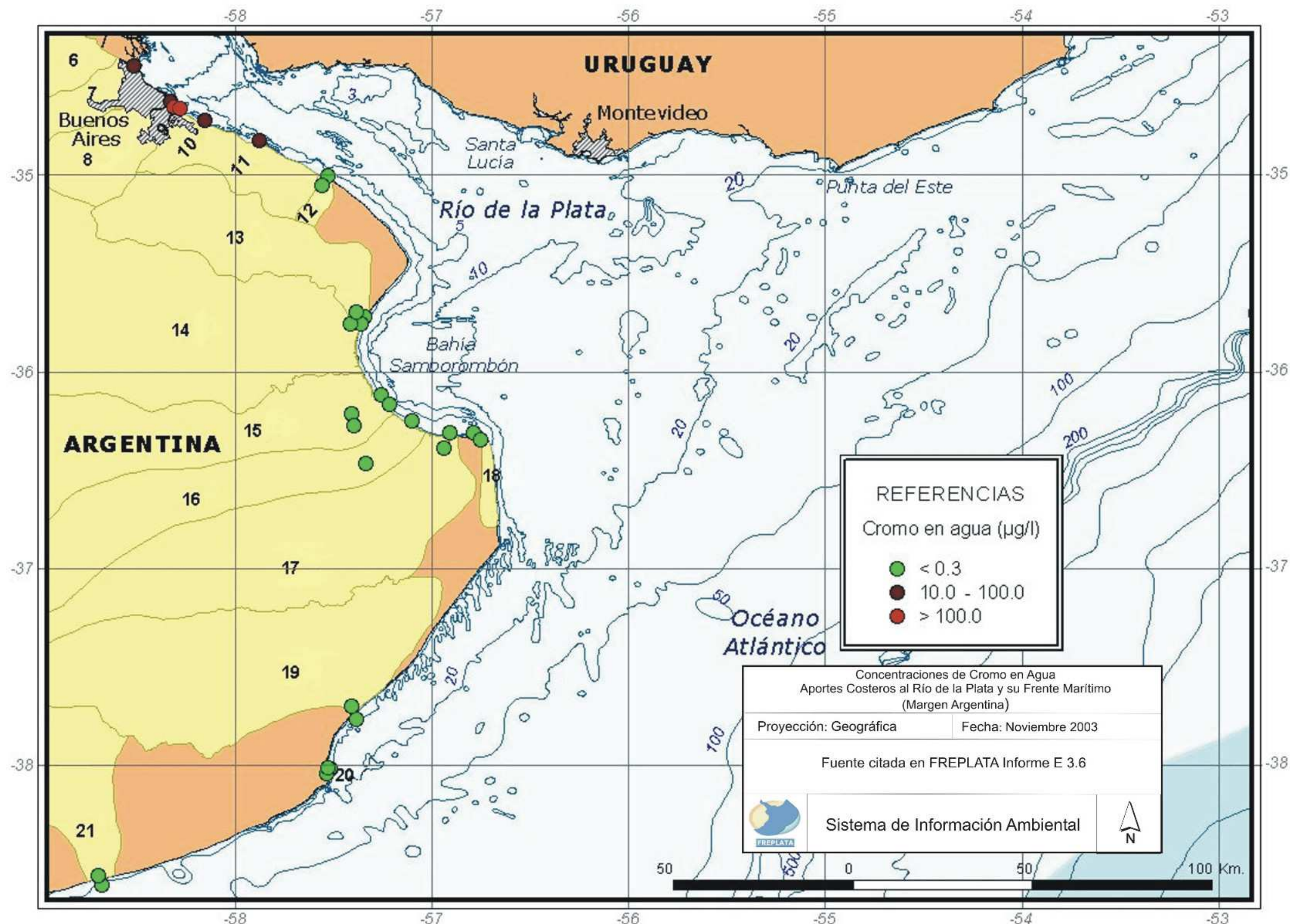




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Prospección Oceanográfica, 2001 (SHN, SOHMA, INIDEP)

Figura 49: Concentraciones de cobre en sedimentos

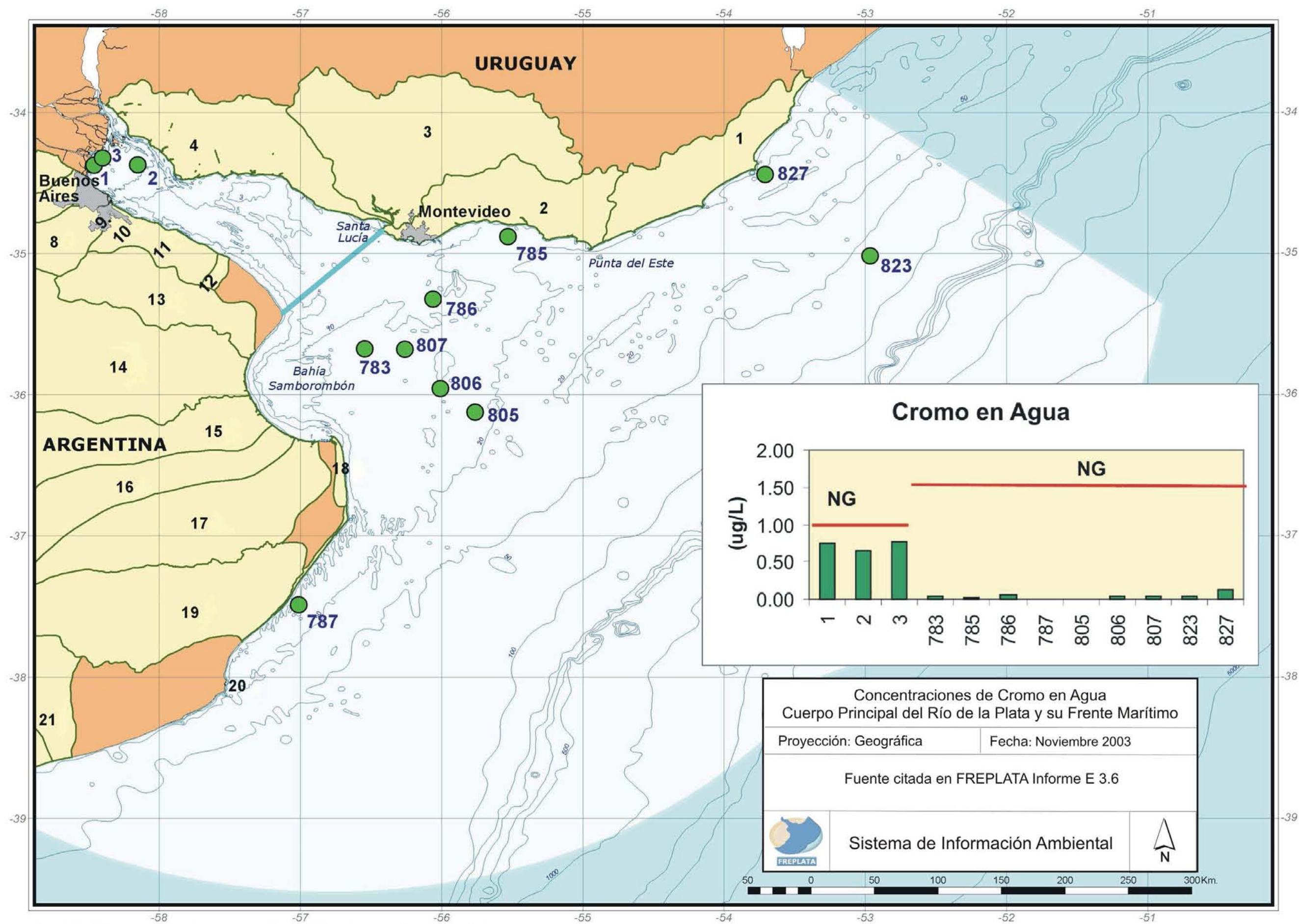




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Aportes Costeros Margen Argentina, 2002. (FREPLATA A7.1. PNA. 2003 Análisis Físico-Químico-Bacteriológico del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe Final)  
Plan de Saneamiento Integral Aguas Argentinas S.A. 2000  
Secretaría de Política Ambiental 2001. Canal Lateral Oeste. Estudio de Calidad Ambiental. Agua Superficial y Sedimentos. Dirección de Ecología y Recursos Naturales, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Figura 50: Concentraciones de cromo en agua

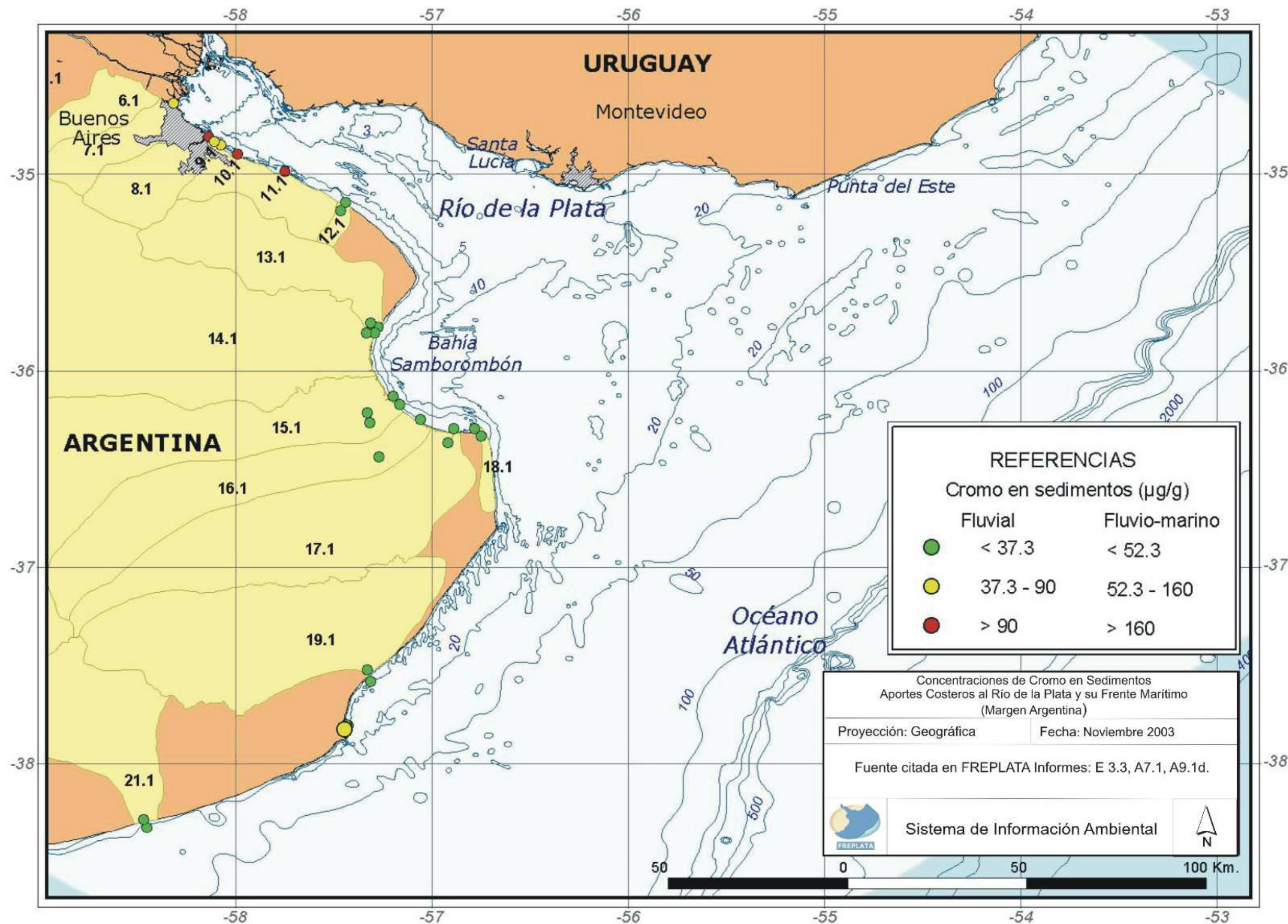




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Prospección Oceanográfica, 2001 (SHN, SOHMA, INIDEP)

Figura 51: Concentraciones de cromo en agua

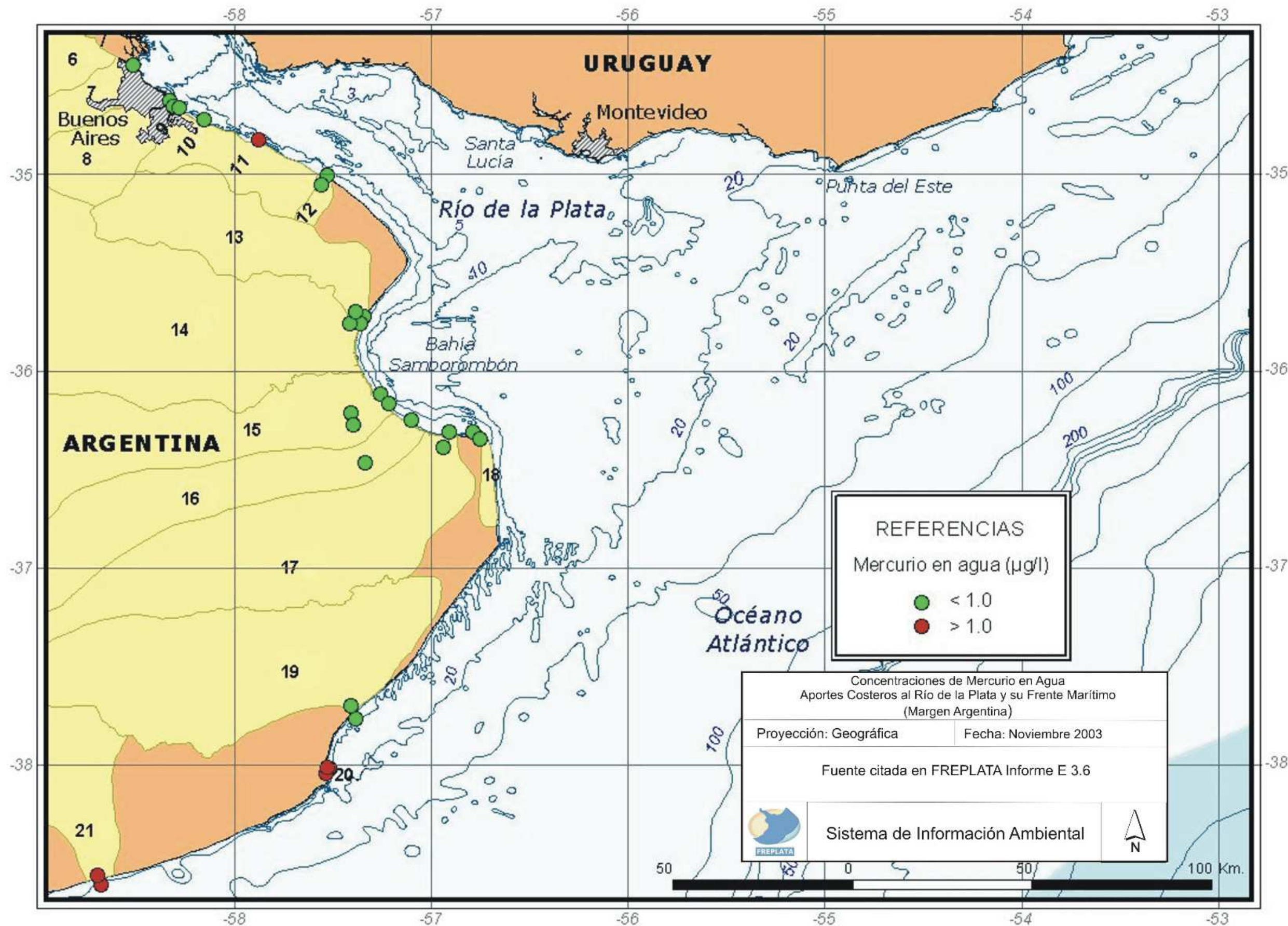




Informe E3.3: Carsen, A. - 2002. Estándares de vertido, comparación de los límites fijados por la legislación Argentina y Uruguay;  
Informe A7.1: Pereyra, J.; Espindola, J.; García Romero, N.; Rufino, D.; Bossio, J.; Bercovsky, J.; Maggi, J.; Rabossi, A.; Freyre, L.; Kourani, Y. y Annichin, A. - 2003. Análisis físico, químico, bacteriológico del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe final;  
Informe A9.1d: García, M.; Protogino, L. y Jaureguizar, A. - 2002. Asociaciones ícticas y aspectos biológicos de las especies más abundantes colectadas durante la campaña de prospección. Capítulo III.

