



# **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 I**

**Enero 2012**

Es nuestra. Es para todos.







## Equipo Técnico

Responsable Estudios Ambientales:	Arq. Mariana Carriquiriborde
Jefe de Proyecto:	Lic. en Cs. del Ambiente Carlos Palumbo
Equipo de Trabajo:	Ing. Agr. Patricia M. Girardi  Arq. Isabel Asato  Tec. Sup. Gestión Amb. Fabián Rubinich  Ing. Quim y Sanit. Patricia Becher  Srta. Iliana Repetto  Lic. en Antropología Social Santiago Ojeda  Lic. en Biología M <sup>a</sup> . C. Torres Sobre - Casas  Sr. Martín Eduardo Ramírez  Ing. Quim. Mauro Javier Donnoli  Srta. Manuela Núñez
Soporte gráfico:	Sr. Pablo Coccea.
Consultores especializados	Dr. Pablo Tarela  Inv. Ppal. CONICET Dr. Francisco Nullo, Geólogo, Lic. en Cs. Geológicas  Lic. en Cs. Geológicas Martín Silvestri
Relevamiento de Campo:	Sr. Martín Eduardo Ramírez  Ing. Quim. Mauro Javier Donnoli a
Revisión legal:	Dirección de Asuntos Jurídicos.
Revisión general:	Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo

Contacto con la Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo de AySA

Tel: 6319-2384

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



# Índice General

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1	Antecedentes de Agua y Saneamientos Argentinos S.A.....	8
1.2	Objeto de estudio.....	8
1.3	Marco Técnico del Proyecto .....	9
1.4	Marco Legal .....	13
1.5	Marco Metodológico .....	14
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS .....</b>	<b>19</b>
2.1	Ubicación general de las obras .....	19
2.2	Objetivo general de las obras .....	19
2.3	Estación de Bombeo de Salida Berazategui (SC 498) .....	22
2.4	Emisario Subfluvial Berazategui (SC495).....	34
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LAS OBRAS.....</b>	<b>91</b>
3.1	Medio Físico .....	91
3.2	Medio Biótico .....	148
3.3	Medio Antrópico .....	172
<b>4</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE AMBIENTAL .....</b>	<b>189</b>
4.1	Aspectos Físicos.....	189
4.2	Aspectos Urbanos .....	204
<b>5</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>205</b>
5.1	Introducción y metodología de evaluación. ....	205
5.2	Identificación de Impactos Ambientales asociados al Proyecto .....	206
5.3	Evaluación de los Impactos Ambientales identificados .....	209
<b>6</b>	<b>PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>226</b>
6.1	Consideraciones generales .....	226
6.2	Plan de Gestión Ambiental de las Obras .....	226
<b>7</b>	<b>GESTIÓN AMBIENTAL OPERATIVA.....</b>	<b>254</b>
7.1	Diagnóstico - desarrollo de la línea de base.....	254
7.2	Planificación.....	255
7.3	Implementación .....	259
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>265</b>

# Índice de Figuras

Figura 1: Situación actual del Sistema de Saneamiento Cloacal operado por AySA.....	11
Figura 2: Plan Director de Saneamiento de AySA.....	12
Figura 3: Ubicación del área de estudio. Planta Berazategui y traza futuro emisario. ....	20
Figura 4: Ubicación de la Estación de Bombeo de Salida e inicio del Emisario.....	21
Figura 5: Planta general de la EBS.....	23
Figura 6: Edificio de la EBS.....	24
Figura 7: Detalle corte de la EBS (1).....	25
Figura 8: Detalle Corte de la EBS (2).....	26
Figura 9: Conducto de vinculación con el emisario - Cámara de carga. ....	27
Figura 10: Diagrama de unifilar Sistema Berazategui.....	33
Figura 11: Ejemplo de la especificación de la zona de mezcla reguladora para emisarios submarinos .....	40
Figura 12: Flujo de corrientes y campo ascendente del difusor .....	42
Figura 13: Esquema de tunelera y túnel finalizado.....	45
Figura 14: Tecnología Pipe Jacking.....	46
Figura 15: Ubicación zona de estudio.....	50
Figura 16: Predio disponible. Salida del Emisario.....	51
Figura 17: Planimetría de tramo de túnel Progresivas 0.00-2620.00 .....	53
Figura 18: Planimetría de tramo en túnel. Progresivas 2620.00 - 5370.00 .....	54
Figura 19: Tramo en zanja. Progresivas 5370.00 - 7500.00.....	55
Figura 20: Difusor diseño hidráulico.....	56
Figura 21: Sección típica del túnel .....	58
Figura 22: Conducto – Transiciones – Cámara final.....	59
Figura 23: Detalle de la Cámara de Transición.....	61
Figura 24: Balizamiento.....	62
Figura 25: Localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento en área de dragado del emisario Berazategui .....	69
Figura 26: Turbiedad en tomas de agua. Capa superficial. ....	70
Figura 27: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa superficial.....	71
Figura 28: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial. ....	72
Figura 29: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.....	72
Figura 30: Concentración de sedimentos en la zona de refulado. Capa superficial.....	73
Figura 31: Distribución superficial de la concentración promedio para los 15 días de la simulación.....	74
Figura 32: Distribución superficial de la concentración máxima para los 15 días de la simulación.....	75
Figura 33: Turbiedad en tomas de agua. Capa superficial. No se observan valores mensurables ..	76
Figura 34: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa Superficial. ....	77
Figura 35: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial. ....	77

Figura 36: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.....	78
Figura 37: Concentración de sedimentos en la zona del refulado. Capa superior. ....	78
Figura 38: Distribución superficial de la concentración promedio durante los 15 días de simulación. .....	80
Figura 39: Distribución superficial de la concentración máxima durante los 15 días de simulación.	81
Figura 40: Concentración de sedimentos en tomas de agua. Capa superficial. ....	82
Figura 41: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa superficial.....	83
Figura 42: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial. ....	83
Figura 43: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.....	84
Figura 44: Distribución superficial de la concentración promedio durante los 15 días de simulación	85
Figura 45: Distribución superficial de la concentración máxima durante los 15 días de simulación	86
Figura 46: Concentración de sedimentos en tomas de agua. Capa superficial .....	87
Figura 47: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa superficial.....	87
Figura 48: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial. ....	88
Figura 49: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.....	88
Figura 50: Distribución superficial de la concentración promedio para los 15 días de simulación...	89
Figura 51: Distribución superficial de la concentración máxima para los 15 días de simulación. ....	90
Figura 52: Climatograma de la Est. Meteorológica Ezeiza AERO, período 1991 - 2000. ....	92
Figura 53: Temperatura mensual y precipitaciones .....	93
Figura 54: Temperatura media mensual .....	93
Figura 55: temperatura media y extrema de la Estación Meteorológica Ezeiza AERO .....	94
Figura 56: Temperatura media mensual y anual de la Est. Met. Ezeiza AERO .....	94
Figura 57: Precipitación registrada en la Estación Meteorológica Ezeiza AERO.....	95
Figura 58: Humedad relativa media (1991– 2000) Est. Met. Ezeiza AERO .....	95
Figura 59: Frecuencia de direcciones de los vientos .....	96
Figura 60: Frecuencia media mensual de las direcciones de los vientos.....	97
Figura 61: Cronograma de los ADCPs.....	102
Figura 62: Perfilamientos CTD y experimentos con derivadores.....	102
Figura 63: Estaciones meteorológicas .....	103
Figura 64: Datos Meteorológicos suministrados por las 11 Estaciones Meteorológicas.....	104
Figura 65: Promedios mensuales de la velocidad del viento en Bernal .....	104
Figura 66: Distribuciones de frecuencia para la velocidad y la dirección del viento en Bernal .....	105
Figura 67: Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en el agua .....	106
Figura 68: Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en tierra .....	106
Figura 69: Temperatura del aire y radiación solar en Bernal.....	107
Figura 70: Estaciones de nivel de agua. ....	108
Figura 71: Fuentes de datos de nivel de agua.....	108



Figura 72: Niveles de agua registrados en la estación Oyarvide para el periodo de simulación ..	109
Figura 73: Principales tributarios del Río de la Plata. ....	109
Figura 74: Descargas de los ríos Uruguay y Paraná .....	110
Figura 75: Caudales de invierno y verano (m <sup>3</sup> /s) para los tributarios principales del Río de la Plata .....	110
Figura 76: Perfilamiento CTD en Berazategui el 11 de febrero del 2009 a las 11:45 (Eih, 2009b)	111
Figura 77: Localización de los ADCP y de los emisarios propuestos.....	112
Figura 78: Resumen de los detalles de instalación de los ADCPs.....	112
Figura 79: Diagramas polares de dispersión típicos y ejes principales de las Corrientes a 3 profundidades, 16 Junio – 16 Septiembre, 2009 .....	113
Figura 80: Resumen de las propiedades de las corrientes promediadas en la profundidad, 16 junio al 16 de septiembre 2009. ....	114
Figura 81: Vectores promedio típicos de las corrientes, 16 Junio – 16 Sept, 2009.....	114
Figura 82: Primera componente principal de las corrientes, Agosto 2009 .....	116
Figura 83: Segunda componente principal de las corrientes, Agosto 2009 .....	117
Figura 84: Resumen de las propiedades de las corrientes promediadas en la profundidad y caudales promedio para los ríos Paraná y Uruguay. ....	118
Figura 85: Corrientes medias medidas por los ADCPs en función del caudal combinado de los ríos Paraná y Uruguay .....	118
Figura 86: Presión (profundidad del agua) medida por los ADCPs, Agosto 2009.....	119
Figura 87: Niveles de Agua medidos por el ADCP #5, Agosto 2009.....	120
Figura 88: Niveles de Agua medidos en Oyarvide y Brasileira, Marzo 1 – 5, 2010.....	120
Figura 89: Temperatura del agua medida por los ADCPs, Agosto 2009.....	121
Figura 90: Salinidad .....	121
Figura 91: Turbidez .....	122
Figura 92: Altura y periodo de la ola .....	122
Figura 93: Estratigrafía comparativa .....	125
Figura 94: Esquema de corte estratigráfico suelo- subsuelo.....	127
Figura 95: Sector bajo de la planicie aluvial y ribera del Río de la Plata, .....	130
Figura 96: Regiones hidrogeológicas de la Provincia de Buenos Aires .....	132
Figura 97: Áreas de jurisdicción en el río de la Plata y su Frente Marítimo .....	135
Figura 98: Escurrimiento superficial en el predio .....	138
Figura 99: Predio - defensa - relleno.....	139
Figura 100: Contexto regional costero del proyecto. ....	148
Figura 101: Entorno del predio de emplazamiento de la Planta Berazategui.....	149
Figura 102: Zona de pajonales, matorrales y bosque en galería sobre el área costera.....	152
Figura 103: Aves más frecuentes observadas en la zona cercana a la P Berazategui.....	154
Figura 104: Aves de pastizales, montes bajos y pajonales. ....	155
Figura 105: Aves acuáticas que se pueden encontrar en el entorno a la P Berazategui.....	156
Figura 106: Zonificación del Río de la Plata y Frente Marítimo .....	160

Figura 107: Zonificación del área de influencia del Río de la Plata .....	161
Figura 108: Riqueza específica de peces, moluscos y copépodos en los 5 ambientes identificados. .....	161
Figura 109: Distribución de la riqueza específica: copépodos(a), moluscos (b) y peces(c) .....	163
Figura 110: Principales áreas de reproducción(a) y cría (b) de especies neotónicas .....	164
Figura 111: Área de máxima biomasa fitoplanctónica y zooplanctónica. ....	165
Figura 112: Especies amenazadas a nivel mundial, de acuerdo con la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2004) .....	167
Figura 112 (cont.): Especies amenazadas a nivel mundial, de acuerdo con la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2004) .....	168
Figura 113: Distribución espacial de las especies focales en el RdP y Frente Marítimo. ....	169
Figura 114: Áreas acuáticas prioritarias (AAP) y núcleos identificados en el Río de la Plata y su Frente marítimo. Tomado de Brazeiro et al. (2003) .....	171
Figura 115: Criterios e indicadores utilizados en la valoración ecológica. Incluye ponderación: ..	171
Figura 116: Evaluación ecológica e identificación de AAP. Tomado de Brazeiro et al. (2003). ....	172
Figura 117: Evolución población, del Partido de Berazategui, años 1970-2010. Fuente: INDEC. ....	174
Figura 118: Actividades Productivas en el entorno de la Planta Berazategui .....	176
Figura 119: Cobertura de Salud en el Partido de Berazategui (INDEC 2001) .....	177
Figura 120: Niveles de instrucción según grupo de edad. Partido de Berazategui (INDEC 2001) ..	178
Figura 121: Condición de la actividad económica del Jefe de Hogar. Partido de Berazategui (INDEC 2001) .....	179
Figura 122: Tipo de vivienda y CALMAT. Partido de Berazategui (INDEC 2001) .....	181
Figura 123: Identificación de sectores .....	183
Figura 124: Plano de zonificación de suelo .....	185
Figura 125: Censo 2010. Hogares por tipo de desagüe del inodoro y procedencia del agua. ....	187
Figura 126: Promedio de concentración de NOx en el Área Metropolitana. ....	190
Figura 127: Puntos de muestreo de gases .....	191
Figura 128: Concentraciones de SH <sub>2</sub> a la Salida de la Cámara (Ingreso 2) de Muestreo .....	193
Figura 129: Concentraciones de SH <sub>2</sub> vs. la distancia de la Boca de Salida .....	193
Figura 130: Saturación de SH <sub>2</sub> vs Tiempo .....	193
Figura 131: Puntos de muestreo de ruidos .....	194
Figura 132: Simulación de los niveles sonoros. Línea de base .....	196
Figura 133: Puntos de muestreo de suelos .....	197
Figura 134: Resultados de los análisis del muestreo de suelos .....	198
Figura 135: Ubicación del frentímetro .....	202
Figura 136: EB Salida – Análisis Muestra Napa .....	203
Figura 137: Matriz de Identificación de Impactos Ambientales .....	208
Figura 138: Matriz de Incidencia de Impactos Ambientales .....	210
Figura 139: Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales .....	212

Figura 140: Matriz Resumen de Evaluación de Impactos Ambientales.....	213
Figura 141: Aplicación de la Norma IRAM 4062 : 2001. Ruidos Molestos al vecindario. Método de medición y clasificación .....	217
Figura 142: Simulación de la generación de ruidos. Implantación en funcionamiento con Línea Base Perspectiva .....	218
Figura 143: Matriz resumen impactos y medidas de mitigación .....	246
Figura 144: Línea de tiempo sobre los análisis de antecedentes y recopilación bibliográfica de diversos estudios del Río de la Plata.....	254
Figura 145: Ubicación general del emisario Berazategui. ....	256
Figura 146: Vista general de canales de acceso en la zona del emisario Riachuelo.....	256
Figura 147: Fases de estudio para muestro .....	258
Figura 148: Evolución del Plan de Manejo Ambiental. ....	259
Figura 149: Gestión del Plan de Manejo Ambiental.....	262
Figura150: Circuito de información. ....	264

## Índice de Anexos

Anexo I Marco Legal

Anexo II Políticas de Salvaguarda Ambiental

Anexo III Consideraciones ambientales sobre alternativas tecnológicas

Anexo IV: Caracterización hidroclimática del Río de la Plata

Anexo V: Línea de Base Ambiental Estación de Bombeo de Salida Berazategui

Anexo VI: Línea de Base Ambiental Emisarios Subfluviales Riachuelo y Berazategui

Anexo VII: Predicción y Evaluación de niveles sonoros

Anexo VIII: Antecedentes Históricos y Arqueológicos

Anexo IX: Procedimiento de rescate de objetos o piezas de interes Cultural, Histórico, Arqueológico o Paleontológico

Anexo X: Política Ambiental

Anexo XI: Organismos a intervenir en caso de contingencias

Anexo XII: Referencias bibliográficas, Organismos consultados

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes de Agua y Saneamientos Argentinos S.A.

Mediante el Decreto Nro. 304/06, ratificado por la Ley Nacional 26.100, el Poder Ejecutivo Nacional dispuso la creación de la Sociedad Anónima Agua y Saneamientos Argentinos, en adelante AySA, quien se hizo cargo a partir del 21 de marzo de 2006 de la prestación del servicio público de provisión de agua potable y desagües cloacales de la Ciudad de Buenos Aires y los partidos de Almirante Brown, Avellaneda, Esteban Echeverría, La Matanza, Lanús, Lomas de Zamora, Morón, Quilmes, San Fernando, San Isidro, San Martín, Tres de Febrero, Tigre, Vicente López y Ezeiza respecto de los servicios de agua potable; y los servicios de recepción de efluentes cloacales en bloque de los partidos de Berazategui y Florencio Varela; de acuerdo a las disposiciones que integran el régimen Regulatorio del servicio.

La Ley 26.221 aprobó entre otras disposiciones, el Convenio Tripartito suscripto el 12/10/06 entre el Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios, la Provincia de Buenos Aires y el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Marco Regulatorio para la prestación del servicio público de provisión de agua potable y desagües cloacales prestado por AySA.-

En particular, y en lo que a los Proyectos de obras se refiere, relacionadas con los servicios cuya construcción u operación puedan ocasionar un significativo impacto al ambiente, tales como Plantas de Tratamiento, y Estaciones de Bombeo de Líquidos Cloacales, Obras de Descargas de Efluentes, Obras de Regulación, Almacenamiento y Captación de agua, dicho Marco expresamente reguló en su art. 121, el deber de la Concesionaria de elaborar y presentar ante las Autoridades locales competentes un Estudio de Impacto Ambiental previo a su ejecución .-

## 1.2 Objeto de estudio

Las obras que se analizan en el presente estudio corresponden al Emisario Subfluvial y Estación de Bombeo de Salida y conforman la 2° etapa del Sistema de Tratamiento por Dilución de Efluentes Cloacales Berazategui, presentado en los Estudios de Impacto Ambiental “Plan Director y Obras Básicas de la Cuenca Matanza Riachuelo” y “Planta de Pretratamiento Berazategui”, ambos estudios aprobados por el Organismo Provincial de

Desarrollo Sostenible (OPDS), mediante las Disposiciones 2119/11 y 3820/10 respectivamente.

En este estudio se analizan dos componentes de este Sistema:

- SC495: Emisario Planta Berazategui
- SC498: Estación de Bombeo de Salida Planta Berazategui

Estos Proyectos forman parte del Sistema de Saneamiento Cloacal operado por AySA que, siguiendo los lineamientos del Plan Director de Saneamiento de AySA S.A. aprobado por Disposición de la Subsecretaría de Recursos Hídricos Nro. 4/10, conformarán una nueva Cuenca de saneamiento, mediante el desdoblamiento del Sistema Troncal actual (Ver Punto 1.3). Ambos Proyectos cuentan con la viabilidad técnica correspondiente

Este Estudio de Impacto Ambiental (EsiA) se presenta ante el Municipio de Berazategui Asimismo se remite al Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible (OPDS) para su aprobación mediante la emisión del Acto Resolutivo. En dicho Acto Resolutivo deberá hacerse mención expresa a cada una de las obras que conforman estos Proyectos.

## 1.3 Marco Técnico del Proyecto

### 1.3.1 Plan Director de Saneamiento de AySA

AySA tiene por objeto proveer los servicios de agua potable y saneamiento de efluentes cloacales en la Ciudad de Buenos Aires y en 17 partidos del conurbano bonaerense<sup>1</sup>.

El Plan Director de Saneamiento de AySA, tiene como objetivo para la red de saneamiento cloacal alcanzar las siguientes metas para el año 2020:

- Incorporación de 1.750.000 habitantes al servicio cloacal
- 80% de cobertura de desagües cloacales
- Mejorar la confiabilidad y flexibilidad del sistema de saneamiento
- Paulatina mejora ambiental

---

<sup>1</sup> Almirante Brown, Avellaneda, Esteban Echeverría, Ezeiza, General San Martín, Hurlingham, Ituzaingó, La Matanza, Lanús, Lomas de Zamora, Morón, Quilmes, San Fernando, San Isidro, Tres de Febrero, Tigre y Vicente López.



### **1.3.2 Sistema de Saneamiento Cloacal en el Área Concesionada por AySA**

El servicio actual de disposición de efluentes cloacales en el Área Concesionada a cargo AySA, se divide en Cuencas de saneamiento asociadas cada una a una planta de tratamiento o sistema de disposición de efluentes. (Figura 1)

Los efluentes colectados en los domicilios son transportados por las redes secundarias hacia las redes troncales, y por estas redes son conducidos a las plantas depuradoras Norte (San Fernando), Sudoeste (La Matanza), y El Jagüel (Esteban Echeverría).

En el caso de la actual Cuenca Wilde – Berazategui los troncales son los denominados Colector Ribereño, Colector Costanero y las Cloacas Máximas Primera, Segunda y Tercera que confluyen en la Estación Elevadora Wilde, donde se somete a los efluentes a un pre-tratamiento que consiste en la remoción de residuos sólidos tanto flotantes como en suspensión con un sistema de rejas. También se procede a la extracción de arenas o cantos rodados, que además de obstruir los conductos, pueden dañar los sistemas de bombeo.

La Estación Elevadora Wilde recibe aproximadamente el 50 % de los efluentes cloacales del Área Concesionada provenientes de la Primera, Segunda y Tercera Cloaca Máxima. Bombea diariamente un caudal promedio de aguas residuales de 21,39 m<sup>3</sup>/s.

Desde la Estación de Bombeo de Wilde, las aguas residuales son enviadas por gravedad a las instalaciones actuales de Berazategui en donde confluyen la 2da, 3ra y 4ta Cloaca Máxima en las llamadas Cámaras de Enlace. Posteriormente se descargan a través del Emisario Subfluvial que se interna 2,5 km en el Río de la Plata en forma casi perpendicular a la costa.

En la actualidad se está construyendo la Planta de Pretratamiento de Berazategui, cuyo emisario subfluvial tendrá 7,5 km de longitud desde la costa, y es objeto de este estudio.



Figura 1: Situación actual del Sistema de Saneamiento Cloacal operado por AySA

### 1.3.3 Plan Director de Saneamiento Cloacal de AySA

Para lograr las metas definidas en el Plan Director de Saneamiento se requiere del desarrollo de las siguientes obras básicas:

- Desdoblamiento de la Cuenca de Saneamiento Wilde - Berazategui en dos cuencas, Capital y Berazategui, para lo cual se llevarán a cabo las siguientes Obras Básicas:
  - Sistema de Tratamiento Berazategui (Estación de Bombeo Entrada, Planta de Pretratamiento, Estación de Bombeo de Salida y Emisario subfluvial)
  - Sistema Tratamiento y Cuenca Capital - Riachuelo (Estación de Bombeo, Planta de Pretratamiento y Emisario subfluvial), Colector Margen Izquierda, Desvío Baja Costanera.
- Ampliación Planta Depuradora Sudoeste y Colectores Primarios asociados
- Ampliación Planta Depuradora El Jagüel y Colectores Primarios asociados
- Ampliación Planta Depuradora Norte
  - Colector Oeste Tigre
- Puesta en marcha y Ampliación Planta Depuradora Hurlingham
  - Colectores Oeste (Morón, Hurlingham e Ituzzaingó)

De estas obras, las ampliaciones de las Plantas Depuradoras Norte, El Jagüel y Suedoeste ya se encuentran en marcha, así como la construcción de la Planta de Pretratamiento de efluentes cloacales Berazategui.

Durante el año 2010 se decidió la construcción de 3 Plantas de Tratamiento Cloacal dentro de la Cuenca Matanza Riachuelo, que permitirán adelantar las expansiones de las redes de saneamiento cloacal en zonas vulnerables, en tanto se ejecutan las obras de desdoblamiento del Sistema Troncal actual, estas plantas se denominan: Planta depuradora Lanús, Planta depuradora Fiorito (Lomas de Zamora) y Planta depuradora Laferrere (La Matanza).

También se han encarado mejoras de las instalaciones existentes y el desarrollo de estudios tendientes al manejo sustentable de los subproductos de procesos de depuración de los efluentes cloacales.

En la Figura 2 se puede observar el esquema del Plan Director de Saneamiento Cloacal de AySA.

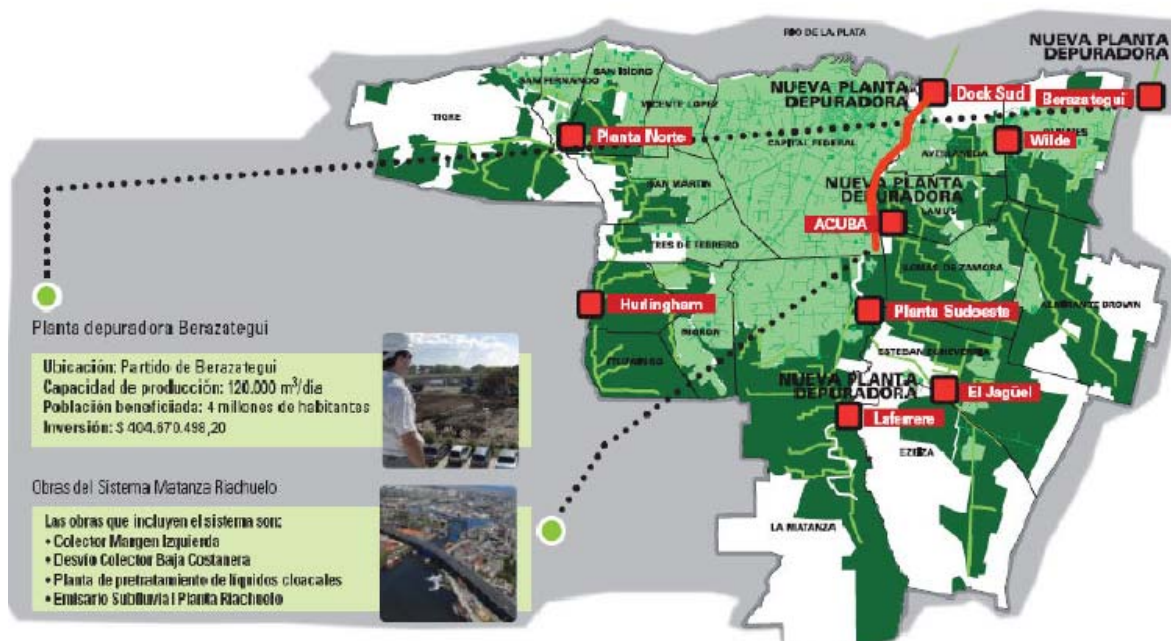


Figura 2: Plan Director de Saneamiento de AySA

## 1.4 Marco Legal

En el Anexo I se sintetizan las normas que constituyen el encuadre jurídico general vigente aplicable a la prestación del servicio público de provisión de agua potable, saneamiento cloacal y obras, especialmente para la etapa de ejecución y operación de los Proyectos en estudio.

Además de las normas detalladas, se debe contemplar la normativa asociada a la gestión de residuos domiciliarios generados en las distintas etapas de la obra, así como de otro tipo de residuos, gestión de permisos municipales y observancia de normativa local en lo que corresponda, según se prevé en los distintos capítulos del Estudio.

### 1.4.1 Políticas de Salvaguarda

Los estudios de impacto ambiental realizados por AySA para sus obras, que en muchos casos están sujetos a ejecutarse bajo el financiamiento de alguna de las siguientes entidades crediticias internacionales: Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Corporación Andina de Fomento (CAF), contemplan el cumplimiento de las políticas de salvaguardas establecidas por éstas entidades que apliquen a estos proyectos. (El detalle de las políticas de salvaguarda se encuentra en el Anexo II)

El conjunto de salvaguardas ambientales y sociales, aplicables al Proyecto son:

#### **Corporación Andina de Fomento (CAF):**

- Legislación nacional
- Evaluación de impactos, riesgos y oportunidades ambientales y sociales.
- Medidas de manejo y presupuesto ambientales y sociales.
- Fortalecimiento institucional, capacitación de recursos humanos e información.
- Conservación de recursos hídricos.
- Parques naturales y áreas naturales protegidas.
- Prevención de la contaminación.
- Patrimonio cultural de la región.
- Participación y desarrollo comunitario

**Banco Interamericano de Desarrollo (BID):**

- OP 4.19 Requisitos de Evaluación de Impacto Ambiental
- OP 4.22 Impactos transfronterizos
- OP 4.23 y 4.24 Hábitats naturales y sitios culturales
- OP 4.25 Materiales Peligrosos
- OP 4.28 Prevención y reducción de la contaminación.

**Banco Mundial (BM):**

- OP 4.01 Evaluación Ambiental
- OP 4.04 Hábitats Naturales
- OPN 11.03 Artefactos Culturales
- OP 7.05 Aguas Internacionales

## **1.5 Marco Metodológico**

### **1.5.1 Estudio de Impacto Ambiental - Conceptos generales**

El Medio Ambiente es el sistema constituido por los elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y la comunidad, determinando la forma, el carácter, el comportamiento y la supervivencia del conjunto.

A los efectos analíticos se lo suele clasificar de diversas formas; por ejemplo: medio biofísico - medio sociocultural; o medio ambiente natural - medio ambiente construido; o medio ambiente urbano - medio ambiente rural. En todos los casos, el análisis incluye a la población humana y sus actividades.

Se define como Impacto Ambiental a cualquier alteración del Medio Ambiente o de alguno de sus componentes, favorable o desfavorable, generada por una acción o actividad.

Esta acción o actividad puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Hay que hacer constar que el término "impacto" no implica negatividad. Un impacto ambiental puede caracterizarse según:



- Su signo como: positivo o negativo;
- Su intensidad como: alto, medio o bajo;
- Su extensión o escala en: puntual, local, o regional;
- El momento: inmediato; a corto o mediano plazo o a largo plazo;
- Su inmediatez en: directo o indirecto
- Su persistencia en el tiempo: fugaz, transitorio, permanente
- Su probabilidad de ocurrencia: eventual o esporádico, periódico o intermitente, continuo
- Su reversibilidad en: reversible o irreversible; y
- Su recuperabilidad en: recuperación baja, media o alta.

El impacto ambiental, entonces, es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación; es decir, lo que se registra es la alteración neta positiva o negativa tanto en la calidad del medio ambiente como en la calidad de vida de las personas.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-técnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como la prevención, corrección y valoración de los mismos. Todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las autoridades competentes.

Otra definición la considera como el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente, uno de estos estudios es el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), que se puede definir como un estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentarse ante la Autoridad local sobre la base del cual se produce la Declaración de Impacto Ambiental o Acto Resolutivo que lo aprueba.

## 1.5.2 Objetivo del EsIA

Los Estudios de Impacto Ambiental evalúan aquellos aspectos naturales o antrópicos en que el desarrollo de un Proyecto pueda incidir, positiva o negativamente, identificando aquellos aspectos del pasivo ambiental característico de las áreas que se verán afectadas tanto en la etapa constructiva como en la operativa.

El resultado de la evaluación permitirá delinear un Plan de Gestión Ambiental que permita poner en marcha todas las medidas de prevención, control y mitigación necesarias para minimizar los efectos que estas obras puedan ocasionar en su entorno al Proyecto.

## 1.5.3 Alcances del Estudio

El EsIA de las obras “Sistema Berazategui 2° Etapa –Emisario Subfluvial y Estación de Bombeo (SC495 - SC498)” a ejecutarse en el Partido de Berazategui y la costa del Río de la Plata extenderá su análisis tanto a la etapa constructiva de ambos Proyectos como a la fase operativa de los mismos, en cuanto a sus efectos en el entorno inmediato a sus área de operación.

### 1.5.3.1 Estructura del EsIA

El presente Estudio de Impacto Ambiental se estructura en los siguientes capítulos:

- 1. Introducción:** En este capítulo se describen los antecedentes de AySA en cuanto a los servicios que brinda, el Marco Técnico, Legal y la metodología adoptada para la elaboración del estudio.
- 2. Descripción general del Proyecto:** Descripción de las obras que integran los distintos Proyectos de expansión, metodología constructiva y cronograma de obras.
- 3. Descripción general del entorno de las obras:** Caracterización de los distintos aspectos generales físicos, biológicos y antrópicos del Partido de Berazategui y las características generales del Río de la Plata en la zona en donde se construirá y operará el emisario subfluvial.
- 4. Determinación de la Línea de Base Ambiental:** Situación ambiental existente en el área de estudio, descripción de los impactos existentes más relevantes, tanto en el predio en donde se construirá la estación de Bombeo como en el área de la costa del Río de la Plata en donde se ejecutará y operará el emisario.

- 5. Evaluación de los impactos ambientales:** Identificación y evaluación de los impactos ambientales que puedan generar los Proyectos tanto en su etapa constructiva como en su etapa operativa. La evaluación se realiza mediante la utilización de matrices de evaluación. Descripción de las características de los impactos evaluados. Análisis de la incidencia del desarrollo de cada Proyecto.
- 6. Plan de gestión ambiental:** Descripción de los lineamientos generales sobre las medidas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales de aplicación mínima durante el desarrollo del Proyecto, que deberá desarrollar el Contratista. Gestión ambiental operativa, Plan de manejo ambiental a implementarse durante la operación del emisario subfluvial.
- 7. Conclusiones:** Evaluación ambiental general de los Proyectos en estudio.

### 1.5.3.2 Metodología Aplicada

#### Información base

##### ***Ámbito de estudio***

La información base para el desarrollo del EsIA se obtuvo mediante la recopilación de datos e información disponible de la zona que podrá verse afectada por el Proyecto. Para ello se realizó el relevamiento del sitio en donde de emplazarán las obras con el fin de realizar una descripción general del ambiente que puede ser afectado por influencia de la actividad. La caracterización del entorno físico, biótico y antrópico comprende los siguientes aspectos:

Medio Físico	Medio Biótico	Medio Antrópico
Climatología	Flora y Vegetación	Aspectos poblacionales: Población, Nivel socioeconómico.
Geología		
Fisiografía y Geomorfología	Fauna	Aspectos urbanos: Morfología y estructura urbana, usos de suelo, equipamientos e infraestructura urbana
Suelos		
Hidrogeología		Riesgo y Vulnerabilidad Sanitaria
Recursos hídricos		

##### ***Proyectos***

La información correspondiente al desarrollo de los Proyectos se obtuvo de los Pliegos de Licitación correspondiente a las obras en cuestión elaborados por profesionales de AySA.

### **Determinación de la Línea de Base Ambiental**

El estudio incluyó un relevamiento de campo e identificación de posibles problemas ambientales preexistentes, muestreos de suelos y sedimentos (lecho del río) y de calidad de aire (olores y ruidos) para caracterizar el Medio Físico. Además, se relevaron las características socioeconómicas y urbanas actuales del entorno de las obras.

La caracterización del Medio Biótico en el área de afectación de los Proyectos se realizó mediante la obtención de datos bibliográficos y la posterior verificación de la presencia en el área de las especies identificadas en la bibliografía disponible sobre el tema.

### **Evaluación de los impactos ambientales asociados al desarrollo de los Proyectos**

En primer lugar se identificarán los impactos que pudieran ocasionar las acciones asociadas a los Proyectos sobre los distintos componentes del ambiente. Estos impactos se evaluarán mediante un juego de matrices que permita considerar los distintos tipos y grados de afectación de los impactos tanto en la etapa constructiva como en la operativa de los Proyectos y evaluar los mismos según su nivel de significancia.

### **Lineamientos básicos para la gestión ambiental de las obras**

El resultado de este estudio permitió definir los lineamientos básicos para la elaboración del Plan de Gestión Ambiental de los Proyectos que deberá diseñar el Contratista, en el que se describirán las medidas de implementación mínima en cuanto a la prevención, control y mitigación de los impactos que se hayan evaluado como significativos.

### **Gestión Ambiental Operativa**

Conjunto de acciones, estudios y monitoreos destinados a evaluar el comportamiento de la operación del Sistema Berazategui, y en particular del emisario subfluvial con el objetivo de prevenir posibles desvíos de calidad del efluente vertido en el Río de la Plata.





## **2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS**

Las aguas servidas interceptadas a partir de las obras actuales de descarga serán tratadas en Planta de Pretratamiento Berazategui y posteriormente serán vertidas al Río de la Plata, impulsadas por la Estación de Bombeo de Salida hacia el nuevo emisario a construir de 4,40m de diámetro y una longitud de 7500m.

### **2.1 Ubicación general de las obras**

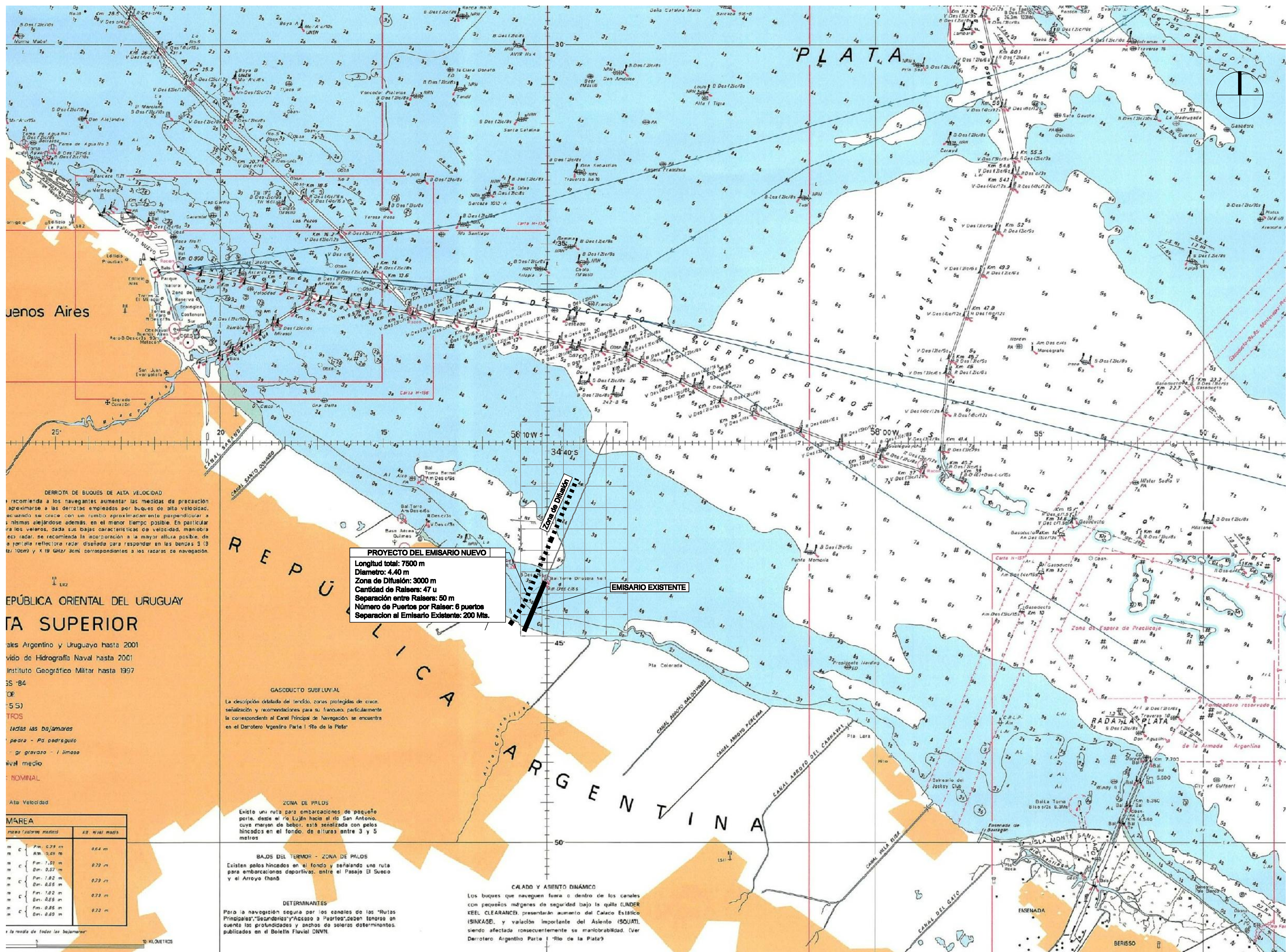
Los Proyectos que conforman el objeto de estudio del presente EsIA se desarrollarán en el Partido de Berazategui, sobre la costa del Río de la Plata. La obra correspondiente a la EBS estará emplazada en el sector noreste del terreno de la Planta de Pretratamiento Berazategui, actualmente en construcción, mientras que el emisario subfluvial se extenderá 7500 metros por el lecho del Río de la Plata desde el predio de la Planta, como se observa en las Figuras 3 y 4.

### **2.2 Objetivo general de las obras**

Las obras en estudio a ejecutar, pertenecientes al Sistema de Tratamiento de efluentes Berazategui, tienen la finalidad de asegurar la disposición adecuada de los efluentes cloacales tratados de la Cuenca de saneamiento Berazategui en el Río de la Plata, asegurando la calidad ambiental del cuerpo receptor.

A continuación se describen las dos obras objeto del presente estudio, las consideraciones técnicas tenidas en cuenta para su diseño, las alternativas consideradas y los detalles técnicos de los proyectos seleccionados.





NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

#		
1		
2		
3		
4		
Rev.	Descripción	Revisó Fecha

Agua y Saneamientos Argentinos S.A.  
Dirección de Planificación

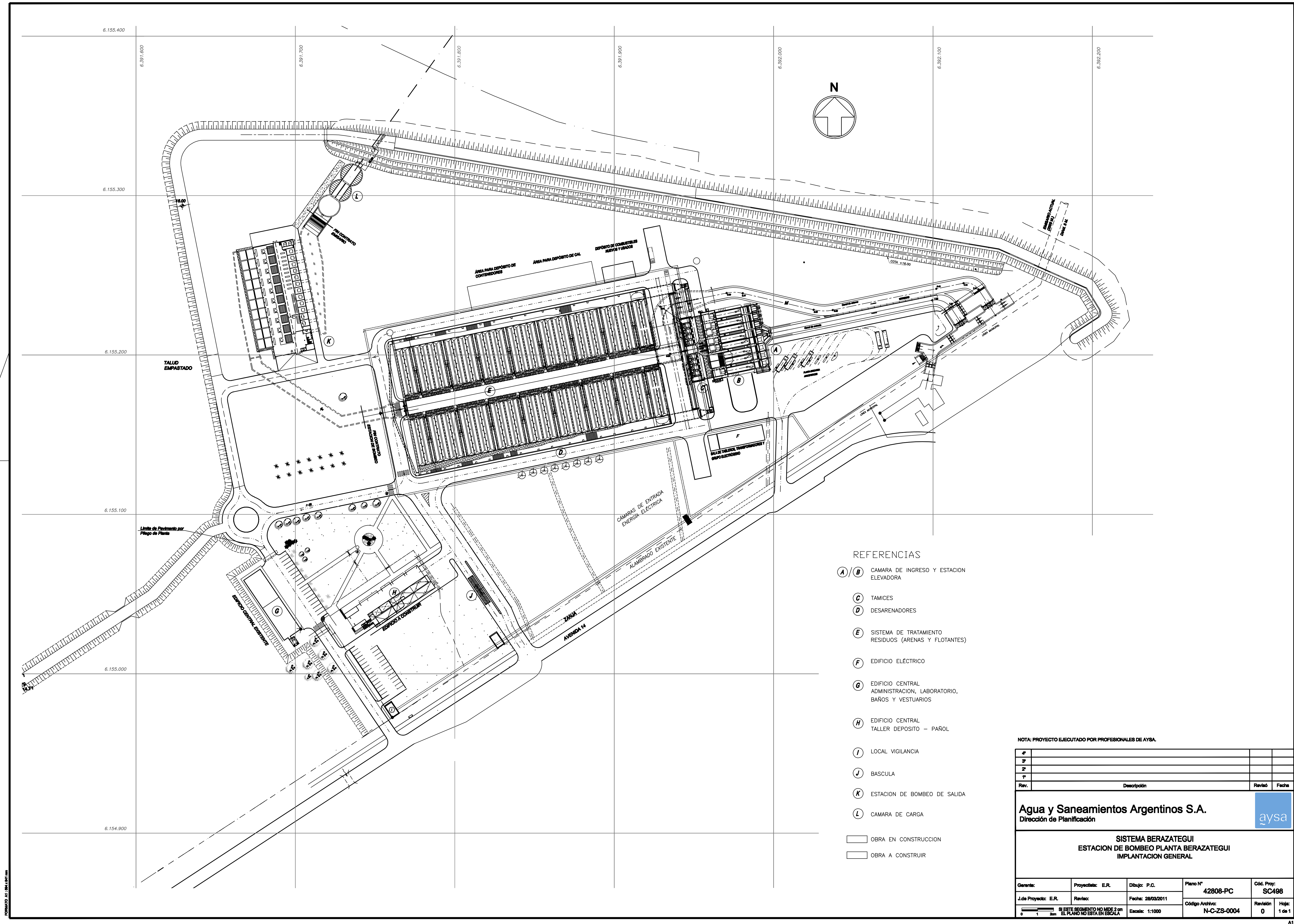


EXPANSIÓN DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES  
EMISARIO BERAZATEGUI  
UBICACION DE LA ZONA EN ESTUDIO

Figura 3

Gerente:	Proyectista:	Dibuj:	Plano N°	Cód. Proj.
J.de Proyecto:	Revisor:	Fecha: 02/03/2011	42777-PC	SC-495
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión
Escala: INDICADA				Hojas: 1 de 1





REFERENCIAS

- A/B** CAMARA DE INGRESO Y ESTACION ELEVADORA
- C** TAMICES
- D** DESARENADORES
- E** SISTEMA DE TRATAMIENTO RESIDUOS (ARENAS Y FLOTANTES)
- F** EDIFICIO ELÉCTRICO
- G** EDIFICIO CENTRAL ADMINISTRACION, LABORATORIO, BAÑOS Y VESTUARIOS
- H** EDIFICIO CENTRAL TALLER DEPOSITO - PAÑOL
- I** LOCAL VIGILANCIA
- J** BASCULA
- K** ESTACION DE BOMBEO DE SALIDA
- L** CAMARA DE CARGA

OBRA EN CONSTRUCCION  
OBRA A CONSTRUIR

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

#			
1º			
2º			
3º			
Rev.	Descripción	Revisó	Fecha

**Agua y Saneamientos Argentinos S.A.**  
Dirección de Planificación



SISTEMA BERAZATEGUI ESTACION DE BOMBEO PLANTA BERAZATEGUI IMPLANTACION GENERAL			
Gerente:	Proyectista: E.R.	Dibujó: P.C.	Plano N° 42808-PC
Jefe Proyecto: E.R.	Revisó:	Fecha: 28/03/2011	Código Archivo: N-C-ZS-0004
Escala: 1:1000			Órd. Proj: SC498
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Revisión 0
			Hojas: 1 de 1

Figura 4



## 2.3 Estación de Bombeo de Salida Berazategui (SC 498)

Las instalaciones de la Estación de Bombeo de Salida (EBS) ocuparán un extremo del predio de la Planta Berazategui de modo de dejar el mayor espacio posible disponible para futuras obras complementarias del tratamiento, como se vio en la Figura 4.

El diseño de la EBS contará con 10 bombas centrífugas para trabajar en cámara seca en posición vertical aptas para líquido cloacal. El régimen de funcionamiento máximo será de 8 en servicio y 2 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<sup>2</sup> y la de bombas estará a cota 11,70 m OSN, a tal efecto se instalará un sistema de eje de transmisión mediante acoplamientos.

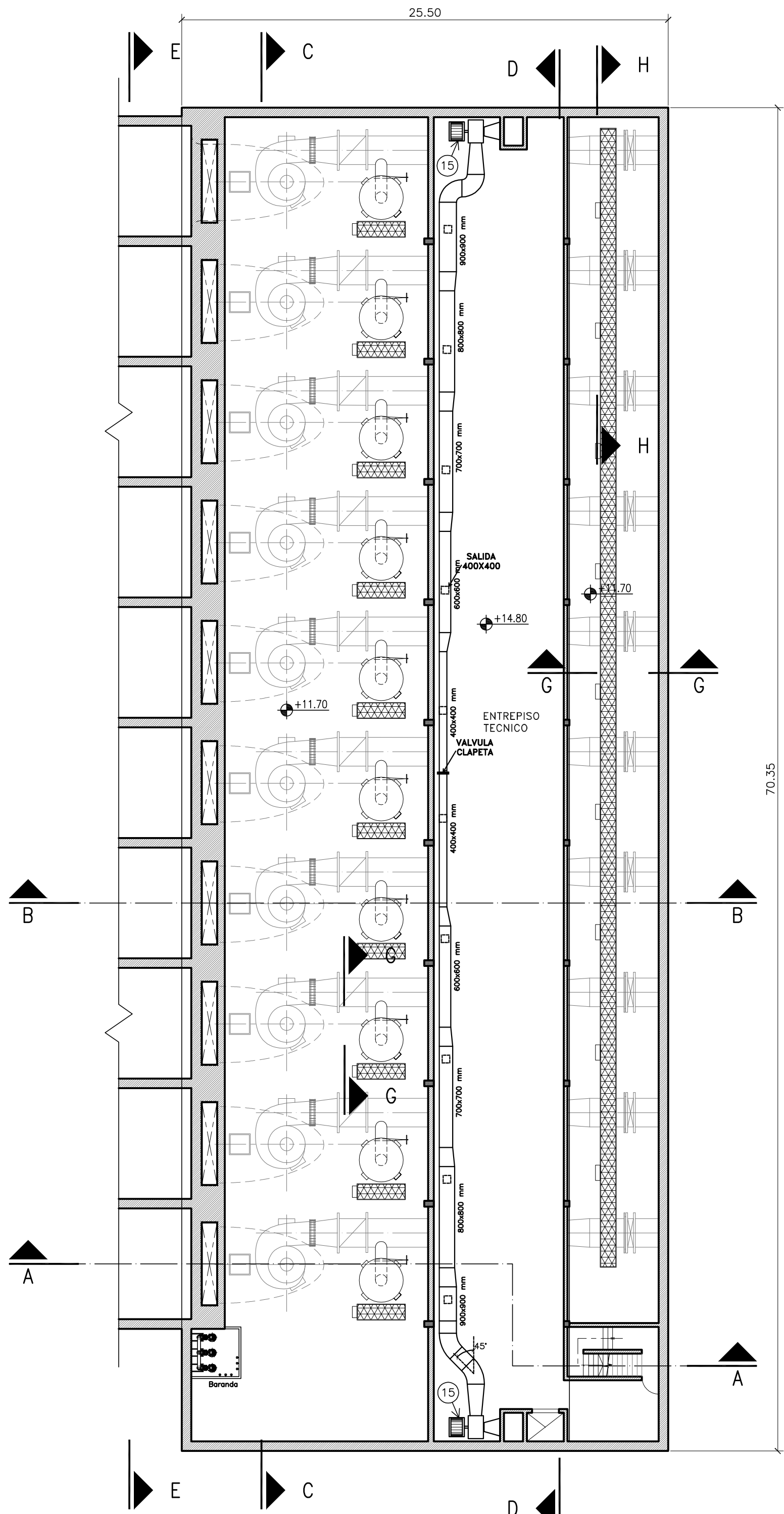
El terreno es relativamente plano, con algunas irregularidades y una suave pendiente hacia el río. La cota del terreno rellenado está a aproximadamente 16,00 m OSN. El nivel de piso terminado en sala de motores +17.40 m OSN.

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.

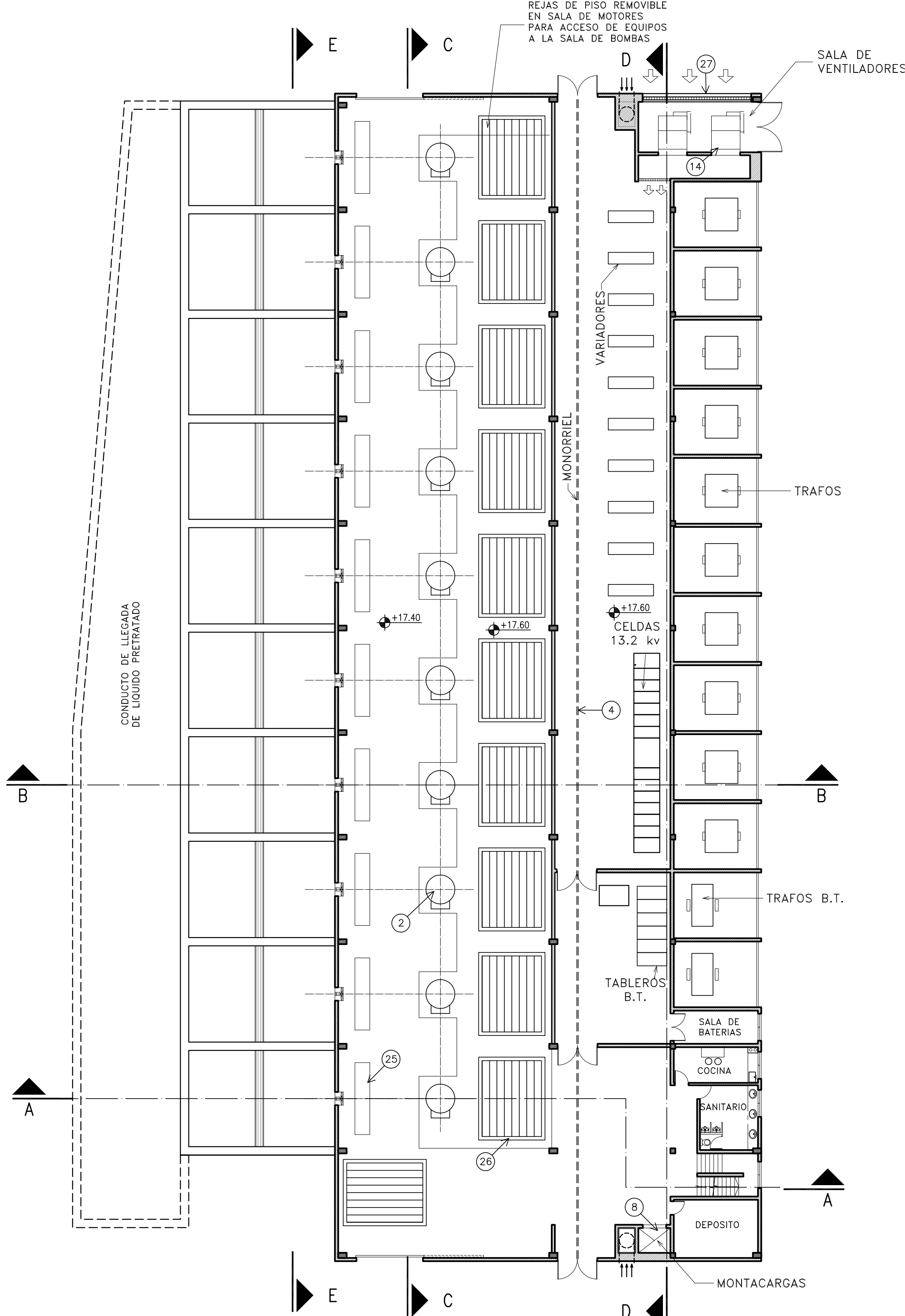
Las Figuras 5, 6, 7, 8 y 9 esquematizan el detalle de la estación de bombeo:

---

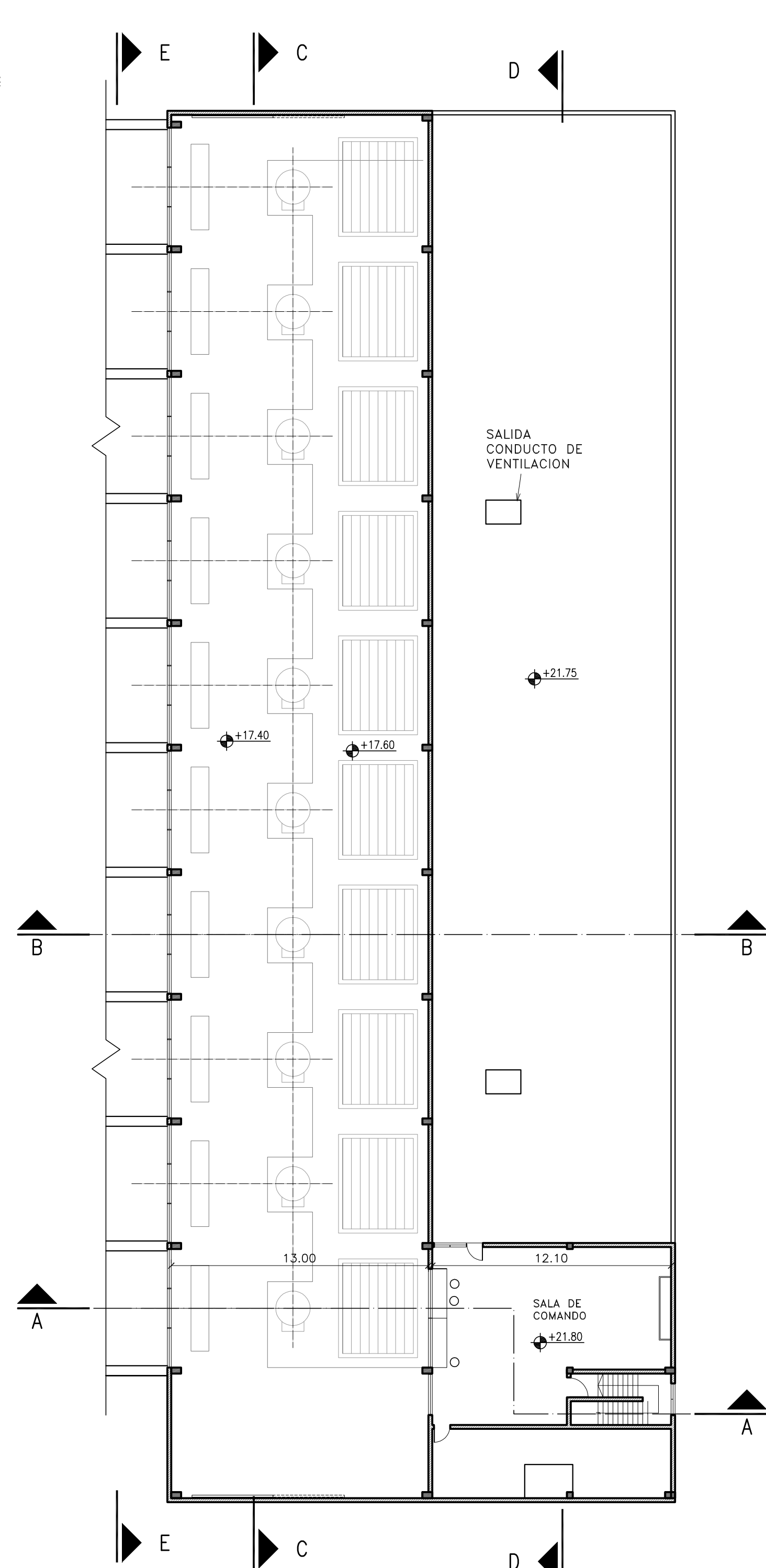
<sup>2</sup> El 0,00 m OSN corresponde -12,0267 m IGM. En tanto que el 0,00m IGM se considera a la línea imaginaria que se encuentra 18,4523 m por debajo del nivel de la estrella del peristilo de la Catedral de Buenos Aires.



PLANTA ENTREPISO TECNICO



PLANTA SALA DE MOTORES Y TABLEROS



PLANTA SALA DE COMANDO

LISTA DE MATERIALES		
Nº	Denominación	Cant. Material
1	Bombas elevadoras de 4.2 m³/s 14 mca vertical con eje transmisión 3m	10 S/ especificaciones técnicas
2	Motor eléctrico de 1000 kW vertical autoventilado incluyendo base de perfilado de apoyo	10 S/ especificaciones técnicas
3	Válvula de tipo esclusa de impulsión de D. 1500 mm. Tipo extrachata con actuador electrohidráulico	10 Fundición dúctil
4	Apagapelo eléctrico corredizo en sala de variadores capacidad 3 Ton.	1 S/ especificaciones técnicas
5	Transmisor de presión	2 S/ especificaciones técnicas
6	Junta de desarme autoportante de 1200 mm.	20 Acero al Carbono o Revestimiento epoxi
7	Válvulas de retención + sistema de amortiguación de D. 1500 mm.	10 Fundición Dúctil
8	Montacargas	1 S/ especificaciones técnicas
9	Cafetería de impulsión de D. 1500 mm. De acero al carbono revestido	140 Acero al Carbono o Revestimiento epoxi
10	Reducción de D. 1500 a 1200 mm de acero al carbono revestido	10 Acero al Carbono o Revestimiento epoxi
11	Caudalímetro electromagnético de D. 1200 mm	10 S/ especificaciones técnicas
12	Puente grúa sala de motores Cap 20 Ton Luz 12 m	1 S/ especificaciones técnicas
13	Bomba de sifoneo Caudal 30 l/sq. AMT 8 mca	3 S/ especificaciones técnicas
14	Ventilador centrífugo Sala de variadores caudal 1500m³/min 30 mmca	2 S/ especificaciones técnicas
15	Ventilador centrífugo "modificación de aire a" Sala de Bombas 320m³/min Altura estática 40mmca	2 S/ especificaciones técnicas
16	Ventilador axial sala de motores de panel Caudal 550 m³/min	10 S/ especificaciones técnicas
17	Construcción de ventilación sala de bombas	1 Acero al Carbono galvanizado
18	Recata para compuerta de aislación de bombas ancho 4.00m altura 8.00m	20 Acero inoxidable
19	Compuerta de aislación de bombas Altura 1.70m Ancho 4.00m	2 Acero al Carbono o Revestimiento epoxi
20	Tanque para agua de acido 4.50m³	10 Acero al Carbono o Revestimiento epoxi
21	Componentes a presión para tanque anticavit 45 m³/h nominal a 17kg/cm²	2 S/ especificaciones técnicas
22	Válvula de tipo esclusa salida tanque D. 600 mm. Tipo extrachata	10 Fundición dúctil
23	Cárteres y curvas DN 800 para sistema antiavante de acero al carbono	10 Acero al Carbono o Revestimiento epoxi
24	Tapa a presión para acceso a cámara de aspiración 1.00m x 1.00m	10 Acero inoxidable
25	Tapa para recata en aspiración de bomba 0.90m x 4.00m de acero al carbono	10 Acero inoxidable
26	Rejas de piso removible en sala de motores 4.00m x 5.00m de acero al carbono	11 Acero al carbono o Revestimiento epoxi
27	Rejas con paneles de filtro	1 Acero al carbono

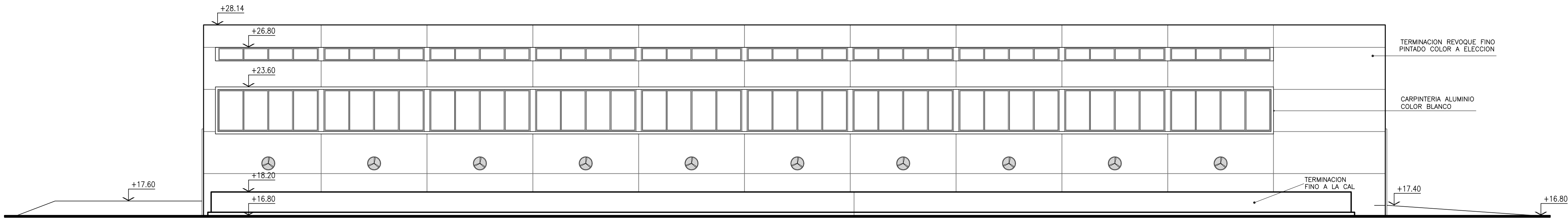
NOTAS:

PLANOS DE REFERENCIA:

- 42987-PE (N-C-ZS-0007) CORTES A-A y B-B
- 42988-PE (N-C-ZS-0008) CORTES C-C y H-H y G-G
- 42993-PE (N-C-ZS-0010) CORTES D-D y E-E
- 1- LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL CERO DE OSN.
- 2- LAS DIMENSIONES ESTAN INDICADAS EN METROS.
- 3- LAS DIMENSIONES INDICADAS SON A MODO DE REFERENCIA. LAS MISMAS DEBERAN REPLANTARSE PREVIO AL MONTAJE.
- 4- LAS COTAS DE TERRENO SE VERIFICARAN EN OBRA, COMO ASI TAMBIEN LA UBICACION DE TODAS LAS INSTALACIONES EXISTENTES INDICADAS O NO EN ESTE PLANO.

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

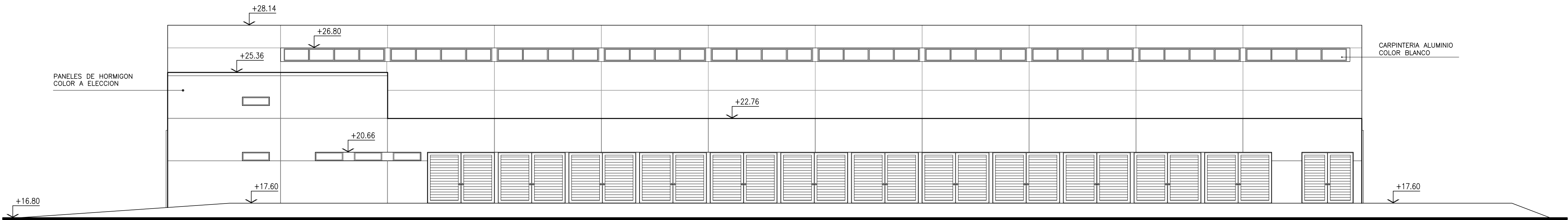
4º			
3º			
2º			
1º			
Rev.	Descripción	Revisó	Fecha
Agua y Saneamientos Argentinos S.A. Dirección de Planificación			
aysa			
SISTEMA BERAZATEGUI ESTACION DE BOMBEO PLANTA BERAZATEGUI PLANTAS			
Figura 5			
Gerente:	Proyectista: E.R.	Dibujo: P.C.	Plano N° 42985-PE
J.de Proyecto: E.R.	Revisó:	Fecha: 28/03/2011	Código Archivo: N-C-ZS-0006
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTA EN ESCALA		Escala: 1:200	Cód. Proy: SC498
		Revisión: 0	Hoja: 1 de 1



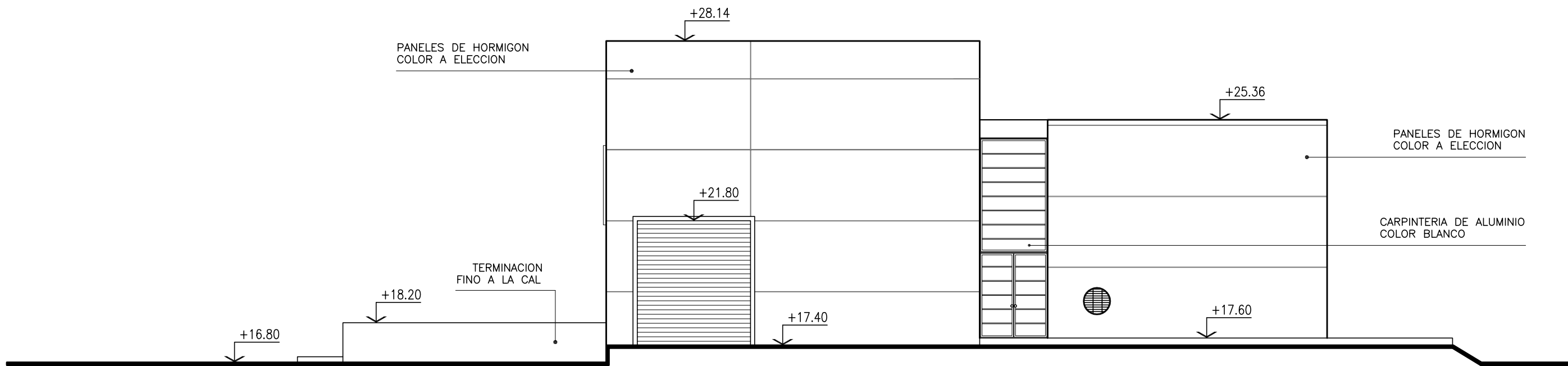
Vista Oeste

NOTAS:

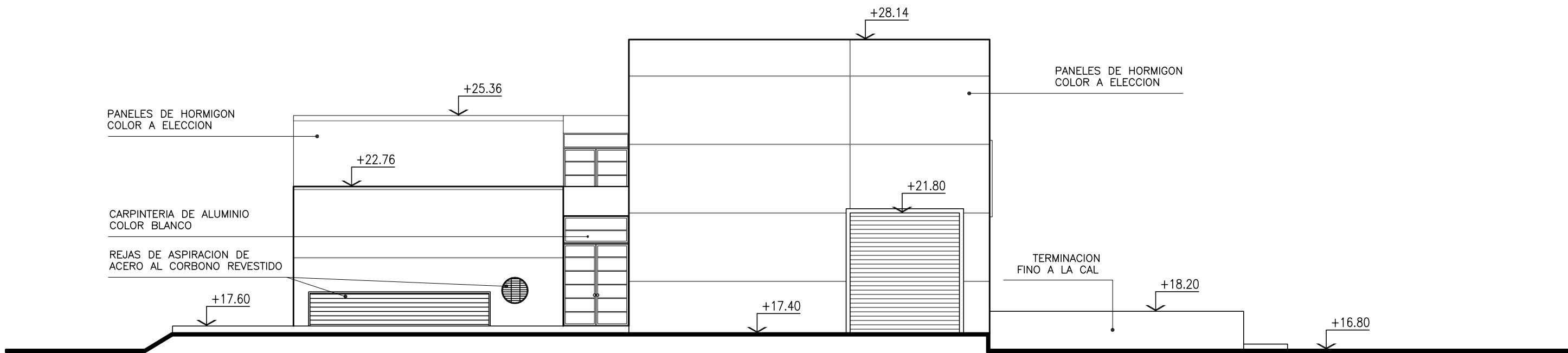
- 1- LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL CERO DE OSN.
- 2- LAS DIMENSIONES ESTAN INDICADAS EN METROS.
- 3- LAS DIMENSIONES INDICADAS SON A MODO DE REFERENCIA. LAS MISMAS DEBERAN REPLANTARSE PREVIO AL MONTAJE.
- 4- LAS COTAS DE TERRENO SE VERIFICARAN EN OBRA, COMO ASI TAMBIEN LA UBICACION DE TODAS LAS INSTALACIONES EXISTENTES INDICADAS O NO EN ESTE PLANO.



Vista Este



Vista Norte



Vista Sur

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

4º			
3º			
2º			
1º			
Rev.	Descripción	Revisó	Fecha

Agua y Saneamientos Argentinos S.A.  
Dirección de Planificación



SISTEMA BERAZATEGUI  
ESTACION DE BOMBEO PLANTA BERAZATEGUI  
EDIFICIO DE LA ESTACION - VISTAS

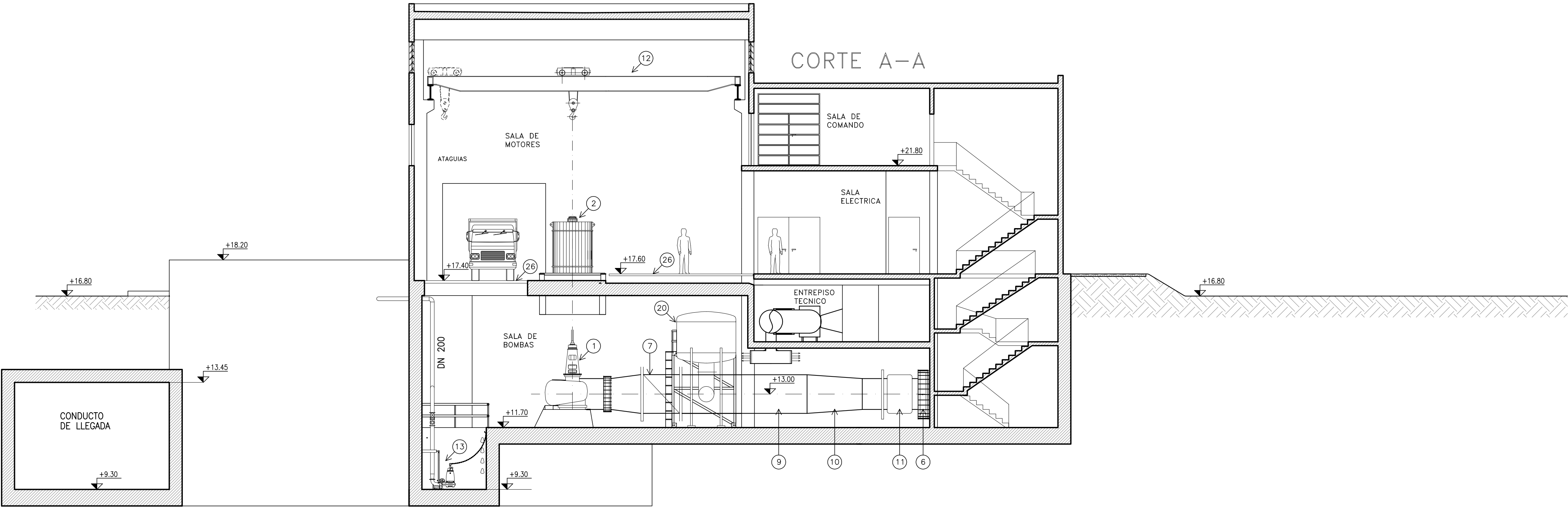
Figura 6

Gerente:	Proyectista: E.R.	Dibujo: G.P.	Plano N° 44905-PE	Cód. Proy: SC498
J.de Proyecto: E.R.	Revisó:	Fecha: 28/03/2011	Código Archivo: I-C-ZS-0010	Revisión: 0
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTA EN ESCALA			Escala: 1:150	Hoja: 1 de 1

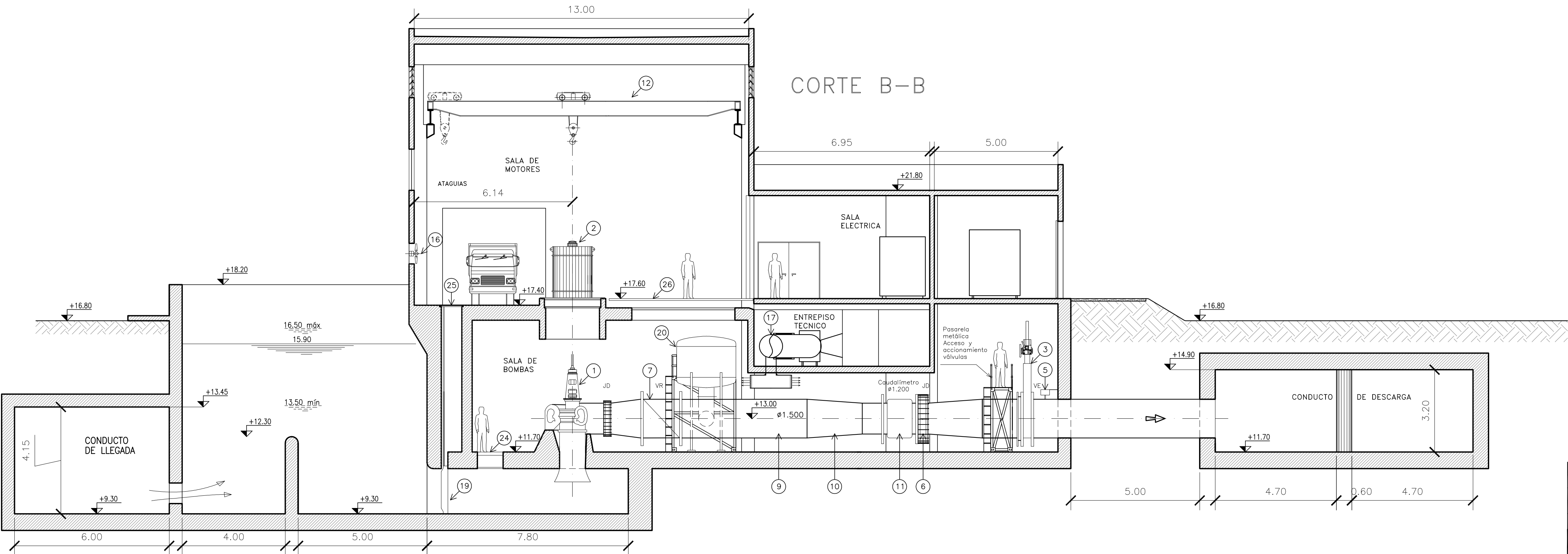


NOTAS:

- 1- LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL CERO DE OSN.
- 2- LAS DIMENSIONES ESTAN INDICADAS EN METROS.
- 3- LAS DIMENSIONES INDICADAS SON A MODO DE REFERENCIA. LAS MISMAS DEBERAN REPLANTARSE PREVIO AL MONTAJE.
- 4- LAS COTAS DE TERRENO SE VERIFICARAN EN OBRA, COMO ASI TAMBIEN LA UBICACION DE TODAS LAS INSTALACIONES EXISTENTES INDICADAS O NO EN ESTE PLANO.



LISTA DE MATERIALES		
Nº	Denominación	Material
1	Bombas elevadoras de 4.2 m³/h 14 mca vertical con eje transmisión 3m	Si especificaciones técnicas
2	Motor eléctrico de 1000 kW vertical autoventilado incluyendo base de perfilado de apoyo	Si especificaciones técnicas
3	Válvula de tipo esclusa de impulsión de D. 1500 mm. Tipo extrachata con actuador electromecánico	Fundición dúctil
4	Aparejo eléctrico corredizo en sala de variadores capacidad 3 Ton.	Si especificaciones técnicas
5	Transmisor de presión	Si especificaciones técnicas
6	Junta de desarme autoportante de 1200 mm.	Acero al Carbono c/ Revestimiento epoxi
7	Válvulas de retención + sistema de amortiguación de D. 1500 mm.	Fundición Dúctil
8	Montacargas	Si especificaciones técnicas
9	Cajetilla de impulsión de D. 1500 mm. De acero al carbono revestido	Acero al Carbono c/ Revestimiento epoxi
10	Reducción de D. 1500 a 1200 mm de acero al carbono revestido	Acero al Carbono c/ Revestimiento epoxi
11	Caudalímetro electromagnético de D. 1200 mm	Si especificaciones técnicas
12	Puerta gris sala de motores Cap 20 Ton Luz 12 m	Si especificaciones técnicas
13	Bomba de achique Caudal 30 l/seg AMT 6 mca	Si especificaciones técnicas
14	Ventilador centrífugo Sala de variadores caudal 1500m³/min 30 mmca	Si especificaciones técnicas
15	Ventilador centrífugo inyección de aire a Sala de Bombas 320m³/min Altura estática 40mmca	Si especificaciones técnicas
16	Ventilador axial sala de motores de pared Caudal 550 m³/min	Si especificaciones técnicas
17	Conductos de ventilación sala de bombas	Acero al Carbono galvanizado
18	Resaca para compuerta de anulación de bombas ancho 4.00m altura 6.00m	Acero inoxidable
19	Compuerta de anulación de bombas Altura 1.70m Ancho 4.00m	Acero al Carbono c/ Revestimiento epoxi
20	Tanque para golpe de ariete 4.20m³	Acero al Carbono c/ Revestimiento epoxi
21	Compensador a patín para tanque antirresaca 45 m³/h normal a 7 Kg/cm²	Si especificaciones técnicas
22	Válvula de tipo esclusa salida tanque D. 600 mm. Tipo extrachata	Fundición dúctil
23	Cajetillas y curvas DN 600 para sistema antirresaca de acero al carbono revestido.	Acero al Carbono c/ Revestimiento epoxi
24	Tapas a presión para acceso a cámara de aspiración 1.00m x 1.00m	Acero inoxidable
25	Tapas para recata en aspiración de bomba 0.90m x 4.00m de acero inoxidable	Acero inoxidable
26	Rejas de piso removible en sala de motores 4.00m x 5.00m de acero al carbono	Acero al carbono c/ Revestimiento epoxi
27	Rejas con paneles de filtro	Acero al carbono



NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

Rev.	Descripción	Revisó	Fecha
4ª			
3ª			
2ª			
1ª			

Agua y Saneamientos Argentinos S.A.  
Dirección de Planificación



SISTEMA BERAZATEGUI  
ESTACION DE BOMBEO PLANTA BERAZATEGUI  
CORTES A - A y B - B

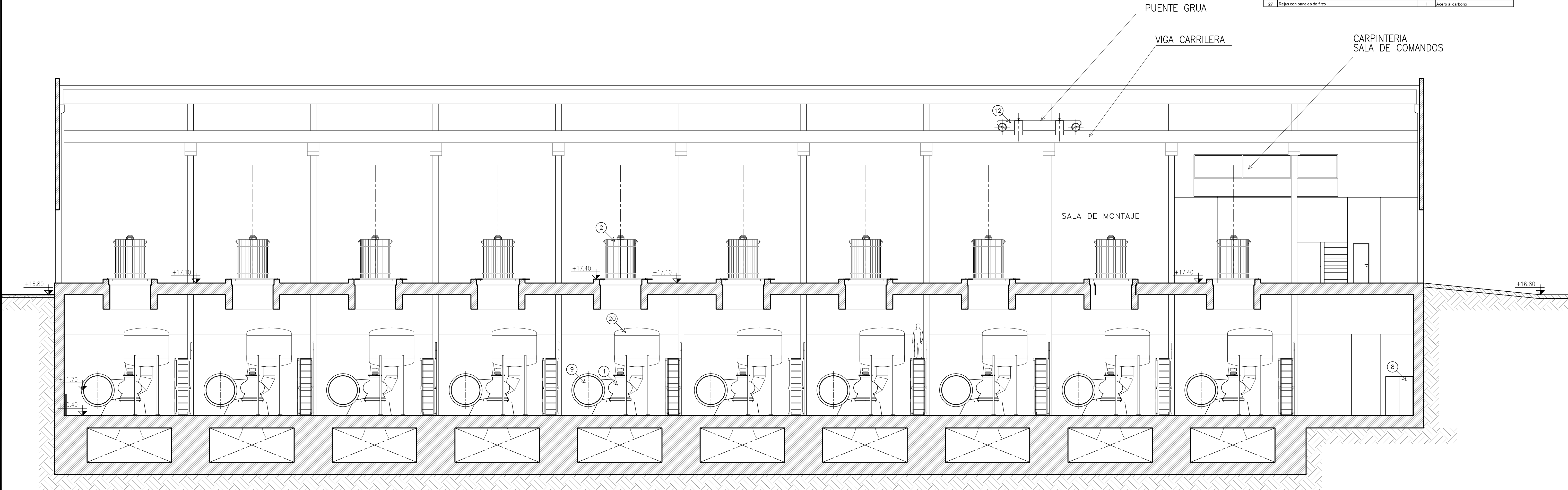
Figura 7

Gerente:	Proyectista: E.R.	Dibujo: P.C./G.P.	Plano N° 42987-PE	Cód. Proy: SC498
J.de Proyecto: E.R.	Revisó:	Fecha: 28/03/2011	Código Archivo: N-C-ZS-0007	Revisión: 0 Hoja: 1 de 1
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA		Escala: 1:100		

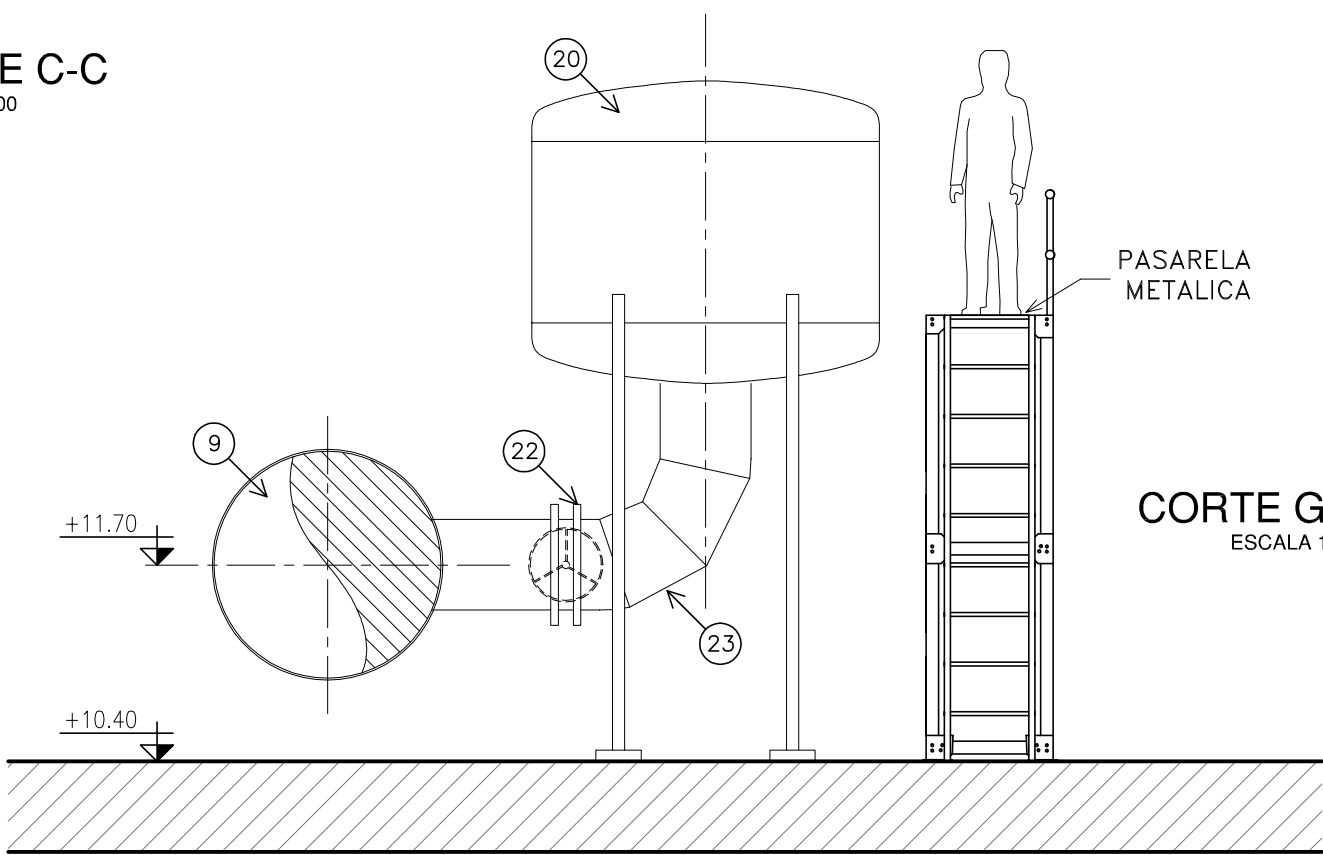
LISTA DE MATERIALES			
N°	Denominación	Cant.	Material
1	Bombas elevadoras de 4.2 m³/s 14 mca vertical con eje transmisión 3m	10	S/especificaciones técnicas
2	Motor eléctrico de 1000 kW vertical autoventilado incluyendo base de perfilado de apoyo	10	S/especificaciones técnicas
3	Válvula de tipo esclusa de impulsión de D. 1500 mm. Tipo extrachata con actuador electromecánico	10	Fundición ductil
4	Aparato eléctrico corredizo en sala de variadores capacidad 3 Ton.	1	S/especificaciones técnicas
5	Transmisor de presión	2	S/especificaciones técnicas
6	Junta de desarme autoportante de 1200 mm.	20	Axero al Carbono o/ Revestimiento epoxi.
7	Válvulas de retención + sistema de amortiguación de D. 1500 mm.	10	Fundición Ductil
8	Montacargas	1	S/especificaciones técnicas
9	Cableja de impulsión de D. 1500 mm. De acero al carbono revestido	140	Axero al Carbono o/ Revestimiento epoxi.
10	Reducción de D. 1500 a 1200 mm de acero al carbono revestido	10	Axero al Carbono o/ Revestimiento epoxi.
11	Caudalímetro electromagnético de D. 1200 mm.	10	S/especificaciones técnicas
12	Puente grúa sala de motores Cap 20 Ton Luz 12 m	1	S/especificaciones técnicas
13	Bomba de achique Caudal 30 m³/hg. AMT 8 mca	3	S/especificaciones técnicas
14	Ventilador centrífugo Sala de variadores caudal 1500m³/hrg. 30 mmca	2	S/especificaciones técnicas
15	Ventilador centrífugo inyección de aire a Sala de Bombas 320m³/hrg. altura estática 40mmca	2	S/especificaciones técnicas
16	Ventilador axial sala de motores de pared Caudal 1500 m³/hrg.	10	S/especificaciones técnicas
17	Conductos de ventilación sala de bombas	1	Axero al Carbono galvanizado
18	Recata para compuerta de aislación de bombas ancho 4.00m altura 8.00m	20	Axero inoxidable
19	Compuerta de aislación de bombas Altura 1.70m Ancho 4.00m	2	Axero al Carbono o/ Revestimiento epoxi.
20	Tanque para polvos de arena 4.00m³	10	Axero al Carbono o/ Revestimiento epoxi.
21	Compresores a pistón para tanque antiriesgo 45 m³/h normal a 7 Kg/cm²	2	S/especificaciones técnicas
22	Válvula de tipo esclusa salida tanque D. 600 mm. Tipo extrachata	10	Fundición ductil
23	Cableja y cunetas DN 600 para sistema antiriesgo de acero al carbono revestido	10	Axero al Carbono o/ Revestimiento epoxi.
24	Tapa a presión para acceso a cámara de aspiración 1.50m x 1.50m	10	Axero inoxidable
25	Tapa para recata en aspiración de bomba 0.90m x 4.00m de acero inoxidable	10	Axero inoxidable
26	Repa de piso removible en sala de motores 4.00m x 5.00m de acero al carbono	11	Axero al carbono o/Revestimiento epoxi.
27	Rajas con paneles de filtro	1	Axero al carbono

NOTAS:

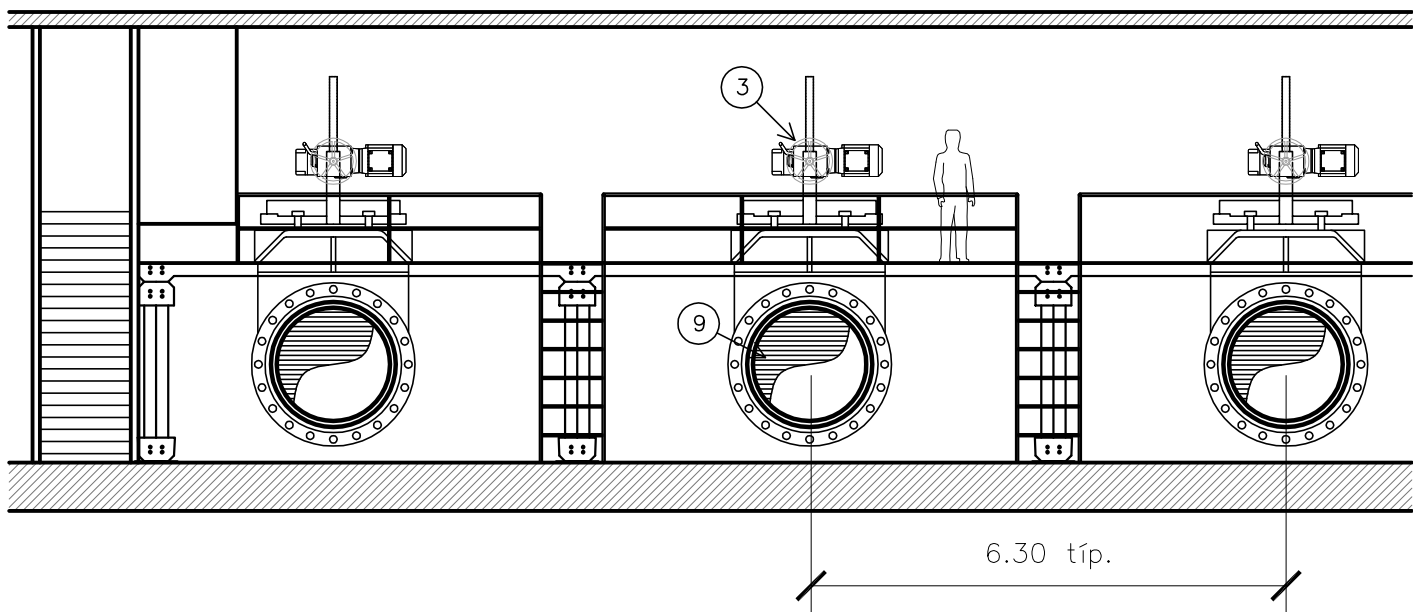
- 1- LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL CERO DE OSN.  
2- LAS DIMENSIONES ESTAN INDICADAS EN METROS.  
3- LAS DIMENSIONES INDICADAS SON A MODO DE REFERENCIA. LAS MISMAS DEBERAN REPLANTARSE PREVIO AL MONTEJE.  
4- LAS COTAS DE TERRENO SE VERIFICARAN EN OBRA, COMO ASI TAMBIEN LA UBICACION DE TODAS LAS INSTALACIONES EXISTENTES INDICADAS O NO EN ESTE PLANO.



CORTE C-C  
ESCALA 1:100



CORTE G-G  
ESCALA 1:50



CORTE H-H  
ESCALA 1:100

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

Rev.	Descripción	Revisó	Fecha
4º			
3º			
2º			
1º			

Agua y Saneamientos Argentinos S.A.  
Dirección de Planificación

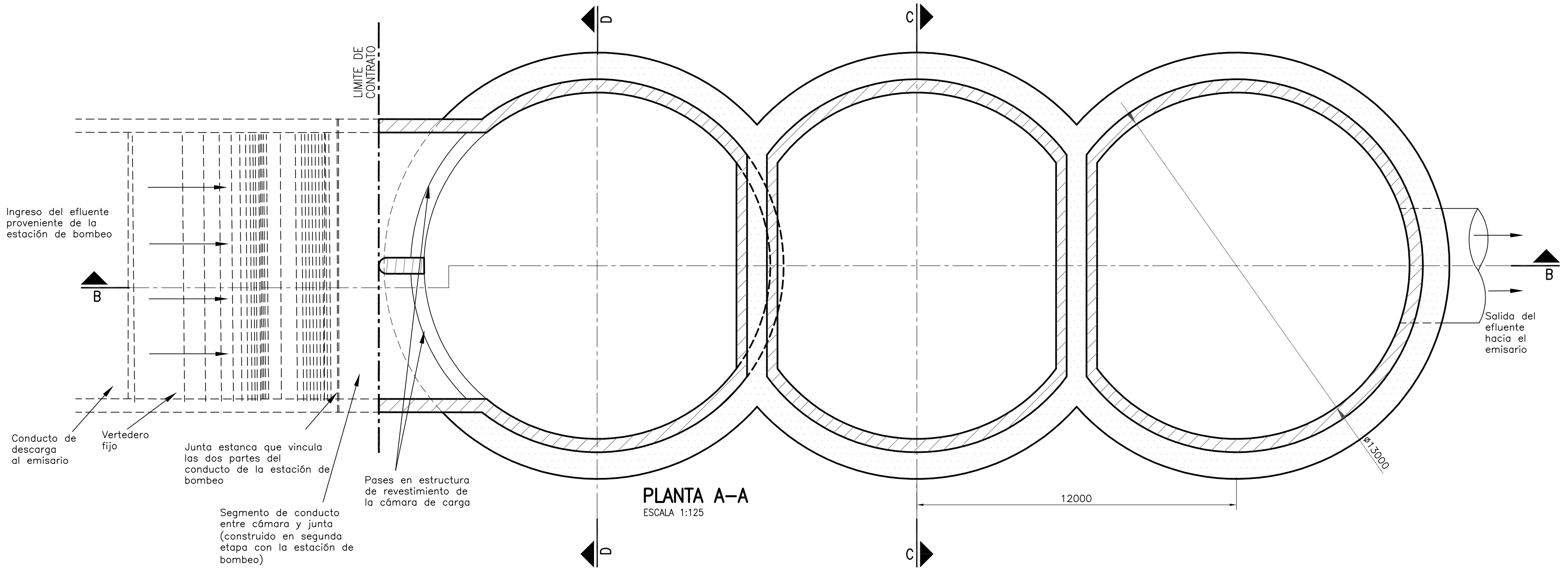


SISTEMA BERAZATEGUI  
ESTACION DE BOMBEO PLANTA BERAZATEGUI  
CORTES C - C, H - H y G - G

Figura 8

Gerente:	Proyectista: E.R.	Dibujo: P.C./G.P.	Plano N° 42988-PE	Cód. Proy. SC498
J.de Proyecto: E.R.	Revisó:	Fecha: 28/03/2011	Código Archivo: N-C-ZS-0008	Revisión 0 Hoja 1 de 1
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTA EN ESCALA		Escala: INDICADAS		





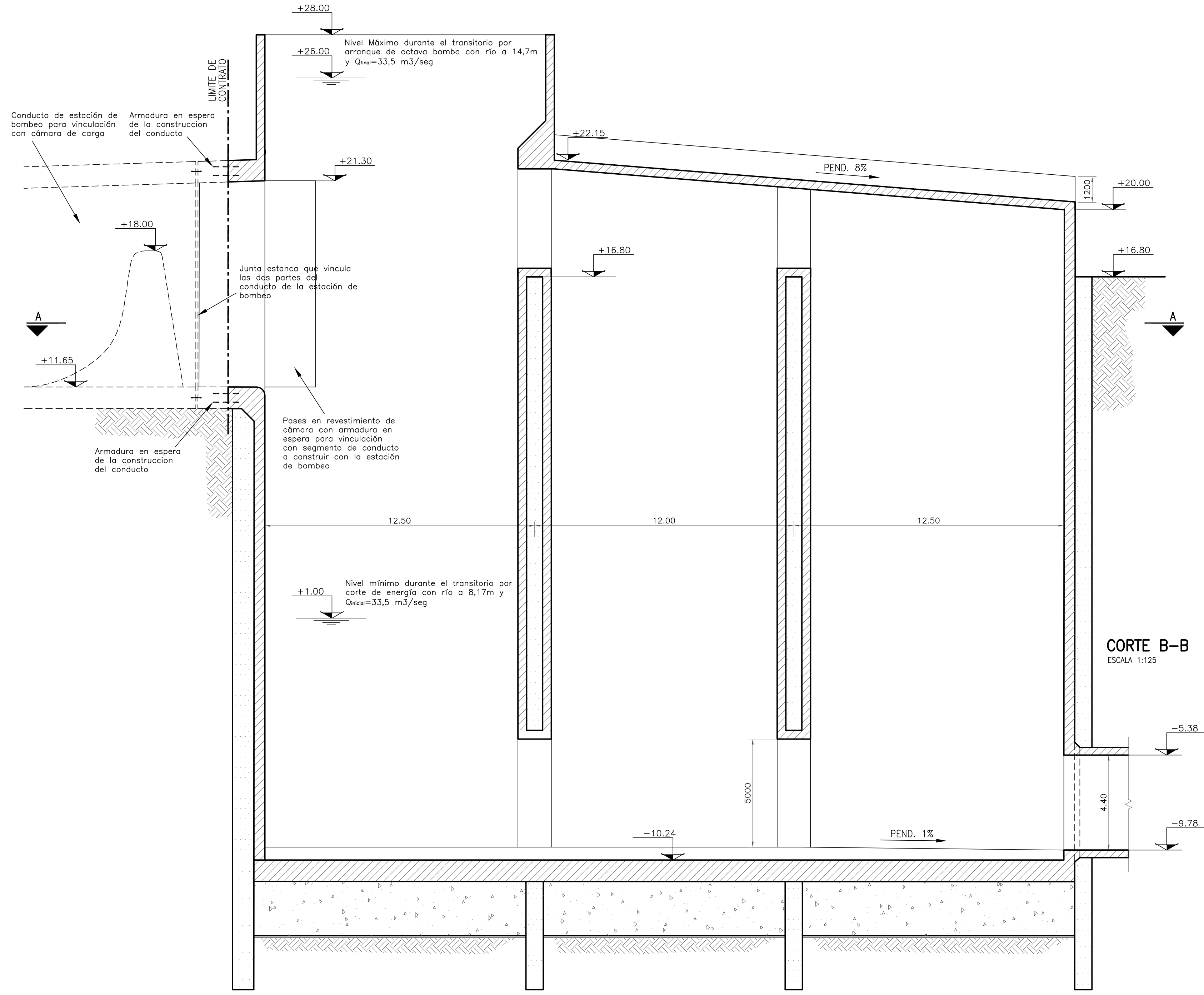
PLANTA A-A  
ESCALA 1:125

NOTAS:

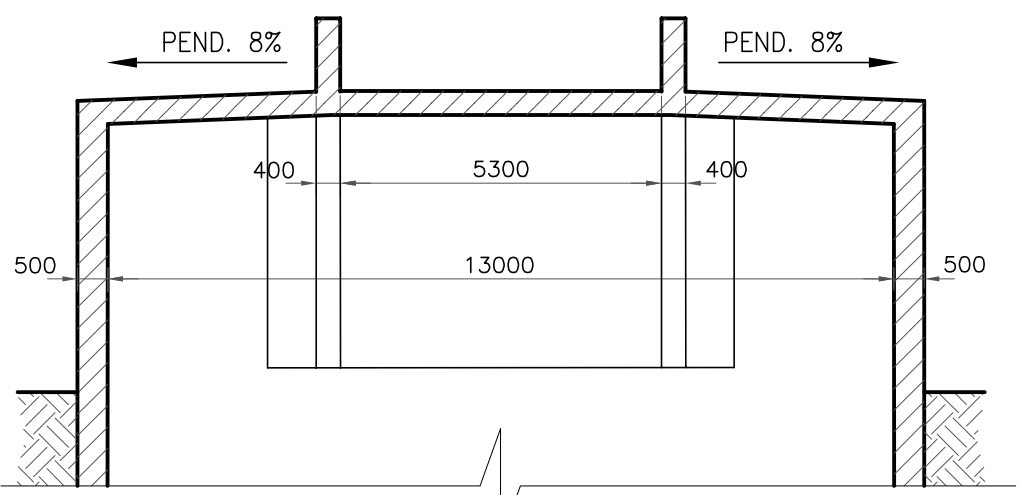
- 1- LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL CERO DE OSN.
- 2- LAS DIMENSIONES ESTAN INDICADAS EN METROS.
- 3- LAS DIMENSIONES INDICADAS SON A MODO DE REFERENCIA. LAS MISMAS DEBERAN REPLANTARSE PREVIO AL MONTAJE.
- 4- LAS COTAS DE TERRENO SE VERIFICARAN EN OBRA, COMO ASI TAMBIEN LA UBICACION DE TODAS LAS INSTALACIONES EXISTENTES INDICADAS O NO EN ESTE PLANO.
- 5- EL METODO DE CONSTRUCCION DE LA CHIMENEA, SU CONEXION AL CONDUCTO Y EL DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA, SERAN RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA. LA ESTRUCTURA TERMINADA DEBERA SER ESTANCA.
- 6- SE DEBERAN REALIZAR TODAS LAS PREVISIONES PARA EVITAR DAÑOS EN EL CONDUCTO POR UN ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DEL MISMO RESPECTO DE LA CHIMENEA.
- 7- EL CONTRATISTA DEBERA EFECTUAR EL DISEÑO SEGUN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.
- 8- LA UBICACION Y DIMENSIONES DEFINITIVAS DEL CONDUCTO DE CONEXION SERAN INDICADAS POR LA INSPECCION.

REFERENCIAS:

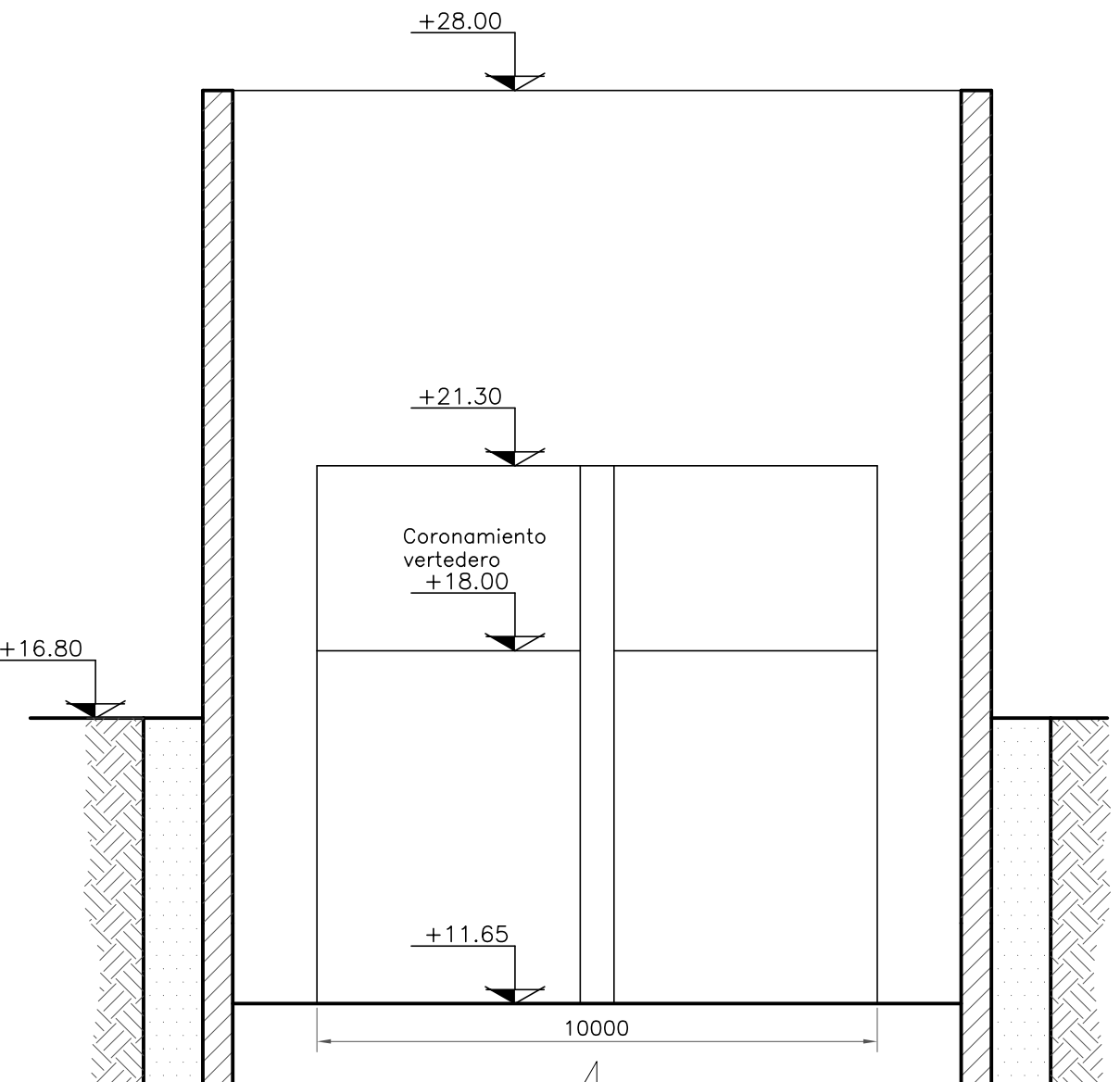
- MURO COLADO
- HORMIGON DE SEGUNDA ETAPA



CORTE B-B  
ESCALA 1:125



CORTE C-C  
ESCALA 1:125



CORTE D-D  
ESCALA 1:125

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

Rev.	Descripción	Revisó	Fecha
4º			
3º			
2º			
1º	Cambio de diámetro de la chimenea		

**Agua y Saneamientos Argentinos S.A.**  
Dirección de Planificación

**aysa**

**SISTEMA BERAZATEGUI**  
**ESTACION DE BOMBEO PLANTA BERAZATEGUI**  
**CÁMARA DE CARGA**  
**PLANTA Y CORTES**

**Figura 9**

Gerente:	Proyectista: E.R.	Dibujo: P.C.	Plano N° 44903-PE	Cód. Proy: SC498
J.de Proyecto: E.R.	Revisó:	Fecha: 28/03/2011	Código Archivo: N-C-ZS-0012	Revisión 1 Hoja: 1 de 1

SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA

Escala: 1:125

## **2.3.1 Descripción general del Proyecto**

### **2.3.1.1 Obra Electromecánica**

La obra electromecánica estará compuesta por varias tecnologías, las cuales son descriptas brevemente a continuación.

#### **Electrobombas**

Se instalarán 10 electrobombas, serán del tipo centrifugas semiaxial de flujo mixto vertical para instalar en cámara seca aptas para servicio pesado de líquido cloacal, capaz de manipular sólidos de hasta 250 mm. Cada bomba tendrá una capacidad de 4,2 m<sup>3</sup>/seg, una altura manométrica total de 14,00m trabajando a su velocidad nominal o reducida a los efectos de obtener mayor rendimiento. El caudal pico se fija en 33 m<sup>3</sup>/seg y este punto de funcionamiento deberá ser cubierto con 8 bombas como máximo.

Las bombas son accionadas directamente por motores eléctricos del tipo horizontal para una tensión 6,6 Kv para 50 Hz y una potencia necesaria mínima de 1000 Kw y una velocidad nominal máxima de 500 rpm. Los mismos tendrán variadores de velocidad y tendrán refrigeración aire. Los motores y variadores deberán estar de acuerdo con las especificaciones de la obra eléctrica. Para aislarla las cámaras de aspiración de cada bomba se instalarán en la entrada de cada una de las mismas: ataguías y recatas para colocar compuertas. A tal efecto se instalarán 20 recatas que se extenderán desde cota 9,30 m OSN hasta cota de piso de la sala 17,40 m OSN

#### **Medición de caudal**

La medición de caudal se realizará en la impulsión de cada bomba mediante un caudalímetro electromagnético apto para líquido cloacal, el cual enviará una señal de 4 a 20 mA al PLC de la estación. El diámetro del caudalímetro a instalar será de 1200 mm, para un caudal máximo de 5,5 m<sup>3</sup>/seg.

#### **Transmisor de presión**

Se instalarán 2 transmisores de presión con válvula esférica de aislamiento. Los mismos se instalarán en 2 impulsiones distintas, aguas debajo de la válvula extrachata de aislamiento. El transmisor tendrá salida 4 a 20 mA al PLC con indicación de presión en el tablero. Será para un rango de 0 a 4 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Válvula esclusa extrachata**

Se instalará una válvula esclusa del tipo a cuchilla extrachata que tendrá 2 posiciones abierta o cerrada y que se utilizará como válvula de corte para tareas de mantenimiento de las bombas dentro de la EBS.

**Válvulas de retención a clapeta con amortiguador**

Se instalarán 10 válvulas de retención DN 1500 (60") de tipo a clapeta con uniones bridadas apta para líquido cloacal y una presión de 10 Kg/cm<sup>2</sup>. Las bridas y estarán de acuerdo a la Norma ISO 7005 –2 PN 10. Las válvulas se instalarán en la sala de bombas en la impulsión de cada una de ellas.

**Juntas de desarme autoportante**

Se instalarán juntas de desarme autoportante aptas para líquido cloacal y absorber los esfuerzos axiales. La función de las mismas será poder montar y desmontar las válvulas de retención, el caudalímetro y la bomba.

**Enfriamiento y ventilación**

Los equipos que generan la mayor parte del calor dentro del edificio de la EBS son los motores eléctricos principales y los variadores de frecuencia, para lograr el enfriamiento y ventilación de los locales que los contienen, se recurrirá a los siguientes sistemas:

**Sala de Motores:**

Los motores principales son autoventilados y enfriados por el mismo aire, el cual se evacua a la sala de motores. Para evacuar el calor de la sala de motores se ha previsto una ventilación mural forzada que impulsa aire al interior de la sala de motores a utilizar cuando las condiciones térmicas lo requieran.

**Sala de Tableros:**

Para la ventilación del local eléctrico se ha previsto una ventilación forzada a partir de la inyección de aire desde el extremo Este mediante ventiladores centrífugos con filtro de impurezas. En el caso de los variadores específicamente, que son los equipos que producen la mayoría del calor a disipar, se ha previsto que la salida de la ventilación sea canalizada directamente hacia el exterior, mientras que para el local de celdas y TBT la salida se produce mediante un extractor ubicado en el techo del local.

**Sala de bombas:**

Se instalarán 2 sistemas de inyección de aire mediante ventilador y conductos. Ambos ventiladores se instalarán en el entrepiso técnico. El aire exterior es aspirado desde el exterior y mediante electroventiladores centrífugos es impulsado mediante conductos con derivaciones para cada bomba.

**Equipos de izaje**

El edificio principal de la EBS contará con un Puente Grúa con la capacidad y gálibo necesarios para realizar todo el procedimiento de montaje de la misma y atender a las tareas de mantenimiento de rutina o emergentes, inclusive el desmontaje de unidades de bombeo completas.

**Sistema de lubricación de sellos mecánicos**

A los efectos de lubricar el sello mecánico de las bombas principales, se instalará un sistema de lubricación con agua ablandada. La misma se tomará desde una cañería de la línea de agua tratada proveniente de una cisterna de agua blanda tratada de diámetro mínimo 3" con una presión aproximada de 0 Bar.

**Sistema de achique**

Se instalarán 3 electrobombas sumergibles centrífugas para achique, para desagotar eventuales pérdidas que se produzcan en la sala de bombas, junto con su motor, cable y sus accesorios. Se incluye además cañerías, válvulas esclusa, de retención y reguladores de nivel a flotante. La impulsión se unirá a un colector de DN 200mm y será impulsada al canal de alimentación a las bombas a cota 17,00 m OSN. Las electrobombas serán instaladas en pozos de 2,50m x 2,50m x 1,50m de profundidad materializadas sobre la losa de fondo de la sala de bombas. El régimen de funcionamiento será de 2 bombas + 1 en reserva.

**Bomba de achique portátil**

Se una electrobomba sumergible centrífugas para achique de instalación portátil en pozo húmedo de modo tal que la bomba y su base de apoyo se sumergen en el líquido y estará conectada a una manguera, la descarga se realizará hacia el canal de aquietamiento a nivel piso sala de motores 17,50 m OSN junto con su motor, cable y manguera de diámetro 150 mm.

**Tanque para golpe de ariete**

La función del tanque contra golpe de ariete es permitir una amortiguación de las variaciones de presión y en la estación de bombeo ante una parada brusca de las electrobombas ante un corte de energía. Con este fin se instalarán 10 tanques para protección contra golpe de ariete.

**Instrumentación de monitoreo**

Se instalará los siguientes elementos:

- Detector De Metano
- Detector De H<sub>2</sub>S
- Medidor De Ph
- Medidor De Conductividad
- Muestreador Automático

**Sistema de ablandamiento**

La Planta de tratamiento cuenta con un sistema de agua industrial proveniente de pozos. A los efectos de alimentar agua a los sellos mecánicos de las bombas se instalará un sistema de ablandamiento de agua.

**Funcionamiento automático principal**

Se prevé la instalación de dos detectores de nivel ultrasónicos para el arranque y variación de velocidad de las bombas y para el nivel de alarma y parada de bombas por alto/bajo nivel de emergencia. Cada detector de nivel tendrá salida 4 a 20 mA hacia el PLC y se tomará como valor de nivel el promedio de los dos detectores. Los detectores se montarán a cota 18,20 m OSN y deberán estar en lugares de fácil acceso para realizar mantenimiento. Los sensores de nivel ultrasónicos deberán estar de acuerdo con las especificaciones técnicas generales. En caso de que ambas señales difieran en más de 20 cm (valor ajustable en obra) se accionará una alarma.

Con el automatismo se busca mantener nivel constante en el canal de alimentación a las bombas, a un valor estimativo 15,90 m OSN, de modo tal que se bombea el volumen que llega. Dada la variabilidad de caudales y alturas de bombeo se prevé que deben funcionar 8 bombas a baja velocidad. A los efectos de extraer 17,5 m<sup>3</sup>/seg, correspondiente al caudal mínimo, se estima que todas las bombas deben funcionar a una velocidad aproximada de 250 rpm.

El PLC de la estación debidamente programado, permitirá la permutación secuencial y cíclica de los grupos, de modo tal que la bomba que arranque será la que estaba en reserva en el ciclo anterior y así sucesivamente. El motivo de tal operación consiste en que se desea lograr un desgaste uniforme de todos los equipos, condición que se logrará cuando los mismos hayan funcionado aproximadamente la misma cantidad de horas y arrancado misma cantidad de veces.

### **2.3.1.2 Obra Eléctrica**

El conjunto de instalaciones que constituyen la Planta de Pretratamiento Berazategui, conceptualmente puede ser dividido en cuatro sectores bien diferenciados. Cada uno de dichos sectores, para su funcionamiento requerirá la provisión de energía eléctrica.

Los 4 sectores básicamente son los siguientes:

- Estación de Bombeo de Entrada (EBE) que recibe el líquido crudo y lo eleva al canal de ingreso a la Planta de Pretratamiento.
- Planta de Pretratamiento, que recibe el líquido proveniente de la EBE y entrega el líquido pretratado.
- Estación de Bombeo de Salida (EBS) que recibe el líquido pretratado y lo eleva para ser impulsado por el emisario.
- Obras periféricas, auxiliares, oficinas, laboratorio, alambrados, etc.

La alimentación eléctrica de Sistema Berazategui (toma de energía, distribución y transformación), se esquematiza en el diagrama unifilar de la Figura 10.



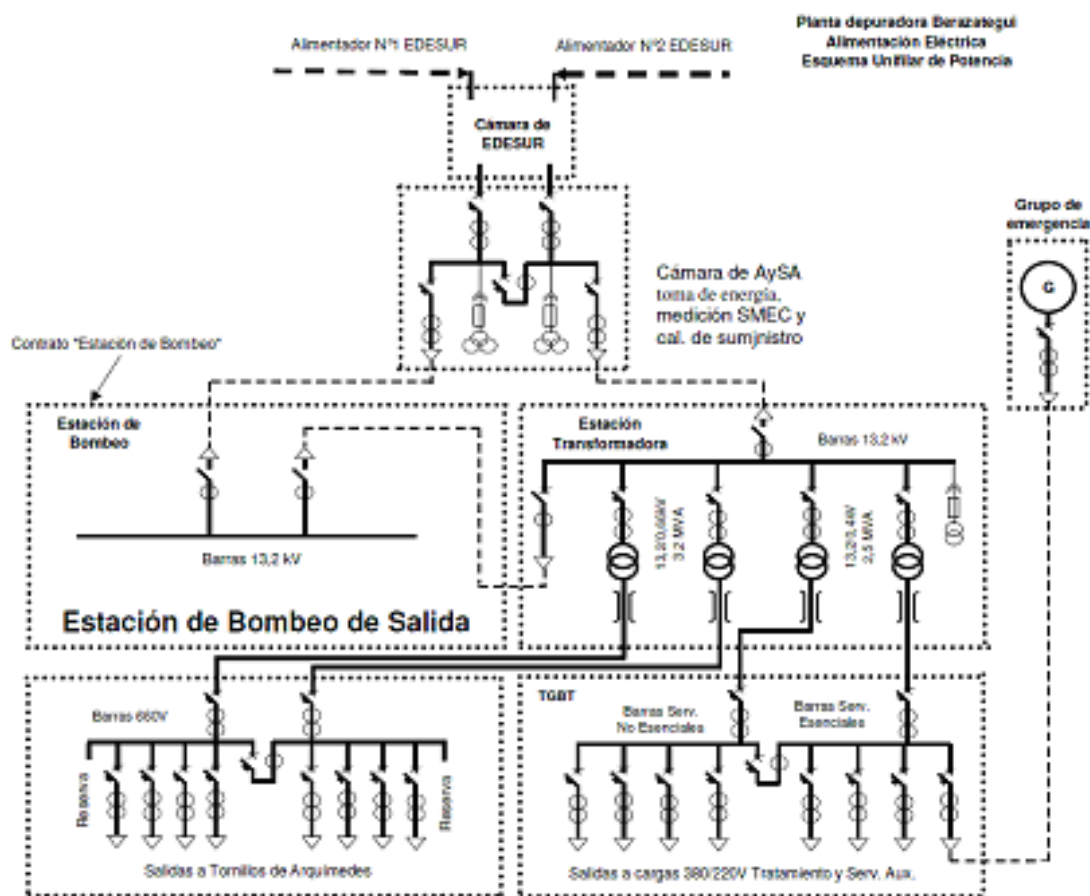


Figura 10: Diagrama de unifilar Sistema Berazategui

Se estima que la demanda de potencia simultánea de la Estación incluyendo sus auxiliares será de 8.600 kW / 10.200 kVA. Cada uno de los 2 alimentadores de media tensión en 13,2 kV que alimentan la EBS se dimensionará para una potencia de 12.000 kVA, a los efectos de que ante la falla de uno de los alimentadores, la Planta pueda ser alimentada enteramente por el otro. En servicio normal las cargas pudieran estar repartidas.

### 2.3.1.3 Automatismo

El sistema de automatismo de la EBS está compuesto por un tablero de control cuyo PLC cabecera será instalado en el tablero principal de potencia, y los PLC individuales en los tableros de comando de cada grupo. Todos los equipos integrantes deberán contar con accionamiento manual, sin intervención de los PLC's. Para la comunicación se utilizará fibra óptica, y todo el sistema reportará al Topkapi.

### **2.3.1.4 Obra civil**

La Obra Civil de la Estación de bombeo de salida comprende:

- Las obras hidráulicas que contienen: el conducto de llegada, las cámaras de aquietamiento y aspiración, y el conducto de descarga.
- Edificio técnico que incluye: sala de bombas y sala de motores, salas eléctricas, sala de comando.

Las obras civiles se construirán según las Especificaciones Técnicas para obras civiles y las Particulares que se encuentran en el Pliego de la EBS (SC498).

## **2.4 Emisario Subfluvial Berazategui (SC495)**

### **2.4.1 Consideraciones Preliminares para el diseño de emisarios subacuáticos**

#### **2.4.1.1 Generalidades**

El diseño funcional total de un sistema de disposición subfluvial incluye la determinación de la longitud del emisario submarino, la correspondiente profundidad de la descarga, la longitud y orientación del difusor y el diseño hidráulico específico de la tubería y del difusor, incluyendo forma, número, tamaño y distancia entre orificios. Un diseño apropiado incluirá una combinación de dilución inicial, de subsiguiente dispersión horizontal debido a la corriente sobre la pluma de aguas negras formada inicialmente y de la desaparición bacteriana suficiente para reducir la concentración de coliformes totales desde su valor inicial hasta un valor final que satisfaga el estándar para la protección de todos sus usos benéficos.

El diseño apropiado de un sistema de emisario subfluvial puede lograr diluciones suficientes de la descarga de aguas residuales para reducir las concentraciones de contaminantes a niveles establecidos como normas de calidad de agua.

El diseño apropiado del difusor del emisario subfluvial es crítico para alcanzar el nivel deseado de dilución. La longitud, profundidad y orientación así como el área y separación de los orificios de descarga, son parámetros claves del diseño.



## 2.4.1.2 Aspectos a Considerar

### **Mediciones de Corrientes**

El diseño de un emisario subfluvial requiere de una definición adecuada de las corrientes dominantes del área de estudio. Generalmente se instalan correntógrafos con registros incorporados para medir continuamente la velocidad y dirección de las corrientes a tres metros de la superficie y a dos metros del fondo, en la ubicación más probable de la descarga del emisario subfluvial y otras ubicaciones, las que dependerían de la circulación de corrientes en el área y de la cercanía a las costas que se pretende proteger. En general, estos correntógrafos se instalan durante dos o tres meses en las épocas lluviosa y seca.

Actualmente se utilizan correntógrafos continuos tipo "Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)". Estos se pueden fijar en el fondo, a cualquier profundidad, o en la superficie. También pueden fijarse a las embarcaciones. Estos correntógrafos usan la tecnología de sonar, midiendo el movimiento de partículas en el agua.

### **Mediciones de T90**

Existen tres procesos que producen la reducción de coliformes, y son: dilución inicial, difusión horizontal y decaimiento de coliformes, el último usualmente tiene un efecto mucho mayor sobre los cálculos para emisarios subfluviales largos.

Por lo tanto, es muy importante la determinación de la tasa de decaimiento que es aplicable al área de descarga. La tasa de decaimiento de coliformes usualmente se expresa como el valor del  $T_{90}$ , que se define como: "el tiempo requerido para el decaimiento del 90% de los coliformes remanentes, sobre y por encima de la reducción debida a dilución y/o difusión". Por lo tanto, con un valor de  $T_{90}$  de 1.0 hora, después de 3 horas de tiempo de residencia ocurrirá una reducción de  $10T/T_{90}$  ó  $10^3/1$  ó 1,000.

Muchos investigadores han estudiado la supervivencia de las bacterias luego de la descarga de emisarios subacuáticos y han concluido que su decaimiento puede ser el resultado de una acción individual ó combinación de varios factores fisicoquímicos y biológicos, incluyendo:

- (a) la presencia de sustancias xenobióticas;
- (b) la adsorción de bacterias y su floculación y/o sedimentación;
- (c) la acción destructiva de la luz solar;
- (d) la falta de nutrientes requeridos;

- (f) la presencia de bacteriófagos;
- (g) la utilización de bacterias por parte de protozoos y otros predadores como alimentos;
- (h) los efectos competitivos y antagónicos de otros microorganismos.

Los factores mencionados pueden ser significativos, pero el efecto individual de cada uno de ellos es altamente variable, de tal forma que no se puede determinar consistentemente cuál es el factor de mayor importancia.

La interrelación y la complejidad resultante de los factores que producen el decaimiento bacteriano total explican la necesidad de observaciones empíricas de la tasa. Se pueden realizar estudios de laboratorio para comprobar o evaluar los métodos o factores que contribuyen al decaimiento de bacterias pero no deben usarse en el desarrollo de los valores de  $T_{90}$  para el diseño de emisarios submarinos. Por el contrario, tales tasas deben determinarse por estudios in situ realizados en la ubicación general de la descarga propuesta y usando preferentemente descargas existentes de aguas residuales.

El valor de  $T_{90}$  es afectado considerablemente por la temperatura del agua. Los valores determinados para aguas relativamente cálidas han sido consistentemente menores que para aguas más frías. Para aguas cálidas tropicales, tales como las que existen en muchos países en desarrollo, son comunes los valores de  $T_{90}$  de 1 a 1.5 horas.

Algunos valores típicos de  $T_{90}$  determinados por mediciones in situ de campos de efluentes de aguas residuales/agua en aguas tropicales o semitropicales, son los siguientes:

Ubicación	Valores de $T_{90}$ Horas
Honolulu, Hawai	0.75 o menos
Bahía de Mayaguez, Puerto Rico	0.7
Río de Janeiro, Brasil	1.0
Niza, Francia	1.1
Accra, Ghana	1.3
Montevideo, Uruguay	1.5
Santos, Brasil	0.8 - 1.7
Fortaleza, Brasil	$1.3 \pm 0.2$
Maceió, Brasil	$1.35 \pm 0.15$

### $T_{90}$ durante la noche

Recientemente se han expresado preocupaciones en el sentido que los valores de  $T_{90}$  utilizados en el diseño deben incluir determinaciones nocturnas porque se cree que la luz solar es uno de los muchos factores que afectan las tasas de desaparición y, basados en estudios de laboratorio, se ha encontrado que los valores de  $T_{90}$  determinados sin luz solar son mucho mayores que los valores diurnos. Las investigaciones de campo, aunque pocas, no han confirmado esta premisa. Sin embargo, aún cuando los valores de  $T_{90}$  son mayores durante la noche, no se debe olvidar que los estándares para coliformes usados a nivel mundial (todos adaptados del estándar original de California) están totalmente basados en observaciones hechas durante el día. Se podría llegar a la hipótesis que, si durante los estudios originales de California los *coliformes* fueron determinados durante la noche, y si las tasas nocturnas de desaparición fueron realmente menores, se podrían haber encontrado valores mayores de *coliformes* - manteniéndose sin embargo las playas estéticamente aceptables.