Figura 52: Concentraciones de cromo en sedimentos

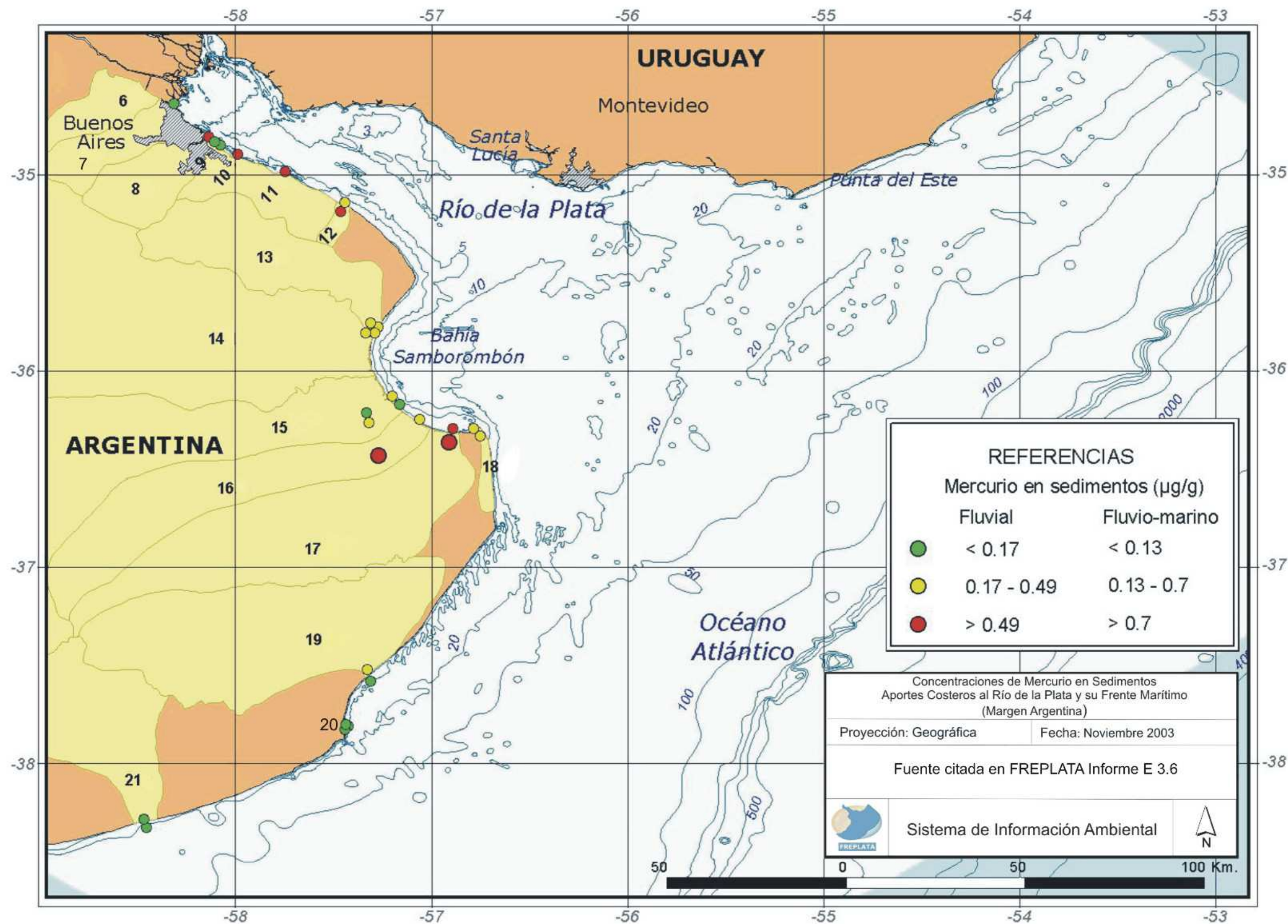




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Aportes Costeros Margen Argentina, 2002. (FREPLATA A7.1. PNA. 2003 Análisis Físico-Químico-Bacteriológico del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe Final)  
Franja Costera Sur. 1997. Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata (San Fernando-Magdalena). Ed. Consejo Permanente para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata  
Plan de Saneamiento Integral Aguas Argentinas S.A. 2000  
Secretaría de Política Ambiental 2001. Canal Lateral Oeste. Estudio de Calidad Ambiental. Agua Superficial y Sedimentos. Dirección de Ecología y Recursos Naturales, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Figura 53: Concentración de mercurio en agua

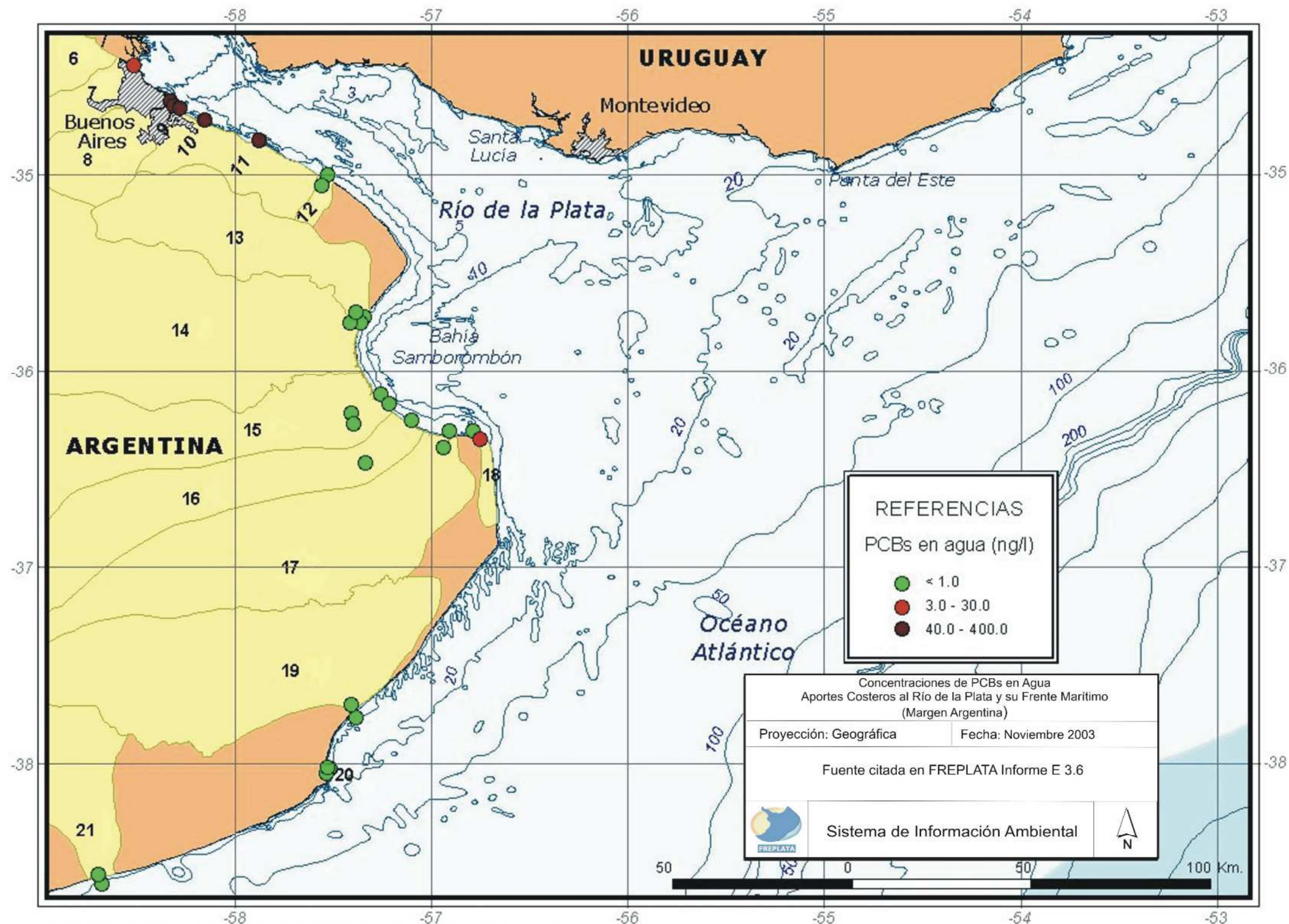




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota.  
FCS. 1997. Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata (San Fernando - Magdalena). Ed. Consejo Permanente para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata.  
FREPLATA A7.1 PNA. 2003 Análisis Físico-Químico/ Bacteriológico del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe Final.  
Municipalidad de Berazategui, 2001. Las cloacas máximas y la Franja Costera Sur del Gran Buenos Aires. Antecedentes y contaminación.  
Secretaría de Política Ambiental. 2001. Canal Lateral Oeste. Estudio de Calidad Ambiental. Agua Superficial y Sedimentos. Dirección de Ecología y Recursos Naturales, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Figura 54: Concentración de mercurio en sedimentos

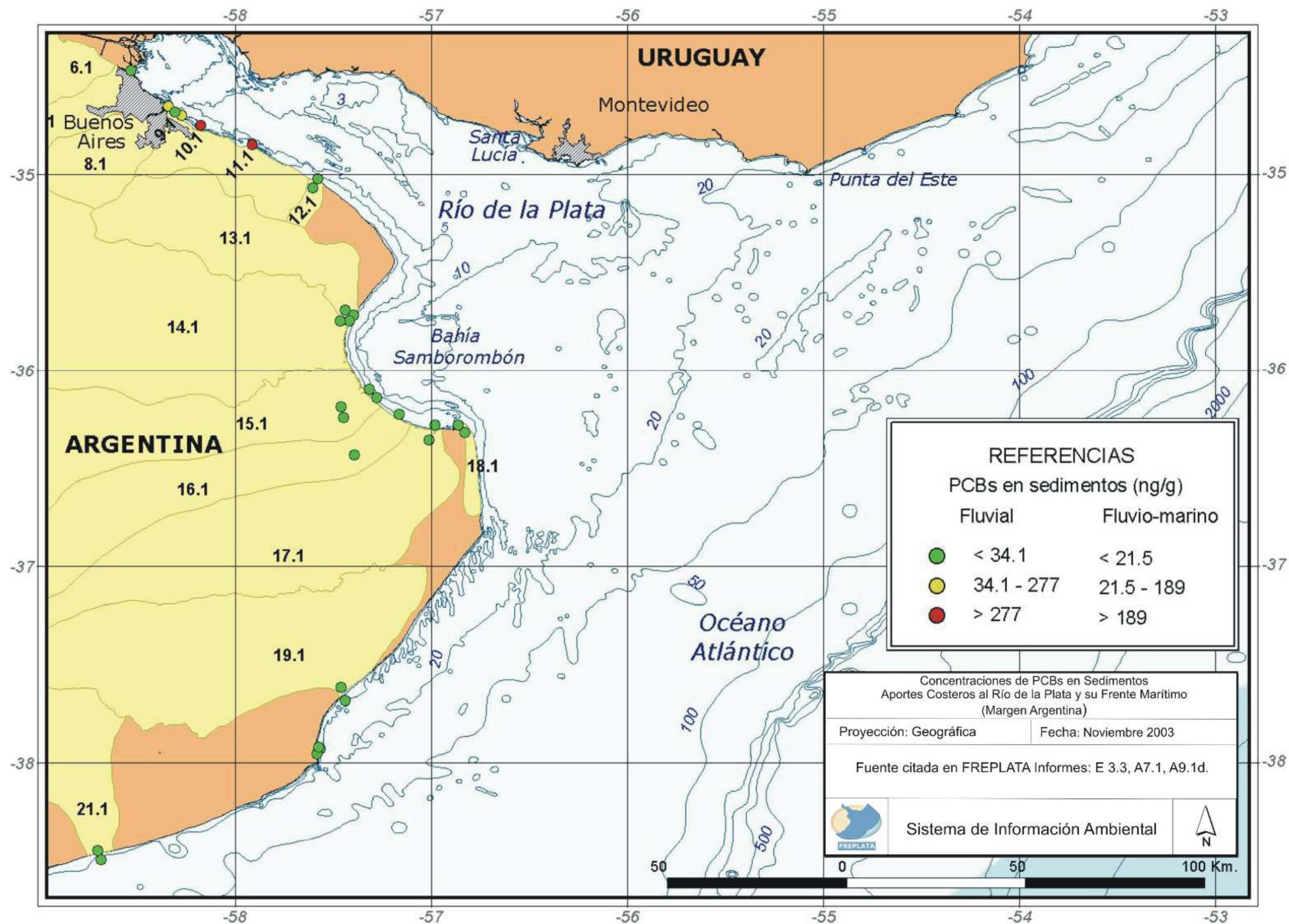




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Aportes Costeros Margen Argentina, 2002. (FREPLATA A9.1. UNLP. Facultad de Ciencias Naturales y Museo Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica 2003 Colombo JC, Barreda A, Cappelletti N, Migova C y Skorupka C.  
Contaminantes Orgánicos en Aguas y Sedimentos de Afluentes del Litoral Argentino. Informe Final)  
Colombo J.C., Khalil M.F., Horth A.C. And Catoggio J.A. 1990. Distribution of Chlorinated Pesticides and Biphenyls in Biotic and Abiotic Compartments of the Río de la Plata, Argentina. Environmental Science and Technology. 24, 498-505  
Frias, F.C. y Janiot, L. 2000, Protección Ambiental Costera y Desarrollo Sustentable en el Río de la Plata Frente a las Actividades Basadas en Tierra. UCES. Fundación Maphre-SHN, Servicio de Hidrografía Naval, Argentina