### **Modelos para predecir el transporte del campo a gran escala**

Es de particular importancia poder estimar la probabilidad de la llegada del campo de desechos a una ubicación particular, o a la costa, o la fracción del tiempo en la que un área en particular será impactada.

Roberts (1987) aplicó el modelo de transporte de campo a gran escala durante los estudios de la modificación de un emisario submarino para la ciudad de Seattle, Washington, que descarga hacia Puget Sound en Alki Point. Se investigaron y compararon cuatro lugares con relación al transporte del campo de los desechos durante las seis horas siguientes a la descarga. Estas simulaciones han jugado un papel importante en la toma de decisión de ubicar el emisario submarino de Alki Point.

Existen diversos métodos para este modelaje del campo lejano, extendiéndose desde modelos de calidad del agua en flujos tipo estuario (por ejemplo, el modelo Qual-2 de la EPA de los Estados Unidos), a los modelos Eulerianos de transporte y circulación costera (por ejemplo, Delft3d de Delft Hydraulics), a los modelos Lagrangianos de seguimiento de partículas (por ejemplo, Roberts, 1999).

Claramente, el análisis y el sistema de diseño más generales y más flexibles para la mezcla inicial de los efluentes del emisario se puede representar por el sistema CORMIX (Doneker y Jirka, 1990; Jirka y Akar, 1991). CORMIX trata la gama completa de geometrías de descarga y condiciones ambientales, y predice las configuraciones del flujo que se extienden desde plumas internamente atrapadas, plumas flotantes en capas de

densidad uniformes con o sin inestabilidades en agua baja, y plumas descendentes (flotación negativa). La interacción en el borde, la intrusión aguas arriba, la expansión flotante y la difusión pasiva en el campo lejano también son considerados. En total, CORMIX considera 32 clases genéricas de flujo que describen diversos tipos de configuraciones de pluma, abarcando desde agua quietas a corrientes ambientales fuertes, ambientes uniformes o densimétricamente estratificados, diversos tipos de alineaciones y de orientaciones del orificio, momentum y características de flotabilidad de la descarga débil o fuerte, y otras características detalladas. CORMIX utiliza un sistema de módulos de predicción para montar una predicción total de las características de mezcla en el campo cercano, de la geometría de la pluma y de los niveles de concentración.

Los modelos Eulerianos requieren siempre una cantidad substancial de datos de entrada, en términos de información topográfica detallada, y datos del ambiente con condiciones de borde abierto (tales como velocidades de corrientes, temperatura y distribuciones de salinidad).

Modelos Lagrangianos de seguimiento de la pluma: Tres modelos tratan el desarrollo de la pluma contaminante impermanente en el campo lejano por medio de la superposición de parches individuales ("partículas") de las masas contaminantes descargadas. Durante un paso del tiempo cada parche del agente contaminante es transportado por el campo de velocidad advectivo instantáneo (supuesto uniforme y homogéneo sobre el dominio entero) y difundido por un proceso de difusión aleatorio dependiente del tiempo. Además, procesos de reacción o decaimiento pueden ser simulados. Una serie de características realistas (por ejemplo el retorno de aguas residuales previamente diluidas sobre el emisario y diversas condiciones de la fuente) pueden ser fácilmente simulados por superposición. Sin embargo, estos métodos (en comparación con los modelos numéricos generales) se limitan a un campo de corriente uniforme y permiten solamente condiciones de borde costeras muy simples (por ejemplo línea costera recta). Chin y Roberts (1985) desarrollaron un modelo de camino al azar Lagrangiano que directamente utiliza datos de correntímetros espacialmente distribuidos y con registro continuo para simular la dispersión en el campo lejano. El concepto de "frecuencia de visita" también se ha sugerido y se ha aplicado para estimar la probabilidad que el campo contaminante alcance una localización costera particular (Csanady y Churchill, 1987; Roberts, 1999).

### **Zona de Mezcla**

La zona de mezcla es una formulación reguladora con las cualidades generales siguientes:

- El término "zona de mezcla" significa explícitamente que los procesos de mezclado requieren un cierto espacio.
- El término "espacialmente restringido" debe garantizar que la zona de mezcla será reducida al mínimo por la autoridad reguladora con el fin de lograr las metas de calidad medioambientales.
- Mientras que la zona de mezcla incluye una porción - es decir la inicial - de los procesos físicos reales de mezcla, estos procesos continuarán más allá de la zona de mezcla donde conducen a descensos futuros en la concentración del contaminante en la pluma con valores bajo los estándares de calidad.
- La definición se restringe a "fuentes puntuales" puesto que las fuentes difusas no contienen generalmente procesos de mezcla claramente distinguibles.

Una vez que los principios de una zona de mezcla han sido adoptados y definidos es también necesario que las autoridades del agua nacionales proporcionen una guía clara para la especificación real de las dimensiones de la zona de mezcla. Existen aquí dos posibilidades importantes:

- a) Especificaciones de las dimensiones numéricas de la zona de mezcla según el tipo de cuerpo receptor y características biológicas: Es recomendable obligar la zona de mezcla a una región limitada alrededor del emisario en el cual la mezcla inicial del chorro es dominante. De esa manera los valores estándares de calidad se pueden alcanzar dentro de distancias cortas. Por lo tanto, la zona de mezcla se puede definir como: "La zona de mezcla es un volumen con límites verticales en el cuerpo receptor costero que está limitado horizontalmente a una distancia igual a  $N$  múltiplos de la profundidad promedio del agua  $H_{prom}$  en la localización del emisario y medido en cualquier dirección desde la estructura del emisario." De esta manera, para un emisario con un solo orificio esto sería un volumen cilíndrico con el orificio en su centro (Figura 11). Para un emisario con muchos orificios dispuestos a lo largo de una línea recta del difusor (difusor multiorificio), sería un volumen prismático rectangular con los cilindros semicirculares unidos en los extremos del difusor situados a lo largo de la línea del difusor (Figura 11). Para difusores curvados o secciones por trozos lineales, el volumen seguiría la línea del difusor. El valor  $N$  estaría típicamente en el rango de por lo menos 1 a cerca de 10 y fijado por la autoridad reguladora según el uso local del agua vulnerabilidad ambiental.

- b) Especificación de las dimensiones de la zona de mezcla de una manera ad-hoc: Después de evaluaciones ecológicas o predicciones, se puede solicitar a la autoridad una zona de mezcla con cierta dimensión con la demanda que éste garantizarla una protección integrada de la calidad del agua. De acuerdo con sus propias examinaciones la autoridad puede convenir con esa oferta o bien exigir otras restricciones.

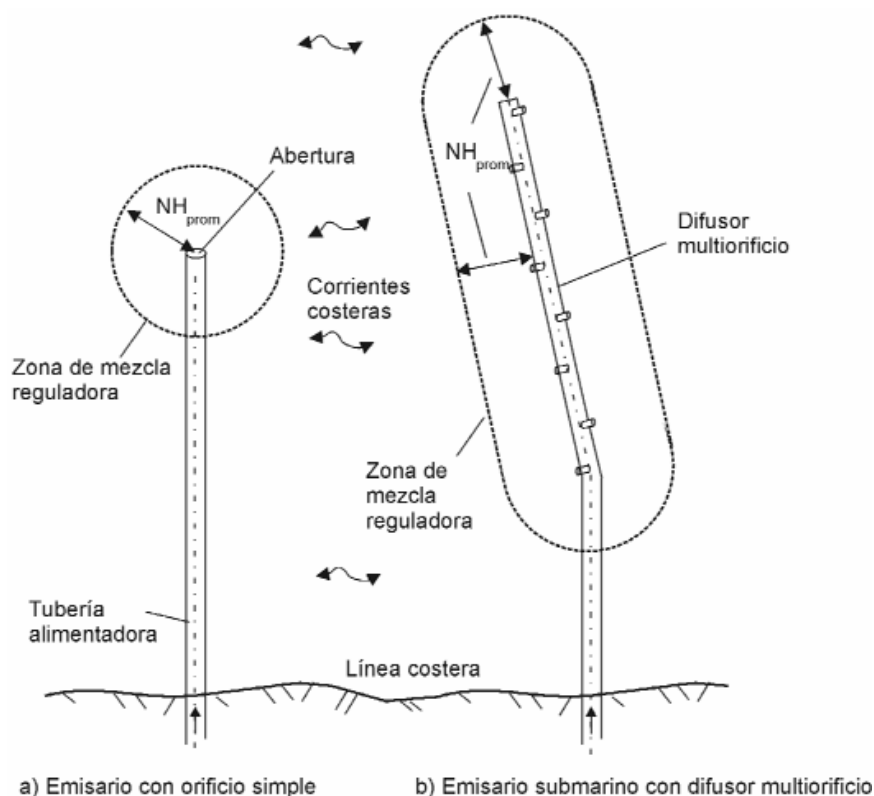


Figura 11: Ejemplo de la especificación de la zona de mezcla reguladora para emisarios submarinos

El grado horizontal es definido por un cierto múltiplo  $N$  de la profundidad media del agua  $H_{prom}$  en la zona del difusor.

En el diseño de emisarios submarinos para la disposición final de aguas cloacales, también se deberá considerar la definición de un grupo separado de estándares dentro de una región limitada alrededor de la sección del difusor del emisario subfluvial. El propósito de esta zona de mezcla es asignar una región limitada para la mezcla completa del efluente con el agua. Como tal, la zona de mezcla no es una región que cumpla con las normas y tiene un uso restringido del agua.

Normalmente rodea un volumen que se extiende a 50-600 metros en todos los lados de la zona inicial de dilución. Los estándares de la zona de mezcla están generalmente limitados a variables de calidad del agua para protección de toxicidad aguda (usualmente determinada a través de bioensayos) y para minimizar los impactos visuales. Los estándares de organismos coliformes normalmente no se imponen en la zona de mezcla a menos que el difusor esté localizado muy cerca de áreas de extracción de mariscos o a aguas de uso recreacional. Tales estándares no se aplican usualmente a DBO, a oxígeno disuelto ni a nutrientes.

### **Difusores y Dilución inicial**

La planificación y el diseño de un sistema de disposición de aguas negras a través de difusores requieren de una especial atención debido a su impacto ambiental. Tiene poco sentido construir un emisario submarino largo con un sistema de difusores deficiente ya que es esta pequeña porción del sistema de tuberías la que brinda la máxima protección al ambiente al obtener la dilución inicial máxima.

Primero se debe definir la dilución inicial. Los difusores de emisarios submarinos constan de conductos con orificios circulares ubicados en cada lado del conducto, usualmente sobre el centro de la tubería. El efluente de aguas negras es descargado en chorros turbulentos circulares desde estos orificios difundiéndose en la masa de agua. En el cuerpo de agua receptor, la columna del efluente se diluye debido a su incorporación en las aguas y crece en tamaño a medida que sube. Dependiendo del espacio entre orificios, de la velocidad de escape y de la profundidad del agua, los chorros pueden emerger juntos antes de llegar a la superficie o a una altura máxima de ascenso. La dilución resultante a esta altura máxima de ascenso se llama dilución inicial (Figura 12).

Finalmente, y esto es de máxima importancia, de todos los factores mencionados que afectan el diseño del emisario submarino, el único que está mayormente bajo el control del ingeniero es la dilución inicial. Si el difusor es diseñado y construido apropiadamente, se pueden obtener valores altos de dilución inicial y se puede producir inmersión del campo de aguas negras.

En la planificación y el diseño de emisarios submarinos es de extrema importancia el conocimiento completo de los regímenes de corrientes. Las corrientes deben medirse en todas las estaciones del año para desarrollar la información requerida para el análisis de la circulación general costera y de la hidrodinámica, para determinar dilución inicial, incluyendo la consideración de inmersión, para la predicción de dilución y transporte de

campo lejano y, en resumen, para predecir la probabilidad del impacto del campo de aguas residuales.

Las corrientes deben determinarse en varias profundidades y ubicaciones a fin de poder hacer estimados apropiados de dilución, inmersión y transporte de campo. Para predecir la dilución y la inmersión, debemos conocer las velocidades de las corrientes en la intersección vertical, desde el lecho fluvial hasta la máxima altura de ascenso. Siguiendo esta dilución inicial, la pluma mezclada será arrastrada por las corrientes existentes en el punto de máximo ascenso.

Los vectores de corrientes hacia la costa en la que podría imponerse el impacto sobre los usos benéficos, son de particular importancia, tales como actividades recreativas, cosecha de mariscos, etc. La longitud del emisario subfluvial debe ser suficiente para proporcionar el tiempo adecuado para la eliminación de posibles vectores de enfermedades que podrían estar presentes en las descargas de aguas residuales.

Las corrientes deben medirse en todos los períodos significativos del año para obtener un valor apropiado de la velocidad de la corriente hacia la costa para el diseño.

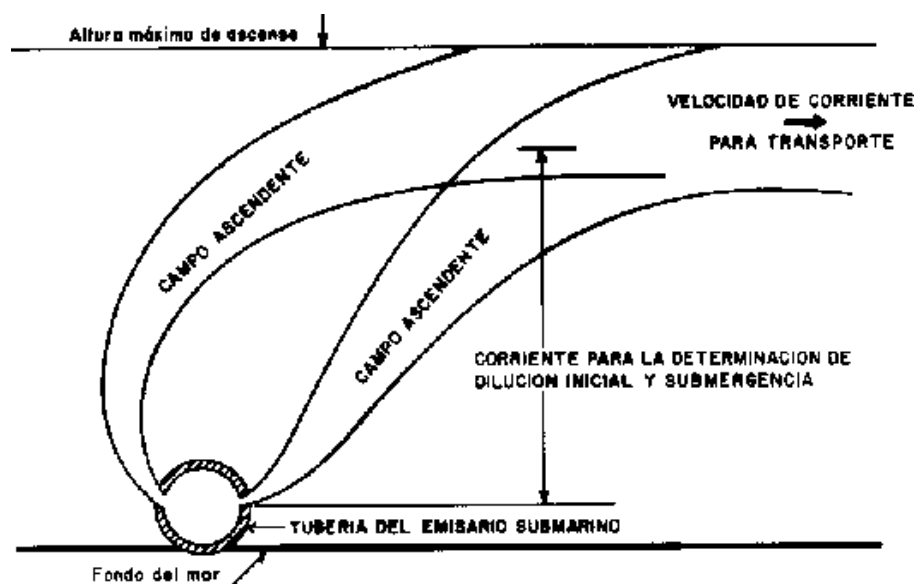


Figura 12: Flujo de corrientes y campo ascendente del difusor

### **Longitud del Emisario**

La longitud necesaria para el emisario submarino, desde la costa hasta el inicio del difusor, es en gran medida una función del diseño del vector de corriente hacia el litoral combinado



con el valor aplicable de  $T_{90}$  para la desaparición de coliformes. El volumen del efluente descargado no entra en este cálculo. La longitud del difusor es directamente una función del volumen del efluente y controla el valor de la dilución inicial. En tanto que la extensión del difusor es mayor para un efluente mayor, el ancho inicial del campo aumentará y por lo tanto resultará en un valor menor de dispersión horizontal.

### **Otras Consideraciones**

Cabe destacar que la mayor parte de la bibliografía encontrada respecto al tratamiento de efluentes cloacales utilizando emisarios subfluviales, está referida a la disposición final sobre aguas marinas. Y la condición natural de las aguas del Río de la Plata sobre la franja costera sur es claramente de baja salinidad, por lo que para el caso del presente proyecto los valores de  $T_{90}$  pueden sufrir variaciones, ya que está sobreentendido que las aguas salobres poseen una mayor capacidad de autodepuración debido al contenido salino.

El referente cercano a la zona de proyecto lo constituye el emisario de la ciudad de Montevideo, con valores de  $T_{90}$  de aproximadamente 2, y una condición de río que varía según la época del año con rangos de salinidades de 2 ‰ a 15 ‰ y un promedio de 6 ‰ ya que la influencia de las corrientes marinas es mucho mayor.

Es por ello que, se describirán en el punto 3.1.2 “Caracterización Hidroclimática del Río de la Plata”, monitoreos necesarios para el Río de la Plata y los antecedentes, basándose en las condiciones particulares del mismo.

#### **2.4.1.3 Alternativas Tecnológicas para la construcción de emisarios subacuáticos**

Existen diferentes alternativas tecnológicas para encarar la construcción de un emisario subfluvial, la elección de la alternativa constructiva adecuada estará condicionada por los costos, tiempos de ejecución y efectos adversos que pueda generar cada una de estas alternativas en el ámbito en que se desarrollaran las obras.

El Contratista que realice la obra deberá proponer la tecnología constructiva a utilizar teniendo en cuenta los beneficios y desventajas de cada una de ellas y aplicando las medidas preventivas y de control necesarias para minimizar los impactos asociados a la alternativa seleccionada. (Ver Punto 2.4.5)

### **Zanjeo**

Una alternativa constructiva para la ejecución de emisarios subfluviales es el tendido a través de zanjeo por dragado, posicionamiento, instalación, conexión y anclaje de los conductos y posterior tapada para la protección de los mismos.

Existen distintas metodologías de dragado según el equipamiento que se utilice:

- Draga de Succión por arrastre con cantara – Tipo Hidráulico (DSAH)
- Draga de Succión por Cortador – Tipo Hidráulico (DSCH)
- Dragalinas o Retroexcavadoras sobre Pontón – Tipo Mecánico (EXCM)

### **Construcción Suspendida**

La construcción suspendida, consiste en remolcar las distintas secciones del conducto a instalar, desde su lugar de fabricación hasta el de emplazamiento, y allí se lo ancla sobre una zanja o lecho previamente ejecutado. Una vez posicionado el conducto es fijado con bloques de cemento fabricados a tal fin y tapados con arenas para su protección. Hasta el momento no se ha utilizado este método para conductos de diámetros superiores a los 3 metros.

Además, las maniobras de remolque por flotación de los conductos, son muy dificultosas especialmente en los casos de condiciones climáticas adversas, pudiendo llegarse a una situación de hundimiento parcial o incluso total del conducto; lo que en muchos casos ha significado la pérdida del material con el consecuente gasto asociado

En la actualidad los sitios mas cercanos de fabricación de este tipo de conducto se encuentran en Chile y en Europa, lo que supondría cruzar y remolcar los conductos por la costa sur del Océano Pacífico cruzando por el Estrecho de Magallanes y luego por la costa atlántica hasta Buenos Aires, o el cruce del Océano Atlántico desde Europa hasta Buenos Aires.

### **Tunelería convencional**

La *tunelería convencional*, que se caracteriza por realizar la conducción a través de una tunelera diseñada específicamente según las condiciones del suelo en que penetrará, que es conducida a través de la traza proyectada, y a medida que el escudo penetra en el terreno la tierra es retirada por la parte posterior, zona en la que coloca el tren de montaje para las dovelas, las dovelas y finalmente el hormigonado definitivo. El acceso desde la

superficie se hace a través de la cámara de acceso, que junto con las cámaras de ventilación interconectan el túnel a lo largo de la traza. La Figura 13 esquematiza una tunelera tipo y el túnel finalizado.

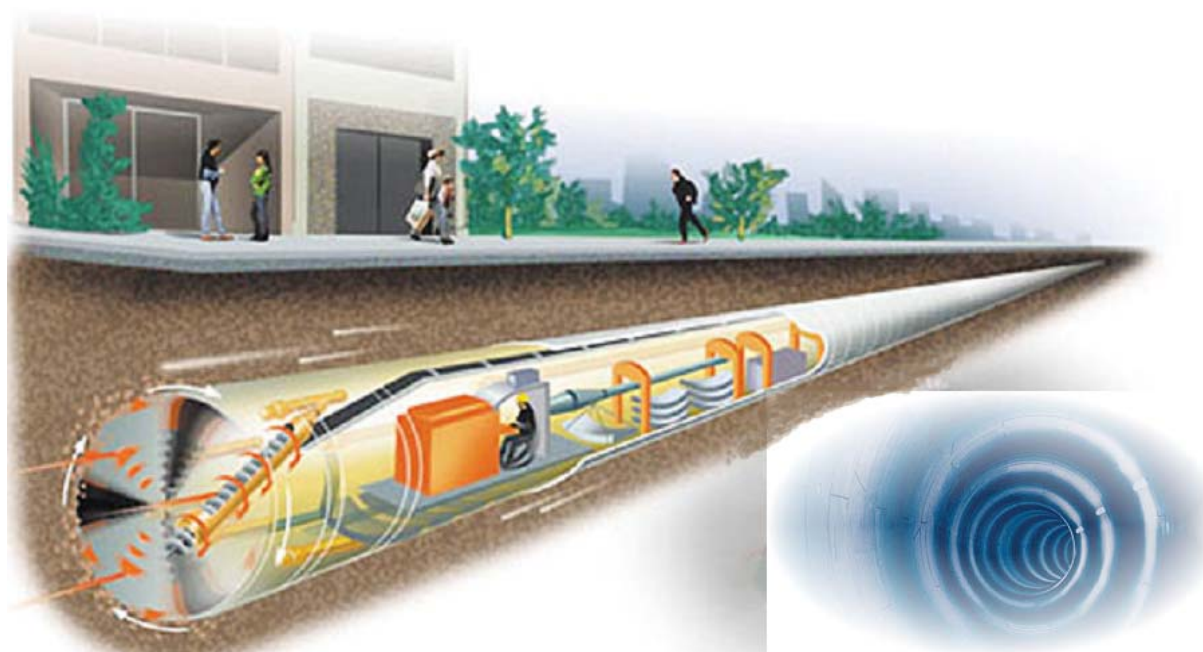


Figura 13: Esquema de tunelera y túnel finalizado

### **Pipe Jacking**

La tecnología de tunelería por *pipe jacking*, tiene por fundamento la colocación de sucesivas secciones de conducto, a través de gatos hidráulicos, que por empuje van añadiendo tramos hasta alcanzar la longitud proyectada, retirando el material excavado a través de un conducto que se comunica con la boca de acceso, en la que se encuentran ubicados los gatos hidráulicos. La precisión operativa sobre la traza se logra a través de un sistema de nivel con guía láser. (Figura 14).



Figura 14: Tecnología Pipe Jacking.

## 2.4.2 Descripción del general Proyecto

El Proyecto del Emisario Subfluvial Berazategui tiene dos componentes principales:

- Cámara de Carga
- Conducto - emisario subfluvial

A continuación se describen sus características técnicas:

### 2.4.2.1 Cámara de carga

La estructura que se describe a continuación se refiere a la construcción de los recintos que conforman la cámara de carga.

La cámara de carga está diseñada de manera que en planta forman tres anillos unidos en forma de oruga de 12,00/12,50 m de diámetro exterior y estarán construidos entre las cotas +22,15 m OSN en el nivel máximo de ingreso de los líquidos a la cámara y -10,24 m OSN aproximadamente en la superficie de la losa de fondo a la salida de los líquidos de la cámara.

En la unión de los anillos se formará un tabique de sección plana. La función de dicha cámara es dar carga hidráulica al líquido pretratado, enviado desde la estación elevadora de salida, para que pueda ser conducido por el conducto emisario y dispuesto en el Río de la Plata.

En ese punto nace el conducto emisario que se construirá en túnel de diámetro interior 4,40 metros y un espesor de pared de 0,40 metros. Además, la cámara tendrá una tapa en la parte superior, y una chimenea elevada hasta +28,00 m OSN.

### **Descripción de la obra**

La obra civil de la cámara de carga para este lote comprende las siguientes obras:

- La construcción de la estructura de los muros perimetrales de la cámara de carga en base a la técnica de muros colados.
- La construcción de un tapón de fondo ejecutado con jet grouting para prevenir la acción de la subpresión y sifonaje durante la construcción de la losa de fondo.
- La terminación de la cámara de carga y la realización de la chimenea de equilibrio

### **Tabiques en muros colados**

El contorno general de los anillos que forman la cámara de carga será construido en muros colados.

Los muros colados estarán entre los niveles 16,80 m OSN y los -25,00 m OSN aproximadamente conforme el fichaje que resulte del estudio de la ingeniería de detalle.

Se ha pensado para la ejecución de dicha obra en forma secuencial, de manera de ir ejecutando un recinto completo por vez.

Adicionalmente, los muros interiormente serán revestidos por medio de tabiques de estanqueidad de hormigón armado.

Para lo cual se tendrá en cuenta en el armado de la estructura de los muros, dejar la armadura apropiada para anclar tanto la armadura de las vigas como así también la armadura de los tabiques de estanqueidad.

En el área donde la tunelera inicie el túnel del emisario en la cámara de carga, la composición del hormigón deberá cumplir con la plasticidad apropiada como para que permita un corte sin mayor resistencia y no genere daños a la estructura en general.

La losa de fondo que se construirá por encima del tapón de fondo, irá empotrada en los muros colados. Una vez preparada la armadura de la losa de fondo, previo al hormigonado, se dejarán juntas de estanqueidad en dicho empotramiento, con el fin de detener el ingreso de agua desde el exterior.

### **Terminación de la cámara de carga y la chimenea de equilibrio**

Los tabiques, realizados con la técnica de muros colados, serán forrados mediante la ejecución de un tabique de estanqueidad, adosado a estos, en hormigón H-30. El muro de estanqueidad deberá contar con los refuerzos necesarios. En la parte superior de los tabiques se deberá realizar una viga de coronamiento, y tabiques de hormigón armado, hasta llegar a la cota indicada en los planos de proyecto.

A las cámaras de carga se les deberá realizar una losa sobre el tapón de fondo y las losas de techo, en hormigón H30. Tres de las cámaras tendrán losas de techos con pendiente de 8%, con una cobertura impermeable intransitable; y la cámara restante tendrá en su coronamiento la chimenea de equilibrio según se indica en los planos del proyecto. La chimenea de equilibrio será de hormigón H30.

### **2.4.2.2 Emisario subfluvial y difusores**

El Emisario deberá asegurar la conducción adecuada de los efluentes tratados en la Planta de Pretratamiento Berazategui hacia el Río de la Plata, asegurando la calidad ambiental del cuerpo receptor de acuerdo a los niveles de calidad establecidos por la normativa vigente.

### **Descripción de las características de la descarga**

El Emisario de efluentes de la Planta Berazategui se inicia en el predio de la misma, internándose en el Río de la Plata con una dirección general Sudoeste-Noreste con una longitud aproximada total de 7.500 metros,

El conducto proyectado presenta las siguientes características:

Tramo	Diámetro [mm]	Longitud [m]
Emisario – Tramo de Transporte en túnel	4.400	3.970
Emisario – Tramo de Transporte en zanja	4.400	1.230
Emisario – Tramo de Difusión	4.400	800
	2.800	1.000
	1.700	500



La construcción del emisario se ha previsto en tres tramos:

- a) Tramo de transporte: un conducto en túnel de aproximadamente 3.970 metros de longitud y 4,70m metros de diámetro nominal mínimo interno se extenderá desde la salida de la estación de bombeo de la Planta Berazategui.
- b) Posteriormente se construirá un revestimiento interno de 0,15m de espesor para llevarlo a un diámetro de 4,40m.
- c) Tramo de transporte aguas debajo de la cámara de transición de 4,40m de diámetro interno construido en zanja y fundado sobre pilotes.
- d) Tramo de difusión: un conducto construido en zanja y fundado sobre pilotes de sección variable por tramos.

El conducto difusor tendrá 47 “raisers” tipo roseta con un diámetro interno de 52 cm, con 6 puertos con un diámetro de salida de 18 cm. Además deberá construirse una cámara de transición entre los tramos a) y b).

### **Traza**

El túnel se inicia en el predio de la planta de pretratamiento y está conformado esencialmente por los siguientes tramos:

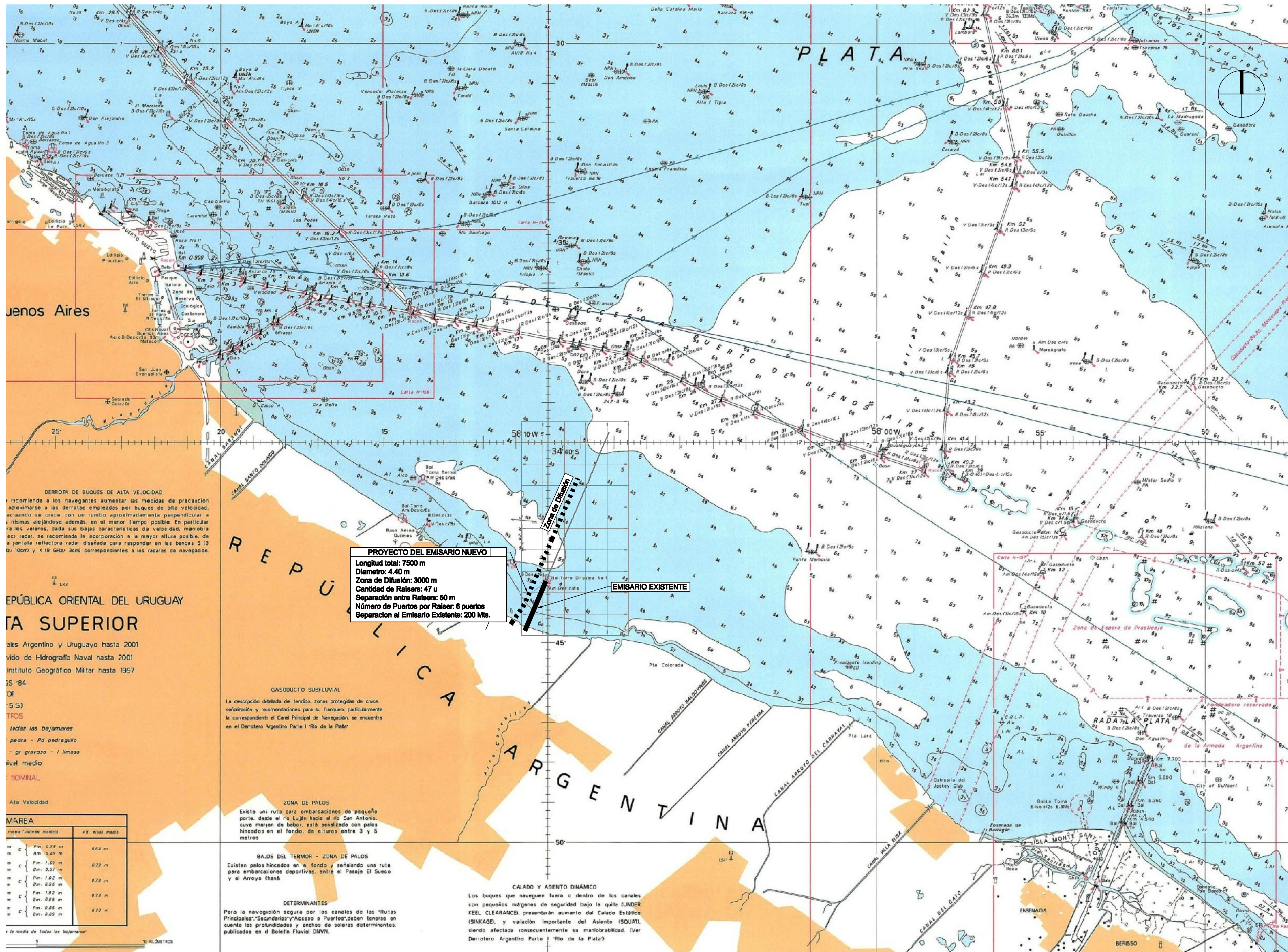
- Tramos de Transporte: incluye los 5.200 m iniciales en forma recta.
- Tramo de difusión: incluye el tramo donde se instalarán los raisers entre las siguientes coordenadas geográficas.

Longitud de difusión emisario Berazategui: 2.300m.

	Coordenadas Gauss Kruger [m]		Coordenadas Geográficas [°]	
	X	Y	Latitud	Longitud
Inicio	5.668.927,7	6.159.271,9	-34,70096	-58,1548
Fin	5.670.062,7	6.161.272,3	-34,68222	-58,1450

En las Figuras 15 y 16 se ve la ubicación y predio de la traza.





DERROTA DE BUQUES DE ALTA VELOCIDAD  
Se recomienda a los navegantes aumentar las medidas de precaución al aproximarse a los derroteros empleados por buques de alta velocidad, cuando se crucen con un rumbo aproximadamente perpendicular a los mismos, además, en el menor tiempo posible. En particular para los veleros, dada sus bajas características de velocidad, maniobra y radar, se recomienda la incorporación a la mayor altura posible de la pantalla reflectora radar, diseñada para responder en las bandas S (3 a 10 cm) y X (1 a 3 cm) correspondientes a los radares de navegación.

### REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY RÍO DE LA PLATA SUPERIOR

Se establecieron los límites entre Argentina y Uruguay hasta 2001  
Fuente: Hidrografía Naval hasta 2001  
Instituto Geográfico Militar hasta 1997

- SS: 84
- OF
- 55)
- TROS
- Leídas las bajamareas
- peque - PO: pedregoso
- gr: gravoso - I: limoso
- may: medio
- NOMINAL

MAREA	
Profundidad (metros)	Alt. Nivel medio
m C. Pm: 0.70 m	0.64 m
m C. Pm: 0.65 m	
m C. Pm: 1.51 m	0.70 m
m C. Pm: 0.57 m	
m C. Pm: 1.82 m	0.73 m
m C. Pm: 0.55 m	
m C. Pm: 1.82 m	0.73 m
m C. Pm: 0.55 m	
m C. Pm: 0.85 m	0.73 m
m C. Pm: 0.85 m	0.73 m

La media de todas las bajamareas

**GASODUCTO SUBTERRANEO**  
La descripción detallada del tendido, zonas protegidas de cruce, señalización y recomendaciones para su fondeo, particularmente la correspondiente al Canal Principal de Navegación, se encuentra en el Derrotero Argentino Parte I "Río de la Plata".

**ZONA DE PALOS**  
Existe una ruta para embarcaciones de pequeño porte, desde el río Luján hacia el río San Antonio, cuyo margen de babor está señalizado con palos hincados en el fondo, de altura entre 3 y 5 metros.

**BAJOS DEL TURNO: ZONA DE PALOS**  
Existen palos hincados en el fondo, señalizando una ruta para embarcaciones deportivas, entre el Pasaje El Sueco y el Arroyo thand.

**DETERMINANTES**  
Para la navegación segura por los canales de las "Rutas Principales", "Secundarias" y "Acceso a Puertos", deben tenerse en cuenta las profundidades y anchos de vientos determinados, publicados en el Boletín Fluvial DNMV.

**CAJADO Y ASIENTO DINÁMICO**  
Los buques que navegan fuera o dentro de los canales con pequeños márgenes de seguridad bajo la quilla (UNDER KEEL CLEARANCE), presentarán aumento del Calaje Estático (SINKAGE), y variación importante del Asiento (SQUAT), siendo afectada consecuentemente su maniobrabilidad. (Ver Derrotero Argentino Parte I "Río de la Plata").



ESCALA 1:100000

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

#		
1		
2		
3		
4		
Rev.	Descripción	Revisó Fecha

Agua y Saneamientos Argentinos S.A.  
Dirección de Planificación

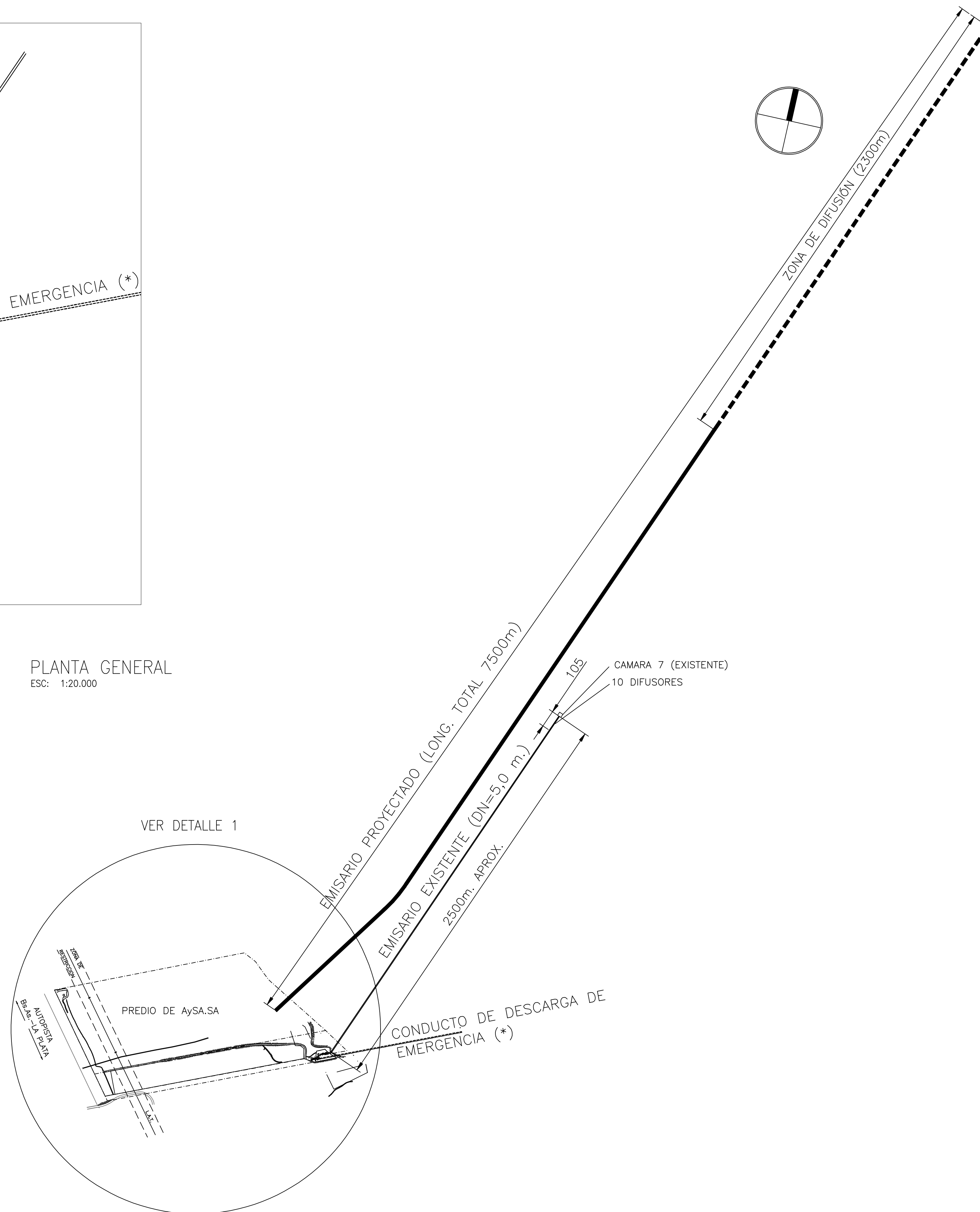
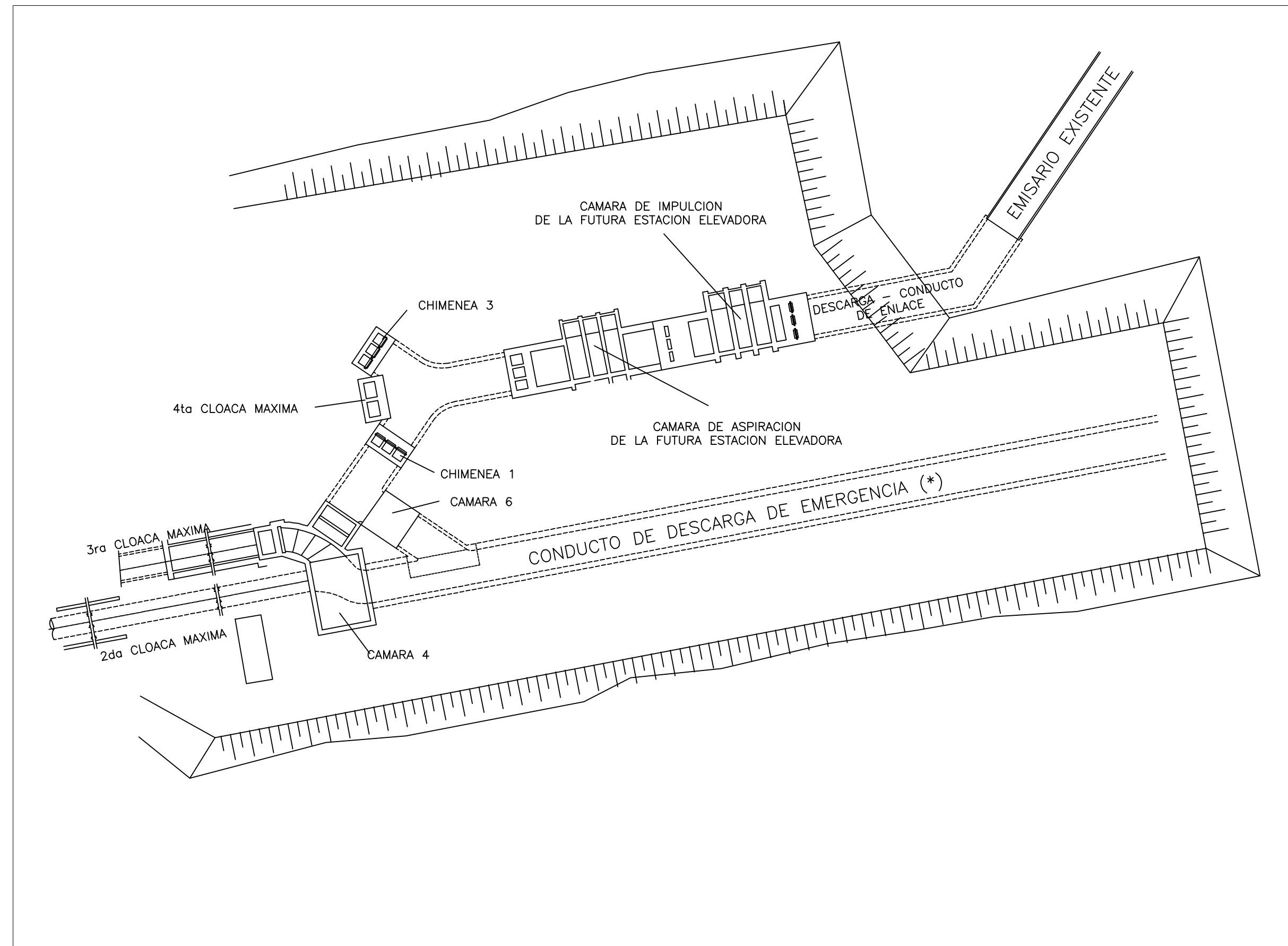
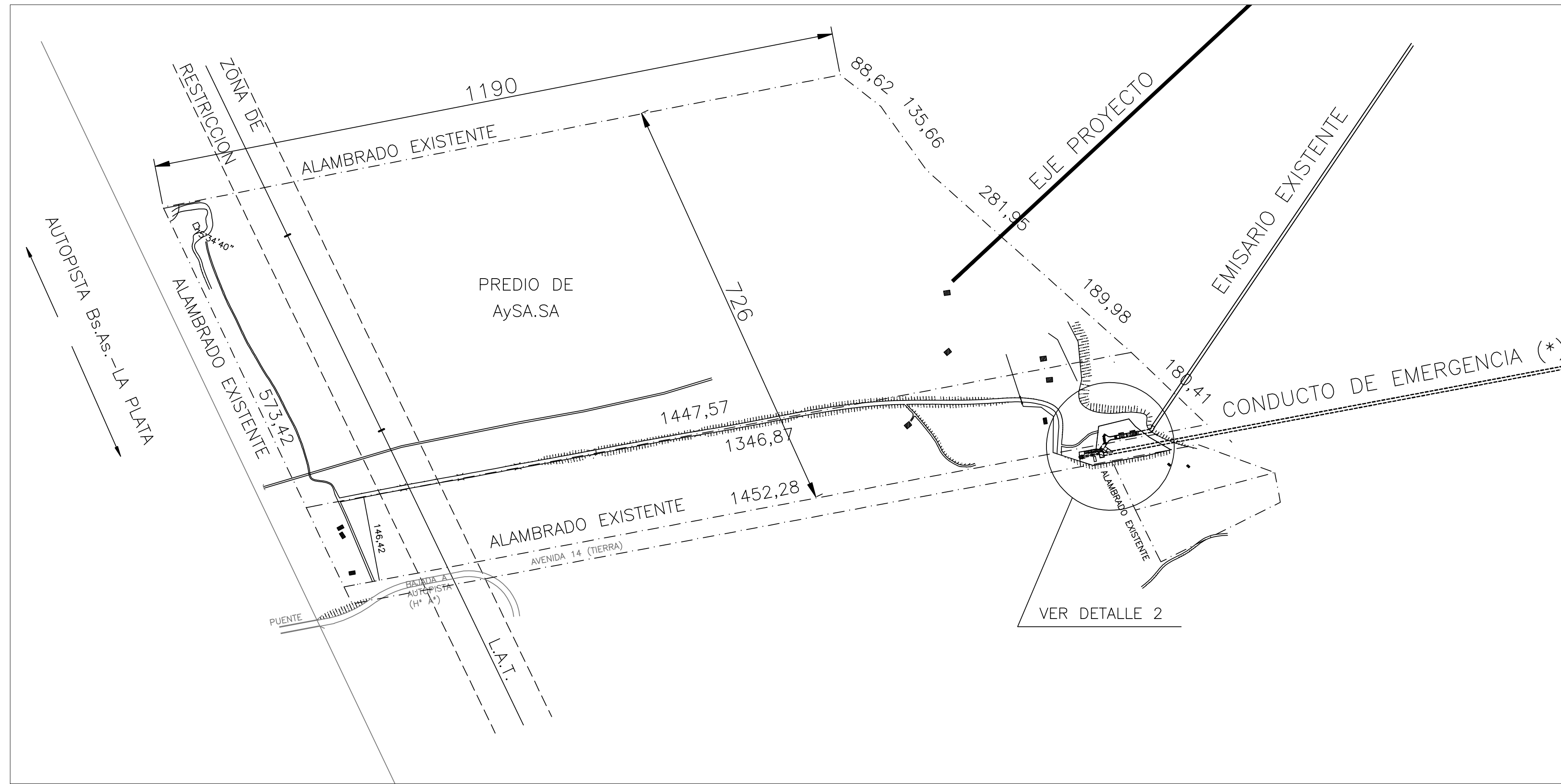