Figura 55: Concentraciones de PCBs en agua

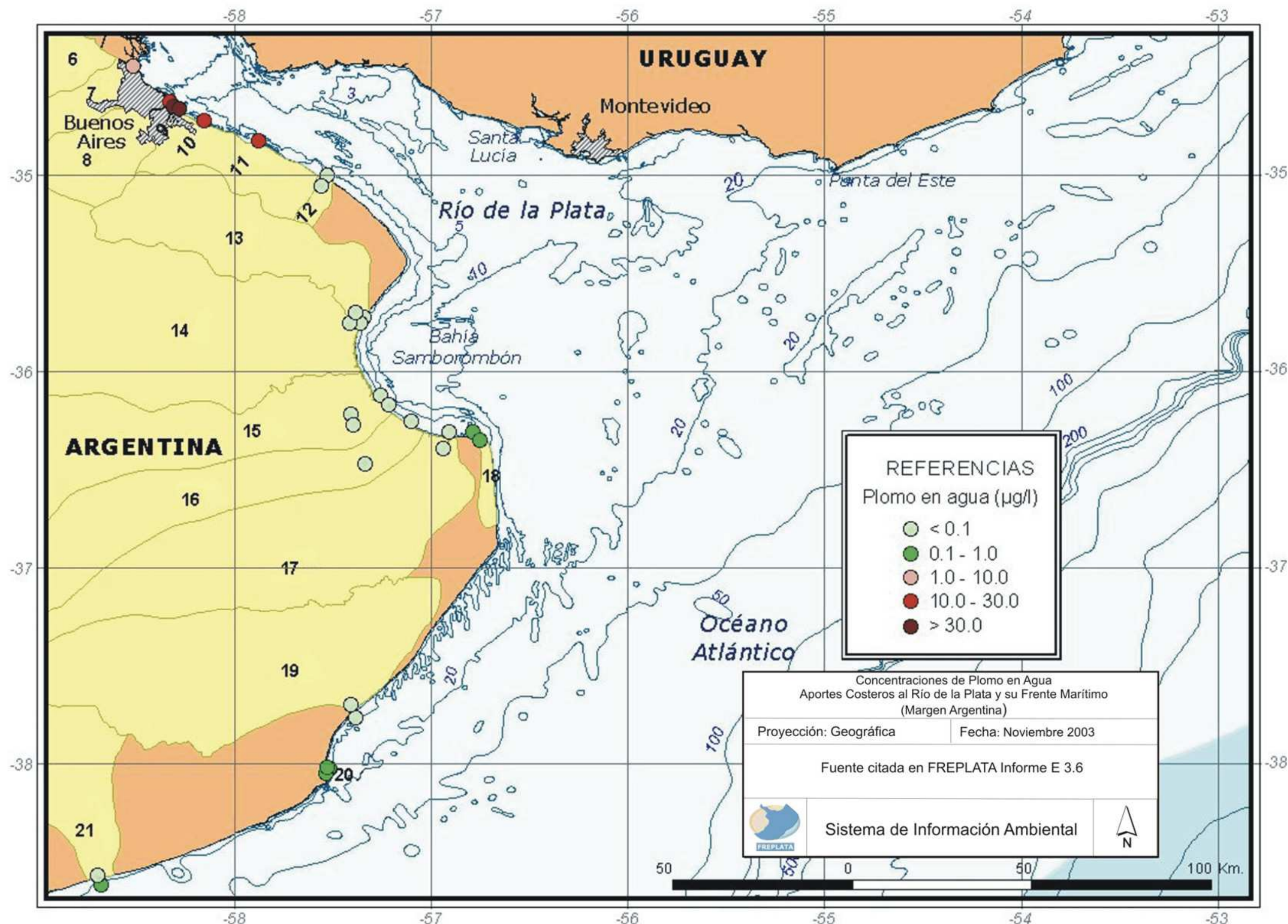




Informe E3.3: Carsen, A. - 2002. Estándares de vertido, comparación de los límites fijados por la legislación Argentina y Uruguay; Informe A7.1: Pereyra, J.; Espindola, J.; Garcia Romero, N.; Rufino, D.; Bossio, J.; Bercovsky, J.; Maggi, J.; Rabossi, A.; Freyre, L.; Kourani, Y. y Annichin, A. - 2003. Análisis físico, químico, bacteriológico del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe final; Informe A9.1d: García, M.; Protogino, L. y Jaureguizar, A. - 2002. Asociaciones ícticas y aspectos biológicos de las especies más abundantes colectadas durante la campaña de prospección. Capítulo III.

Figura 56: Concentraciones de PCBs en sedimentos



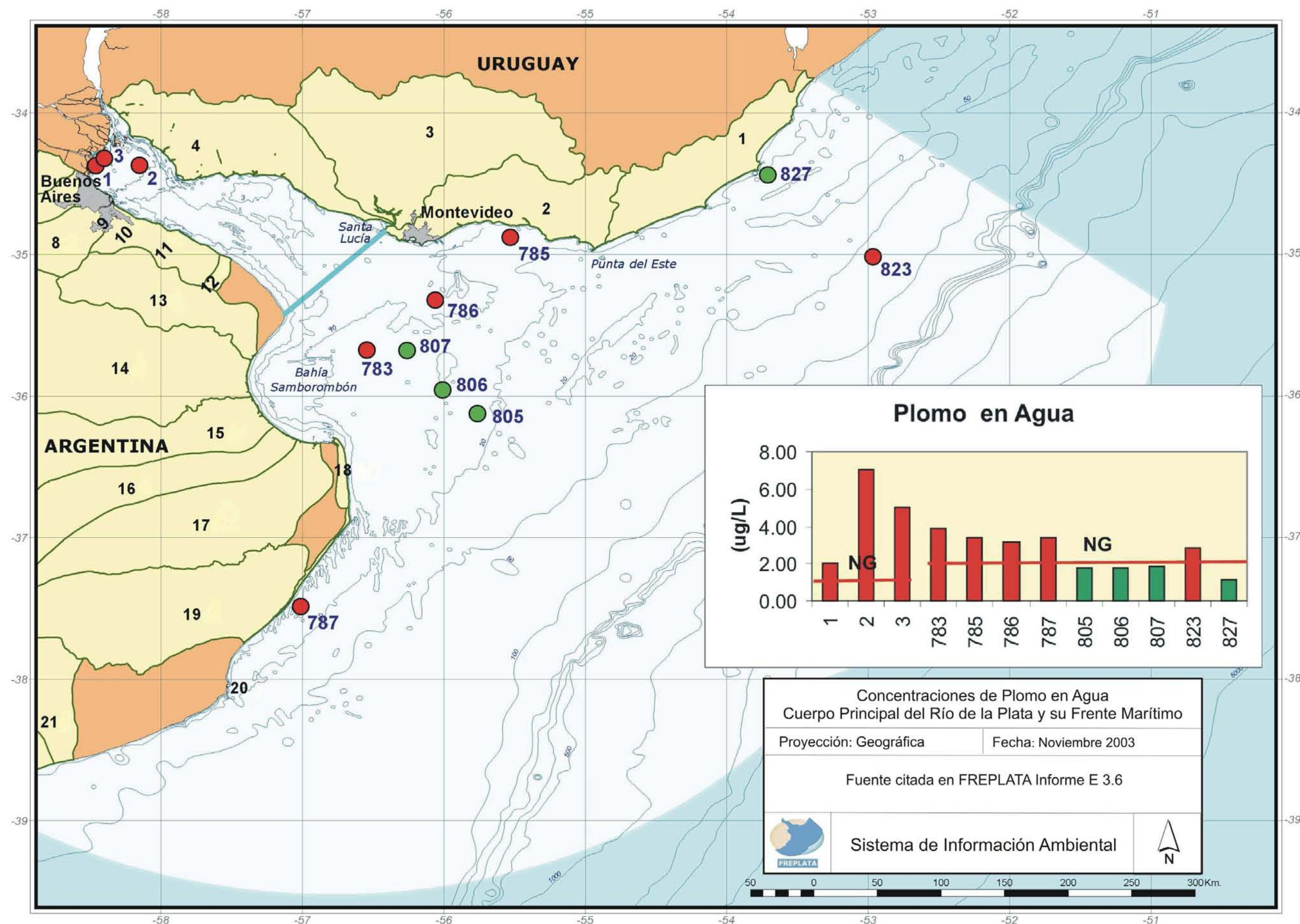


FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Aportes Costeros Margen Argentina, 2002. (FREPLATA A7.1. PNA. 2003 Análisis Físico-Químico-Bacteriológico del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe Final)  
Plan de Saneamiento Integral Aguas Argentinas S.A. 2000  
Secretaría de Política Ambiental 2001. Canal Lateral Oeste. Estudio de Calidad Ambiental. Agua Superficial y Sedimentos. Dirección de Ecología y Recursos Naturales, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Fuente:

Figura 57: Concentraciones de plomo en agua

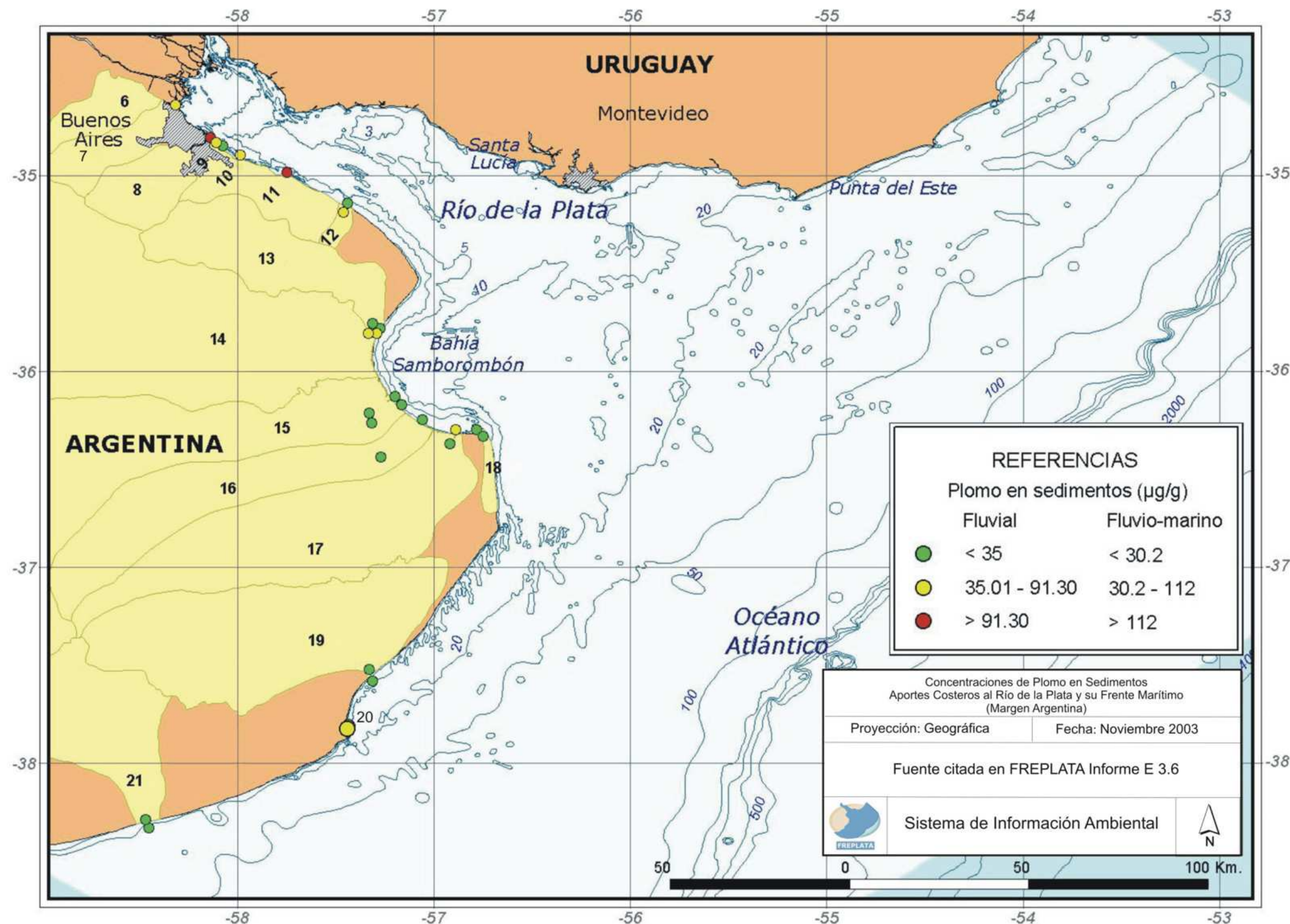




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Prospección Oceanográfica, 2001 (SHN, SOHMA, INIDEP)

Figura 58: Concentraciones de plomo en agua

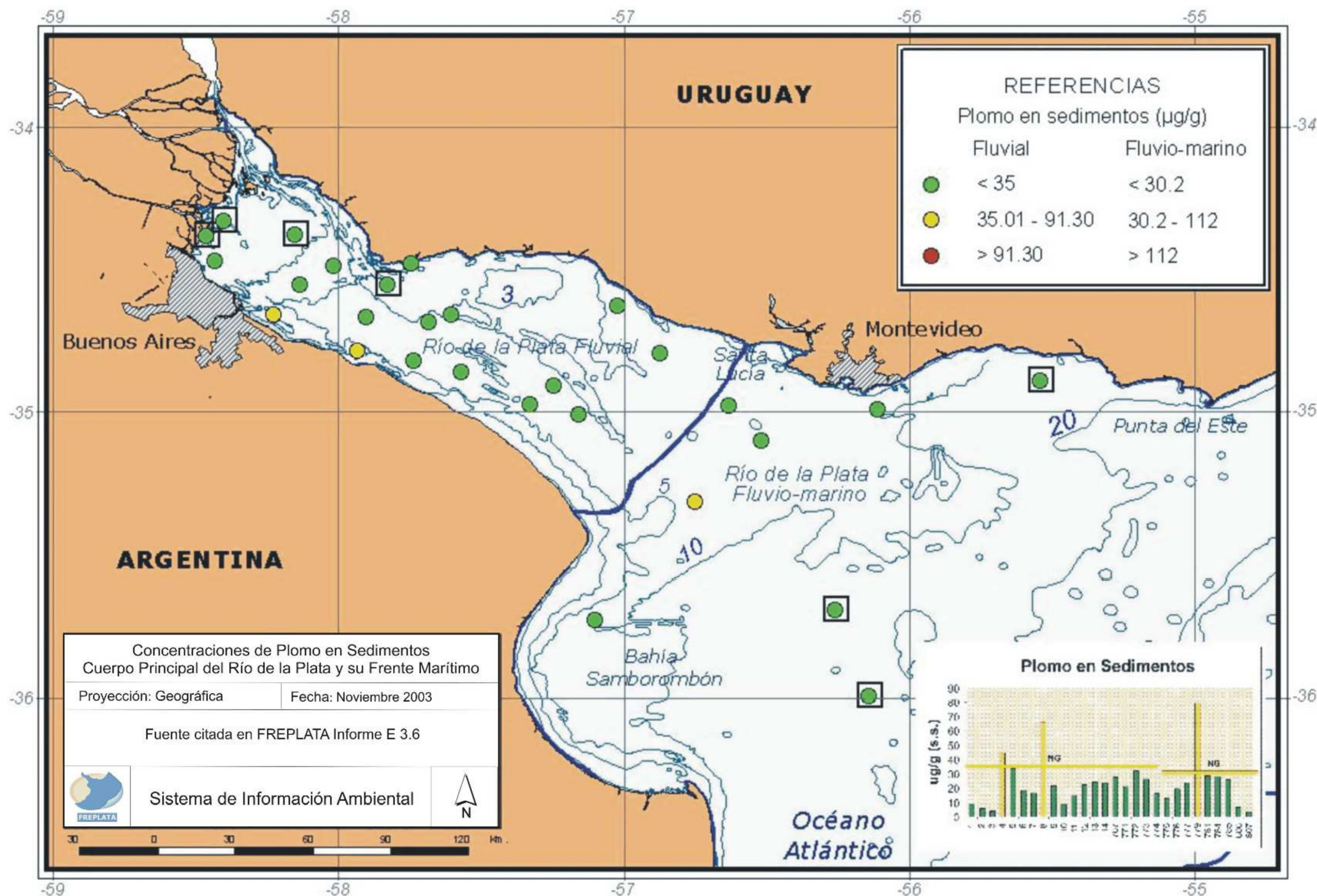




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota.  
FREPLATA A7.1. PNA. 2003. Análisis Físico-Químico- Bacteriológico del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Informe final.  
Frias FC y Janiot L. 2000. Protección Ambiental Costera y Desarrollo Sustentable en el Río de la Plata Frente a las Actividades Basadas en Tierra. UCES. Fundación Maphre-SHN, Servicio de Hidrografía Naval, Argentina.  
Secretaría de Política Ambiental. 2001. Canal Lateral Oeste. Estudio de Calidad Ambiental. Agua Superficial y Sedimentos. Dirección de Ecología y Recursos Naturales, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Figura 59: Concentraciones de plomo en sedimentos costeros

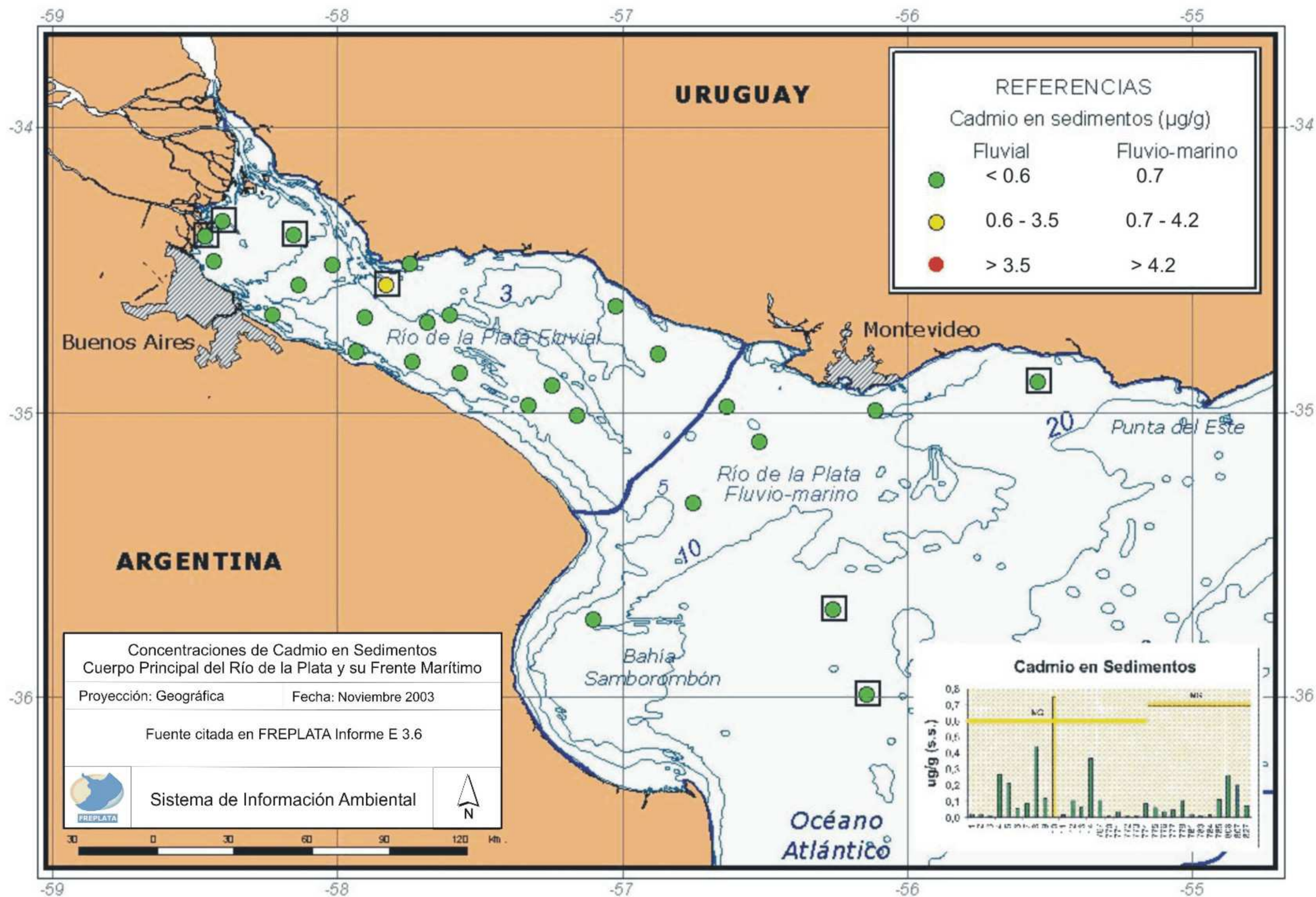




FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Prospección Oceanográfica, 2001 (SHN, SOHMA, INIDEP)

Figura 60: Concentraciones de plomo en sedimentos del cuerpo principal





FREPLATA Informe E 3.6 Carsen A., Perdomo A. y Arriola, M. 2004. Contaminación de Aguas, Sedimentos y Biota  
Campaña FREPLATA de Prospección Oceanográfica, 2001 (SHN, SOHMA, INIDEP)

Figura 61: Concentraciones de cadmio en sedimentos del cuerpo principal



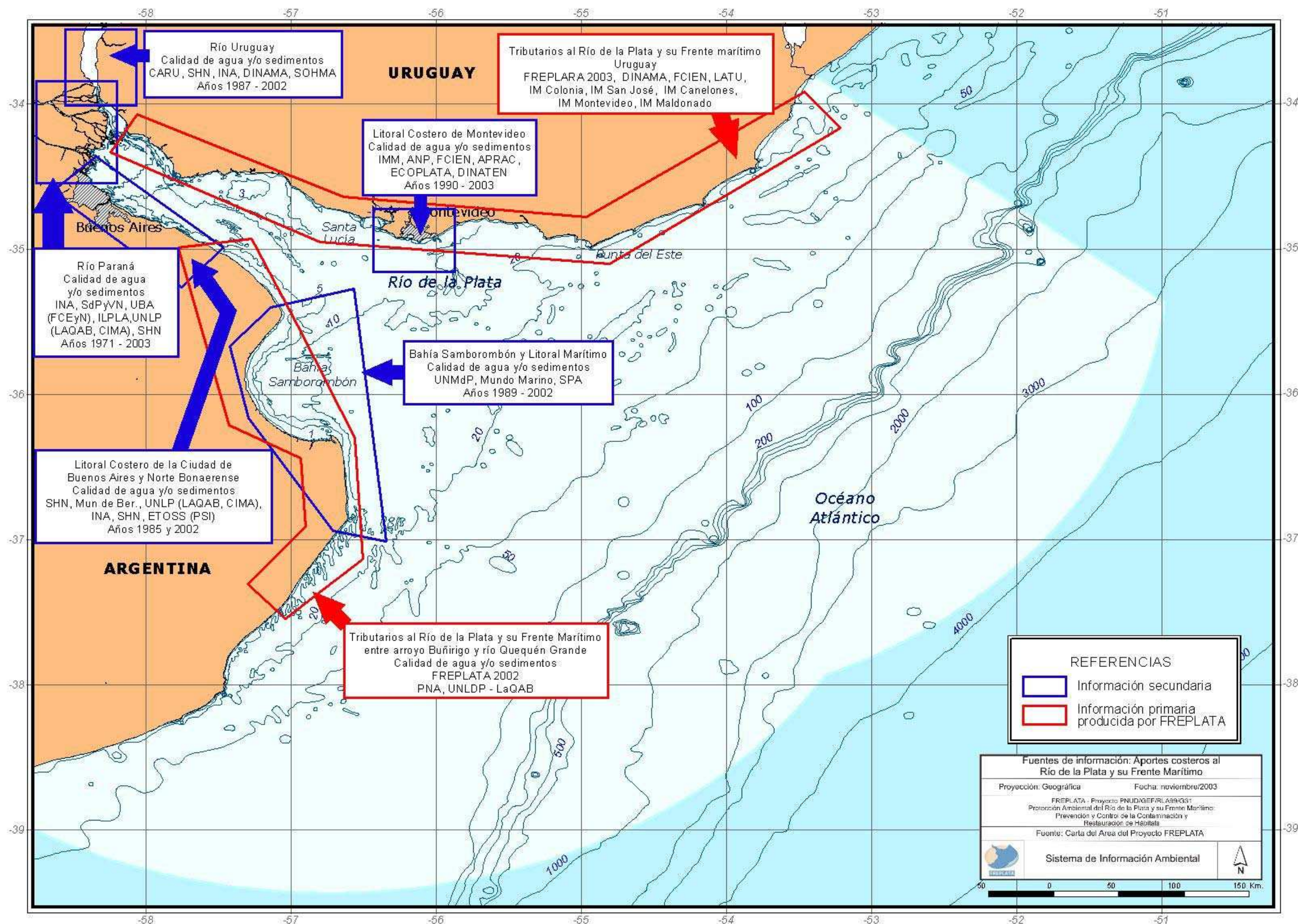


Figura 62: Fuentes de información. Zonas costeras



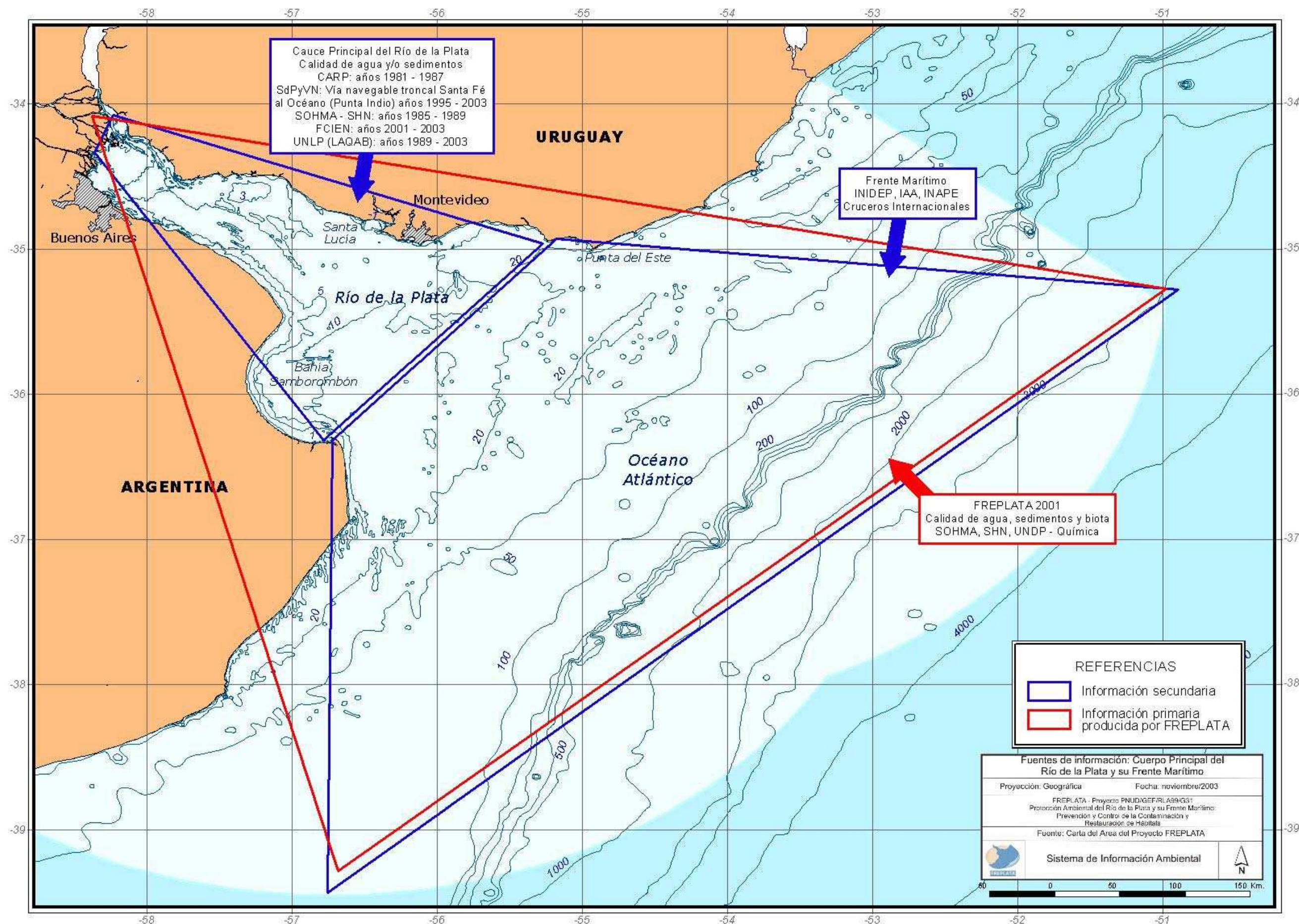


Figura 63: Fuentes de información. Cuerpo principal.



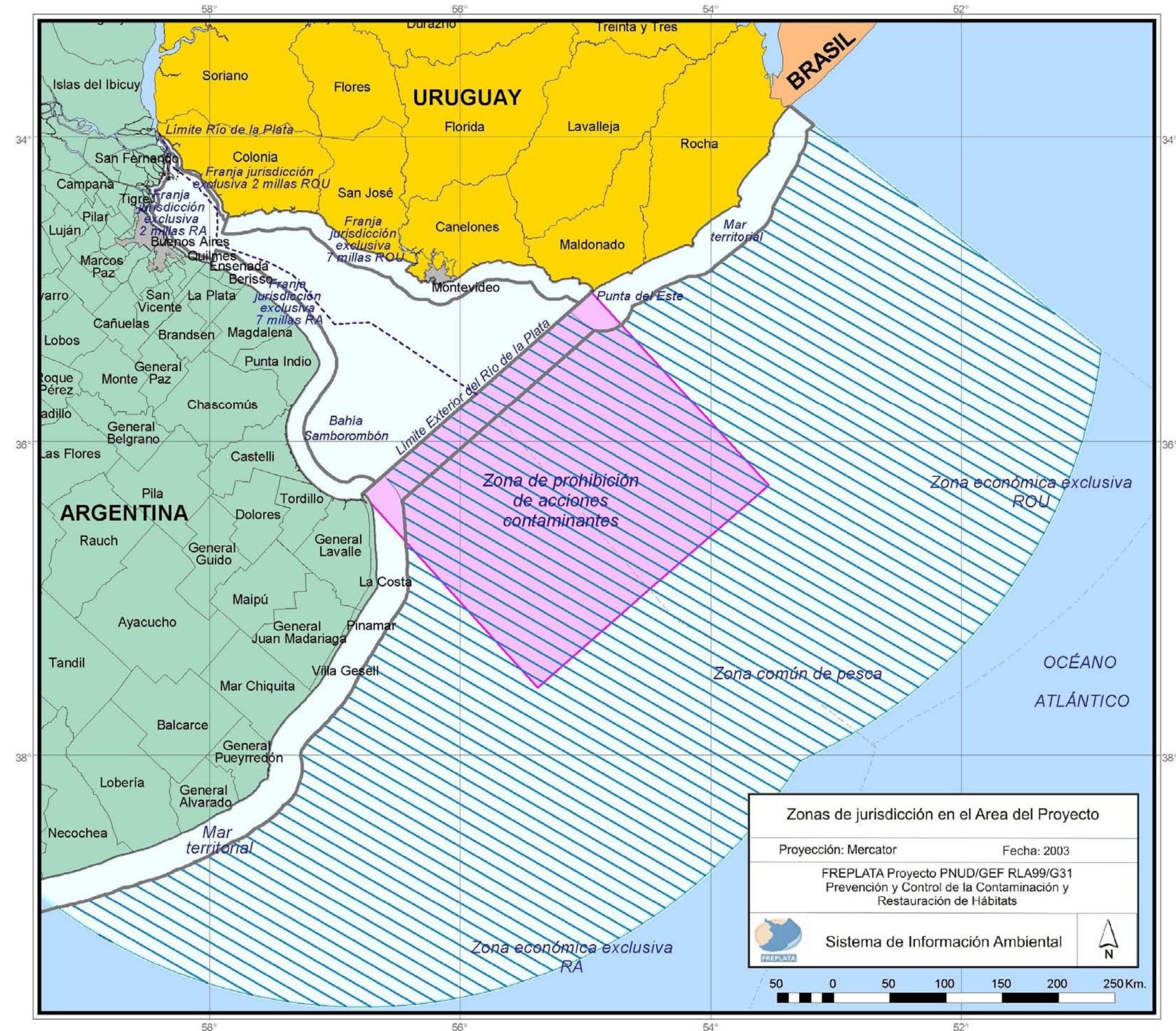


Figura 64: Zonas de jurisdicción.