EXPANSIÓN DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES  
EMISARIO BERAZATEGUI  
UBICACIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

Figura 15

Gerente:	Proyectista:	Dibujó:	Plano N°	Cód. Proy.
Jefe Proyecto:	Revisó:	Fecha: 02/03/2011	42777-PC	SC-495
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión
Escala: INDICADA				Hoja: 1 de 1





aysa

**Perfil del tramo de transporte ejecutado en túnel**

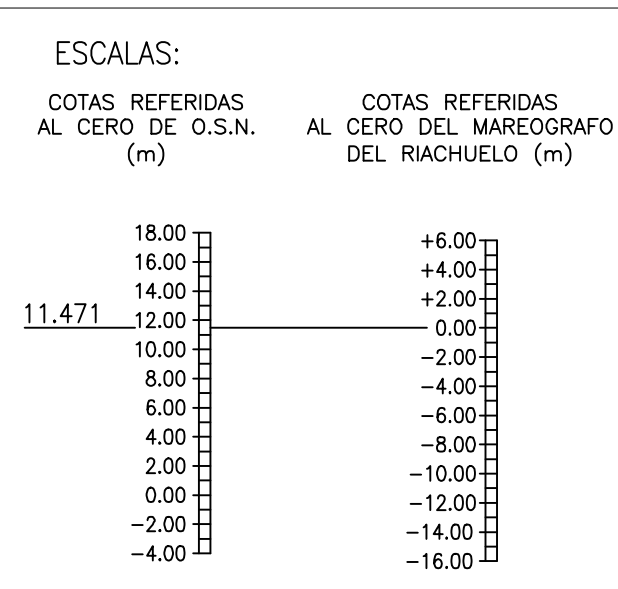
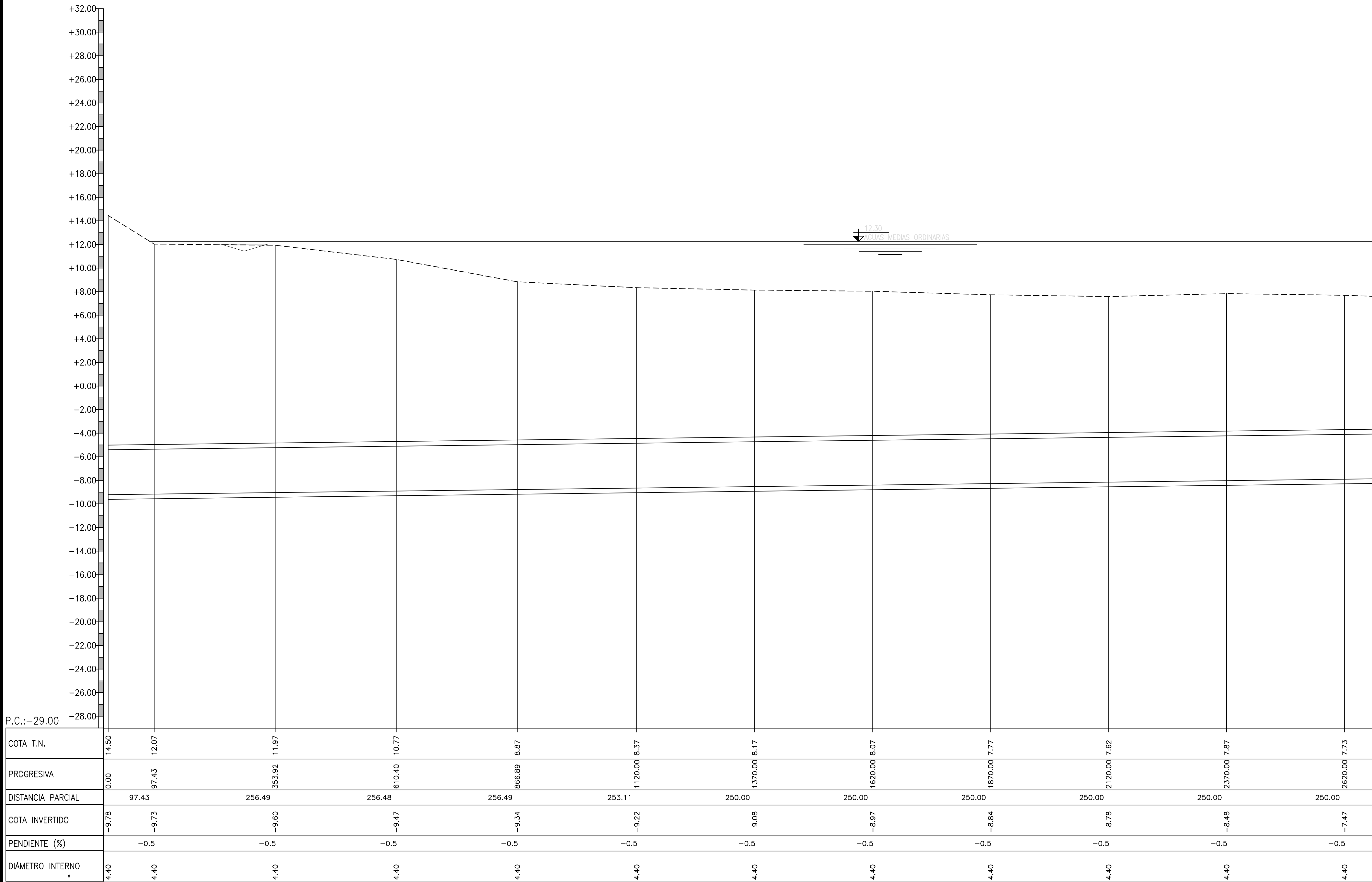
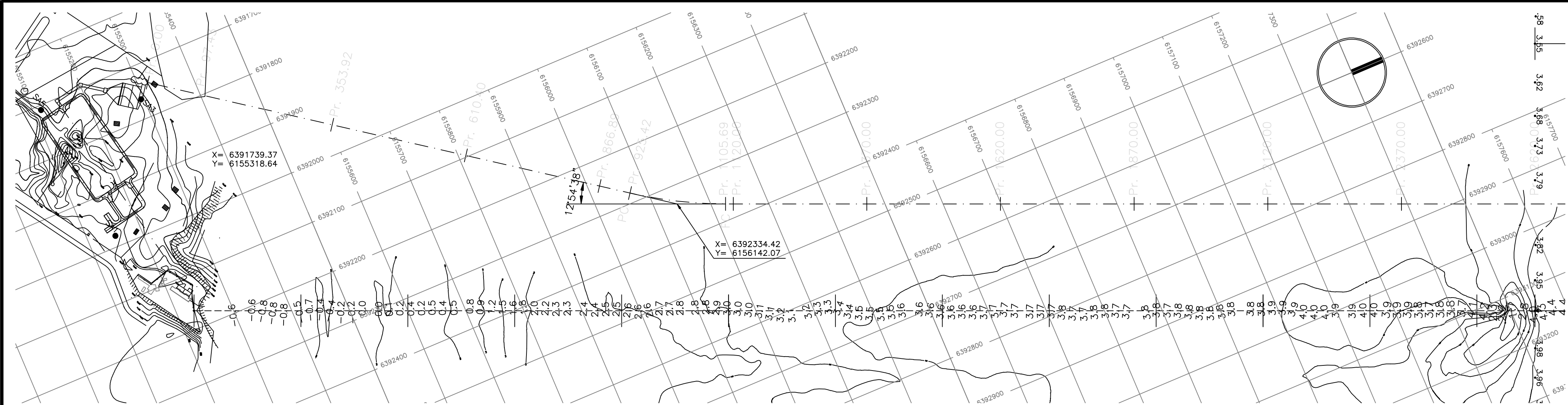
En el diseño básico previsto, el conducto se inicia a cota  $-9,78$  m OSN de invertido y en función de las características geotécnicas se ha previsto con una pendiente positiva del  $0,05$  % hasta el final del túnel llegando con una cota de invertido  $-7,79$  m OSN en la progresiva 3.970 m.

En las Figuras 17 y 18 se verán las planimetrías del tramo en túnel.

**Perfil del tramo de transporte en zanja y de difusión**

En el diseño básico previsto presenta pendiente ascendente manteniendo en todos los casos una tapada mínima de dos metros. A continuación se encuentran los tramos del emisario en zanja y el tramo de difusión (Figura 19 y 20).





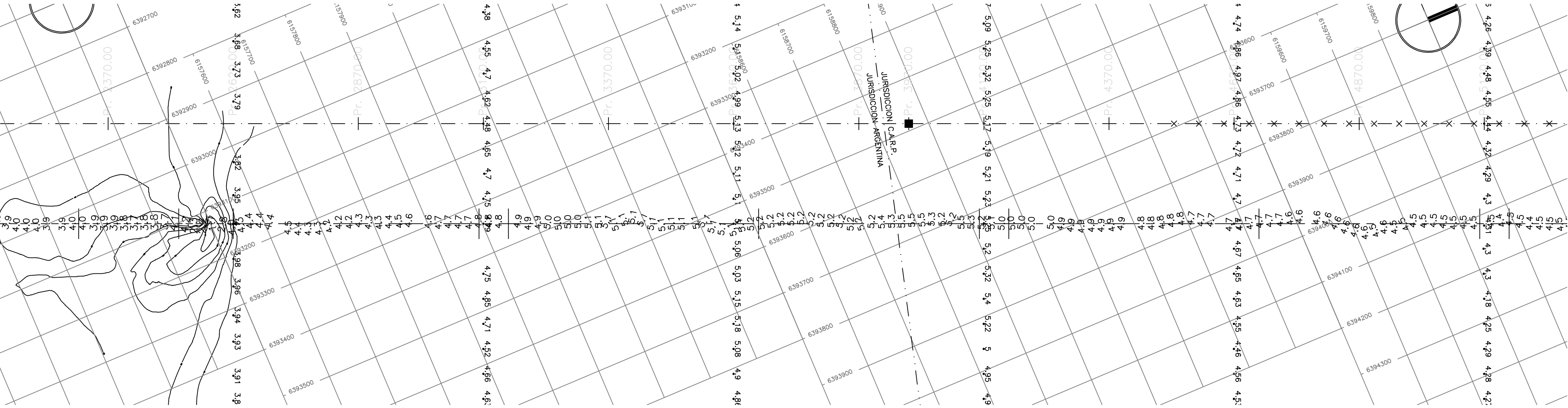
- REFERENCIAS:
- EJE EMISARIO EXISTENTE
  - - - - - EJE EMISARIO PROYECTADO
  - EJE RELEVAMIENTO BATIMETRICO
  - x RAISER
  - CAMARA DE INSPECCION (C.I.)
  - CAMARA DE TRANSICION TUNEL/ZANJA

NOTAS:

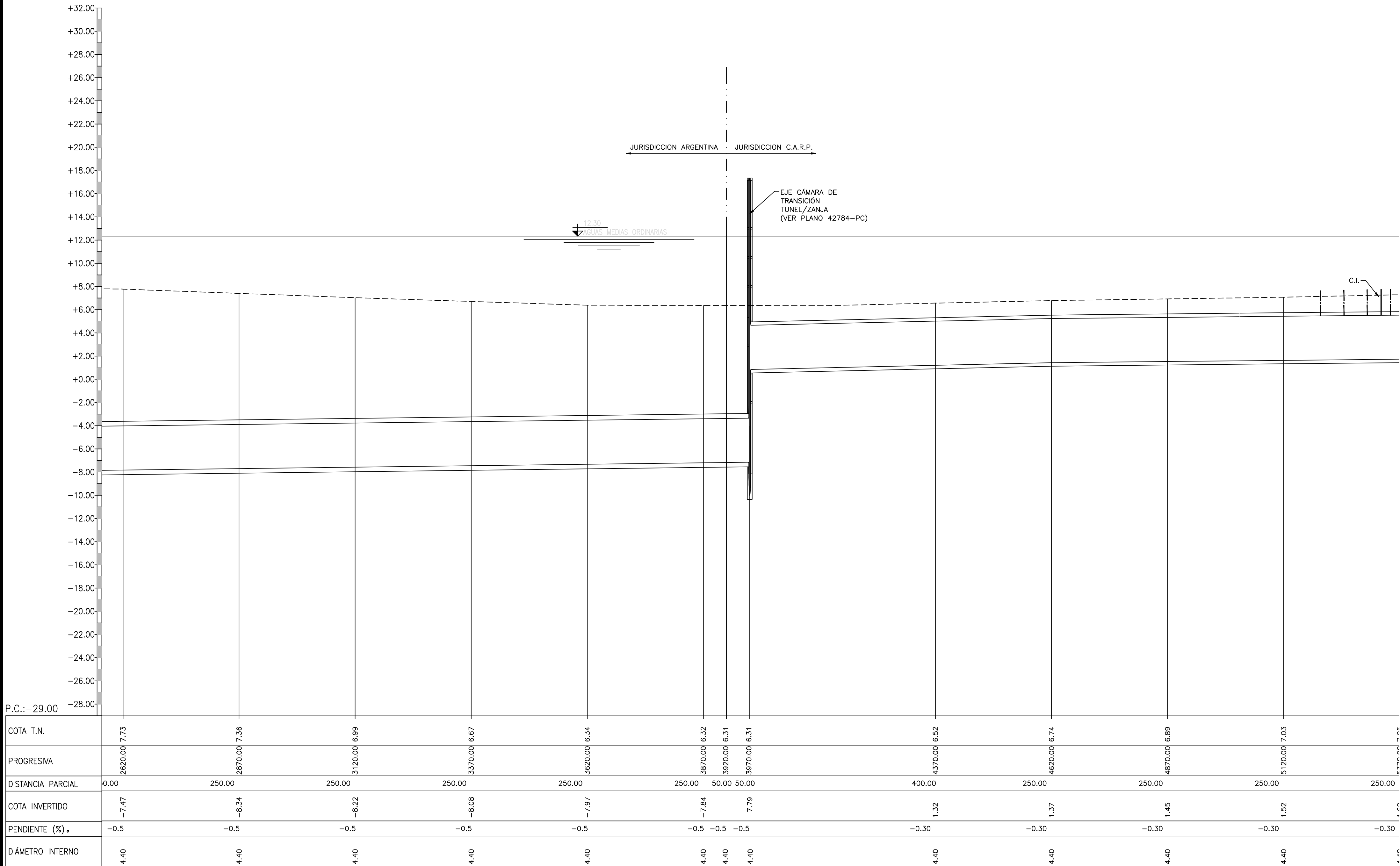
1. EL RELEVAMIENTO BATIMETRICO FUE REALIZADO EN LOS AÑOS 2003 Y 2004

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

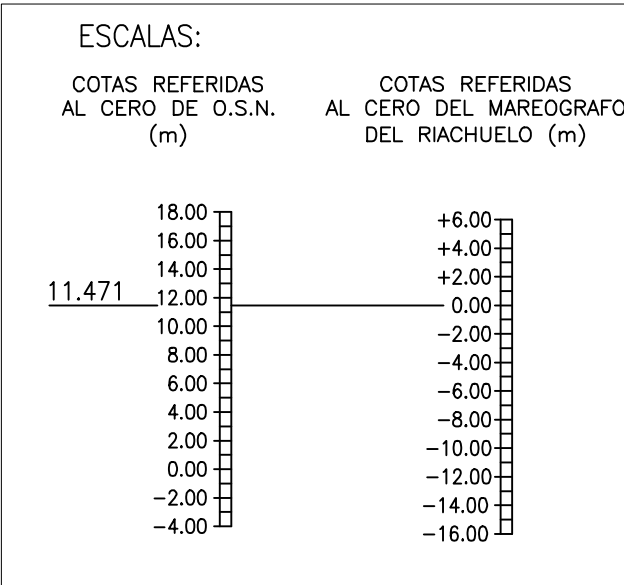
4				
3				
2				
1				
Rev.	Descripción			Revisó Fecha
Agua y Saneamientos Argentinos S.A.				
Dirección de Planificación				
EXPANSION DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES				
EMISARIO DE BERAZATEGUI				
PLANIALTIMETRIA PR.0.00 A 2620.00				
Figura 17				
Gerente:	Proyectista:	Dibuj:	Plano N°	Cód. Proy:
J.de Proyecto:	Revisor:	Fecha: 03/03/2010	42780-PC	SC-496
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 m EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión Hoja:
			Revisión	1 de 1



PLANIMETRIA  
ESCALA 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL  
ESCALA HORIZ. 1:2000  
ESCALA VERT. 1:200



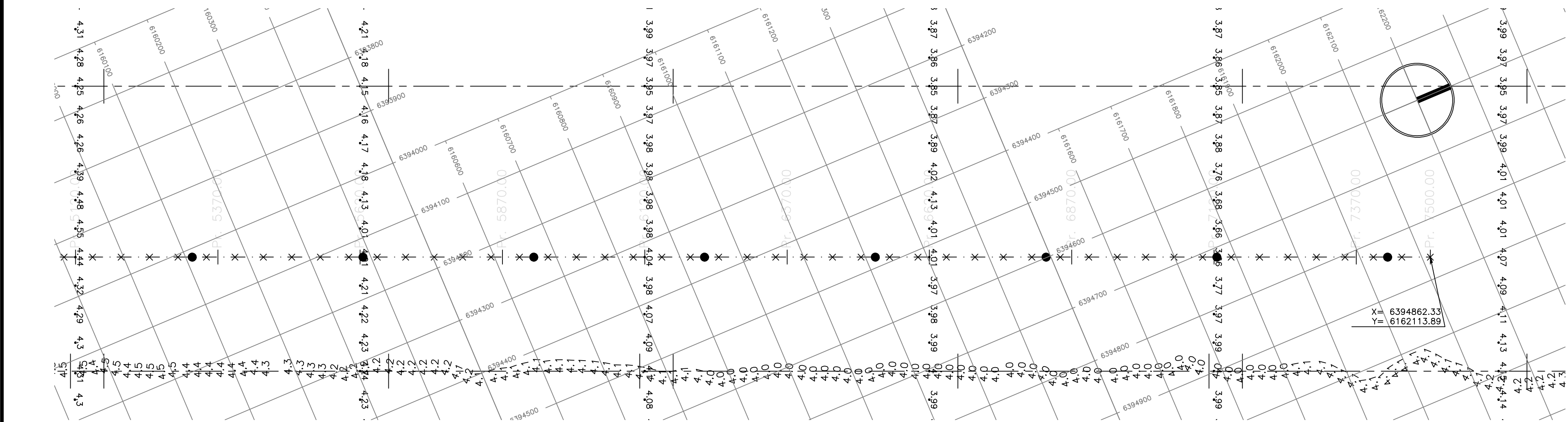
- REFERENCIAS:
- EJE EMISARIO EXISTENTE
  - - - EJE EMISARIO PROYECTADO
  - - - EJE RELEVAMIENTO BATIMETRICO RAISER
  - CÁMARA DE INSPECCIÓN (C.I.)
  - CÁMARA DE TRANSICIÓN TUNEL/ZANJA

- NOTAS:
- EL RELEVAMIENTO BATIMETRICO FUE REALIZADO EN LOS AÑOS 2003 Y 2004
  - LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DE O.S.N.

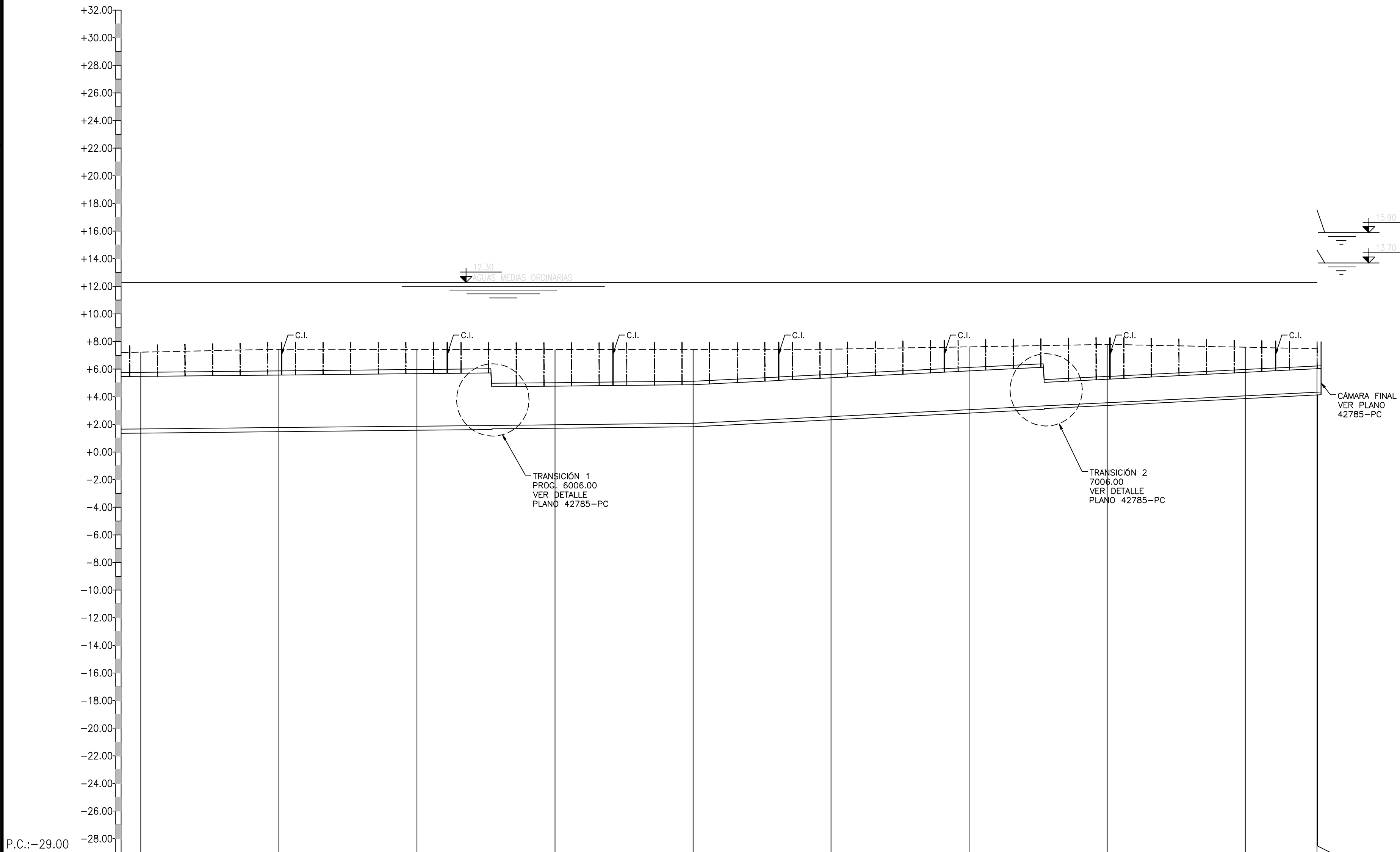
NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

4				
3				
2				
1				
Rev.	Descripción			Revisó Fecha
Agua y Saneamientos Argentinos S.A.				
Dirección de Planificación				
EXPANSION DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES				
EMISARIO DE BERAZATEGUI				
PLANALTIMETRIA PR. 2620.00 A 5370.00				
Figura 18				
Gerente:	Proyectista:	Dibuj:	Plano N°	Cód. Proy:
J.de Proyecto:	Revisor:	Fecha: 03/03/2011	42781-PC	SC-496
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 m EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión Hoja:
			Revisión	1 de 1





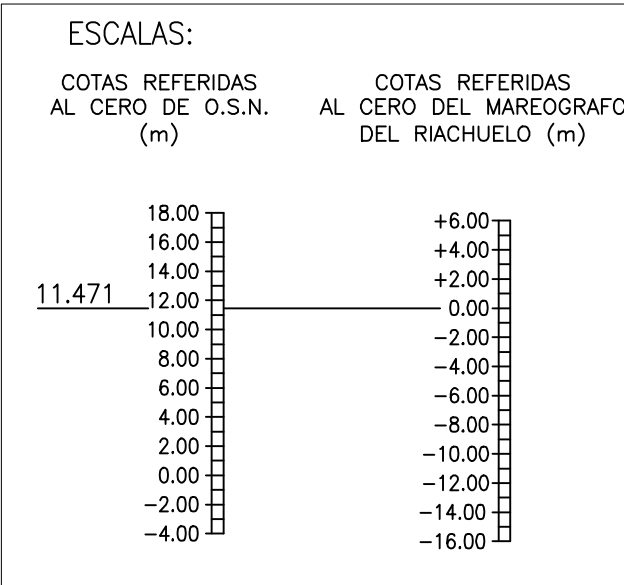
PLANIMETRIA  
ESCALA 1:5000



P.C.: -29.00

COTA T.N.	5370.00 7.25	5620.00 7.46	5870.00 7.45	6120.00 7.43	6370.00 7.45	6620.00 7.46	6870.00 7.64	7120.00 7.81	7370.00 7.61	7500.00 7.50
PROGRESIVA	5370.00	5620.00	5870.00	6120.00	6370.00	6620.00	6870.00	7120.00	7370.00	7500.00
DISTANCIA PARCIAL	0.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	130.00
COTA INVERTIDO	1.60	1.67	1.75	1.83	2.25	2.68	3.10	3.52	4.07	4.59
PENDIENTE (%)	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-1.70	-1.70	-1.70	-1.70	-2.20	-2.20
DIÁMETRO INTERNO	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40	4.40

PERFIL LONGITUDINAL  
ESCALA HORIZ: 1:5000  
ESCALA VERT: 1:200

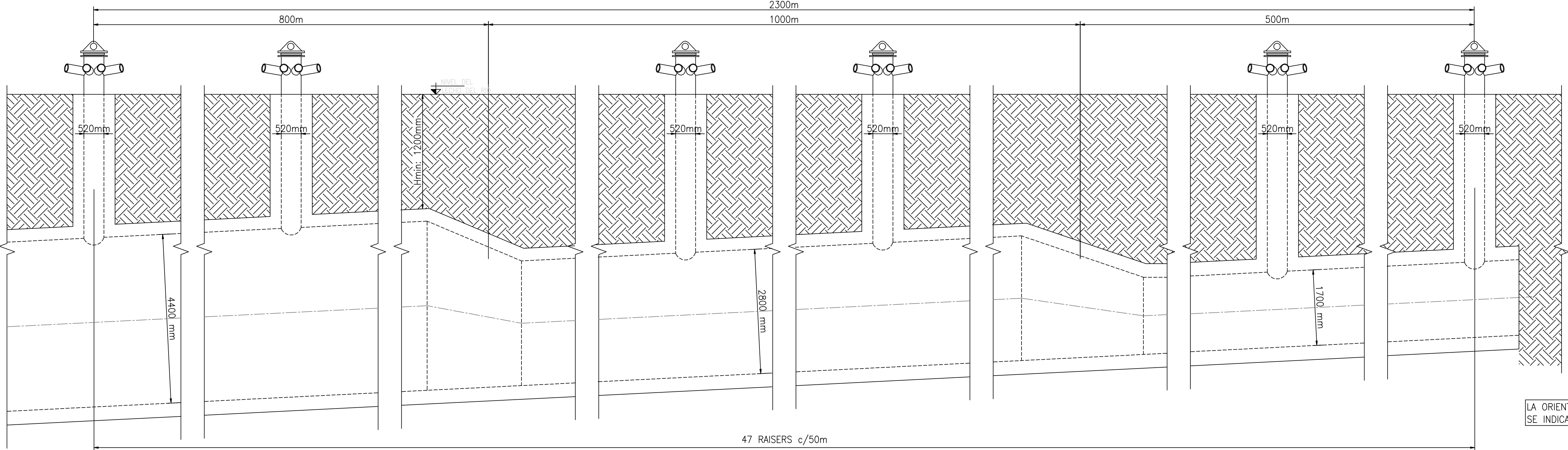


- REFERENCIAS:
- EJE EMISARIO EXISTENTE
  - - - - - EJE EMISARIO PROYECTADO
  - - - - - EJE RELEVAMIENTO BATIMÉTRICO
  - × RAISER
  - CÁMARA DE INSPECCIÓN (C.I.)
  - CÁMARA DE TRANSICIÓN TUNEL/ZANJA

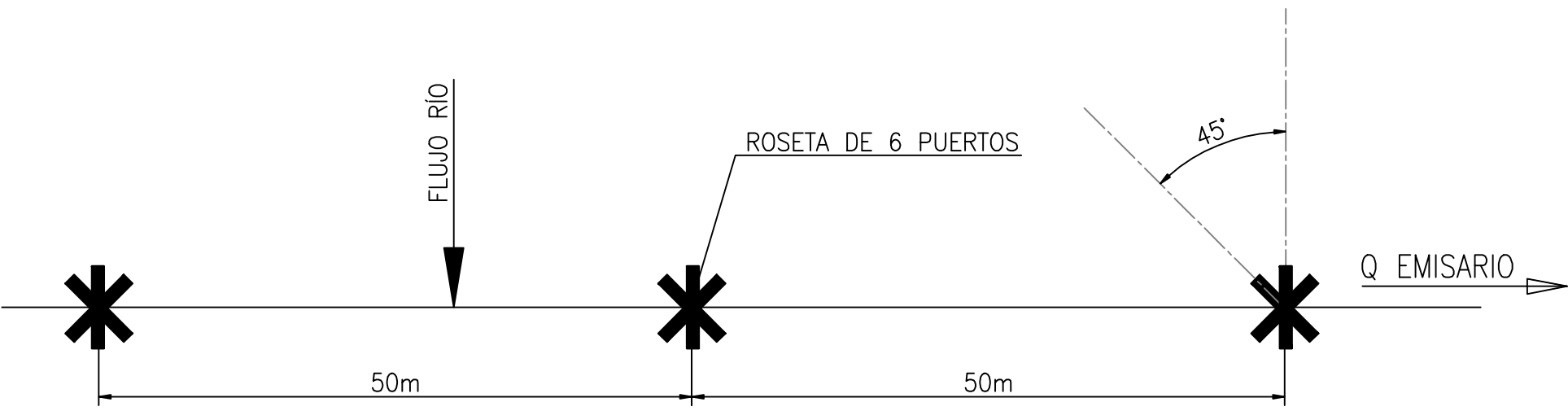
- NOTAS:
- EL RELEVAMIENTO BATIMÉTRICO FUE REALIZADO EN LOS AÑOS 2003 Y 2004
  - LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DE O.S.N.

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

#				
3º				
2º				
1º				
Rev.	Descripción			Revisión Fecha
Agua y Saneamientos Argentinos S.A.				
Dirección de Planificación				
EXPANSION DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES EMISARIO DE BERAZATEGUI PLANALTIMETRIA PR. 5370.00 A 7500.00				
Figura 19				
Gerente:	Proyectista:	Dibuj:	Plano N°	Cód. Proy:
J.de Proyecto:	Revisor:	Fecha: 03/03/2010	42782-PC	SC-496
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión Hoja:
			Escala:	1 de 1

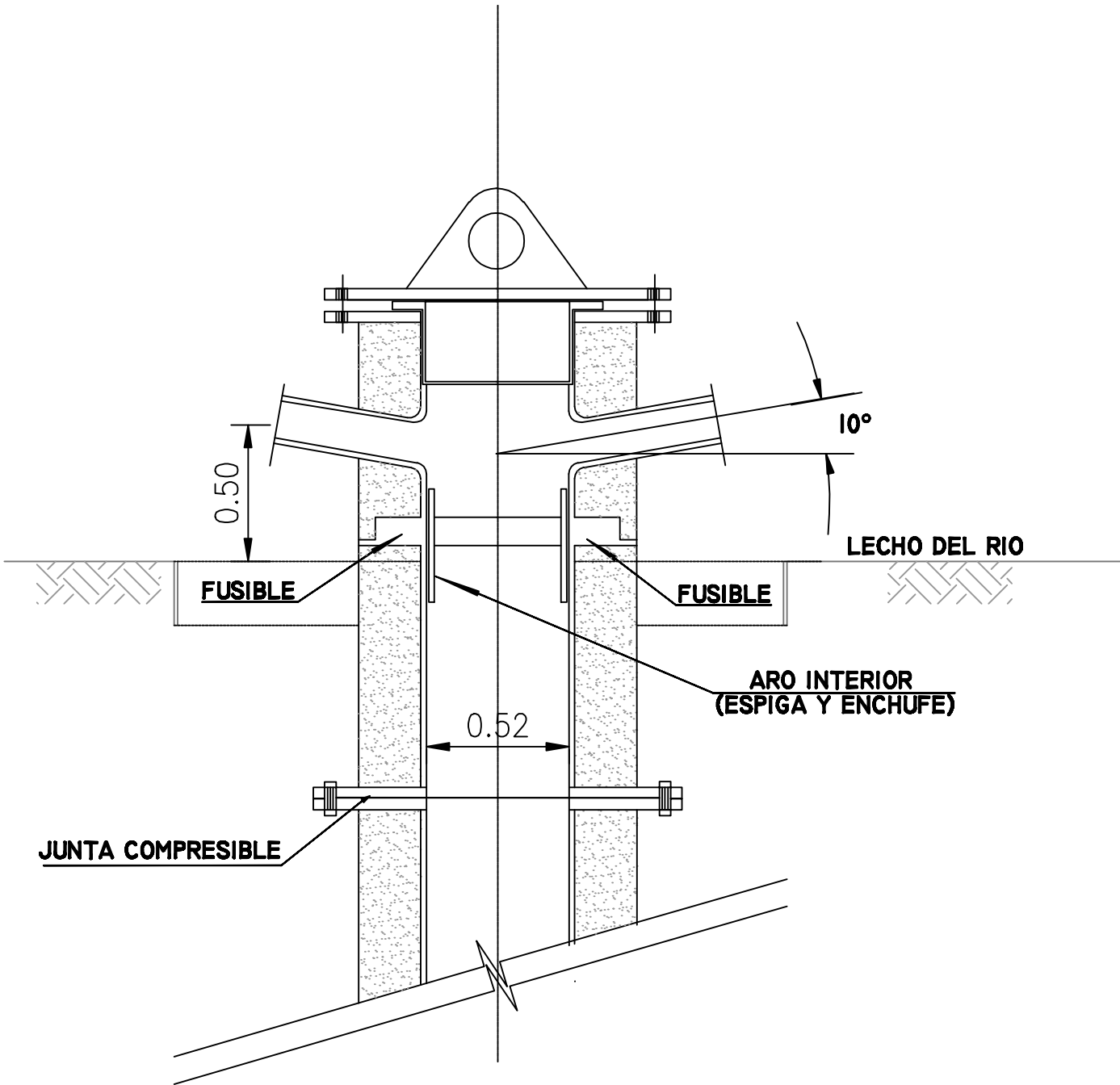


VISTA LONGITUDINAL EN ZONA DIFUSOR  
ESCALA 1:50

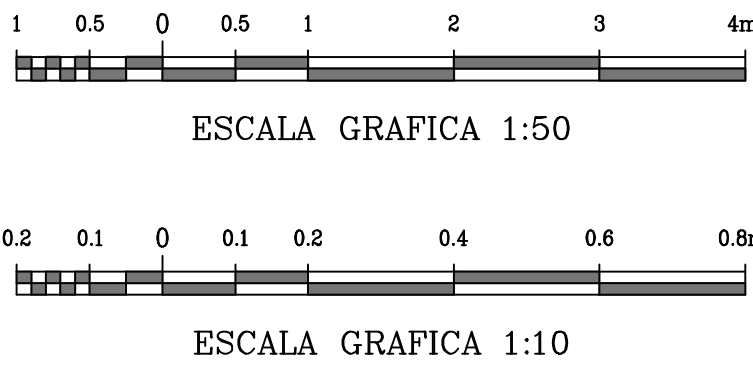
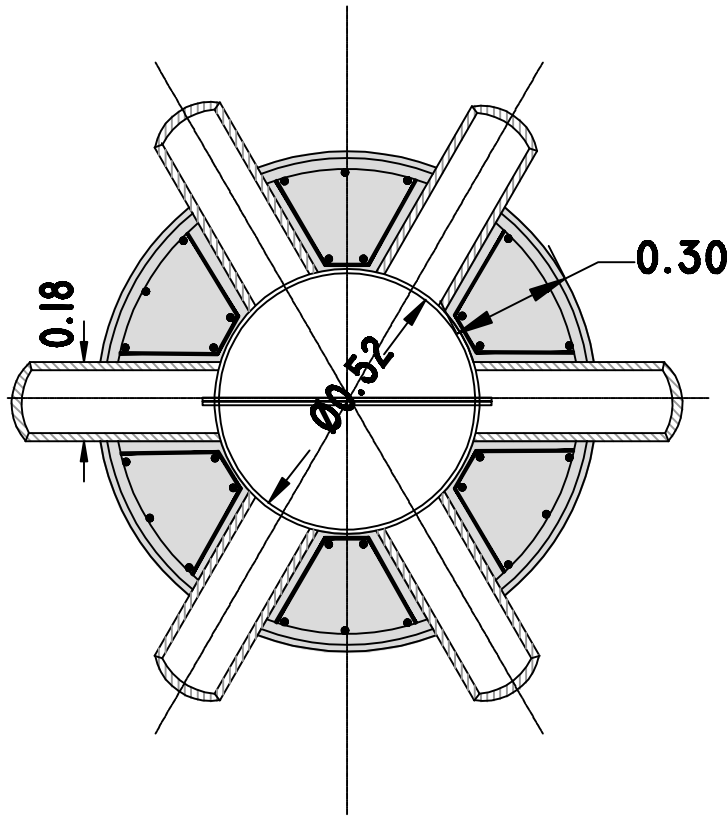


PLANTA ESQUEMATICA TÍPICA PARA INDICAR LA ORIENTACIÓN DE SALIDAS DE LOS PUERTOS

- NOTA:
- 1.- LA PROTECCIÓN DE LOS RAISERS SE OMITIERON PARA MAYOR CLARIDAD.
  - 2.-LA TAPA SUPERIOR DEL RAISER Y SU SISTEMA DE AMARRE ES SOLO INDICATIVO. EL OFERENTE DEBERÁ EFECTUAR EL DISEÑO Y PRESENTARLO EN EL ANTEPROYECTO.
  - 3.- LAS CÁMARAS DE INSPECCIÓN Y LA CÁMARA FINAL SE HAN OMITIDO PARA MAYOR CLARIDAD.
  - 4.- EL DETALLE DE LA PROTECCIÓN DEL RAISER PUEDE VERSE EN EL PLANO 42785-PC.
  - 5.- SE OMITIÓ EL SISTEMA DE FUNDACIÓN DEL CONDUCTO.