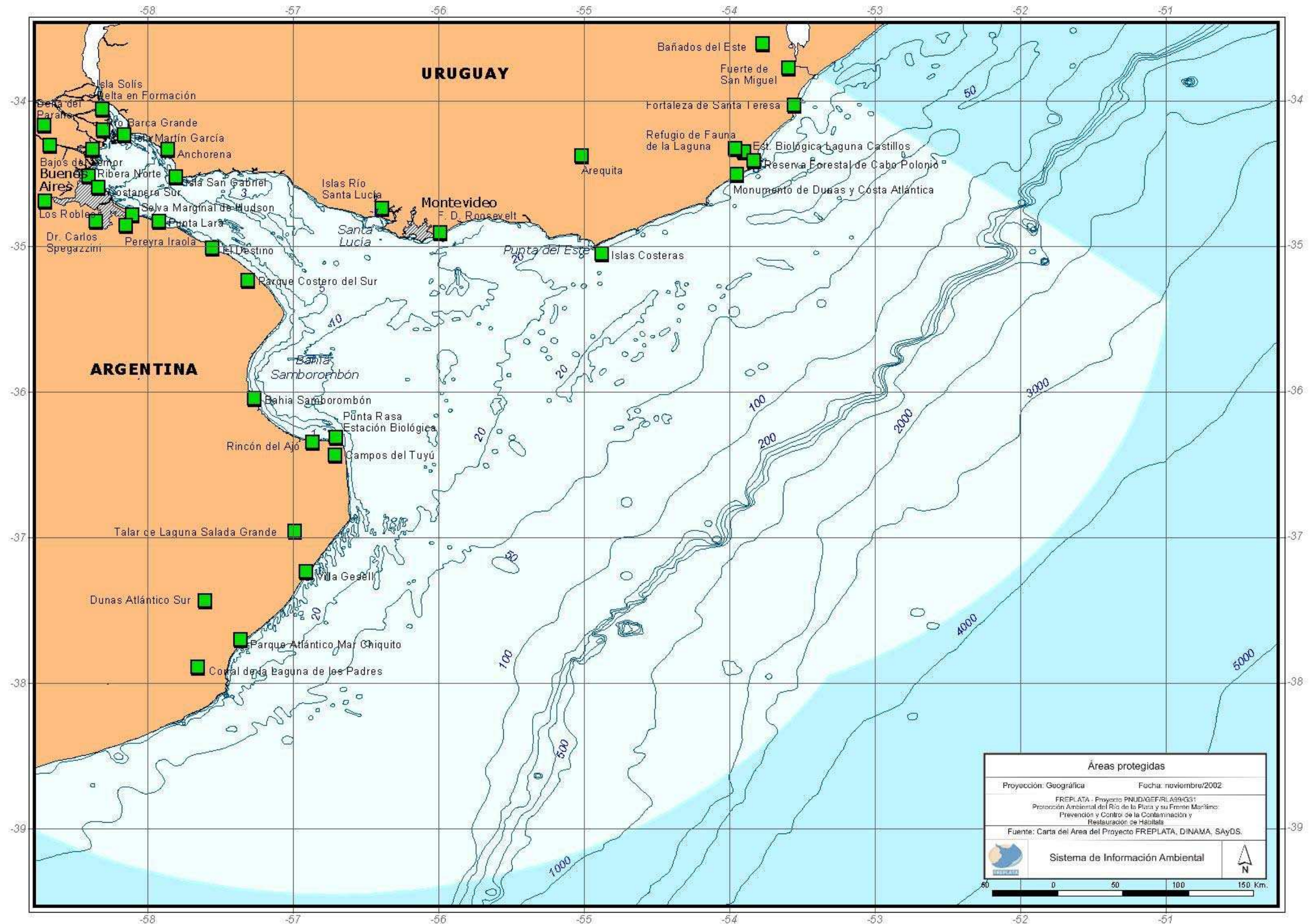


Figura 65: Áreas protegidas

### ○ **Estudio FREPLATA – Junio 2005**

De este estudio se consideran relevantes algunas recomendaciones relacionadas a los Instrumentos de gestión de calidad ambiental del agua, para contribuir a la racionalización de los sistemas de instrumentos de gestión de calidad de agua, minimizando la superposición y mejorando la articulación entre ellos.

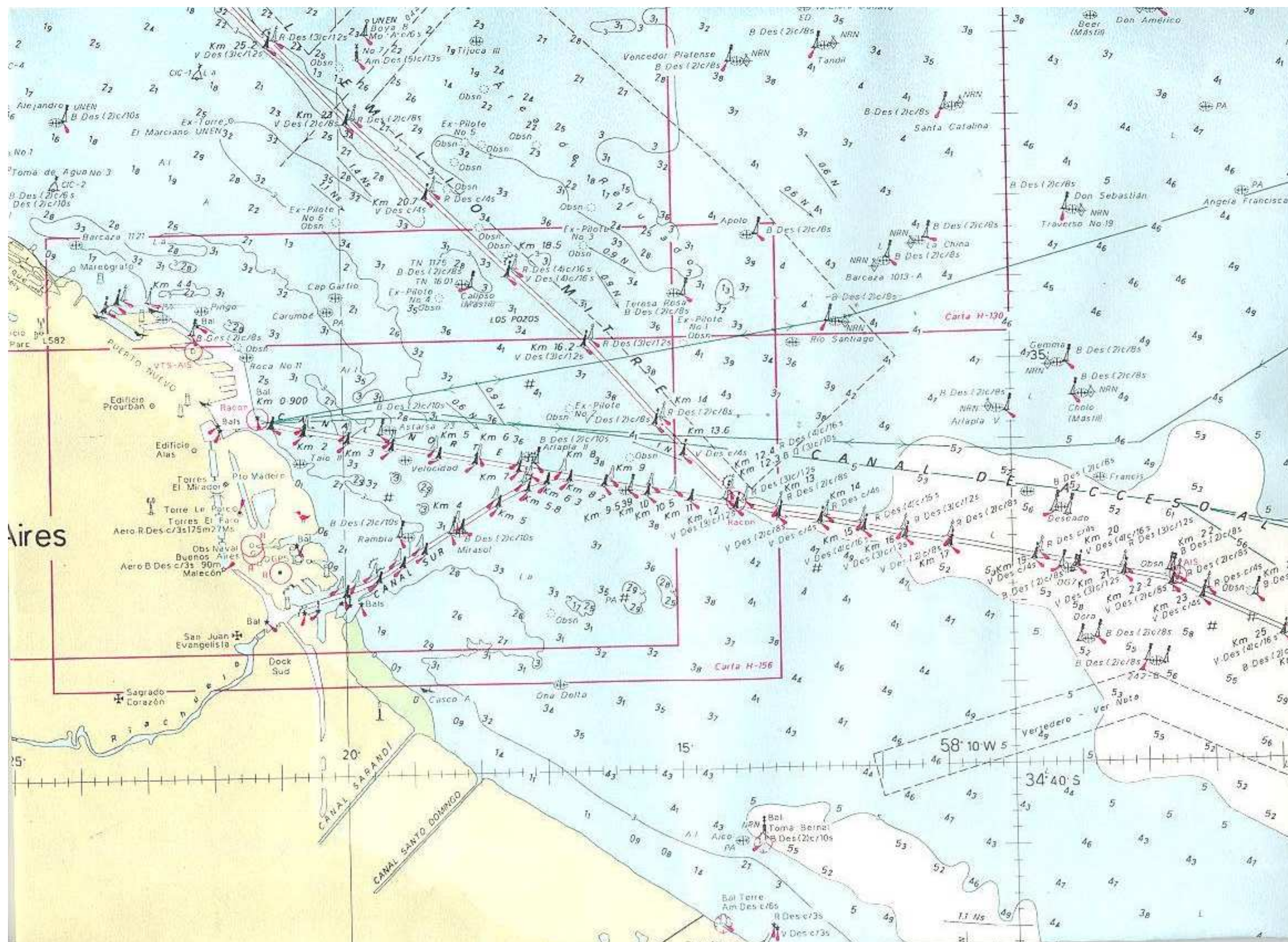
- ✚ Fortalecer la capacidad para consolidar un enfoque sistémico en el diseño de los instrumentos de gestión ambiental, articulando los mecanismos legales con los incentivos económicos y los acuerdos de colaboración público-privada.
- ✚ Contribuir a incorporar el análisis de viabilidad técnica y económica a nivel de diseño de instrumentos y normativas de política ambiental.
- ✚ Promover la incorporación del Análisis Costo-Beneficio en el diseño de los mecanismos e instrumentos de gestión ambiental de los espacios acuáticos y costeros.
- ✚ Fortalecer capacidades y apoyar el diseño y difusión de las técnicas de valoración económica de mejoras de calidad ambiental o del impacto de daños ambientales en relación con el uso del agua y de los espacios costeros.
- ✚ Diseño de los Instrumentos Económicos- Financieros como incentivos económicos efectivos de política ambiental, y de mecanismos adecuados de financiamiento que garanticen la sustentabilidad, de manera complementaria con los mecanismos de control-comando y los acuerdos voluntarios.
- ✚ Fortalecimiento de la capacidad de control y monitoreo de parte de las agencias reguladoras del Estado.
- ✚ Incorporar los sistemas de evaluación y de seguimiento de los programas, incluyendo sistemas de información a la sociedad civil.
- ✚ Contribuir a la divulgación y difusión de las iniciativas de colaboración y concertación público-privada en gestión de efluentes industriales.
- ✚ Promover la concertación entre el sector público y el sector privado para la implementación efectiva de los mecanismos e instrumentos de control de la contaminación de los espacios acuáticos.

### **10.1.2. Zona de Emisario Subfluvial Riachuelo**

La construcción del Emisario Subfluvial Riachuelo, se emplazará a una distancia aproximada de 11 a 12 km desde la línea de costa, próximo al área de refulado, como se observa en la siguiente figura:







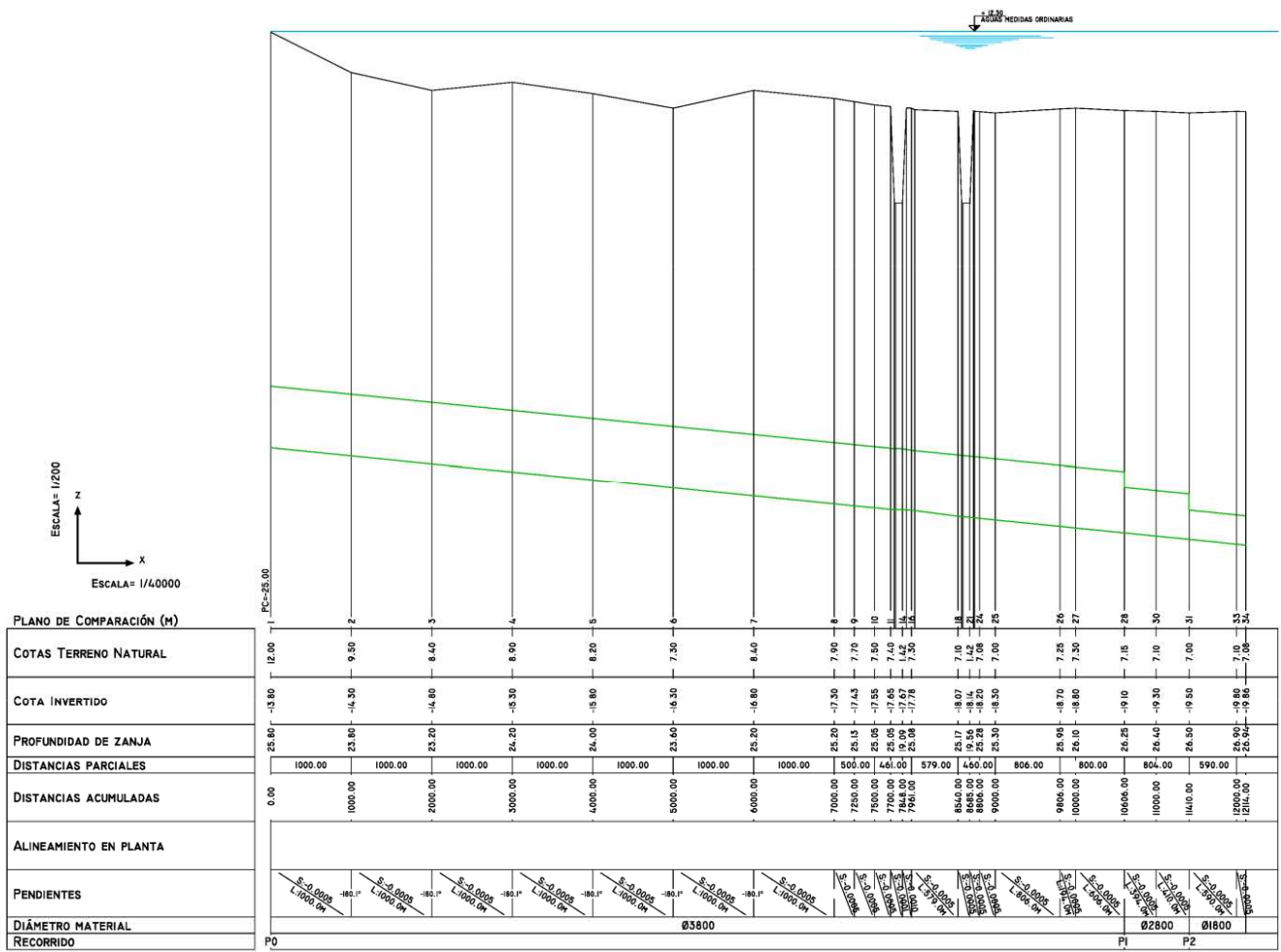
Fuente: S.H.N.