VISTA LATERAL Y SUPERIOR DEL RAISER TIPO ROSETA



NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

#				
2°				
1°				
Rev.	Descripción	Revisó	Fecha	
Agua y Saneamientos Argentinos S.A. Dirección de Planificación				
EXPANSION DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES EMISARIO DE BERAZATEGUI DIFUSOR DISEÑO HIDRAULICO				
Figura 20				
Gerente:	Proyectista:	Dibuj:	Plano N°	Cód. Proy:
J.de Proyecto:	Revisor:	Fecha: 03/03/2011	42783-PC	SC-495
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 m EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión
0 1 2m			Escala:	Hoja: 1 de 1

### **2.4.2.3 Método constructivo**

#### **Metodología constructiva de túnel**

El Proyecto realizado contempla para la construcción del túnel del Emisario la utilización de una máquina tunelera con escudo y colocación simultánea de dovelas prefabricadas de hormigón, a una profundidad (tapada) variable entre 12 y 16 m, y bajo una carga de agua interior que variable entre 30 y 35 metros sobre el intradós de los conductos.

El Túnel a construirse deberá contar con un revestimiento interno que asegure su funcionamiento bajo la carga de presión de diseño. Se admitirá la presentación de alternativas de un solo revestimiento de dovelas postensadas según especificaciones técnicas (Figura 21).

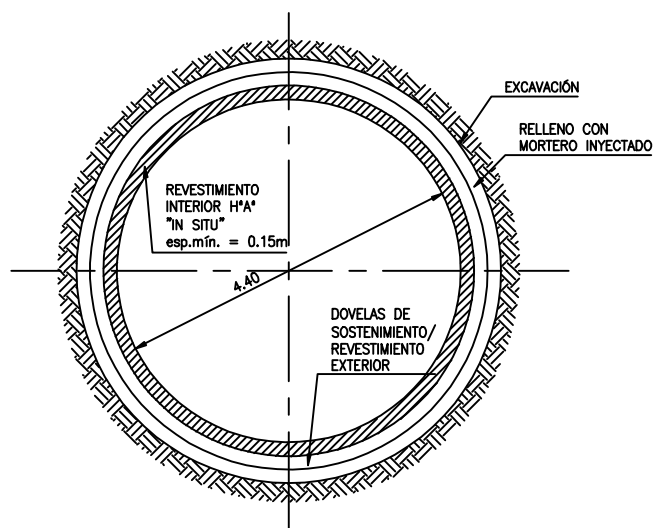
La construcción del Emisario ha sido proyectada para que el túnel se inicie en un pozo de ataque a ubicarse en el predio de la Planta de Pretratamiento Berazategui, actualmente en construcción, que conformará a futuro la chimenea de equilibrio del sistema. Este pozo está conformado por 3 pozos consecutivos que permitan optimizar las tareas de retiro de tierra e ingreso de materiales. El final del tramo en túnel está constituido por la denominada cámara de transición y la tunelera se ha previsto abandonarla al final del tramo previéndose la ejecución de un tapón estanco a posteriori del avance de la tunelera. Para el revestimiento interno secundario del túnel se ha previsto una protección constante de 0,15m de espesor mínimo en toda la longitud. (Figura 22)

Para el desarrollo del proyecto se ha previsto para el caso del equipo para construcción de conducto de 4.400 mm la utilización de tunelera de escudo a presión de tierra con un empuje máximo de 10.000 kN y un par permanente de 1500 kNm y un revestimiento de dovelas constituido por anillos de 7 dovelas de 25 cm de espesor mínimo.

#### **Metodología constructiva de tramos en zanja**

Se ha previsto este tramo con colocación de tubería de hormigón prefabricada montada sobre pilotes en zanja dragada.

# CORTE B-B TUNEL c/ DOVELAS Y REVESTIMIENTO INTERIOR Esc. 1:75

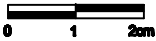


NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

**EXPANSION DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES  
EMISARIO DE BERAZATEGUI  
SECCIONES TÍPICAS DE TUNEL  
CAMARA DE AMORTIGUAMIENTO**



**Agua y Saneamientos Argentinos S.A.  
Dirección de Planificación**

Gerente: L.V	Proyectista:	Dibujo:	Plano N° <b>42787-PC</b>	Cód. Proy: <b>SC-495</b>	
J.de Proyecto:	Revisó:	Fecha: 00/00/2010		Revisión	Hoja:
 SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA		Escala:	Código Archivo:		
			1 de 1		

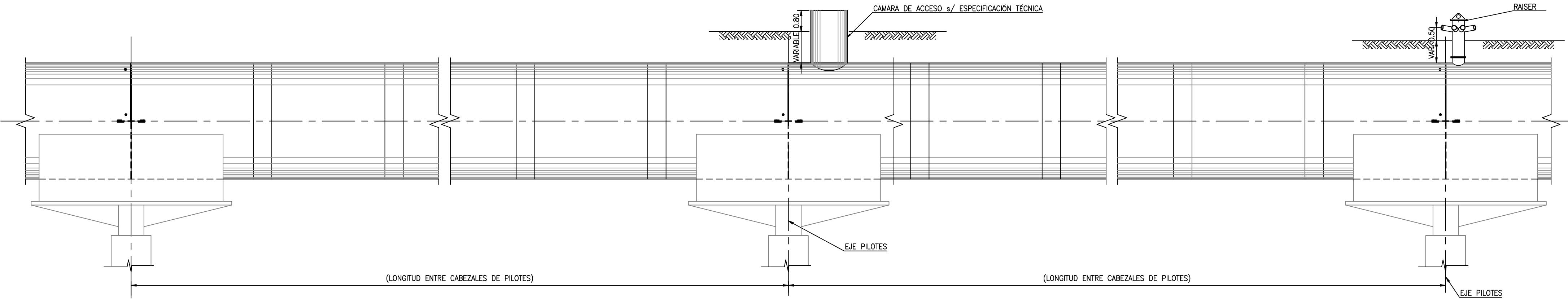
FORMATO A4: 297 x 210 mm

A4

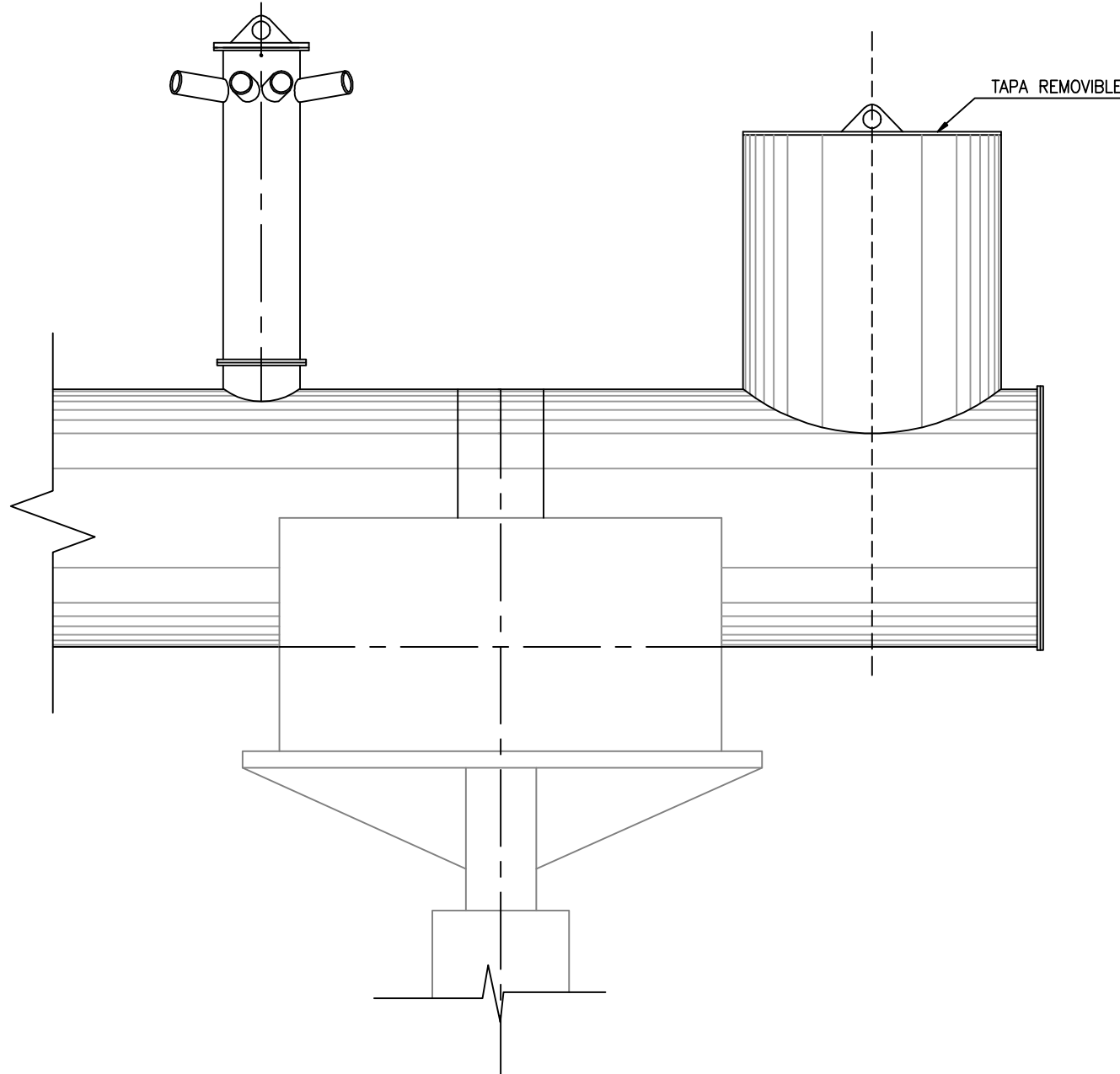
Figura 21



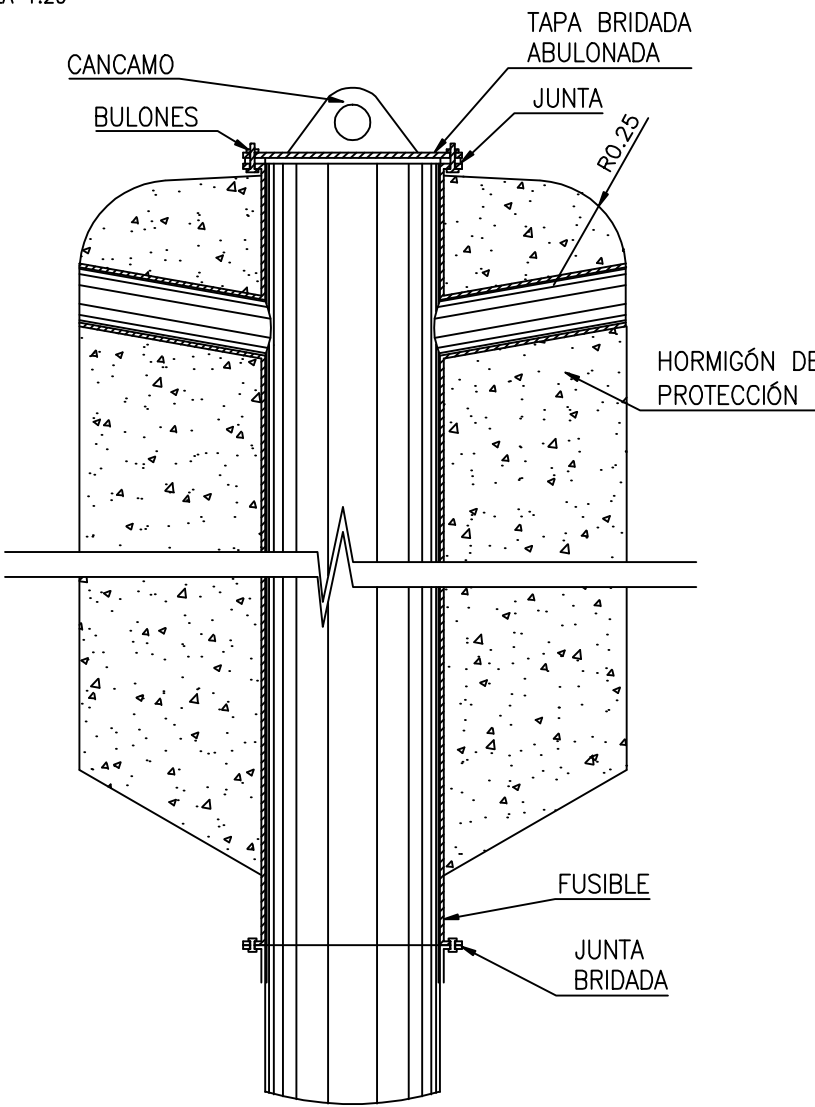
VISTA LATERAL  
ESCALA 1:100



CAMARA EN TRAMO FINAL EMISARIO  
ESCALA 1:50

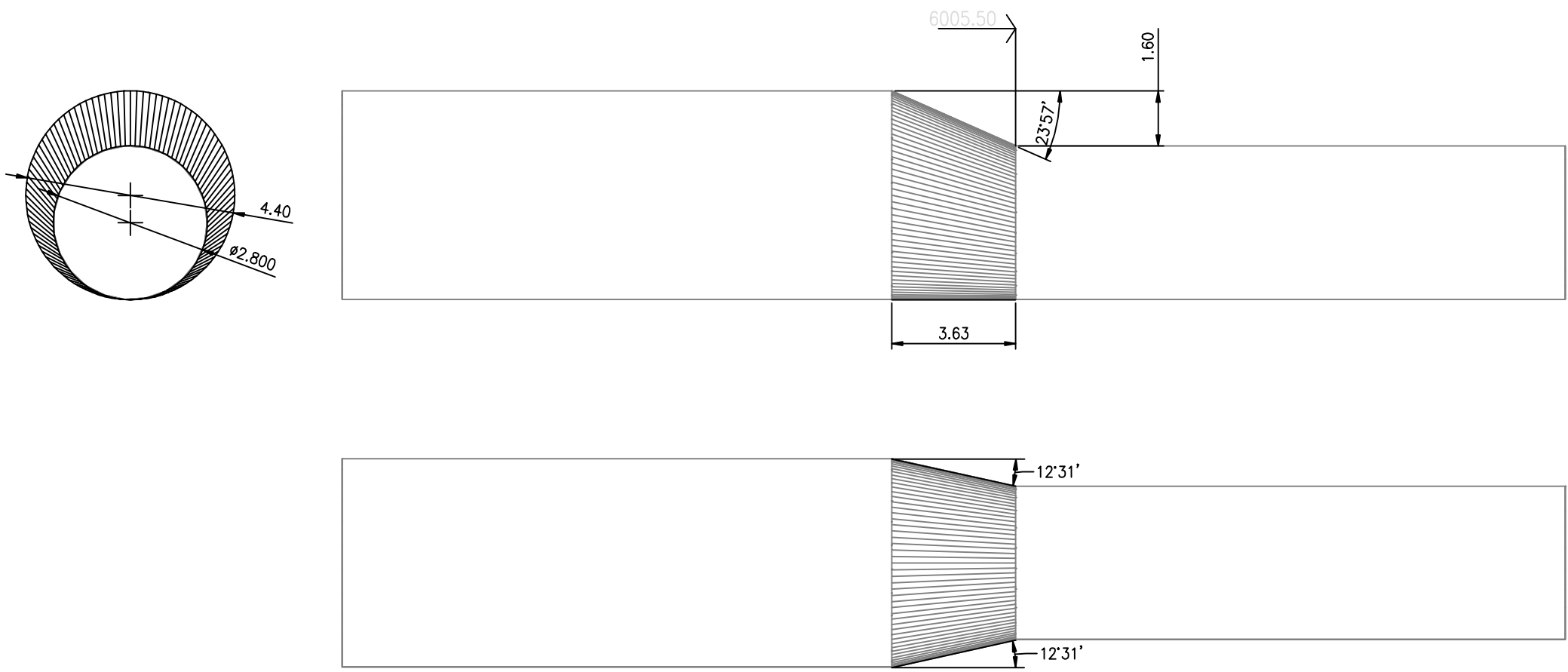


DETALLE 1  
ESCALA 1:20

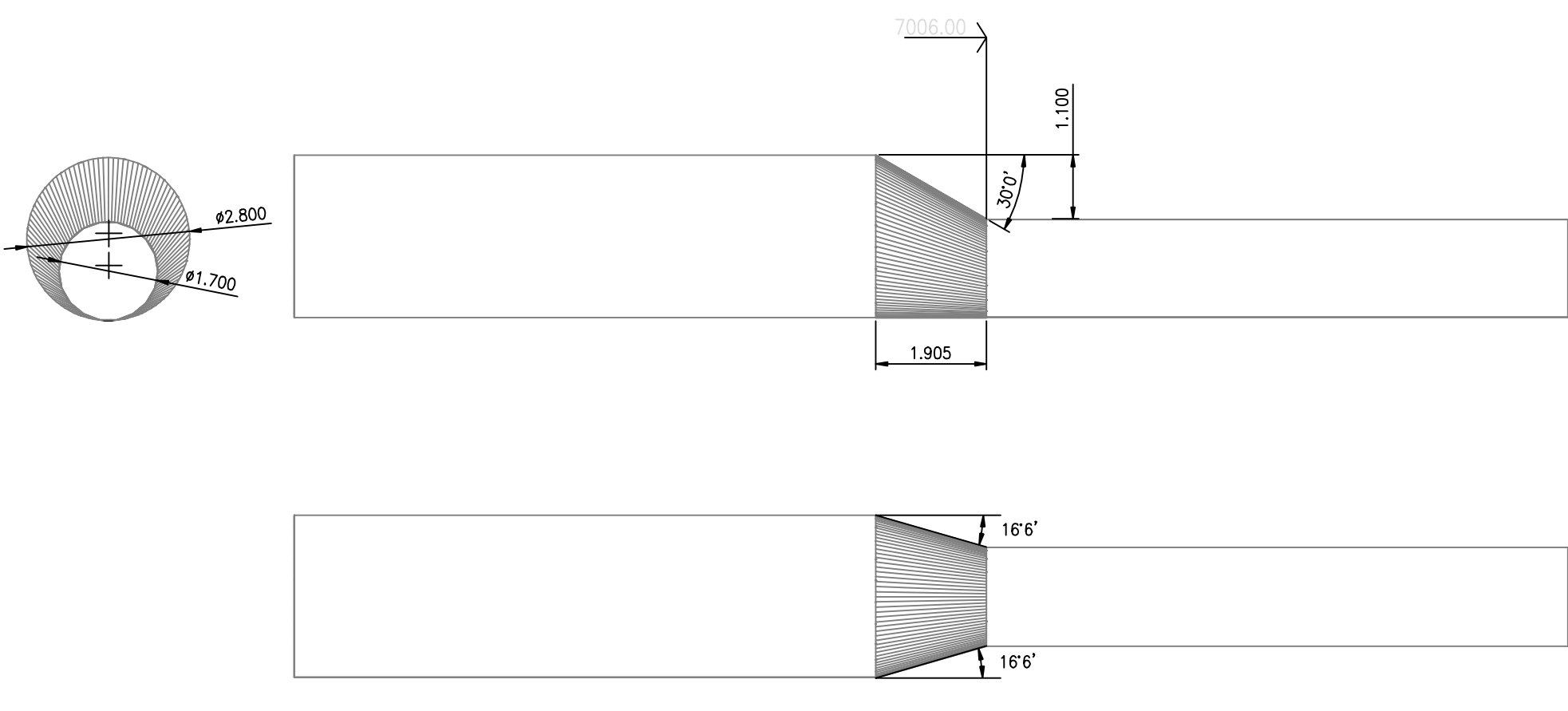


NOTAS:  
1. LAS CAMARAS DE ACCESO SE UBICAN CADA 300m.  
2. EL SISTEMA DE AMARRE AL CONDUCTO SE HA OMITIDO.  
3. EL OFERENTE DEBERÁ ADOPTAR LOS MATERIALES A UTILIZAR Y REALIZAR EL ANTEPROYECTO DETALLADO SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.  
4. EL DISEÑO Y ESPESORES MOSTRADOS SON A TÍTULO ILUSTRATIVO. EL OFERENTE DEBERÁ PROYECTAR EL MÉTODO CONSTRUCTIVO, EL DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.  
5. LA SEPARACIÓN DE LOS PILOTES ES ILUSTRATIVA. EL OFERENTE DEBERÁ REALIZAR EL DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS MISMOS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES.

TRANSICIONES  
ESCALA 1:100



PROGRESIVA 6005.50  
TRANSICION Ø4.40/2.80



PROGRESIVA 7006.00  
TRANSICION Ø2.80/1.70

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

#				
1º				
2º				
3º				
Rev.	Descripción	Revisó	Fecha	
<b>Agua y Saneamientos Argentinos S.A.</b> Dirección de Planificación				
<b>EXPANSION DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES</b> <b>EMISARIO DE BERAZATEGUI</b> <b>CONDUCTO-TRANSICIONES-CAMARA FINAL</b>				
<b>Figura 22</b>				
Gerente:	Proyectista:	Dibuj:	Plano N°	Cód. Proy:
Jefe Proyecto:	Revisor:	Fecha: 03/03/2011	42785-PC	SC-495
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 m EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión
0 1 2m			Escala:	Hoja: 1 de 1

**Metodología constructiva de cámara de transición**

Se ha previsto la construcción de una cámara cilíndrica con un diámetro interior funcional de 4,40 m. (Figura 23) Estará conformada por un cilindro de acero exterior y revestida in situ interiormente con hormigón. El pre-revestimiento de acero se ha previsto hincado previo al paso de la tunelera.

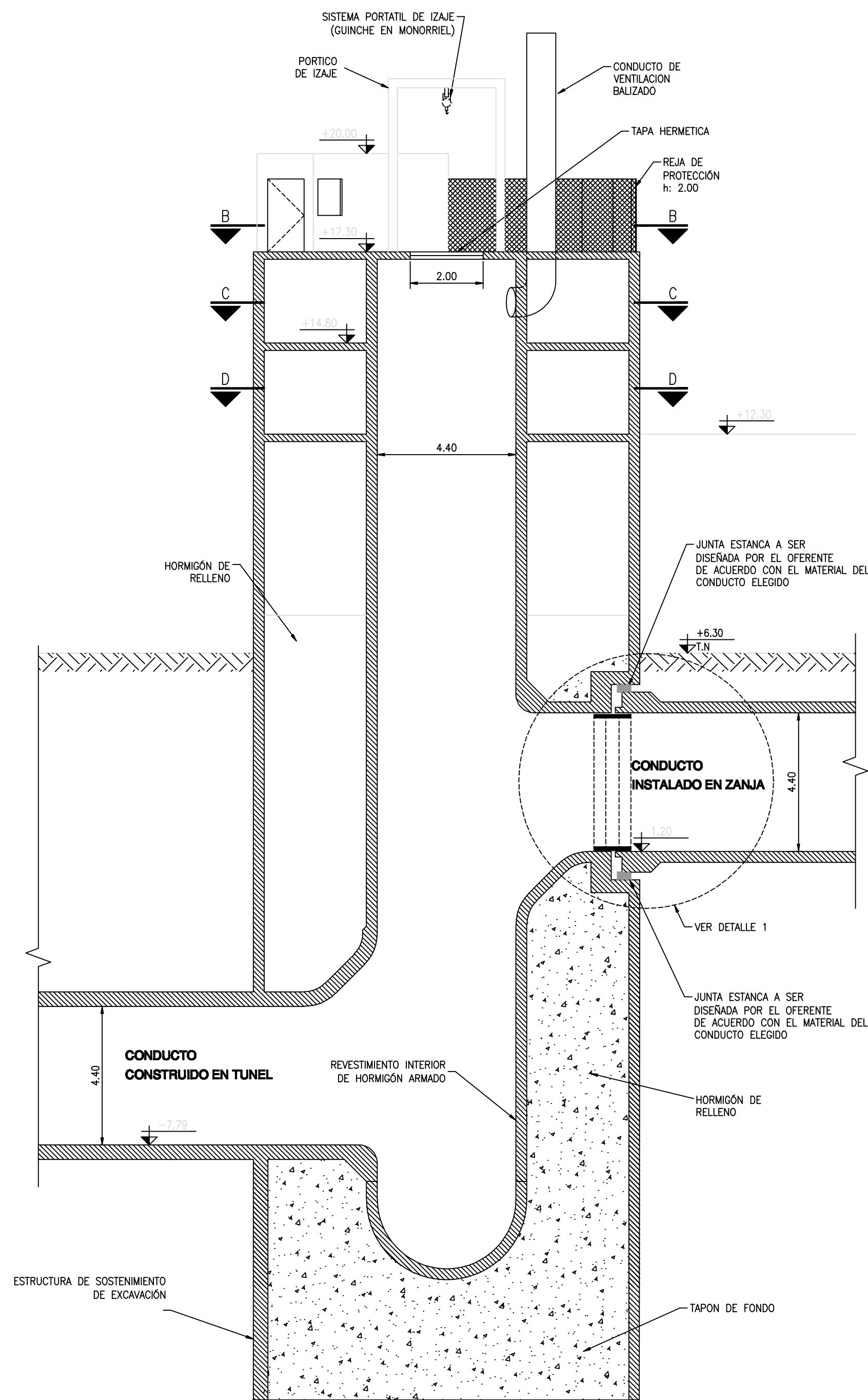
**Sitio de Ejecución**

El emisario se desarrolla bajo el lecho del Río de la Plata, en un sector con profundidades naturales de entre 2,5 y 7,0 metros con respecto al nivel de aguas medias ordinarias (Cota + 12,32 m OSN), con una orientación general SO-NE.

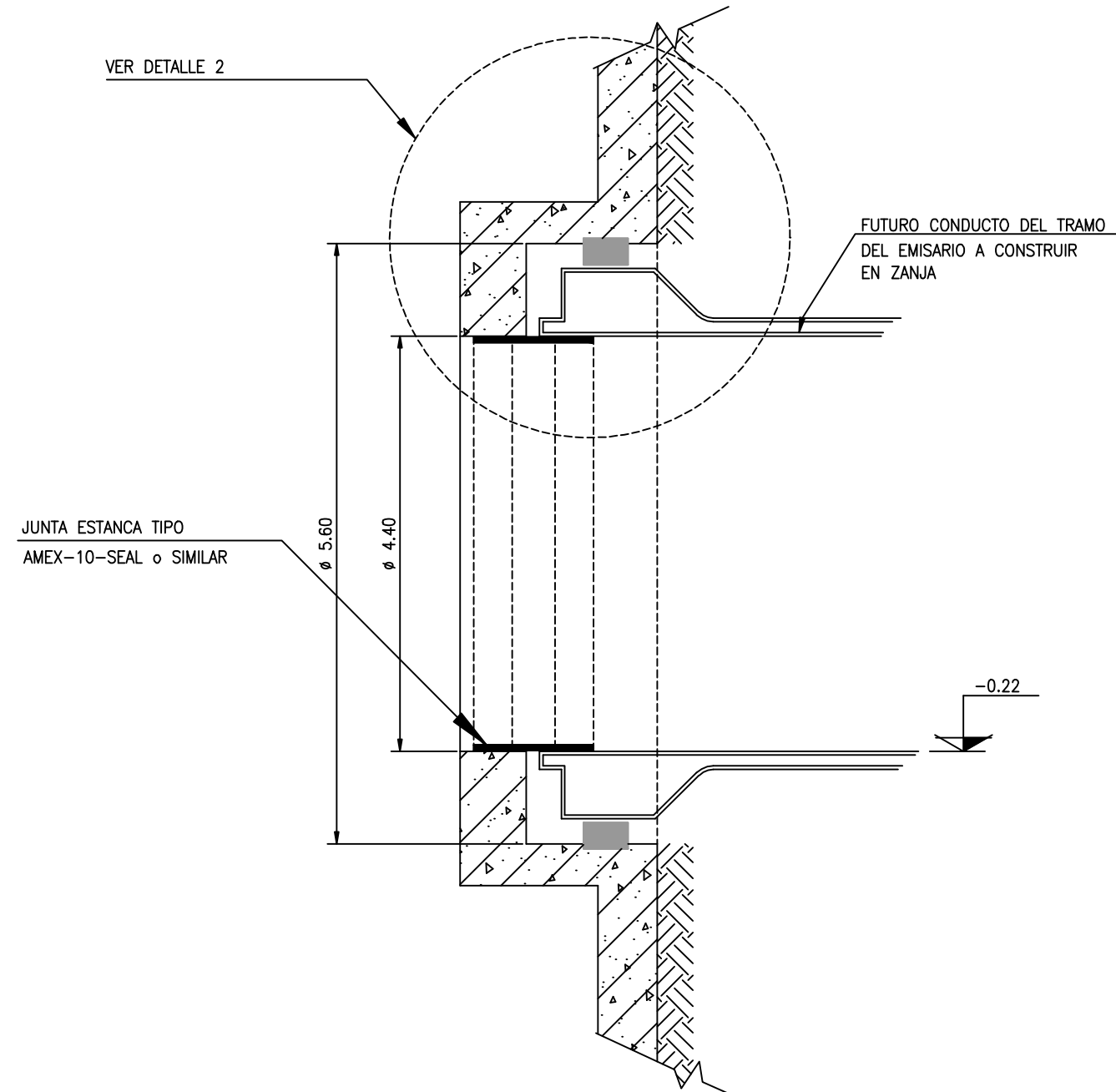
**Balizamiento de la zona de difusión**

A partir de las reglamentaciones vigentes para el boyado marítimo establecidas por la Asociación Internacional de Señalización Marítima (AISM – IALA en inglés) de aplicación para las vías navegables del Río de la Plata, se estableció una propuesta de señalización considerando un esquema de disposición de señales para discutir en forma preliminar con las autoridades pertinentes (Figura 24).

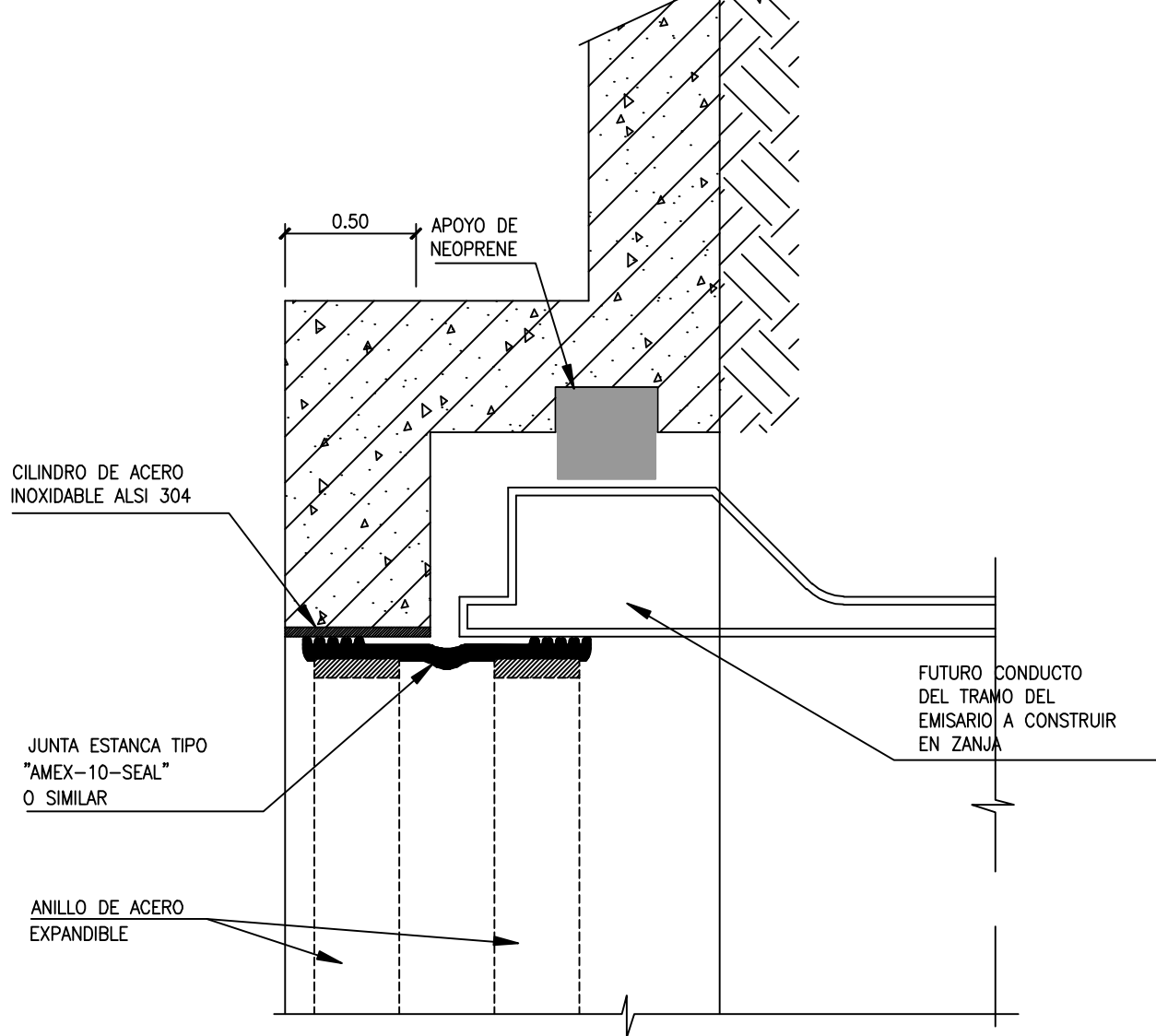
CORTE A-A  
ESCALA 1:100



DETALLE 1  
ESCALA 1:50



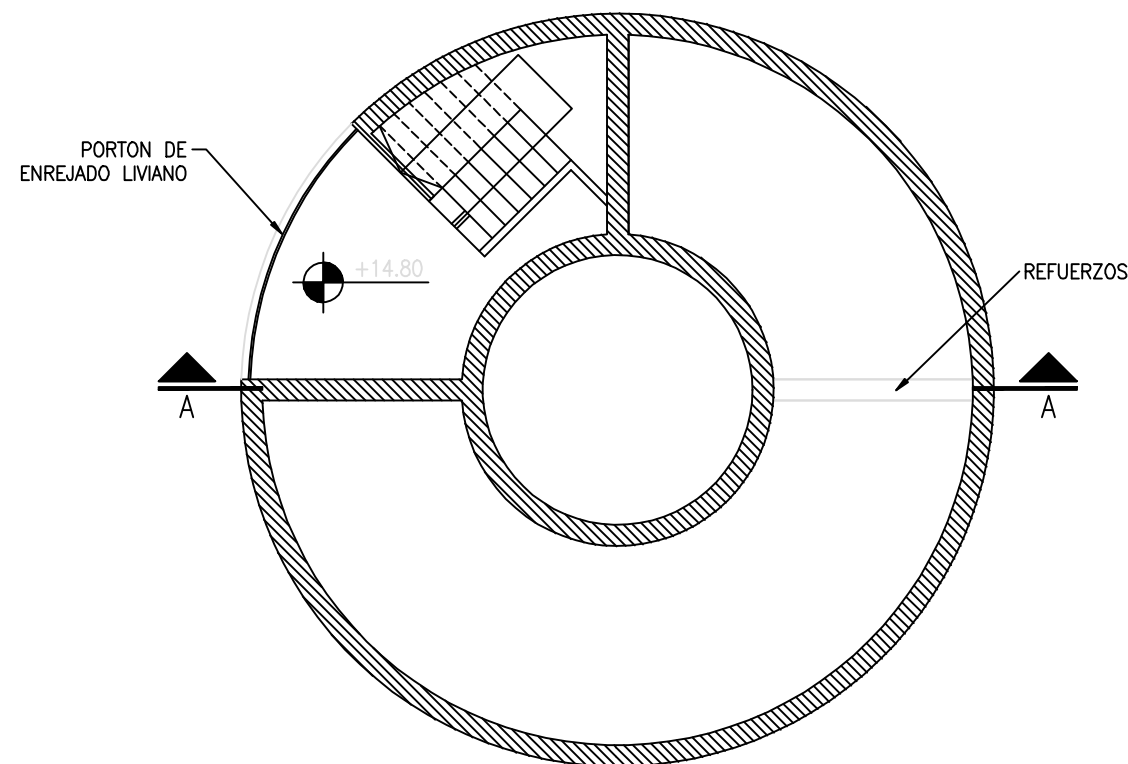
DETALLE 2  
ESCALA 1:25



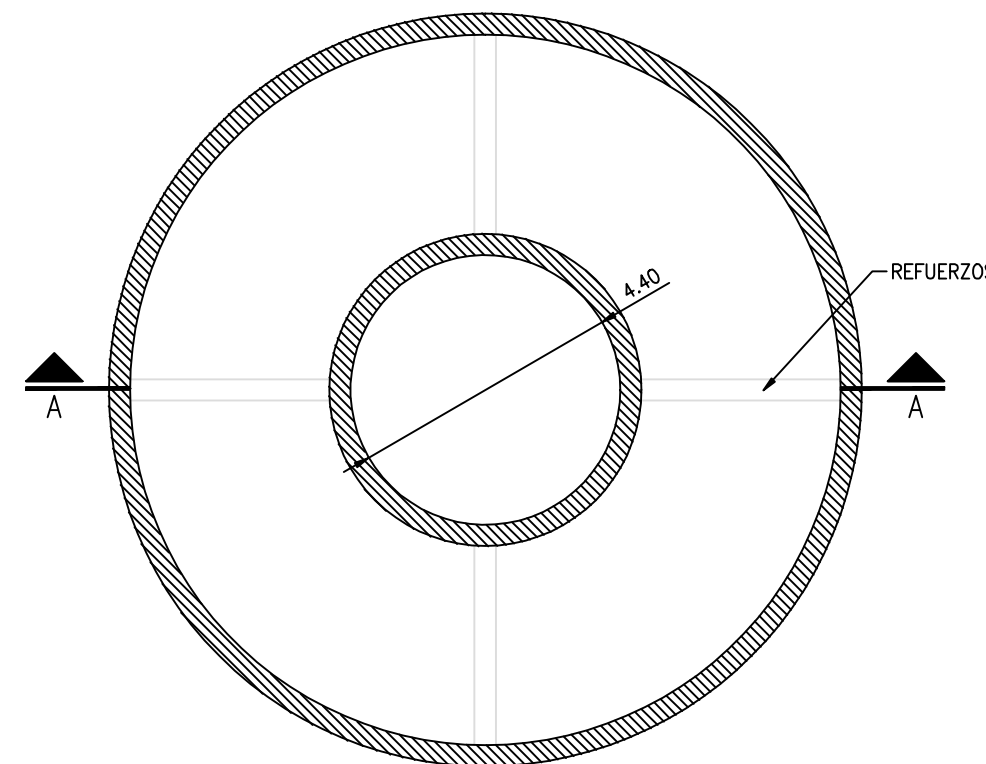
NOTAS:

1. EL OFERENTE PODRÁ DIMENSIONAR LA CÁMARA CON LA FORMA Y DIMENSIONES SEGÚN LE CONVENGA POR RAZONES CONSTRUCTIVAS, PERO DEBERÁ RESPETAR LAS ESPECIFICACIONES.
2. EL OFERENTE DEBERÁ DEFINIR EL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA, EL SOSTENIMIENTO DE LA EXCAVACIÓN, SUS CONEXIONES CON EL EMISARIO Y EL DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.
3. SE DEBERÁN REALIZAR TODAS LAS PREVISIONES PARA EVITAR DAÑOS EN EL CONDUCTO POR UN ASENTAMIENTO DIFERENCIAL DEL MISMO RESPECTO DE LA CÁMARA.
4. EL OFERENTE DEBERA EFECTUAR EL DISEÑO Y ADOPTAR LOS MATERIALES A UTILIZAR RESPETANDO LAS ESPECIFICACIONES.
5. LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL CERO DE O.S.N.

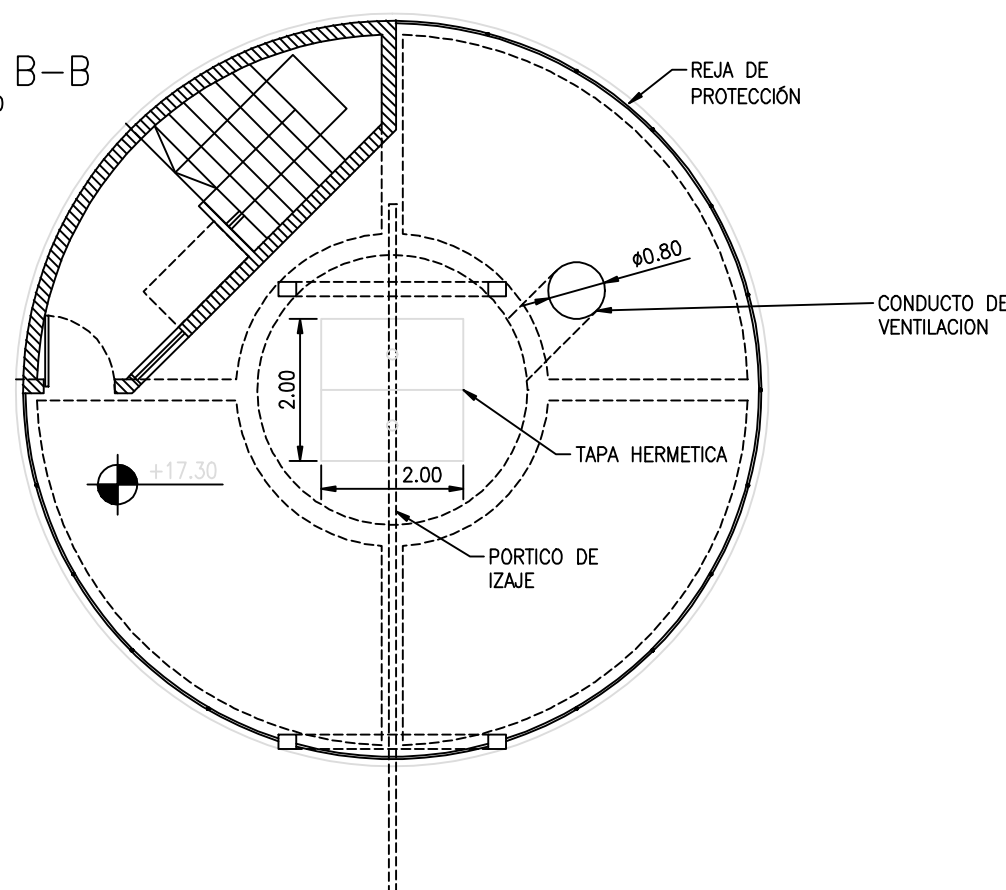
CORTE C-C  
ESCALA 1:100



CORTE D-D  
ESCALA 1:100



CORTE B-B  
ESCALA 1:100



NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

Rev.	Descripción	Revisó	Fecha
1			
2			
3			
4			

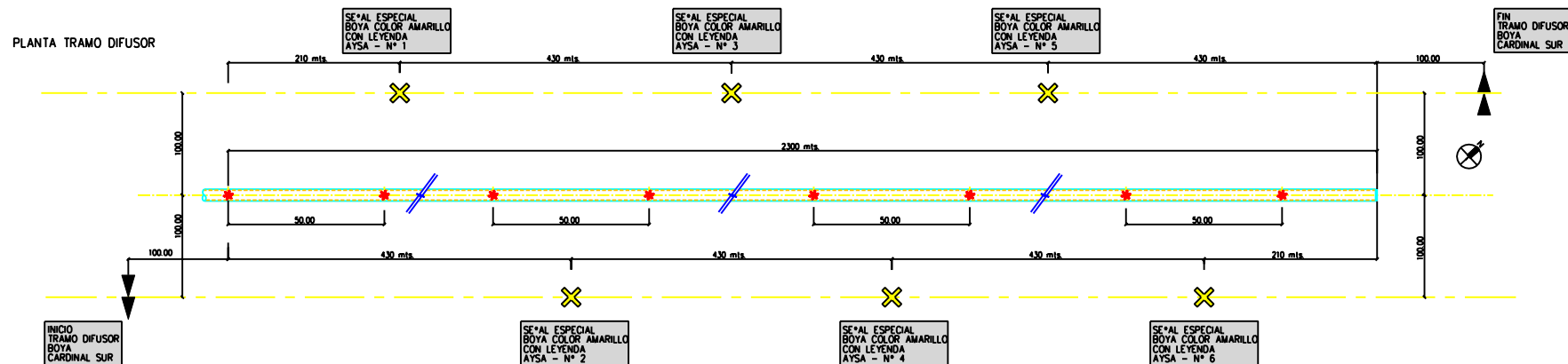
Agua y Saneamientos Argentinos S.A.  
Dirección de Planificación



EXPANSION DEL SERVICIO DE DESAGÜES CLOACALES  
EMISARIO DE BERAZATEGUI  
CAMARA DE TRANSICION  
TUNEL-ZANJA

Figura 23

Gerente:	Proyectista:	Dibujó:	Plano N°	Cód. Proy:
J.de Proyecto:	Revisó:	Fecha: 03/03/2010	42784-PC	SC-495
SI ESTE SEGMENTO NO MIDE 2 m EL PLANO NO ESTÁ EN ESCALA			Código Archivo:	Revisión
0 1 2m			Escala:	Hoja: 1 de 1



#### REGLAMENTACION IALA ZONA B

SEñAL	INDICACION	COLOR	MARCAS	LUZ COLOR	LUZ RITMO	OBSERVACIONES
<b>Señales especiales</b> 	Zona de Peligro	Amarillo	Forma de X	Amarilla (#1)	Cualquiera (#2)	Señales cuyo objetivo es indicar una zona especial o configuración mencionados en los documentos náuticos apropiados, por ejemplo: señales de los sistemas de Adquisición de Datos Oceánicos (ODAS), indicadores de depósitos de materiales o de descarga de d
<b>Cardinal Norte</b> 	Aguas navegables	Negro sobre amarillo	Dos conos superpuestos vértices hacia arriba	Blanca	Destellos continuos rápido (Q) o muy rápido (VQ)	Se utilizan para señalar la presencia de puntos especialmente peligrosos (rocas, cascos hundidos, estructuras submarinas, etc.) y diferencias así las aguas navegables de las que no lo son.
<b>Cardinal Sur</b> 	Aguas navegables	Amarillo sobre negro	Dos conos superpuestos vértices hacia abajo	Blanca	Grupos de destellos: 6 + 1 largo, series de destellos c/15 seg. (Q) o c/10 seg. (VQ)	Se utilizan para señalar la presencia de puntos especialmente peligrosos (rocas, cascos hundidos, estructuras submarinas, etc.) y diferencias así las aguas navegables de las que no lo son.

Notas:  
#1 : Cuando se use  
#2 : Cualquier ritmo que no se confunda con otras señales

#### NOTAS:

- EL TIPO DE BOYA ACTUALIZAR DEBERA SER ACORDE A LAS CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS DE LA ZONA DE IMPLANTACION
- EL CONTRATO INDICARA LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL BALIZAMIENTO TANTO PARA LA CONSTRUCCION COMO PARA LA OPERACION DEL EMISARIO

NOTA: PROYECTO EJECUTADO POR PROFESIONALES DE AYSA.

Dirección de Planificación



SISTEMA RIACHUELO  
EMISARIO PLANTA RIACHUELO  
PROYECTO DE BALIZAMIENTO

GERENTE: L.V.	PROYECTISTA: F.D.	PROYECTISTA CAD: D.V.	CODIGO ARCHIVO I-C-AV-0029	REV. 1
JEFE DE PROYECTO:	FECHA: 17/11/10	ESCALA: S/E	PLANO N° ICAV0029	
Revision	Descripción			Reviso
1º				Fecha
2º				
3º				

### **2.4.3 Tareas a realizar**

El proyecto del Emisario Subfluvial Berazategui implica la ejecución de las que se describen a continuación.

#### **2.4.3.1 Tareas preliminares**

- Realizar las tareas preparatorias, obradores, acondicionamiento general del predio, la construcción de accesos al lugar de la obra:
  - Realizar las mediciones topográficas y batimétricas, los estudios hidrometeorológicos y geotécnicos e hidrogeológicos que sirvan como sustento para la realización de la ingeniería de detalle y justificación del método constructivo adoptado.
  - Ejecutar todos los trabajos de movilización preparatorios para la construcción de la obra.
  - Construir caminos de acceso al lugar de las obras.
  - Construir y mantener toda la infraestructura provisoria necesaria para la construcción.
  - Análisis de interferencias y remoción de las obstrucciones que se pudieran encontrar durante la excavación del túnel.
  - Realización de análisis y estudios de presencia de contaminantes en los suelos a excavar que permitan determinar las condiciones, eventual tratamiento y lugares de disposición final de los mismos.
- Ejecución de los rellenos y/o los trabajos de limpieza y desmonte necesarios para la construcción del pozo de acceso de la tunelera.
- Construir la prolongación del terraplén actual pero disminuyendo su cota de coronamiento a 16,50 OSN hasta el límite del predio de AySA. El relleno para la ejecución de la protección exterior deberá estar revestido exteriormente (del lado que tiene contacto con el río abierto) e interiormente
- Acondicionar y /o demoler parte del actual terraplén de defensa para la ubicación del pozo de acceso.

#### **2.4.3.2 Ejecución de la obra**

- Construir el pozo de acceso de la tunelera para la ejecución del emisario que luego se utilizará como chimenea de equilibrio.



- Diseño, construcción y transporte de los equipos tuneleros.
- Montaje y puesta en servicio de las tuneleras.
- Construir el Emisario, sobre la base del diseño funcional elaborado por AySA, que consta de:
  - Un conducto en túnel de aproximadamente 3.970m de longitud y 4,40 m de diámetro nominal que se extenderá desde la salida de la Estación de Bombeo de Salida hasta una cámara de transición, constituido por un revestimiento primario de dovelas y un revestimiento secundario de hormigón armado in situ.
  - Construcción de un conducto de sección variable para la instalación de difusores en el último tramo del túnel de 3.530 m de longitud total construido en zanja dragada y fundada sobre pilotes. En primer tramo en zanja será de transporte y a partir de la progresiva 5.200 se desarrollará el tramo de difusión.
- Desmontaje de la tunelera utilizada para la construcción del túnel, así como su retiro de la zona de las obras.
- Extracción, transporte y depósito del material de la excavación contando con la aprobación de las autoridades competentes con jurisdicción en la zona y teniendo en consideración que AySA podrá disponer en el terreno de implantación de las obras los suelos aptos para relleno provenientes de las excavaciones de chimenea y túnel.
- Diseño, provisión y mantenimiento de las bombas, sistemas de ventilación e iluminación y desagote durante el tiempo que dure la construcción del túnel.
- Diseño, construcción y montaje de los difusores.
- Construcción de una Cámara de transición túnel-zanja en progresiva 3.970m (al final del conducto en túnel).
- Dragado, instalación y relleno del tramo de conducto de 4,40 m de diámetro interno de 2.030 m de longitud. Este conducto se instalará en zanja con tapada mínima de 2,00 m apoyado sobre pilotes. Los 800m de aguas abajo correspondientes a este tramo contarán con difusores.
- Dragado, instalación y relleno del conducto difusor de 2,80m de diámetro y 1.000m metros de longitud en zanja dragada con tapada mínima de 2,00m, apoyado sobre pilotes.

- Dragado, instalación y relleno del conducto difusor de 1,70m de diámetro y 500 metros de longitud en zanja dragada con tapada mínima de 2,00m, apoyado sobre pilotes.
- La provisión e instalación en el conducto difusor de 47 “raisers” tipo roseta con un diámetro de 52 centímetros, con seis puertos con un diámetro de salida de 18 centímetros, respetando lo especificado en los parámetros de diseño funcional indicados en los Criterios de diseño y requerimientos de Ingeniería.
- Realización de pruebas de verificación y control del emisario (estanqueidad de las obras, examen por video, etc.).

#### **2.4.3.3 Tareas de abandono de obra**

- Desmontar y/o retirar toda la infraestructura provisoria con posterioridad a la construcción del túnel.
- Restituir el terraplén costero en las áreas afectadas a la construcción de la chimenea de equilibrio.
- Mantener los caminos de acceso existentes previos a la obra durante la ejecución de los trabajos
- Realizar todos los trabajos de desmantelamiento de sus instalaciones incluyendo la limpieza general y la rehabilitación de las zonas afectadas por las Obras, las que deberán entregarse en condiciones iguales o mejores a las existentes al inicio de los trabajos y realizar la puesta en servicio.
- Preparación de los Planos Conforme a Obra.

#### **2.4.3.4 Puesta en marcha de las Instalaciones**

- Instalación de los suministros de Energía Eléctrica, incluyendo los costos de inversión y suministro.
- Realización de la puesta en operación del emisario.

### **2.4.4 Condicionantes constructivas del Proyecto**

Según indica el Pliego de Licitación, es fundamental que se respeten las siguientes condiciones en la ejecución de las obras:

- Para el Emisario son fijos y obligatorios para el diseño las coordenadas de inicio y fin del tramo de difusión. También son fijos los diámetros internos de los conductos indicados en los planos de Proyecto.

- No podrá modificarse en el diseño el número, diámetro, puertos, etc. de los raisers.
- Si en cualquier momento durante el desarrollo de la obra se hace imposible o inconveniente la utilización del método de construcción previsto en el contrato, el Contratista deberá continuar la obra empleando métodos alternativos que garanticen la estabilidad y seguridad de las obras.
- El proyecto básico se ha desarrollado en función de realizar en el tramo de transporte un segundo revestimiento de hormigón in situ.
- La cámara de transición entre el túnel y zanja deberá tener un diámetro interior no menor de 4,40 m. y estará ubicada en jurisdicción de la Comisión Administradora del Río de la Plata (C.A.R.P.). No obstante ello, por requerimientos constructivos, tales como la extracción de la tunelera, podrá tener un diámetro mayor, en cuyo caso el diámetro de 4,40 m para la conducción hidráulica se materializará mediante, por ejemplo, la construcción del conducto interior en una 2ª etapa.
- Los raisers y puertos se construirán en acero inoxidable y llevarán las protecciones mecánicas correspondientes. Se incorporará una sección fusible ante eventuales acciones que produzcan la rotura del mismo. Se podrán proponer distintos materiales y métodos constructivos para el difusor, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas. Sin embargo en todos los casos, los raisers y los puertos se construirán en acero inoxidable AISI 304 con un espesor mínimo de 5 mm.
- Se deberá mantener la longitud del raiser por sobre el lecho del río establecida en los planos del Proyecto con una tolerancia de variación del nivel de puerto de +/- 7,00 cm a lo largo de la vida útil del emisario.
- Deberá respetarse la tapada mínima del conducto en zanja.

### **2.4.5 Consideraciones ambientales sobre alternativas tecnológicas**

Desde el punto de vista ambiental, en cuanto a las alternativas constructivas disponibles actualmente para emisarios subacuáticos, según su impacto potencial, se analizaron las consecuencias de la construcción por zanqueo y por tunelera. En el Anexo III se encuentra el estudio completo.



### 2.4.5.1 Construcción por zanjeo

El impacto principal asociado a la construcción por zanjeo en el lecho de un río es la remoción de los sedimentos, que puede generar altos grados de turbidez por incorporar a las aguas materia en suspensión. Además se debe contemplar la calidad de estos sedimentos, ya que, tal como surge de los Anexos V y VI del presente estudio, los mismos poseerían cierto grado de contaminación.

Para el análisis de esta alternativa, fue necesaria la modelización matemática de la dispersión de los sedimentos en el río frente a las acciones de dragado necesarias para ejecutar los zanjeos.

Para el análisis de esta alternativa, fue necesaria la modelización matemática de la dispersión de los sedimentos en el río frente a las acciones de dragado necesarias para ejecutar los zanjeos.

El modelo fue realizado a partir de información producida por AySA, utilizando el modelo computacional COHERENS. En este marco, para cuantificar el impacto de la resuspensión de sedimentos en el Río de la Plata, se aplicó un modelo matemático hidrodinámico y otro de dispersión de sedimentos.

Hidrodinámicamente, el Río de la Plata esta sujeto a distintos forzantes:

- La acción de mareas,
- La acción de los vientos locales y el oleaje,
- La descarga de los ríos tributarios,
- La penetración de una cuña salina, como consecuencia de las diferencias de densidad entre las aguas dulces de los tributarios y el agua salada del mar. Este fenómeno produce un gradiente de salinidad entre la boca del río y el interior del mismo, lo cual tiene influencia directa sobre la hidrodinámica del estuario y la calidad de sus aguas.

Teniendo en cuenta estas características el modelo más adecuado para representar la hidrodinámica del Río de la Plata completo es uno de tipo 3D (tridimensional), es decir, aquel que resuelve el campo horizontal y vertical de velocidades. El uso de un modelo tridimensional resulta indispensable en el caso en que se desea simular el comportamiento del estuario en su conjunto, en virtud de que el flujo en el río es consecuencia del encuentro de las aguas dulces de los ríos afluentes y las aguas saladas que ingresan desde el mar.

Para este estudio se utilizó el modelo hidrodinámico 3D Coherens, de origen europeo y especialmente desarrollado para problemas ambientales en zonas costeras: **“Coherens Model**, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea”

El modelo es tridimensional, y especialmente apto para representar el flujo de zonas como las del Río de la Plata, afectadas por un régimen de mareas y vientos que dan lugar a corrientes localizadas. En su desarrollo inicial, el modelo fue aplicado en el Mar del Norte, pero la física que representa es de carácter universal, por lo cual se puede extender a otros lugares.

Coherens es un modelo hidrodinámico tridimensional para plataformas continentales y áreas costeras. Está acoplado con modelos biológicos y de transporte de sedimentos y de contaminantes. Resuelve procesos de mesoescala y variaciones estacionales.

Este modelo es una herramienta en pos de la mejor comprensión de los procesos físicos y ecológicos, de la predicción y del monitoreo en zonas costeras. Algunas ventajas relevantes del modelo son la transparencia debida a su estructura modular y la flexibilidad provista por la posibilidad de seleccionar distintos procesos, esquemas y tipos de forzantes.

El programa computacional Coherens consta de cuatro componentes principales:

- Una parte física cuyo módulo general resuelve las ecuaciones de advección-difusión
- Una parte microbiológica que trata la dinámica del microplancton, de los detritus, del nitrógeno inorgánico disuelto y del oxígeno inorgánico disuelto.
- Un módulo Euleriano de sedimentos que trata la deposición y la resuspensión de partículas tanto orgánicas como inorgánicas.
- Un modelo de transporte de contaminantes con ambas componentes, Euleriana y Lagrangiana.

A continuación se detallan los puntos más relevantes de la modelización realizada para cada alternativa de dragado, en la Figura 25 se observa la localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento en área de dragado del emisario Berazategui, la zona de refulado por cañería (Refulado A) y zona de vaciado con cántara (Refulado B), el segmento violeta indica la zona de dragado.

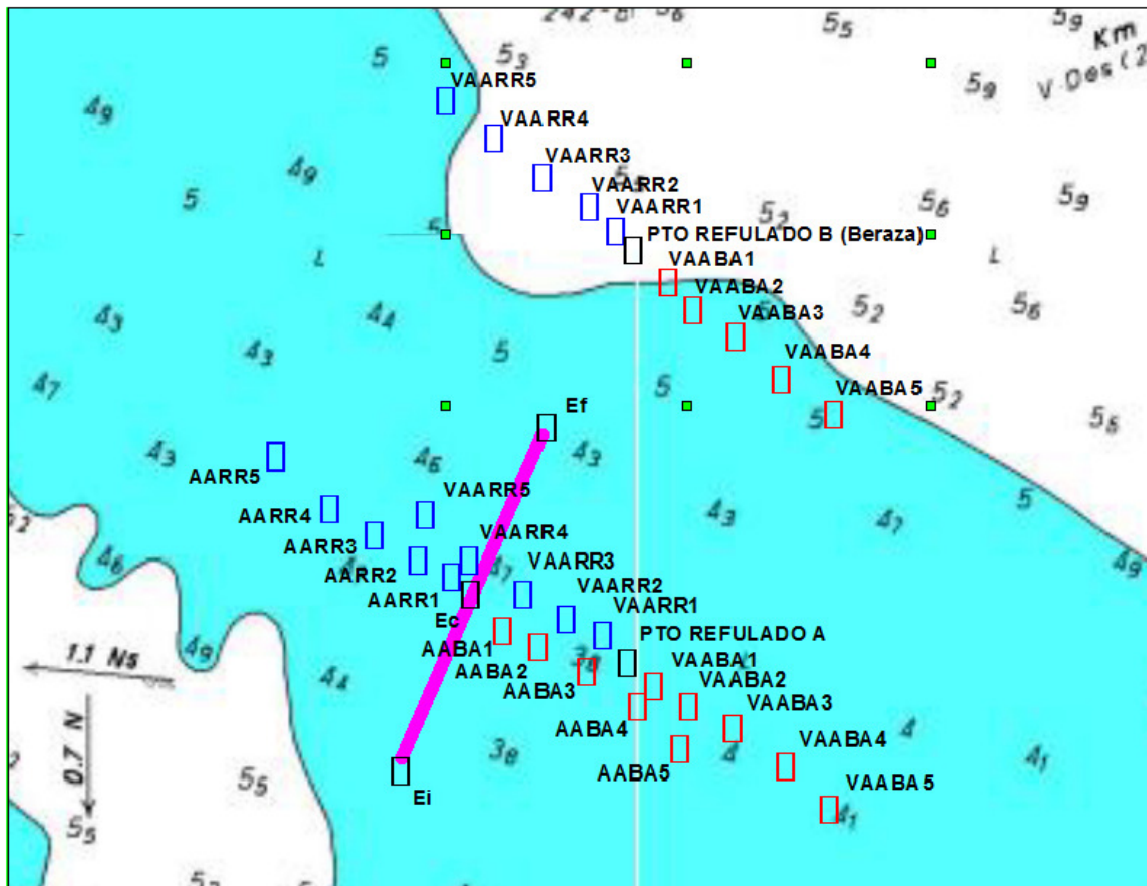


Figura 25: Localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento en área de dragado del emisario Berazategui

### **Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite**

Los resultados de la evolución en las estaciones fijas definidas, y su análisis, para este tipo de dragado se presentan a continuación.

Se observa que no hay impacto en las tomas de agua de AySA de Palermo y Bernal, es decir, no aparecen sobre-concentraciones debidas a las acciones de dragado. Sin embargo, durante los últimos 5 días de la simulación, se observa un leve incremento de turbiedad en la toma de agua de Ensenada (La Plata), con picos de entre 10 y 20 NTU (Figura 26).

En las zonas costeras el impacto es:

- muy bajo en la zona de Quilmes, con valores por debajo de 15 mg/l,
- moderado en la zona de Berazategui, donde se observan sobre-concentraciones de entre 50 y 70 mg/l para los segundos 5 días de dragado, y con picos superando los 100 mg/l para los últimos 5 días simulados,

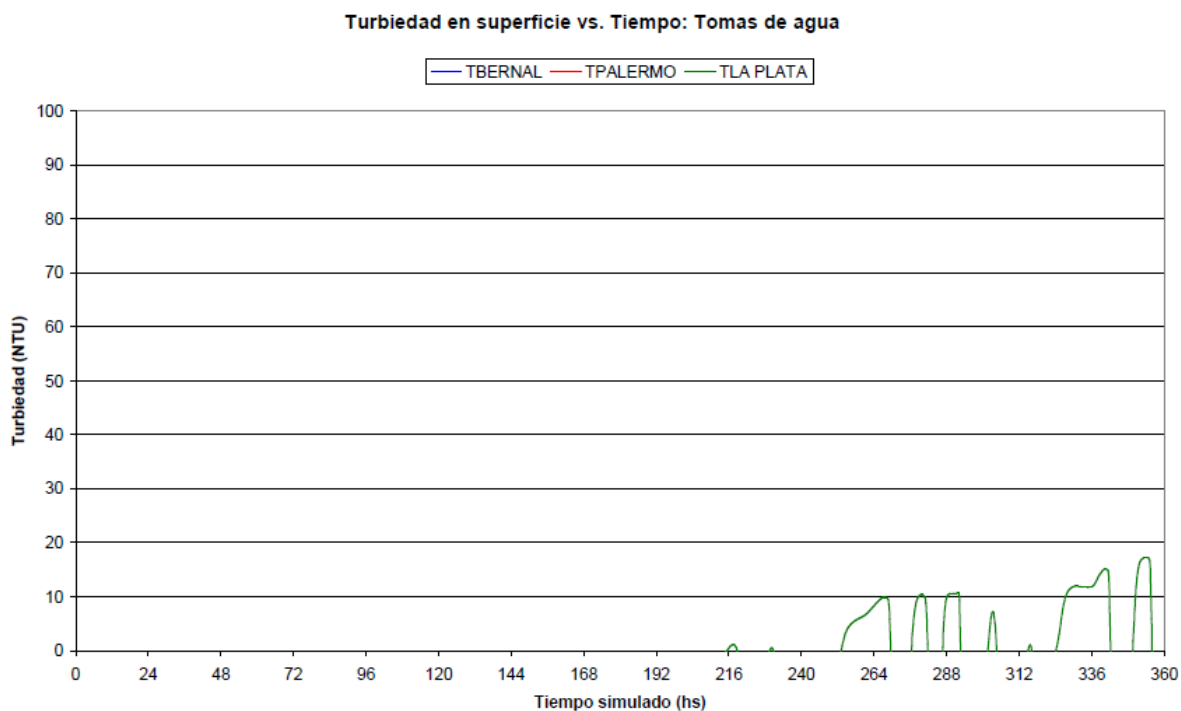


Figura 26: Turbiedad en tomas de agua. Capa superficial.

Durante el período simulado, no aparecen picos en el límite internacional. No hay cambios en la turbiedad (Figura 27)

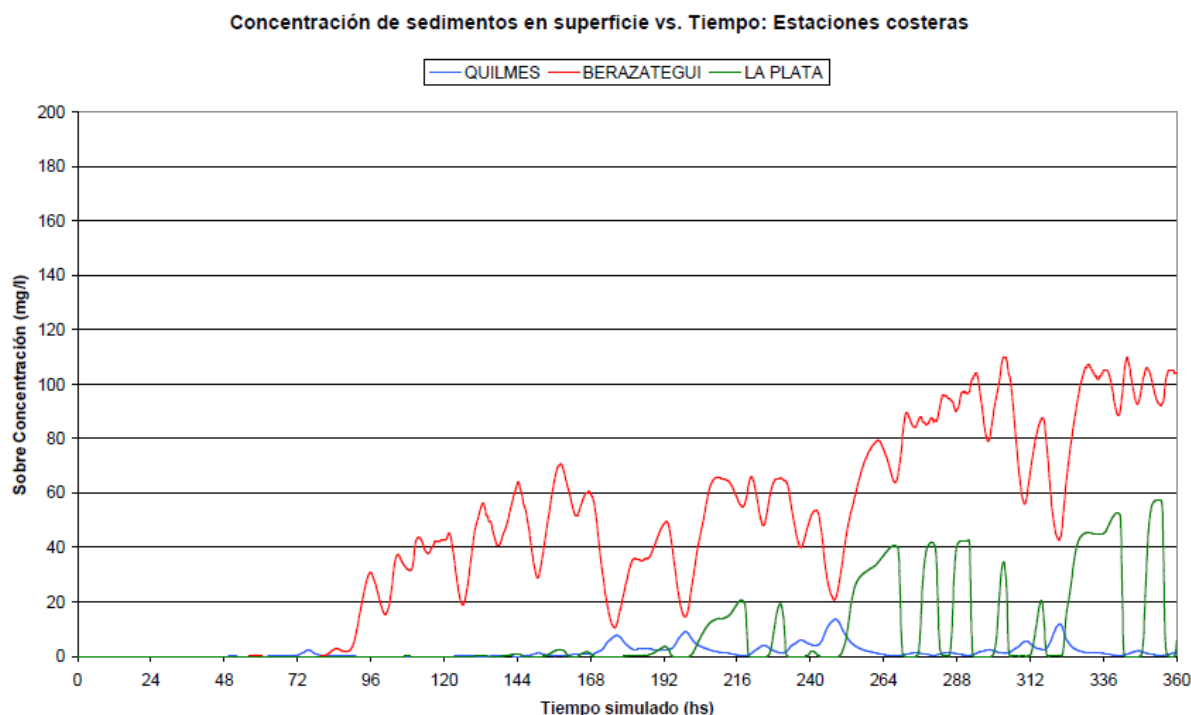


Figura 27: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa superficial.

La zona de dragado presenta aumento definido de turbidez. Los picos diarios varían entre 100 y casi 600 mg/l dependiendo del sitio y las condiciones hidrodinámicas. En el área de trabajo los valores típicos son de entre 100 y 200 mg/l, disminuyendo cuando cesa la operación (Figura 28)

Aguas arriba y abajo de la traza se aprecia un efecto de difusión que tiende a homogeneizar las concentraciones, y reducirlas, como en casos previos. Los picos apreciados son del mismo orden de magnitud que en la traza, pero disminuyen en amplitud con la distancia a la zona de dragado (Figura 29).

El punto de vaciado por cañería presenta el impacto mayor, con picos que pueden alcanzar los 1,000 mg/l en superficie y más de 2,000 mg/l en fondo. La mayoría del período presenta sobre-concentraciones por sobre 100 mg/l. En esta zona, como en el punto de trabajo, se observa estratificación del flujo, con mayores concentraciones en la capa del fondo, y menores en superficie. El efecto 3D local, tanto en la traza como en el área de dragado, se reduce a medida que aumenta la distancia a esos puntos (Figura 30).



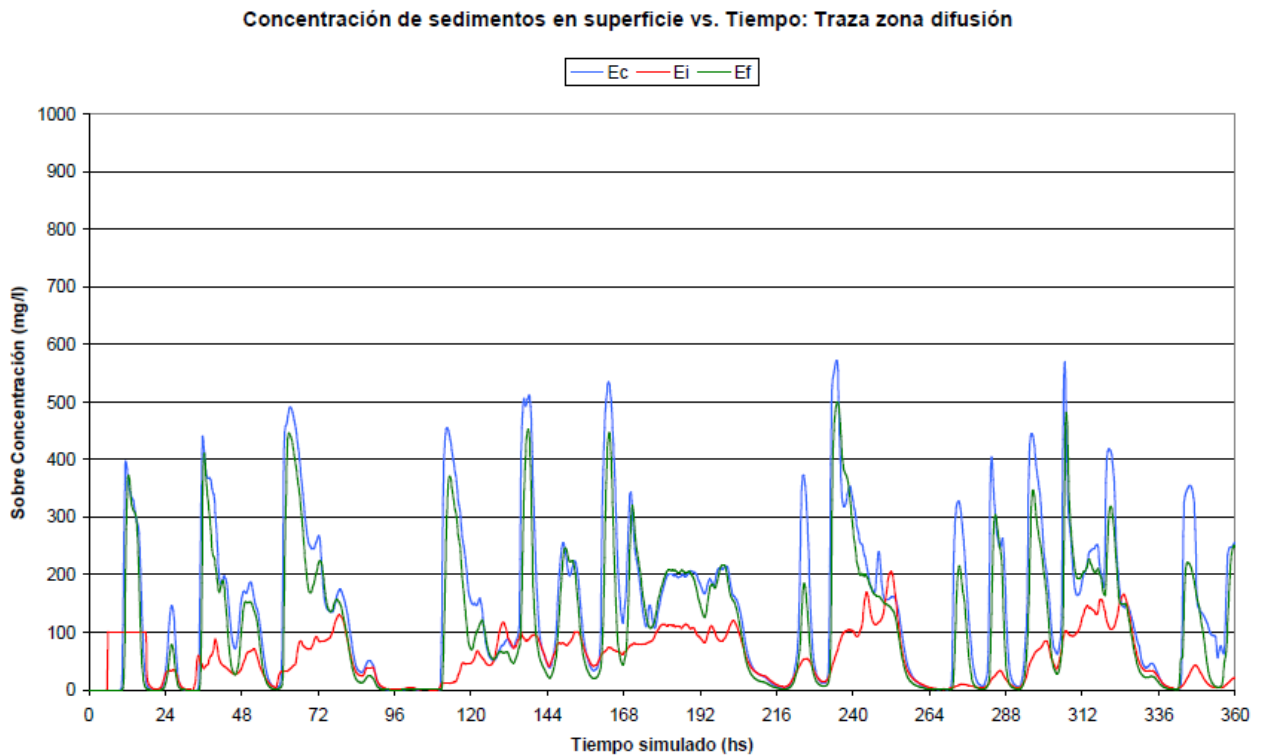


Figura 28: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial.

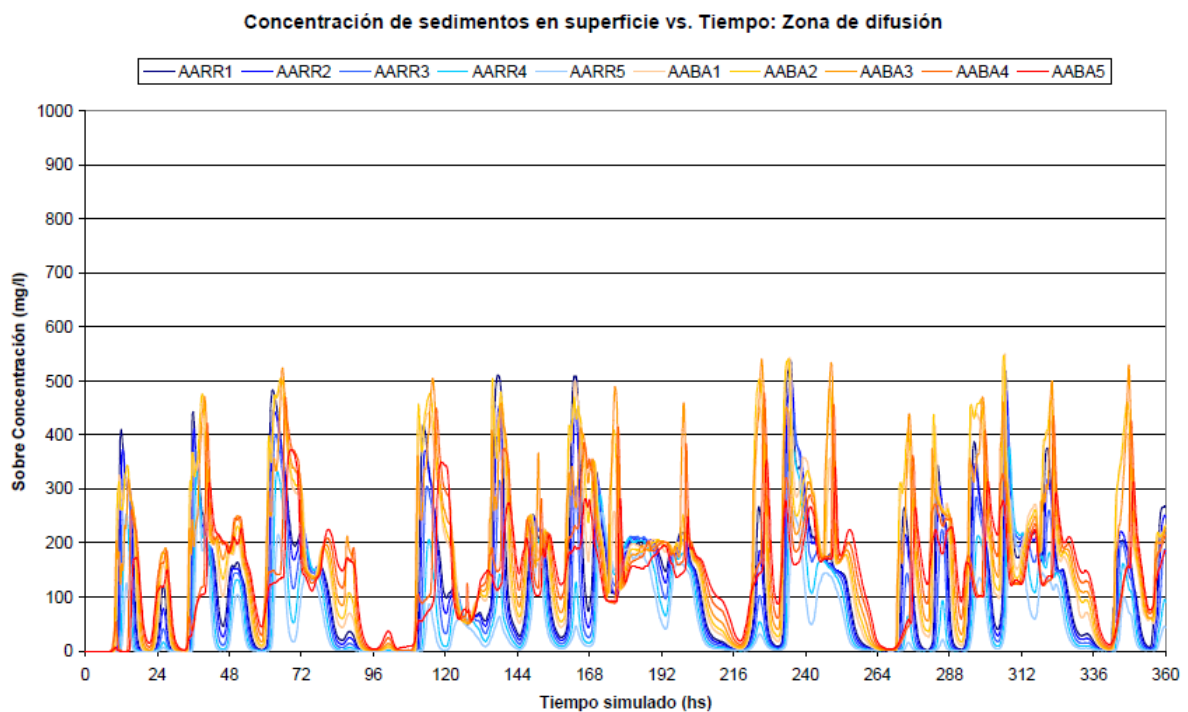


Figura 29: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.

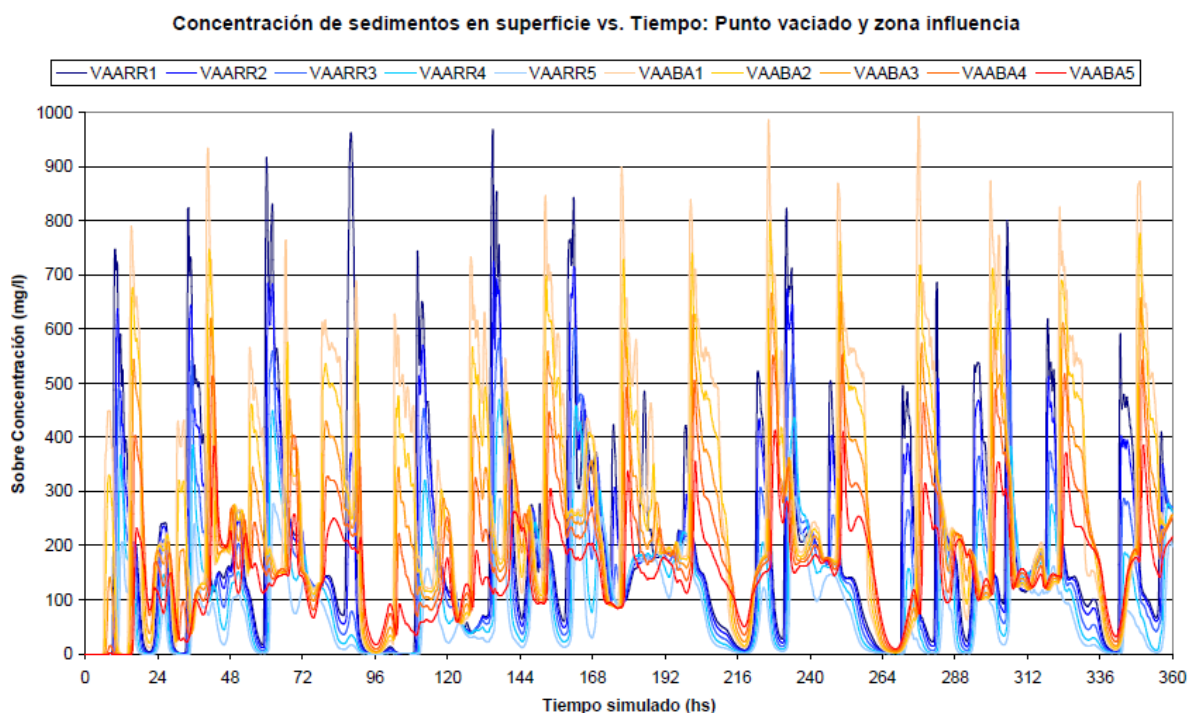


Figura 30: Concentración de sedimentos en la zona de refulado. Capa superficial

En el Anexo III donde se encuentra el estudio completo de modelación, se pueden ver las distribuciones espaciales de concentración, promedios, máximos y la tasa de sedimentación. En dicho Anexo puede visualizarse la distribución superficial de la concentración de sedimento cada 12 horas para los 15 días de simulación.

Como ocurrió en el caso del uso de esta técnica de dragado en el emisario Riachuelo, las plumas de turbidez están principalmente asociadas al efecto del refulado por la cañería satélite. En términos relativos, el efecto del dragado en la zona de zanja es bajo. En general, se aprecia un impacto mayor a las 12 horas, cuando el sistema está operando, y una pluma menos intensa pero más distribuida en planta por efecto de la turbulencia, a las 24 hs de cada día. Dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, la pluma del refulado luce delgada y larga, en la dirección de la corriente típica del Río de la Plata (eje natural del río).

Los efectos de los vientos locales perturban las plumas y las desplazan levemente, mostrando cambios relativos respecto de la dirección principal del flujo que son menores a los apreciados en el caso del emisario Riachuelo, donde el sitio es de aguas más abiertas. Con el correr de los días se desprenden plumas secundarias. Además, el efecto de deriva

del río produce que la cola de las plumas generadas se recueste sobre la costa a medida que avanza hacia la zona de La Plata. La forma de las mismas tiende a copiar la geometría de la costa, y parte de los sedimentos son atrapados en la entrada de la costa que existe entre Berazategui y Ensenada.

A lo largo de toda la simulación, se observa que no se afecta a las tomas de agua de AySA, y que no hay contacto con el límite internacional ni con el canal de navegación. Pero la cola de la pluma de turbidez alcanza la toma de Ensenada al final del período, aunque con concentraciones bajas.

La concentración promedio durante este período (Figura 31) es baja, con máximos del orden de 20 mg/l en las proximidades del punto de refulado de la cañería satélite. En el canal de navegación, tomas de AySA y límite internacional está por debajo de 1 mg/l. En la zona de la costa Argentina, puede alcanzar los 2 mg/l en promedio.

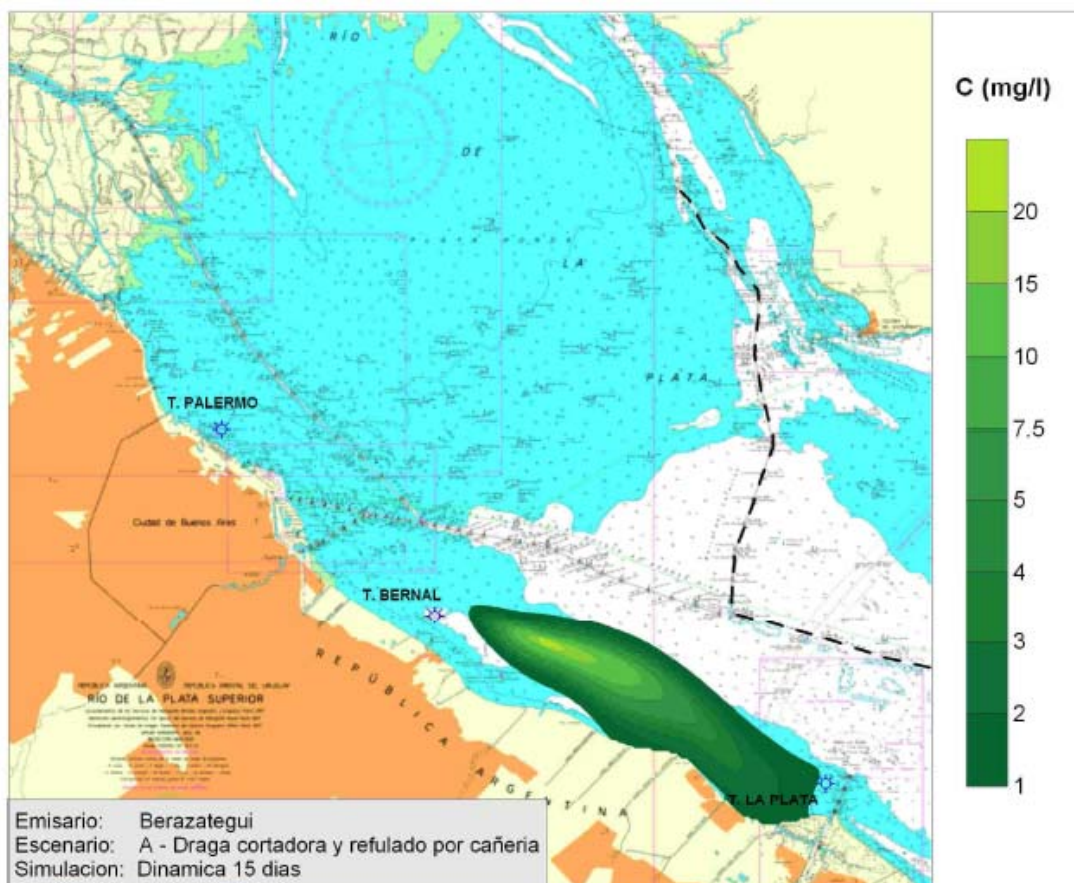


Figura 31: Distribución superficial de la concentración promedio para los 15 días de la simulación.