Figura 66 : Áreas de refugio (caso B)

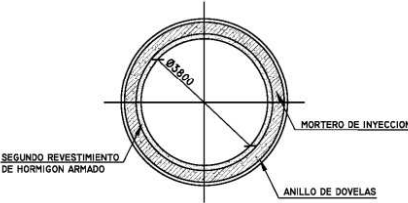


This image shows an aerial photograph of a coastal city, likely San Diego, with a Google Map overlay. The map displays elevation data across the city and surrounding areas. Key features include the coastline, major roads, and various landmarks. The map overlay shows a grid of elevation points, with values ranging from 1.2 to 4.8. The city is situated on a peninsula, with the ocean to the left and the mainland to the right. The map overlay is a semi-transparent rectangle, allowing the aerial view to be seen through it. The Google logo is visible in the bottom right corner of the map overlay.

PERFIL

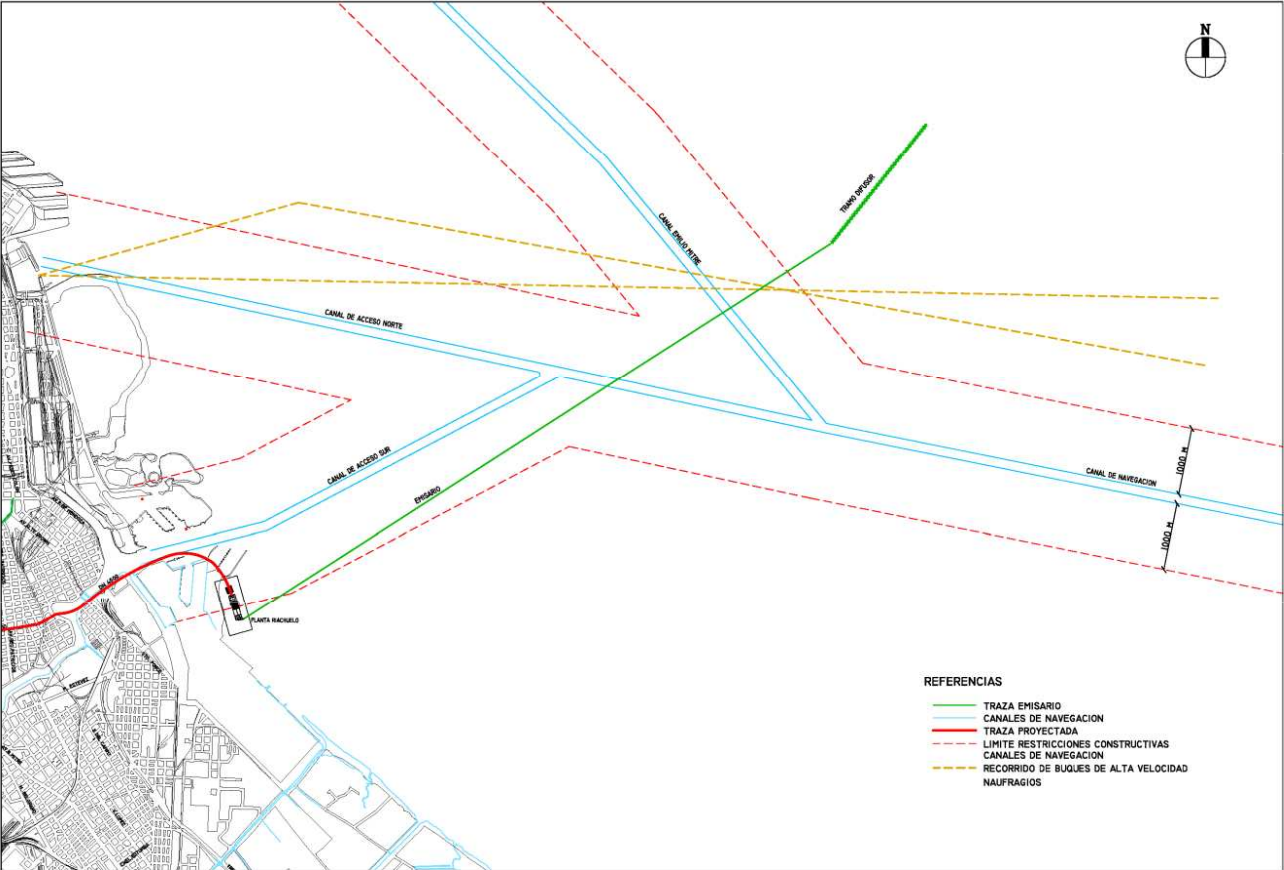


DETALLE CONDUCTO  
CONSTRUCCION POR TUNELERA



SECCION TIPICA

PLANTA  
1:50000



NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

Dirección de Planificación



SISTEMA RIACHUELO TRAZA DE EMISARIO INCLUIDO TRAMO DIFUSOR				
GERENTE:	PROYECTISTA:	PROYECTISTA CAD:	CODIGO ARCHIVO	REV.
F.D.	F.D.	X.Z./P.C.	R-C-AA-0069	5
JEFE DE PROYECTO:	FECHA:	ESCALA:	PLANO N°	
F.D.	28/01/09	INDICADAS	RCAA0069	
Revisión	Descripción		Revisó	Fecha
1*	REVISION GENERAL DEL PROYECTO		F.D.	22/08/08
2*	REVISION GENERAL DEL PROYECTO		F.D.	28/08/08
3*	REVISION GENERAL DEL PROYECTO		F.D.	19/09/08

El sitio se encuentra delimitado al noroeste por el área de refulado que se ubica al norte del canal de acceso sobre el veril del canal Emilio Mitre, al sur por el canal de acceso al Puerto de Buenos Aires, y atravesado por las derrotas de buques de alta velocidad y presenta una profundidad media aproximada de 3,6 metros<sup>14</sup>.

Existen elementos destacables en las zonas A y B de difusión. La zona A se encuentra rodeada por derrotas de Buques de Alta Velocidad, encontrándose además el canal Emilio Mitre en el sector sudoeste, y el Canal de Acceso al Puerto de Buenos Aires al sudeste. Al norte se encuentra la embarcación Río Santiago, con sus señalizaciones correspondientes.

En la zona B circulan dos corrientes, una de noroeste a sudeste a 0,6 nudos, y otra de sudeste a noroeste a 0,6 nudos. Se encuentran en su perímetro diversas embarcaciones con sus señalizaciones correspondientes: Vencedor Platense, Tandil y Clara Donato al noroeste, Santa Catalina al este, Río Santiago, Barcaza 1013-A, La China y Traverso al sudeste.

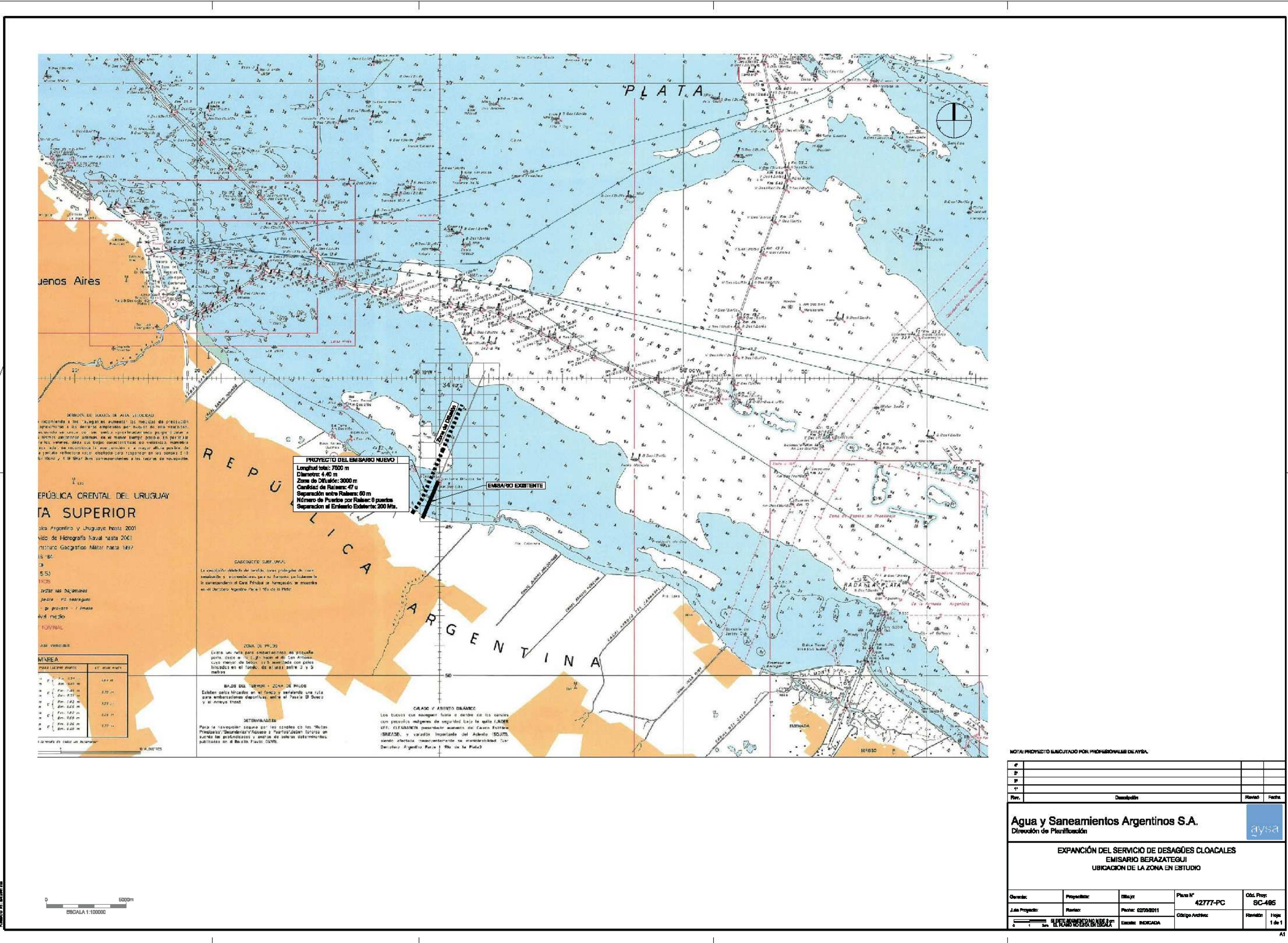
### **10.1.3. Zona de Emisario Subfluvial Berazategui**

La construcción del Emisario Subfluvial Berazategui, se emplazará a una distancia aproximada de 7500 metros desde la línea de costa, con un área de difusión de 2300 metros de longitud.

---

<sup>14</sup> Carta Náutica Río de la Plata H-118 (Corregida hasta el 10 de enero del 2008) - S.H.N.





Fuente: Dirección de Planificación. AySA.

Figura 69: Emisario Berazategui



### 10.1.4. 9.1.3. Antecedentes de estudios en la zona

Al momento se han recopilado diversos estudios realizados en sitio destacándose:

- a) Campaña de sedimentos (2005)
- b) Evaluación de impacto de sedimentos por dragado en la construcción de los emisarios subfluviales Riachuelo y Berazategui – AySA S.A. (2008).
- c) Informe INCOCIV (2009).
- d) Modelado de los emisarios propuestos para Buenos Aires – Informe final.(2010).
- e) Modelación matemática de dispersión de contaminantes en el Río de la Plata por operación de los emisarios Riachuelo y Berazategui.(2010).
- f) Estudio de calidad para el proyecto de instalación de futuros emisarios: Riachuelo y Berazategui.(2011).

#### 10.1.4.1. Campaña de sedimentos 2005

##### OBJETIVO

Evaluar, en base a información preexistentes, la posible existencia de contaminantes en los sedimentos situados en el área próxima a la descarga de los líquidos cloacales en el partido de Berazategui, a través del Emisario actual.

##### INTRODUCCIÓN

A manera de introducción se detalla la evolución de la Descarga cloacal al Río de la Plata a través de la ejecución de diferentes emisarios, *“al otro lado del pueblo de Quilmes”*<sup>15</sup> (Partido de Berazategui), a lo largo de más de un siglo. (1890 – 2005).

La primera descarga al Río de la Plata construida data del año 1890. La misma consistía en la continuación de la denominada Primera Cloaca Máxima y que estaba conformada por

---

<sup>15</sup> El Saneamiento en el Área Metropolitana. Ing. Osvaldo Rey. Página 35, párrafo 4to.

3 conductos de hierro fundido de 1.07 metros de diámetro interior cada uno, que tenían una capacidad máxima de 5 m<sup>3</sup>/seg y que penetraban en el Río unos 500 metros.

Con la habilitación, primero parcial en el año 1915 y luego total en el año 1919 de la Segunda Cloaca Máxima, la primer descarga fue puesta fuera de servicio (1919) y reemplazada por un conducto subfluvial aproximadamente circular, con una superficie interior libre de 8.60 m<sup>2</sup>, (4.50 metros en su base y 2,45 metros de alto), el cual estaba calculado para conducir un caudal de 14 m<sup>3</sup>/seg. El mismo se introducía en el Río en una longitud de 1067 metros.

Al tiempo de la construcción de esta nueva descarga, el crecimiento demográfico estimado en el período 1908-1922, hizo que el Directorio de OSN, realizara estudios que permitieran desarrollar una solución integral, actualizada y a largo plazo de los problemas de saneamiento del área.

De esta manera surgió el “Proyecto de ampliación de los Servicios de Agua y Cloaca, para una población de 6 millones de habitantes en el área Capital (para 1964)”. Dicho proyecto fue aprobado por el Poder Ejecutivo en el año 1923.

El desarrollo urbano de la época, asociado al nivel de dotación diaria de agua potable suministrada y a determinados retrasos en el desarrollo de los programas de ejecución de obras en el sistema cloacal, determinó, allá por el año 1926, la decisión de proyectar la ejecución de la Tercer Cloaca Máxima. Los trabajos, que por su importancia dentro del funcionamiento integral del sistema troncal cuyo destino final era la descarga en Berazategui, eran de imperiosa necesidad, comenzaron en el año 1939 y se extendieron más de un quinquenio, habilitándose en el año 1946 el Tramo que iba hasta el Establecimiento Wilde.

Con el fin de procurar una solución a corto plazo de los problemas generados por la demanda insatisfecha de servicio se elaboró el “*Plan Integral de Saneamiento del Aglomerado Bonaerense*” (PISAB) dividiéndose el mismo en tres etapas de obras previendo la realización de las tareas en el período comprendido entre el año 1962 y 1975.

En el año 1961, el Gobierno Nacional, mediante el Decreto PEN 4212/61 aprobó el mencionado PISAB. Dentro del primer grupo de obras significativas se encontraba la ejecución del conducto sub-fluvial para evacuación de los efluentes a la altura de Berazategui.

En 1965 la ex OSN, licitó la obra del actual Emisario. El mismo se interna 2500 metros en el Río y tiene un diámetro interior de 5 mts. Las obras se inauguraron en el año 1971.

## **ALCANCE DEL ANÁLISIS**

El área considerada en la evaluación de la posible contaminación de los sedimentos está delimitada al Norte por la transecta 400, ubicada a una distancia de 13.2 Km (Arroyo Santo Domingo) medida desde la descarga, al Sur por la transecta 700, ubicada a 5.3 Km (Punta Colorada) medida desde la descarga, al Este a una distancia de 8500 mts de la costa y al Oeste por la costa misma.

La denominación de las transectas surge de la Campaña de Franja Costera realizada por el Consejo Permanente para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata.

## **ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTOS**

Se evaluaron los datos de las muestras brutas y lixiviadas, en las siguientes trazas:

1.1.1- Sobre la traza del Emisario Actual

1.1.2- A 100 metros del Emisario

1.1.3- A 200metros del Emisario

1.1.4- A 300 metros del Emisario

Cabe aclarar que las determinaciones próximas al actual emisario, se realizaron en oportunidad de evaluar las condiciones del sitio para las obras del futuro emisario proyectado como parte del sistema de tratamiento por dilución en Berazategui (Octubre/Diciembre 2004).

Las muestras de la costa (A1x, B1z, C1y), fueron extraídas con una draga tipo Van Veen. El resto de las muestras fueron extraídas mediante un muestreador tipo CORE, operado por hincado desde plataforma que se fijó al lecho en cada punto de muestreo, el cual permitió la extracción de un cilindro de sedimento compacto a nivel superficial y sub-superficial manteniendo de esta manera la integridad de los estratos, hasta la profundidad de 4 metros por debajo de la superficie de los sedimentos del lecho del río.

1.1.5- A 7700 metros al Norte del Emisario

1.1.6- A 13200 metros al Norte del Emisario

1.1.7- A 5300 metros al Sur del Emisario

Las determinaciones al Norte y Sur del actual emisario, corresponden a Campañas realizadas por el Consejo Permanente para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata (Noviembre 2003).

Las muestras fueron extraídas mediante el empleo de una draga tipo Van Veen, la cual permitió la extracción de sedimentos superficiales.

Todos los parámetros mencionados en este informe fueron analizados teniendo en cuenta las técnicas analíticas de la EPA y de Standard Methods. En lo que respecta a las muestras brutas, las concentraciones de los parámetros fueron expresados en ug /gr peso seco, tal como lo determina los Niveles Guía de Calidad de Suelos, del Decreto 831 de la Ley 24051

El Decreto 831, determina el análisis de algunos parámetros sobre muestra Lixiviada. La Técnica que se empleó para la realización del lixiviado es EPA SW 846 Método 1310 b. Dicha técnica consiste en el agregado de agua destilada en una proporción de 16 veces el peso de la muestra bruta, que luego se lleva a pH 5.0 con ácido acético 0.5 N. Se agita durante 24 horas, debiendo mantenerse pH en el establecido durante la agitación. Posteriormente se filtra, siendo el producto de la filtración lo que se conoce como lixiviado. A dicho lixiviado, se le realizaron las distintas determinaciones que estipula el Decreto.

### **Muestras sobre la traza del Emisario**

En total se extrajeron 9 muestras

Muestra	Distancia a la Costa (metros)	Profundidad de la muestra (metros) bajo el lecho del río
1	2500	0.50
2	2500	2.0
3	2500	4.0
4	5000	0.50
5	5000	2.0
6	5000	4.0
7	7500	0.50
8	7500	2.0
9	7500	4.0

De acuerdo a los datos obtenidos, se observa en todas las muestras brutas, la presencia de Sulfuros, dichos valores no superan el límite que establece el Decreto 831/93.

Con respecto a los demás parámetros, se observa que tanto a los 5000 mts como a los 7500 mts de la costa que las concentraciones, o bien son inferiores al límite de cuantificación de la técnicas utilizadas o bien se registraron trazas que no superan los valores límites establecidos por el Decreto PEN 831/93, reglamentario de la Ley 24.051.

Analizando las muestras obtenidas a los 2500 mts de distancia de la costa, podemos señalar que o bien las concentraciones halladas no superan los valores límites establecidos por el Decreto 831/93 o bien las mismas son inferiores al límite de cuantificación de las técnicas analíticas utilizadas. Sin embargo si nos detenemos en los otros metales analizados, y en correspondencia con la muestra tomada a 0.50 m de profundidad, se halló



que la concentración de Cromo total fue de 253 ug/g, cuando el límite establecido en el Decreto 831 es de 250 ug/g, para uso Residencial. Situación similar se encuentra con el Mercurio, cuyo dato fue de 2.32 ug/g, siendo el límite para uso Residencial de 2.0 ug/g. Atento los valores obtenidos se considera que los mismos no son significativos, debido a que se encuentran dentro del margen de error que presentan las técnicas analíticas.

En el mismo sitio de muestreo, en las muestras extraídas a 0.50, 2.0 y 4.0 metros de profundidad, se detectaron concentraciones de fenoles; con respecto a los valores hallados, la muestra extraída a 0.50 m de profundidad, presentó una concentración de 1.33 ug/g, dicho valor supera el nivel guía de calidad de suelo para uso Residencial (1 ug/g); en las dos muestras restantes, los valores no superaron el límite de dicho decreto.

Ahora bien, si tenemos en cuenta al Cobre, en este mismo punto (2500 mts), y a 0.50 mts de profundidad, se observa que su concentración fue de 663.8 ug/g. Dicho valor supera el límite de la ley 24051 Decreto 831/93 referente a los niveles guía de calidad de suelos (Usos Residencial e Industrial).

En las muestras extraídas a los 2500 metros de la costa, a 0.50, 2 y 4 metros de profundidad y a los 5000 metros a 0.50 metros de profundidad se les realizó, en algunos parámetros, la técnica de lixiviado. En cuanto a los resultados, se observa que no se hallaron valores por encima del límite inferior de la técnica analítica, a excepción de los parámetros Cadmio y en algunas muestras Cobre, en los que se evidencian trazas de dichos metales, pero ninguno de ellos superan el límite que estipula el Decreto 831/93.

### **Muestras a 100 metros del Emisario**

En este traza, se extrajeron en un solo sitio, dos muestras: una superficial y la otra a 1.0 metro de profundidad. De acuerdo a los datos obtenidos, se puede observar que se evidencian trazas de Cromo total, Cobre y Cinc, en ambas muestras. Además se detectó, en la muestra extraída a 1.0 metro de profundidad la presencia de Sulfuros. Ninguno de los valores hallados superan los límites que establece el Decreto 831. Con respecto a los restantes metales en análisis (Cadmio, Plomo y Mercurio), no se detectaron valores por encima del límite inferior de la técnica analítica. De acuerdo a los resultados de las muestras lixiviadas; se evidencian trazas de Cinc; en el resto de los parámetros no se hallaron valores por encima del límite inferior de la técnica analítica.

### **Muestras a 200 metros del Emisario**

Se extrajeron en este tramo 30 muestras:

Muestra	Distancia a la Costa (metros)	Profundidad de la muestra bajo el lecho del río
B1z	En la Costa	Superficial, 1 m
B2z	1000	Superficial, 1m, 2m
B3z	2000	Superficial, 0.50m, 2m, 4m
B4z	3000	Superficial, 1m
B5z	4000	Superficial, 1m, 2m, 4m
B6z	5000	Superficial, 1m, 2m, 4m
B7z	6000	1m, 2m, 4m
B8z	7000	Superficial, 1m, 2m, 4m
B9z	8000	Superficial, 1m, 2m, 4m

Del análisis de los datos obtenidos, se puede observar que con respecto al Cromo total, Cobre, Cinc y Níquel, se evidencian, en algunos puntos, trazas de dichos metales. Sin embargo, ninguna de las muestras superan los límites del Decreto 831/93.

Con respecto a pH hubieron muestras que superaron el valor estipulado por el Decreto (6/8 UpH), como así también, se pudo observar la presencia de Sulfuros, en algunas de las muestras.

Se puede observar en la mayoría de las muestras, la presencia de Naftaleno, los valores no superaron el límite que estipula el Decreto tanto para Uso Industrial como para Uso Residencial.

En lo que respecta a los datos de las muestras lixiviadas, en los resultados obtenidos, no se hallaron valores por encima del límite inferior de la técnica analítica, a excepción del Cinc, en el cual se evidencian trazas de dicho metal.

### Muestras a 300 metros del Emisario

Se extrajeron en este tramo 14 muestras

Muestra	Distancia a la Costa (metros)	Profundidad de la muestra bajo el lecho del río
A1x	En la Costa	Superficial, 1 m
A2y	500	Superficial, 1m
A4y	2500	Superficial, 1m
A6y	4500	Superficial, 1m
A8y	6500	Superficial, 1m
A9x	7500	Superficial, 1m
A10y	8500	Superficial, 1m

En las muestras extraídas en la costa, y en particular con respecto a los metales Cadmio, Plomo y Mercurio, no se registró evidencia de su presencia en las muestras de los sedimentos analizados. Por el contrario, se pudo detectar trazas de Cromo total, Cobre,

Cinc, Níquel. Sin embargo, las concentraciones detectadas no superaron los límites que estipula el Decreto 831.

Con respecto a las muestras extraídas a partir de los 500 metros de la costa hasta los 8500 metros, en lo que respecta a Cromo total, Cadmio, Plomo y Mercurio, no se hallaron valores por encima del límite inferior de las técnicas analíticas analizadas. En lo que refiere al Cobre, se detectaron trazas en todas las muestras, que oscilaron entre 3.01 y 14.43 ug/g, pero ninguna de estas concentraciones supera el límite que determina el Decreto 831, que es de 100 ug/g para Uso Residencial y 500 ug/g para Uso industrial.

De acuerdo a los parámetros analizados sobre las muestras lixiviadas, no se hallaron valores que hayan superado el límite de cuantificación de la técnica analítica, a excepción del Cinc, el cual se ha detectado trazas.

#### Análisis de los datos de las muestras de Sedimentos en la Franja Costera

Se tomaron para el análisis de los datos, los sedimentos extraídos durante la Campaña 2003, en las siguientes transectas:

Transectas	Ubicación	Distancia a la Costa (metros)
401	Santo Domingo	500
402		1500
403		3000
501	Bernal	500
502		1500
503		3000
601	Berazategui	500
602		1500
603		3000
701	Punta Colorada	500
702		1500
703		3000

A los sedimentos se les analizaron Cromo total, Cadmio, Plomo, Cobre y Mercurio. Se puede observar en los datos obtenidos, que en ninguna de las muestras las concentraciones superaron el límite que estipula el Decreto 831.

#### CONCLUSIONES

Atento a lo previamente expuesto, se concluye que; a pesar que en algunos de los sitios se evidencian en algunas muestras brutas, trazas de metales, los resultados obtenidos no superan los límites establecidos en la Ley 24051 - Decreto 831/93, para los usos Industrial y Residencial.

Un caso particular es el del Cobre. La concentración hallada a los 2500 metros de la costa y a una profundidad de 0.50 metros supera el límite permitido en el citado Decreto. Dado que se trató de una sola muestra se estima que este hecho constituye un caso puntual.

En cuanto a los parámetros analizados sobre muestras lixiviadas, se puede observar que ninguno de ellos superaron el Decreto 831/93 de la Ley 24051.

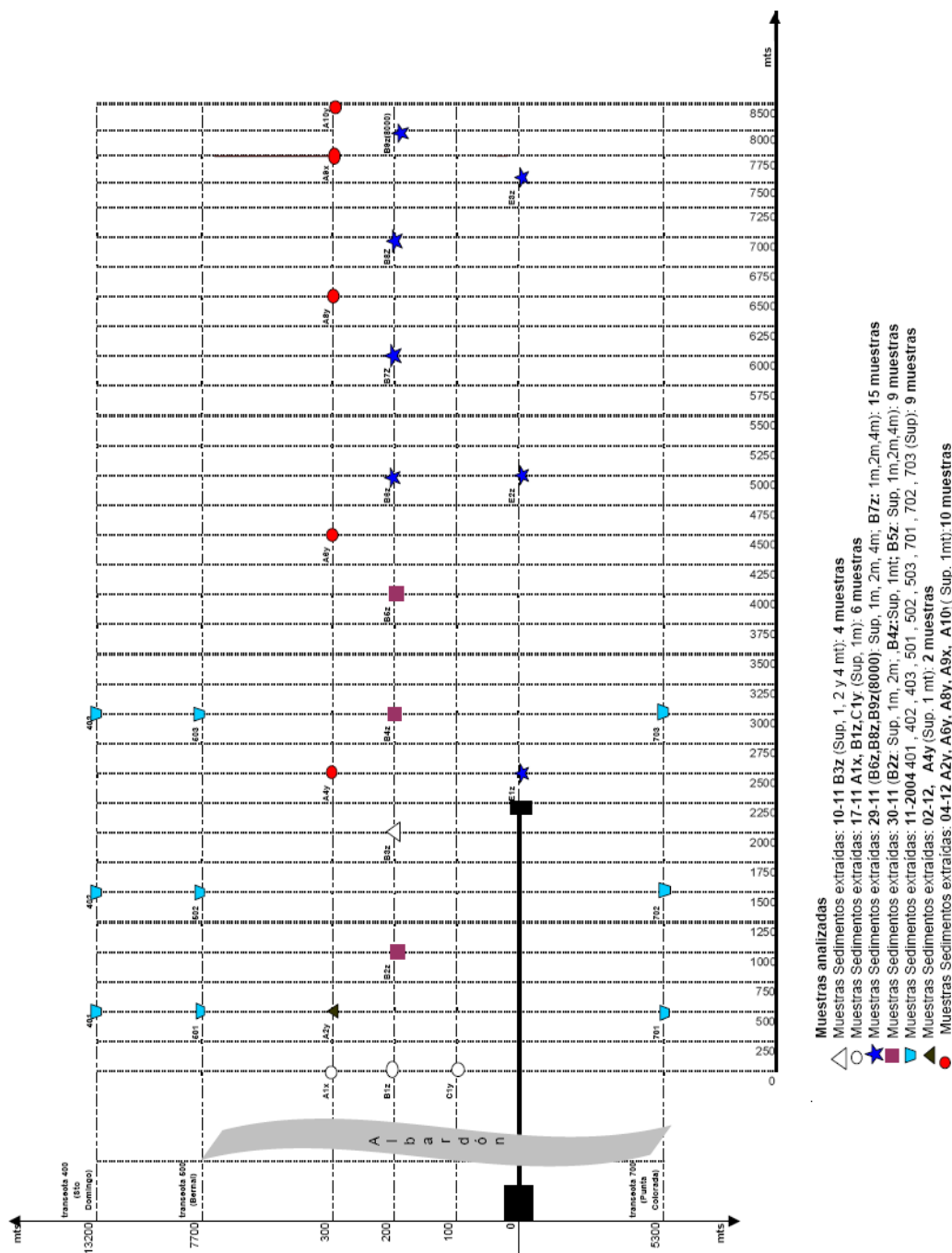


Figura 70: Ubicación puntos de muestreo de sedimentos. Año 2005



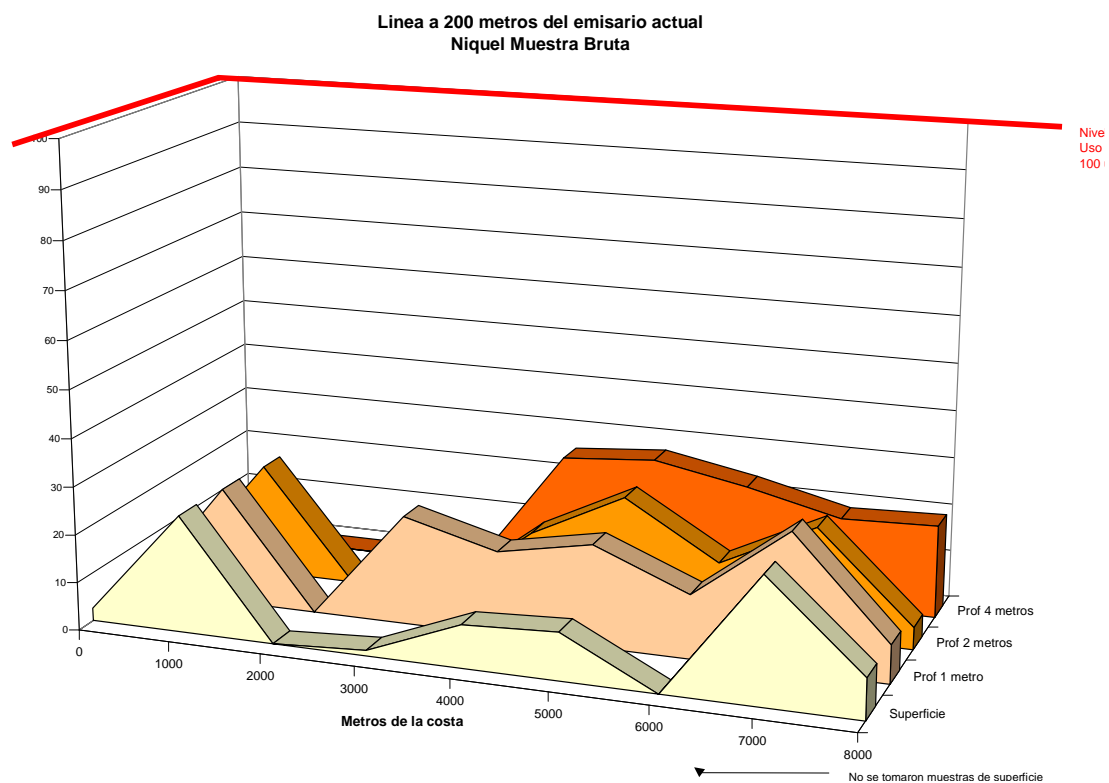


Figura 71: Níquel muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual.

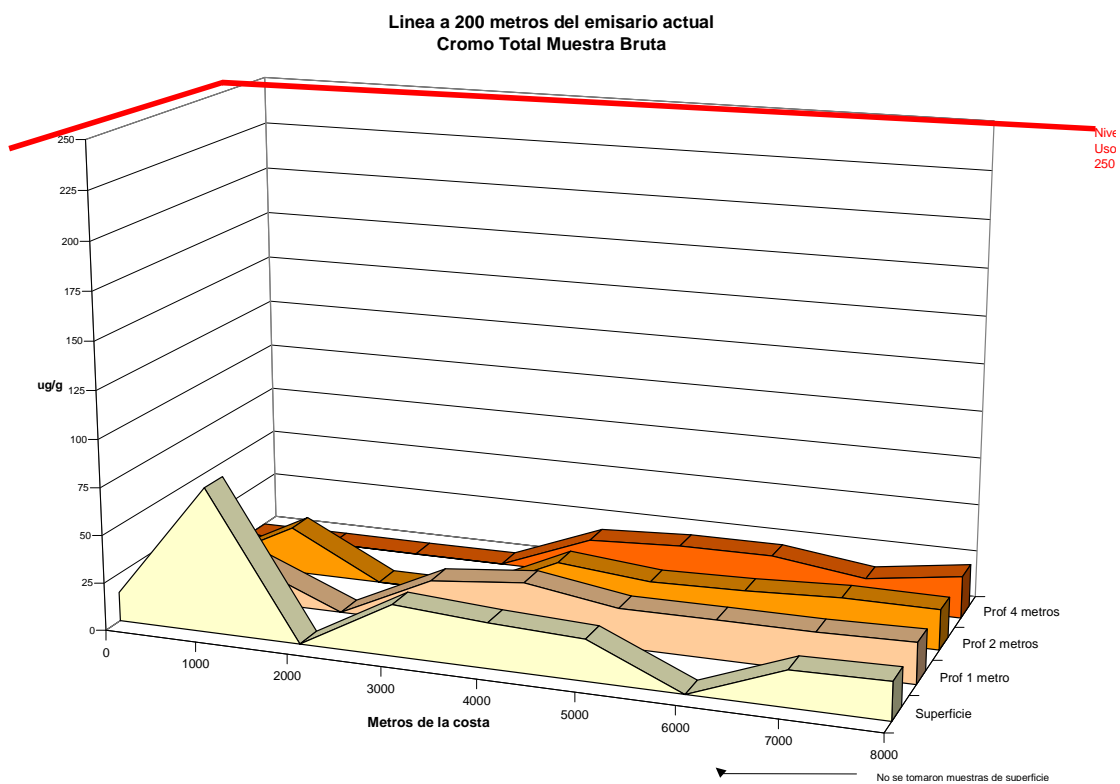


Figura 72: Cromo total muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual.

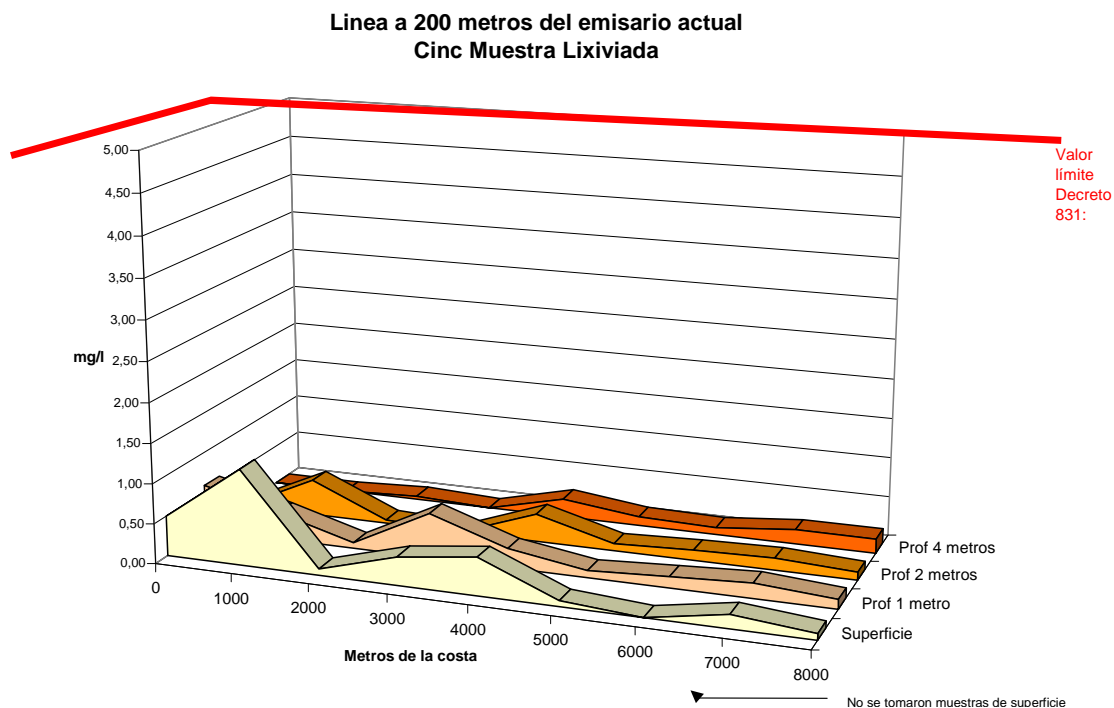


Figura 73: Cinc muestra lixiviada de sedimentos a 200 metros del emisario actual.

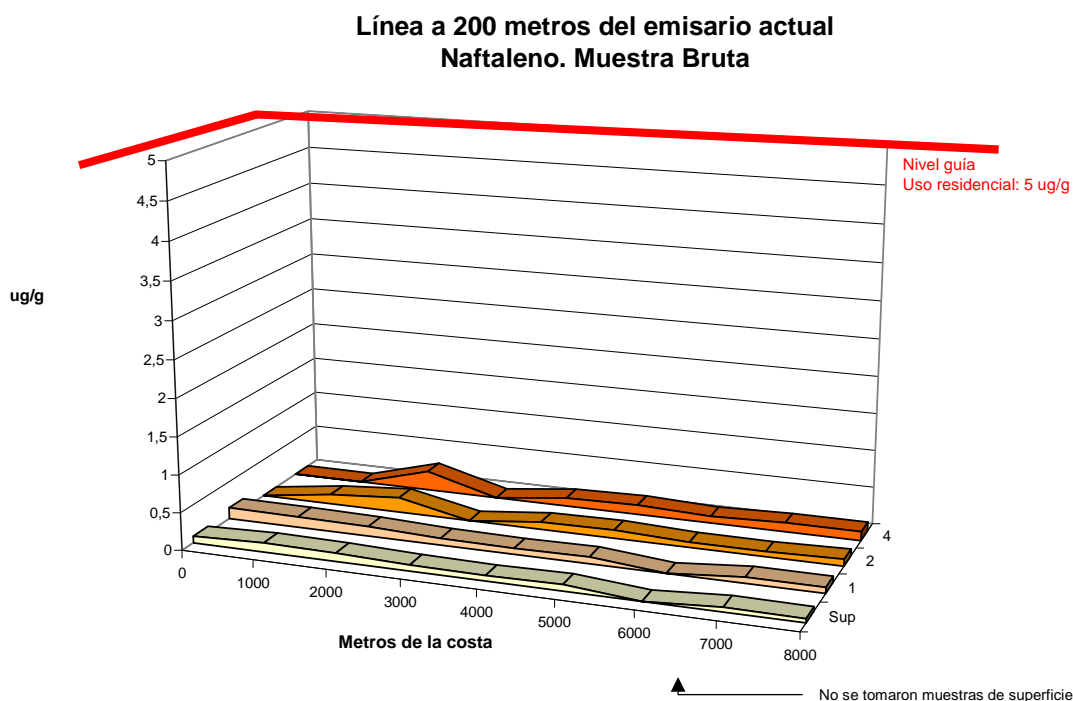


Figura 74: Naftaleno muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual.

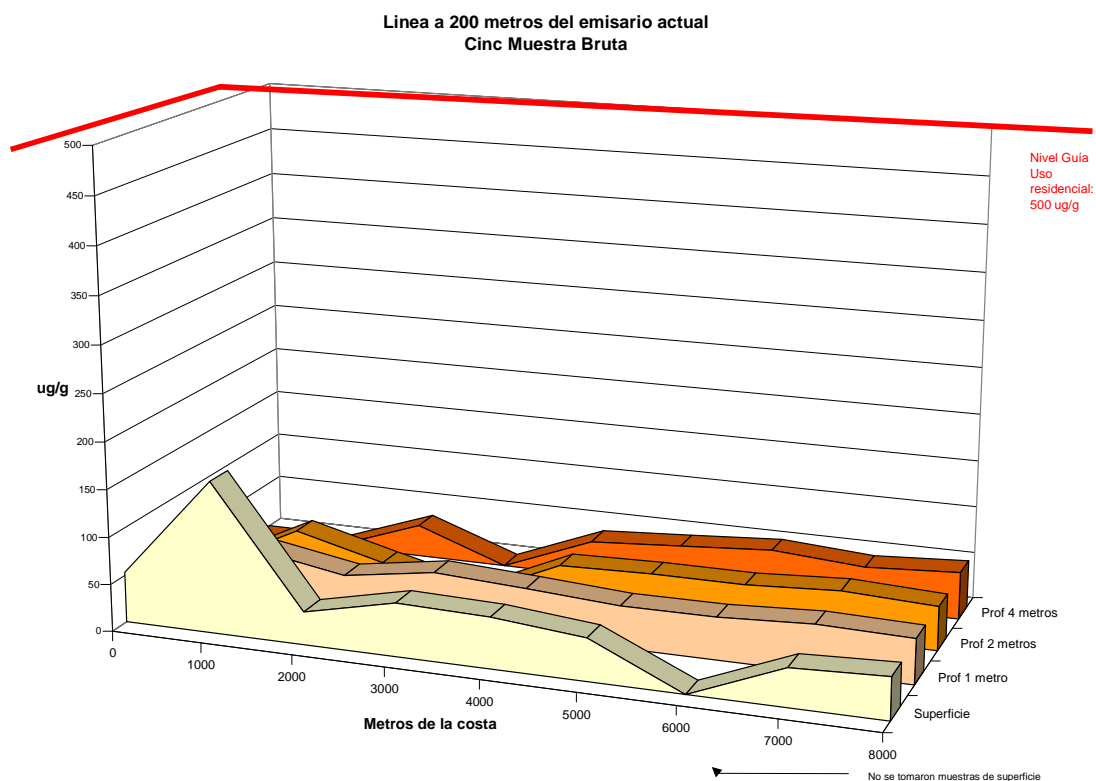


Figura 75: Cinc muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual.

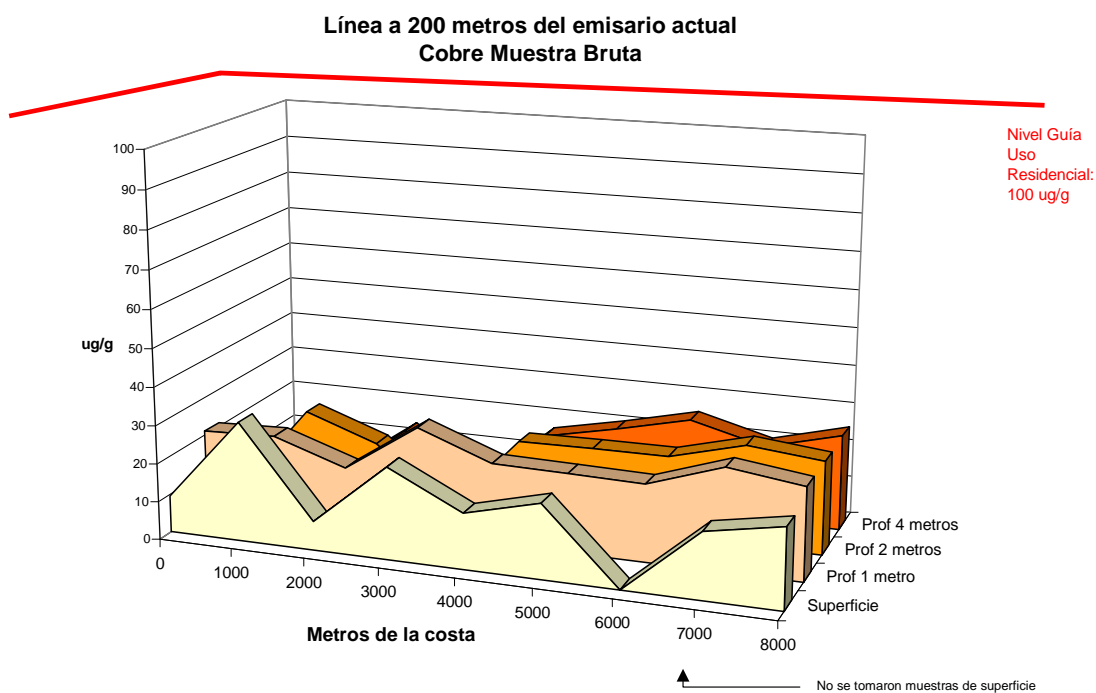


Figura 76: Cobre muestra bruta de sedimentos a 200 metros del emisario actual.