La figura de máximos indica que los picos de turbidez aparecen alineados con el sentido principal de flujo a ambos lados del punto de vaciado, con corrimientos mínimos producto de los vientos locales en determinados días. Sobre la costa y toma de agua de Ensenada los máximos son de alrededor de 50 mg/l (Figura 32)

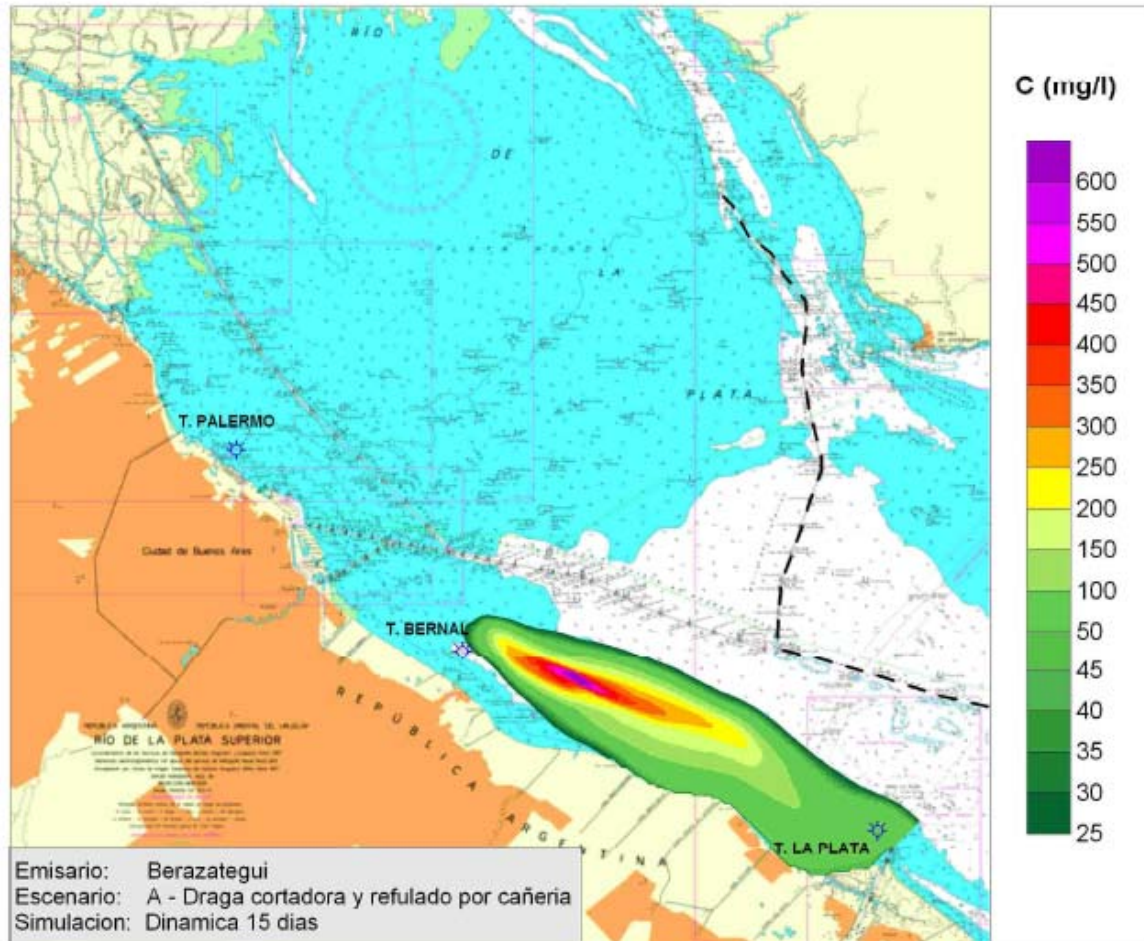


Figura 32: Distribución superficial de la concentración máxima para los 15 días de la simulación.

Finalmente, la tasa de sedimentación debida a las acciones de dragado es baja, con valores del orden de 100 mg/m<sup>2</sup> en la zona de influencia del refulado. El efecto de atropamiento de sedimentos en la zona de costa entre Berazategui y Ensenada queda puesto de manifiesto en un aumento local de depositación, que alcanza los 50 mg/m<sup>2</sup>.

El impacto general de este método de dragado es entre bajo y moderado para el río en su conjunto. Sobre la toma de agua de Ensenada, si bien se detectan aumentos de turbiedad, los mismos son comparables a las variaciones naturales del río.



**Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara**

Los resultados se presentan gráficamente en el Anexo III, (Punto 6.6.2.1), para la evolución en estaciones fijas, y en el Punto 6.6.2.2 del mismo Anexo, para las distribuciones espaciales de concentraciones y masa sedimentada.

De las salidas del modelo de evolución en el tiempo, se observa que:

- No hay impacto en las tomas de agua (Figura 33),
- En las costas se podrá observar un aumento de concentraciones del orden de los 30 mg/l máximo a la altura de Berazategui, algunos picos aislados inferiores a 10 mg/l en Quilmes, y valores de hasta 15 mg/l a la altura de La Plata (Figura 34),
- No hay impacto a la altura del límite internacional,
- El impacto en el área de traza dragada es bajo: no alcanza los 100 mg/l en superficie y es del orden de 200 mg/l máximo en el fondo, siempre en las proximidades de la draga y durante la acción de dragado (Figura 35),
- En la zona de difusión del emisario Berazategui, las sobre-concentraciones no superan los 60 mg/l aproximadamente (Figura 36),
- En el punto de vaciado de la cántara, se generan plumas locales de alta turbidez, luego dispersadas por el río. Se da aquí el impacto más destacable, con picos de 300 a más de 500 mg/l, y valores medios del orden de 100 mg/l (Figura 37).

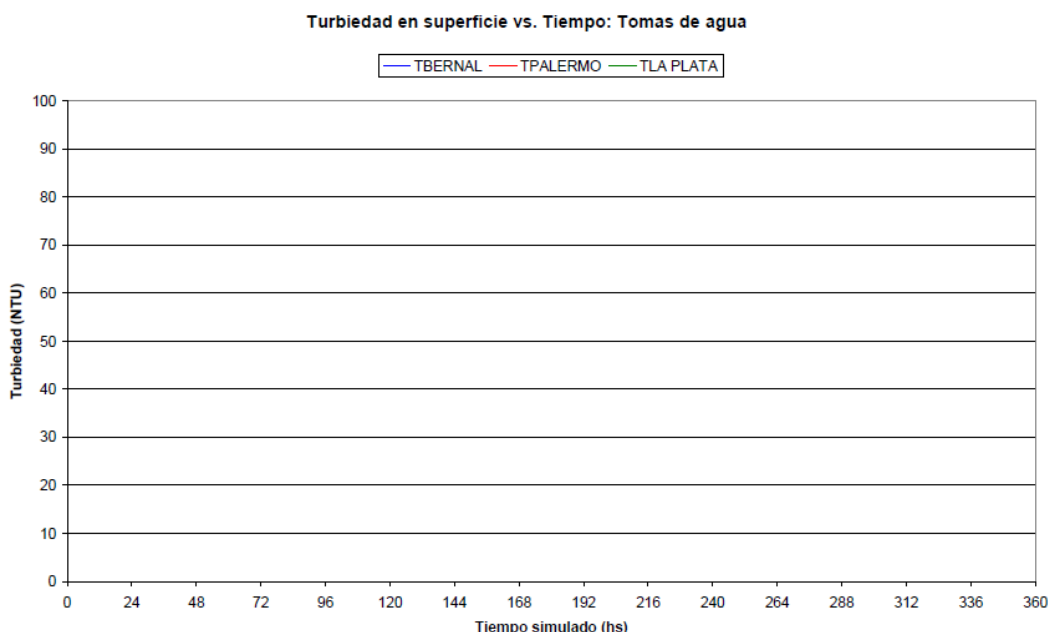


Figura 33: Turbiedad en tomas de agua. Capa superficial. No se observan valores mensurables



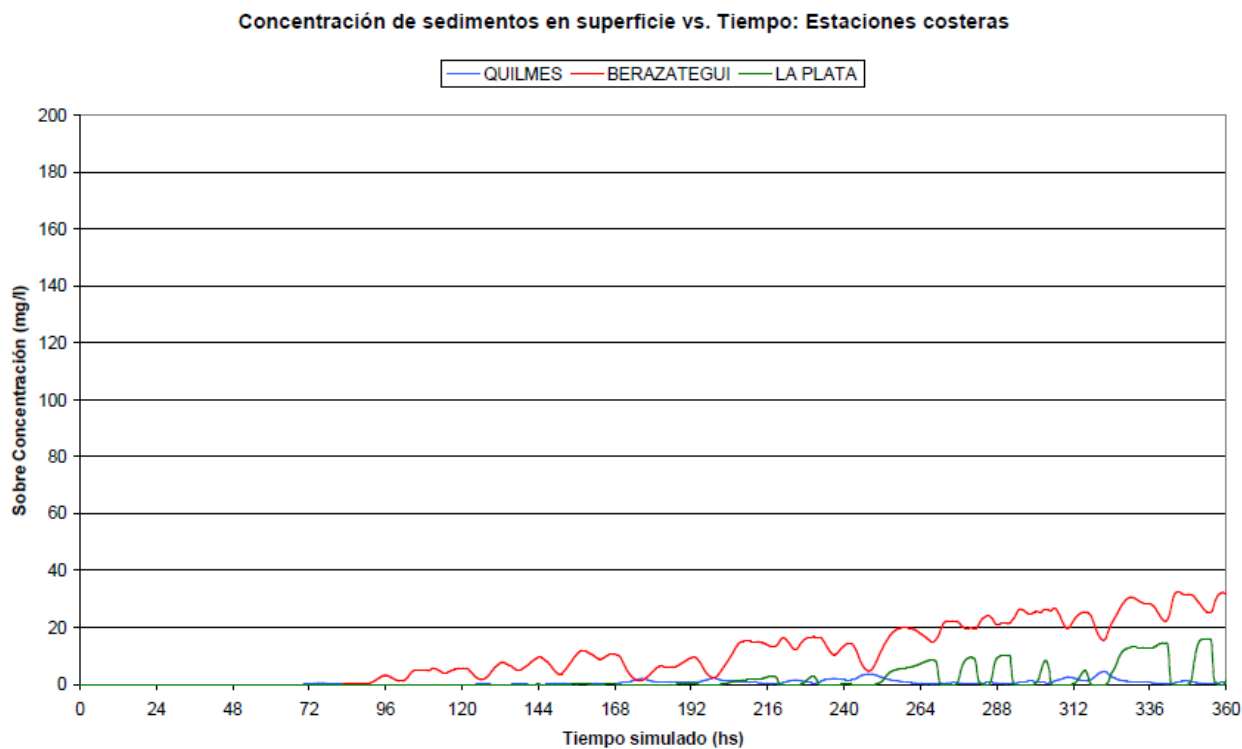


Figura 34: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa Superficial.

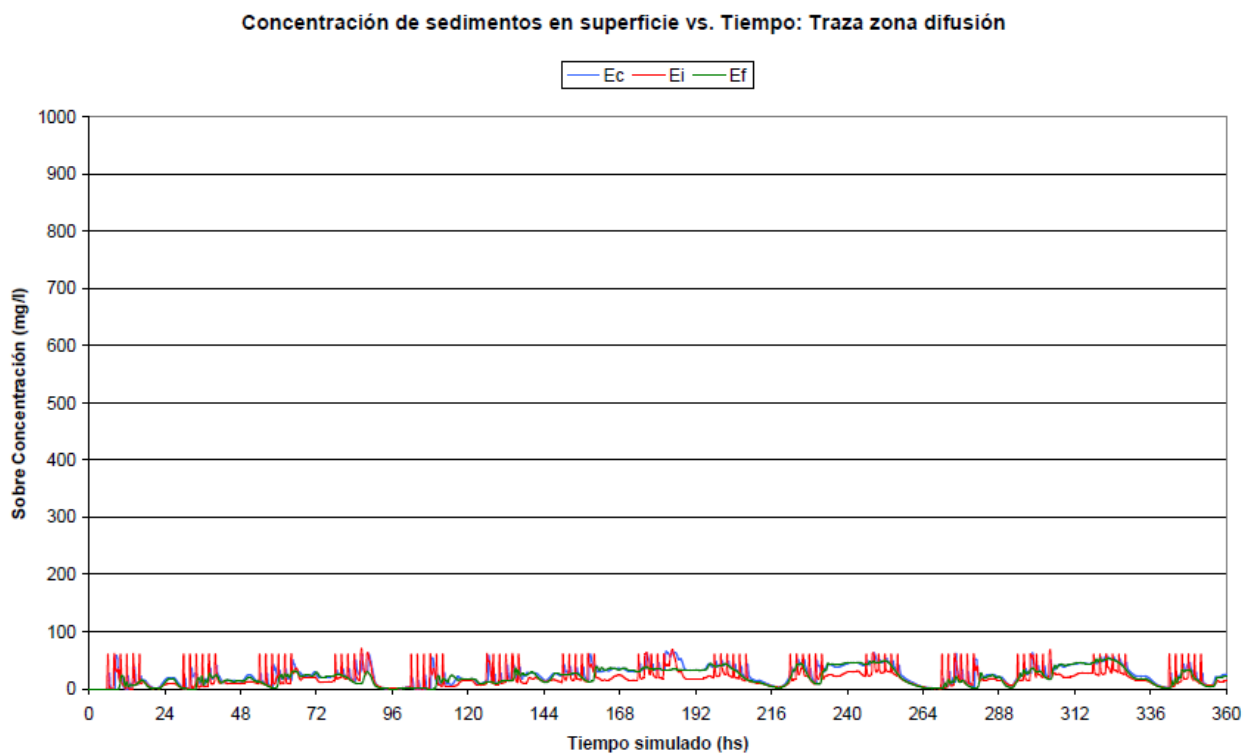


Figura 35: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial.

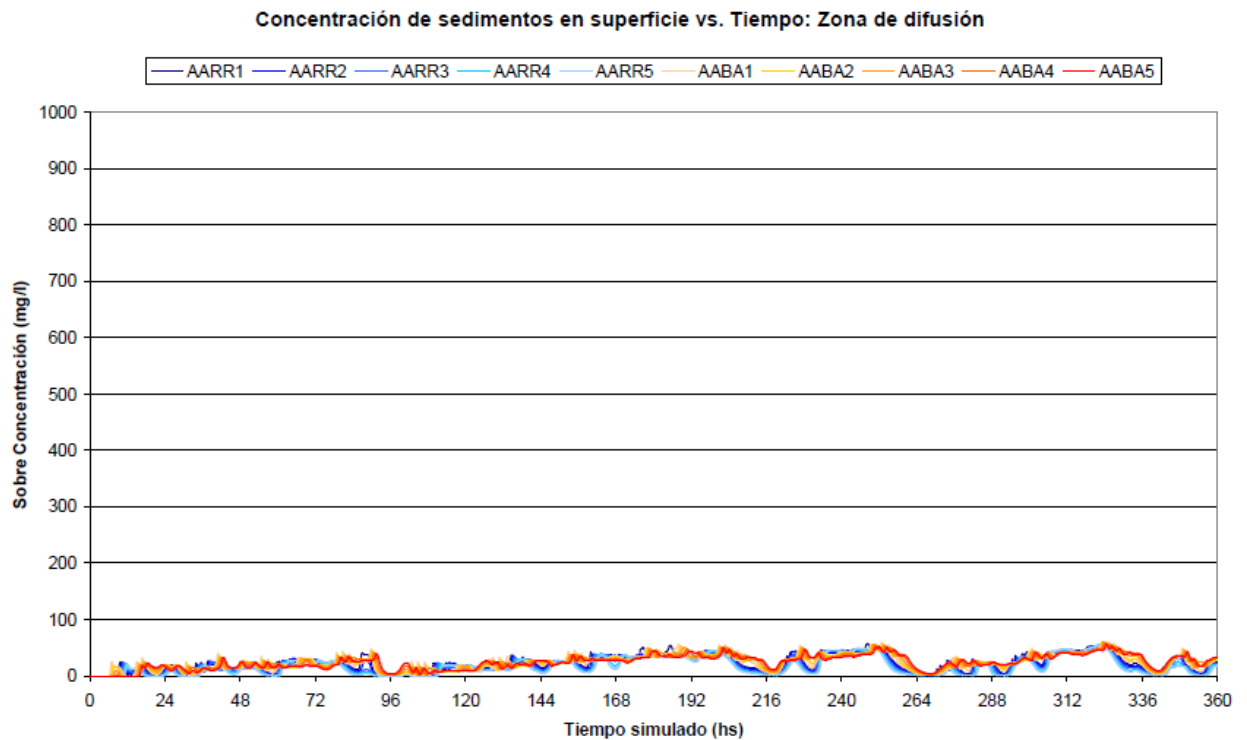


Figura 36: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.

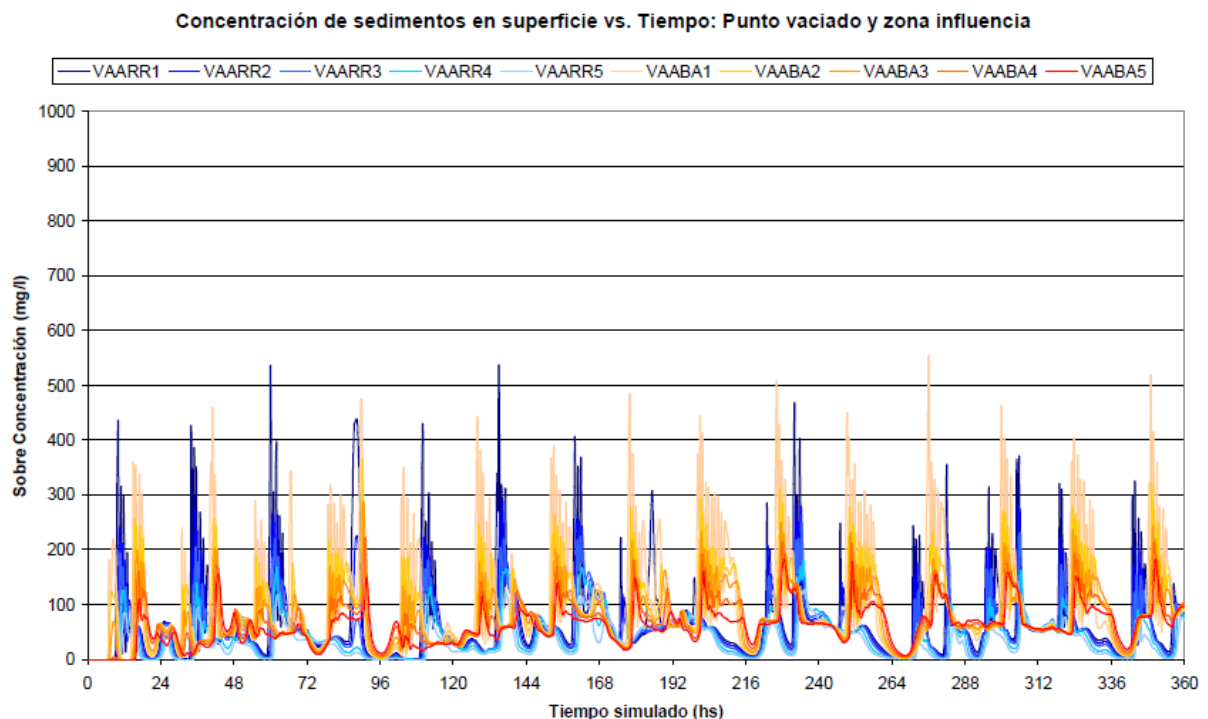


Figura 37: Concentración de sedimentos en la zona del refulado. Capa superior.

Las plumas de turbidez de este método de dragado son inferiores a las anteriores, en desarrollo espacial y amplitud de sobre-concentración. El rango, como puede verse en el Anexo citado, está siempre por debajo de 200 mg/l para las plumas superficiales, excepto en las inmediaciones de la draga o de la cántara durante el tiempo del vaciado.

Hay dos áreas donde se desarrollan plumas:

- Traza dragada recorrida por la embarcación,
- Zona de vaciado de la cántara

Como ambas están relativamente próximas a la escala del modelo anidado, tienden a superponerse, y se divisan plumas con una relación de aspectos mayor que aquellas observadas para la misma situación en el emisario Riachuelo. En el caso visto previamente (draga cortadora y refulado por cañería satélite) la zona de vaciado superaba largamente a la de dragado.

En la zona de la traza dragada, la resuspensión local del sistema de corte y succión no produce plumas importantes, mientras que en el punto de vaciado, el evento es de corta duración y la nube inicial producida tampoco tiene entidad suficiente como para provocar impactos de importancia en las zonas sensibles.

En el Punto 6.6.2.2 del Anexo III puede visualizarse la distribución superficial de la concentración de sedimento cada 12 horas para los 15 días de simulación.

La Figura 38 muestra el promedio de concentraciones en el período analizado. Se aprecian una única región amplia asociada a las zonas de dragado y vaciado. Los valores observados son inferiores a 5 mg/l, indicando un impacto medio muy bajo.

La Figura 39 de máximos muestra que no se han producido sobre-concentraciones de significación en las tomas de agua, estaciones costeras o estaciones de control en el límite internacional. El pico máximo se restringe al área de descarga de la cántara, de dimensiones reducidas y una extensión de unos 4 km delgada y paralela a la costa. En la zona del canal de navegación, las sobre-concentraciones no alcanzaron nunca los 25 mg/l.

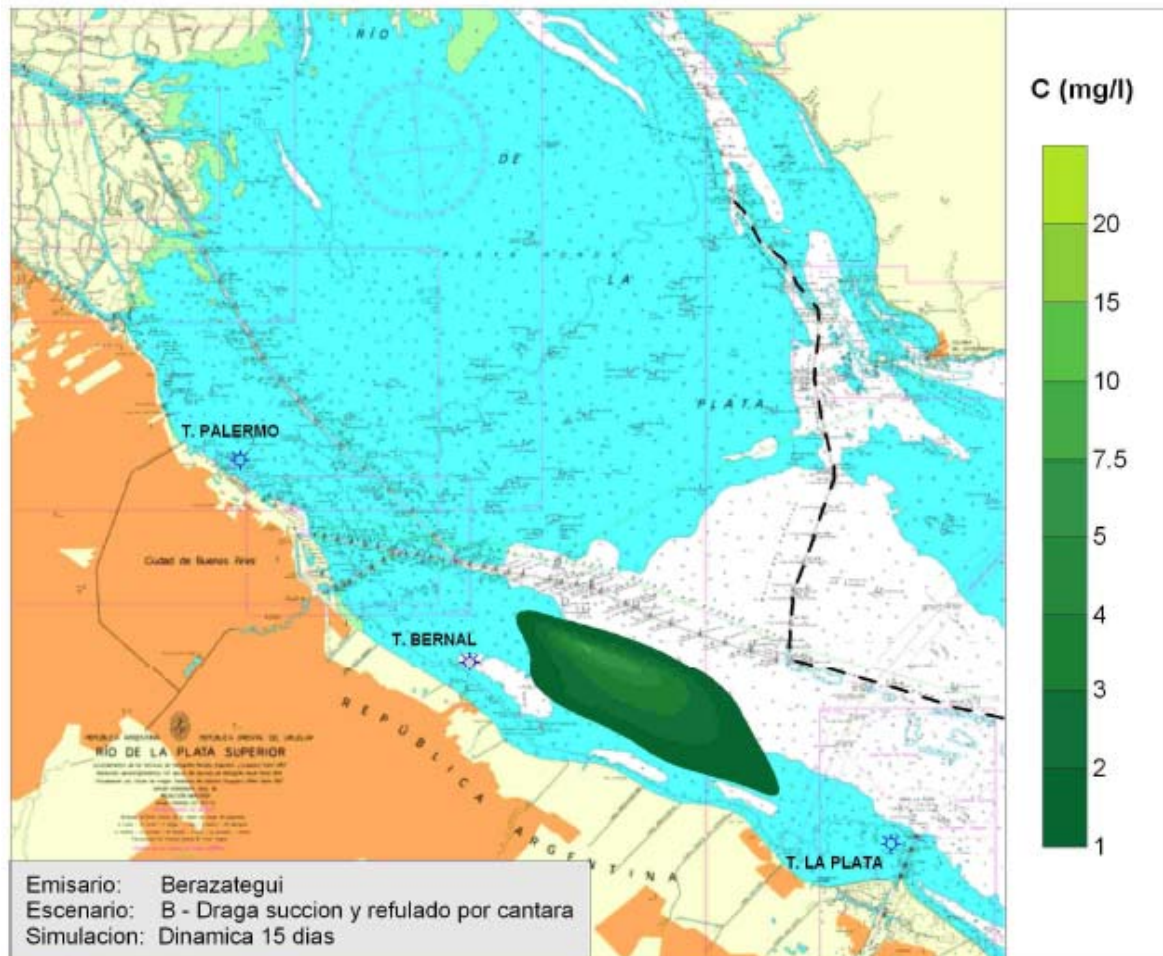


Figura 38: Distribución superficial de la concentración promedio durante los 15 días de simulación.

Al analizar la tasa de sedimentación se observa que alcanza el rango 50-100 mg/m<sup>2</sup> en la traza y en el punto de vaciado, y una región de dispersión alrededor de las mismas. El efecto sobre el lecho del río es totalmente despreciable, salvo en el área donde se vacía la cántara.

El impacto general de este método de dragado es muy bajo.

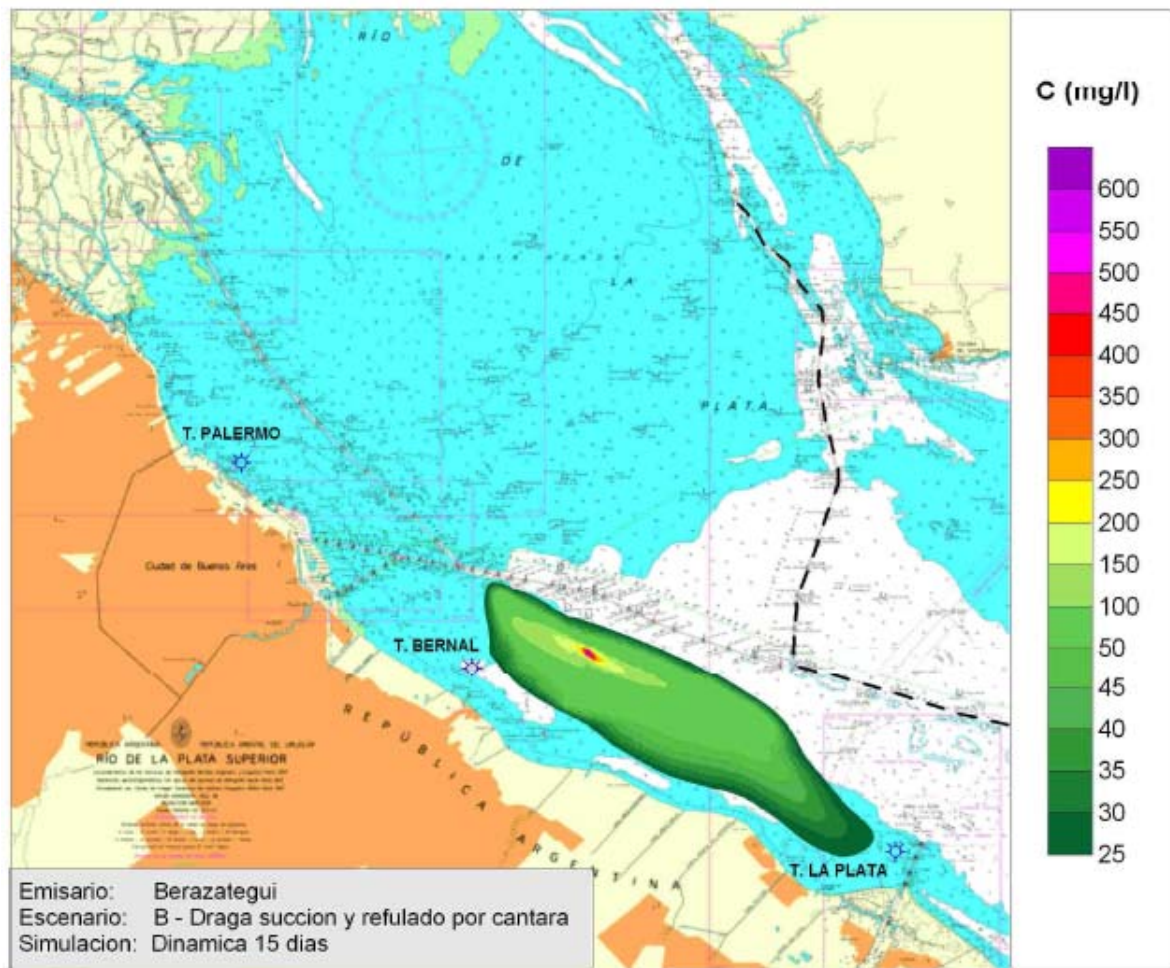


Figura 39: Distribución superficial de la concentración máxima durante los 15 días de simulación.

### **Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector**

Este escenario muestra el impacto relativo más significativo. Los resultados de la evolución en las estaciones fijas definidas, se presentan gráficamente en el Anexo III, Punto 6.6.3.1. Primeramente se observa sobre las tomas de agua:

- En Bernal hay picos aislados de hasta 15 NTU, luego de la primera semana de trabajos (Figura 40).
- En Ensenada, aparecen valores de 10 NTU a partir del día 9, que luego se incrementan hasta picos de entre 30 y 50 NTU (Figura 40).

En las estaciones costeras, hay un impacto detectable del siguiente orden de magnitud (Figura 41):

- Sobre-concentraciones de hasta 260 mg/l en Berazategui,



- Picos de entre 40 y 70 mg/l en Quilmes,
- Valores crecientes de hasta 140 mg/l en La Plata.

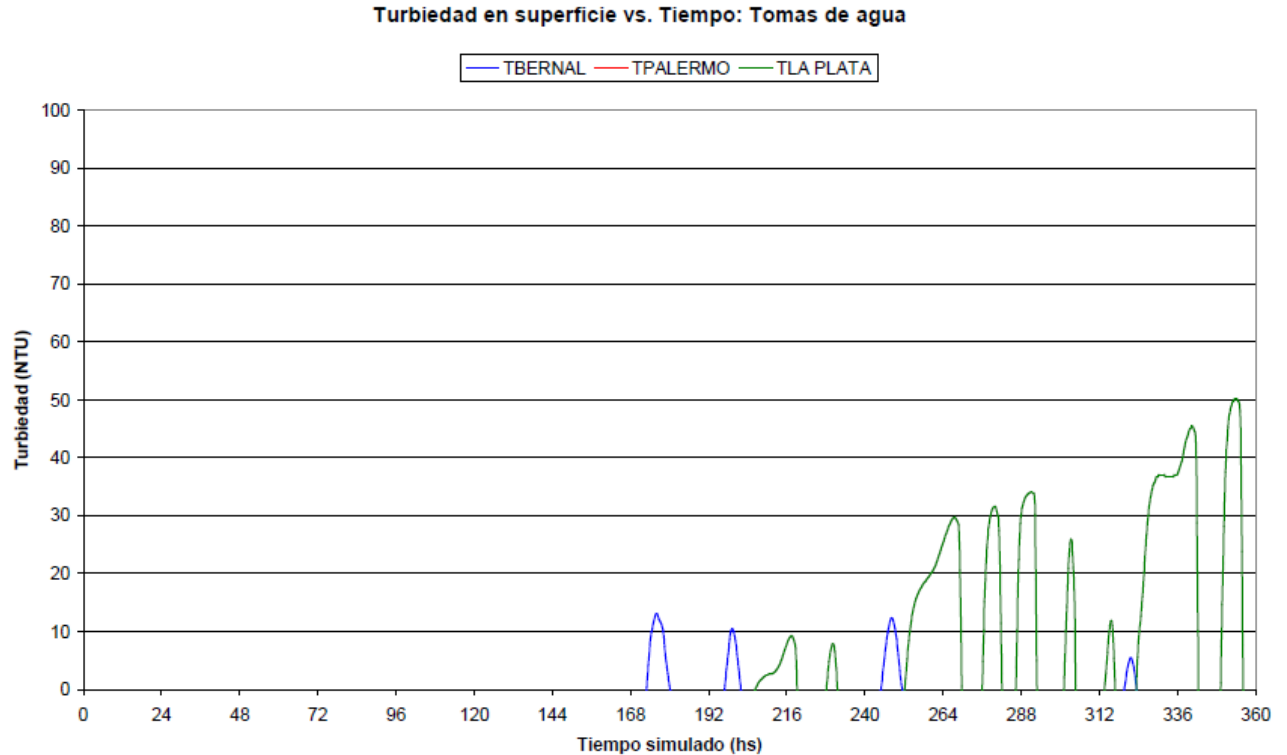


Figura 40: Concentración de sedimentos en tomas de agua. Capa superficial.

En el área del límite internacional las plumas de turbidez no tienen presencia luego de 15 días de comenzadas las tareas de dragado de la zanja.

Como era de esperar, por el tipo de método de dragado y vaciado aplicado, sobre la traza de dragado se aprecia el máximo impacto. El efecto de la proyección continua de la totalidad de los sedimentos dragados produce una nube local con concentraciones que superan los 1,000 mg/l en toda la zona de trabajo (Figura 42).

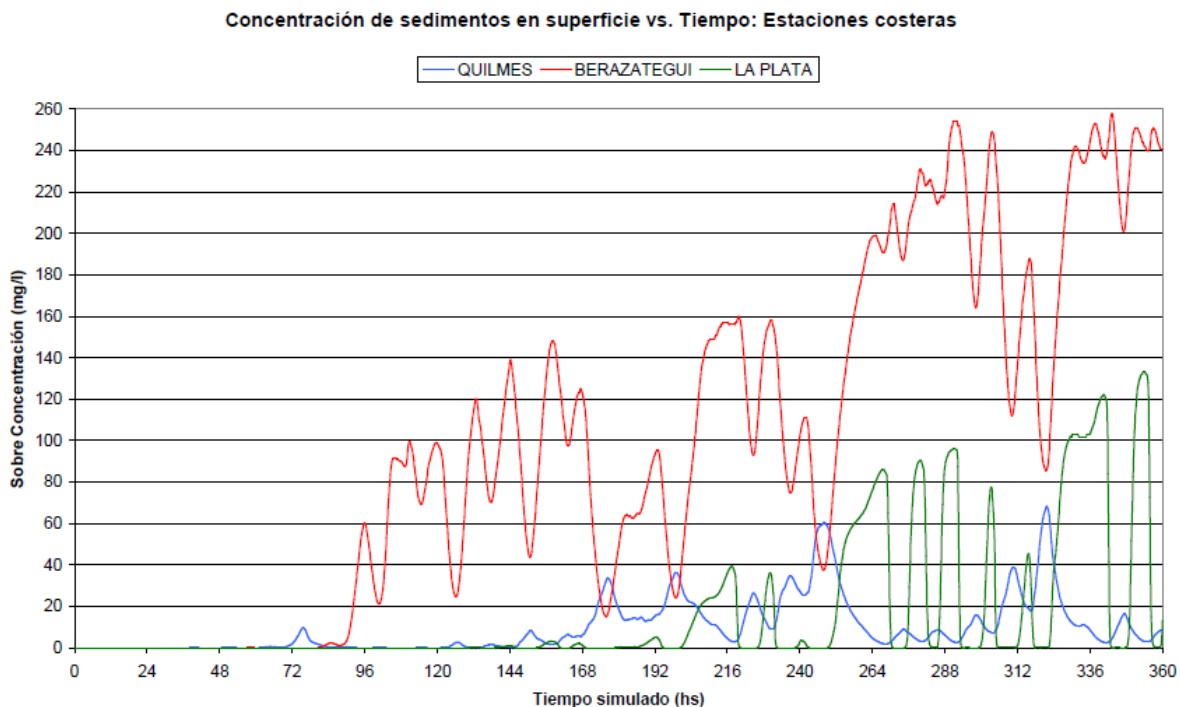


Figura 41: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa superficial.

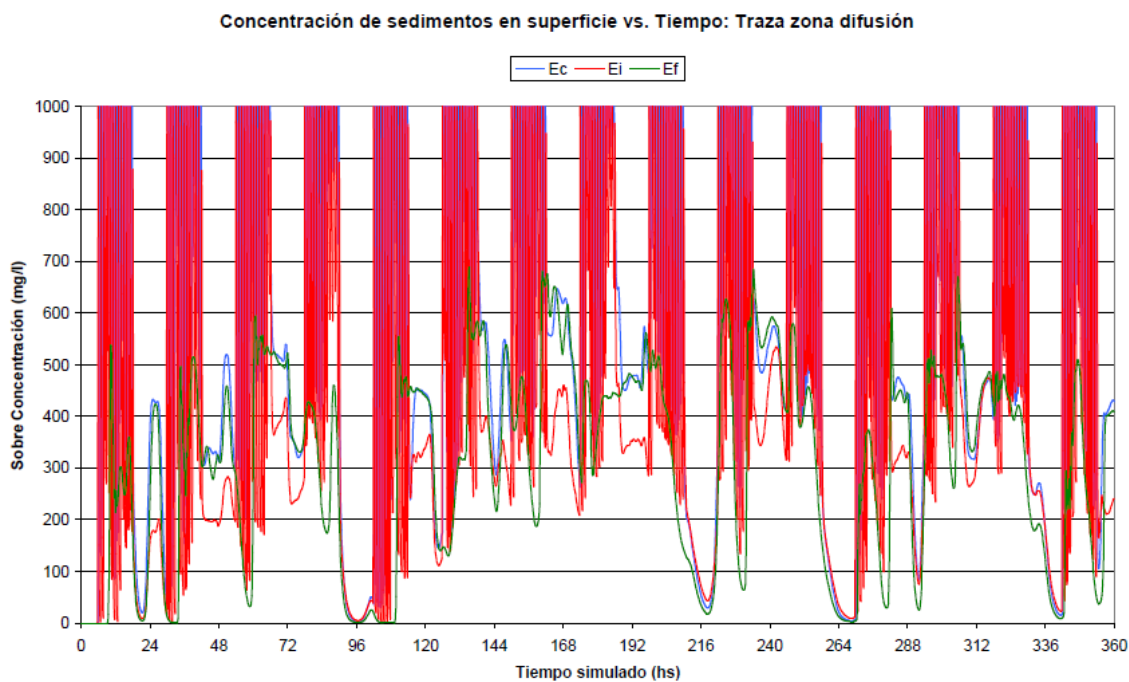


Figura 42: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial.

En las estaciones perpendiculares a la traza, ubicadas sobre la zona de difusión del emisario, se predicen valores de entre 300 y 750 mg/l, con concentraciones que decaen a medida que las estaciones se alejan de la zona de dragado (Figura 43).

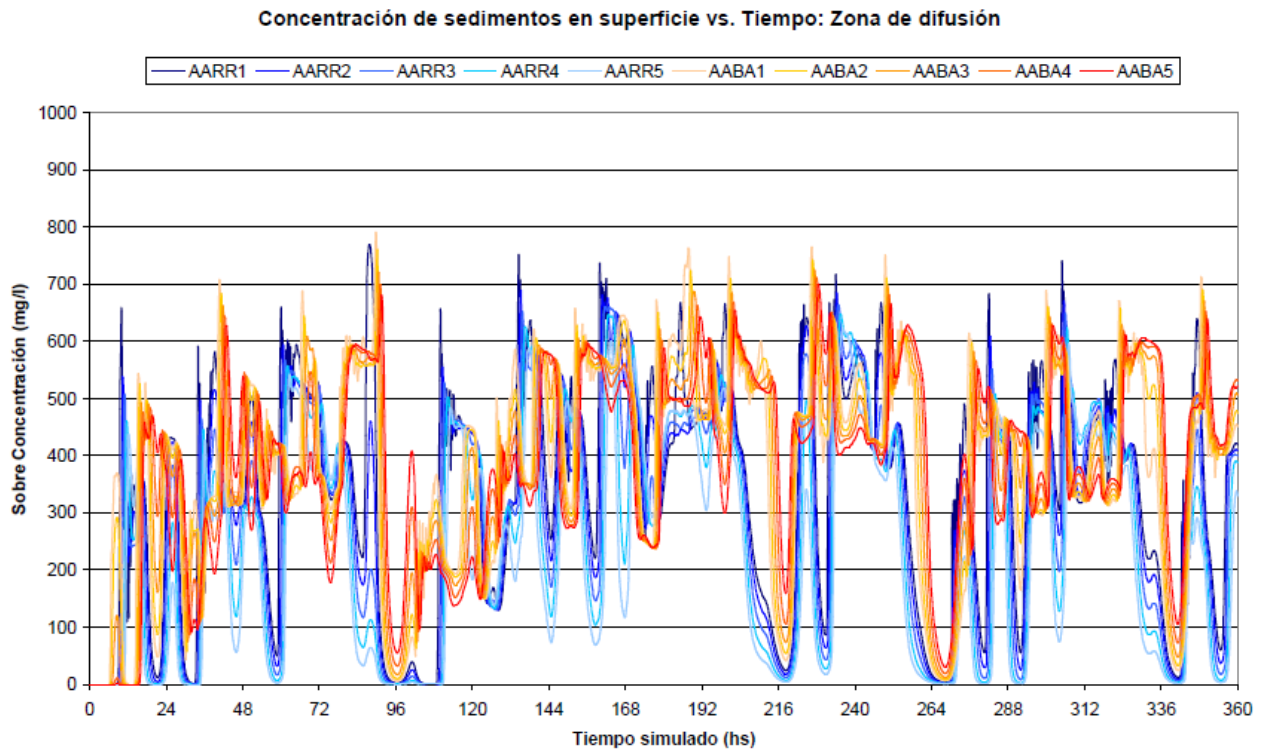


Figura 43: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.

El efecto será visible en el lugar, por el aumento de turbiedad del medio. Esto se puede apreciar en el Anexo III, Punto 6.6.3.2, donde se presentan las distribuciones espaciales de concentración, o plumas de turbidez, y la tasa de sedimentación. Esto será presentado cada 12 horas para los 15 días de simulación.

El continuo movimiento de la draga sobre la traza, dispersando sedimentos dragados mediante el cañón proyector, genera plumas con una configuración más ancha, en el sentido perpendicular al flujo principal del río. Se observa que en la traza de la zanja aparecen los picos máximos, y luego hay un desarrollo de plumas hacia aguas arriba y aguas abajo, siguiendo el movimiento oscilatorio debido al efecto dominante de la marea.

Con el correr de los días y la sucesión de mareas, las plumas se desprenden y aparecen dobletes o tripletes que comienzan a evolucionar independientemente.

Luego de algunos días de dragado (1 semana aproximadamente), las plumas presentan una deriva neta hacia el sureste, y hay cierta migración hacia la costa, producto de los efectos difusivos.

Durante la segunda semana de dragado, en la zona de trabajo se siguen generando plumas que se van desprendiendo en función de las condiciones de pleamar y bajamar, mientras que la cola de las plumas ha generado un contacto casi permanente con la costa entre Quilmes y el puerto de La Plata.

El promedio de sobre-concentraciones presentado en la Figura 44 muestra una zona de mayores dimensiones espaciales que las previas. Paralela a la costa, sobre el eje hidrodinámico del río, hay una amplia zona con promedios que superan los 20 mg/l. Sobre la costa los valores promedio pueden superar los 5 mg/l, que aún son intensidades muy bajas. Sobre el canal Mitre, el promedio es de menos de 1 mg/l, lo mismo que en las tomas de agua de AySA y el límite internacional. Sobre la toma de agua de Ensenada, el promedio rondaría los 2 mg/l. En todos los casos, el efecto medio es bajo.

En la Figura 45 se muestran los valores máximos de concentración durante todo el tiempo de modelado.

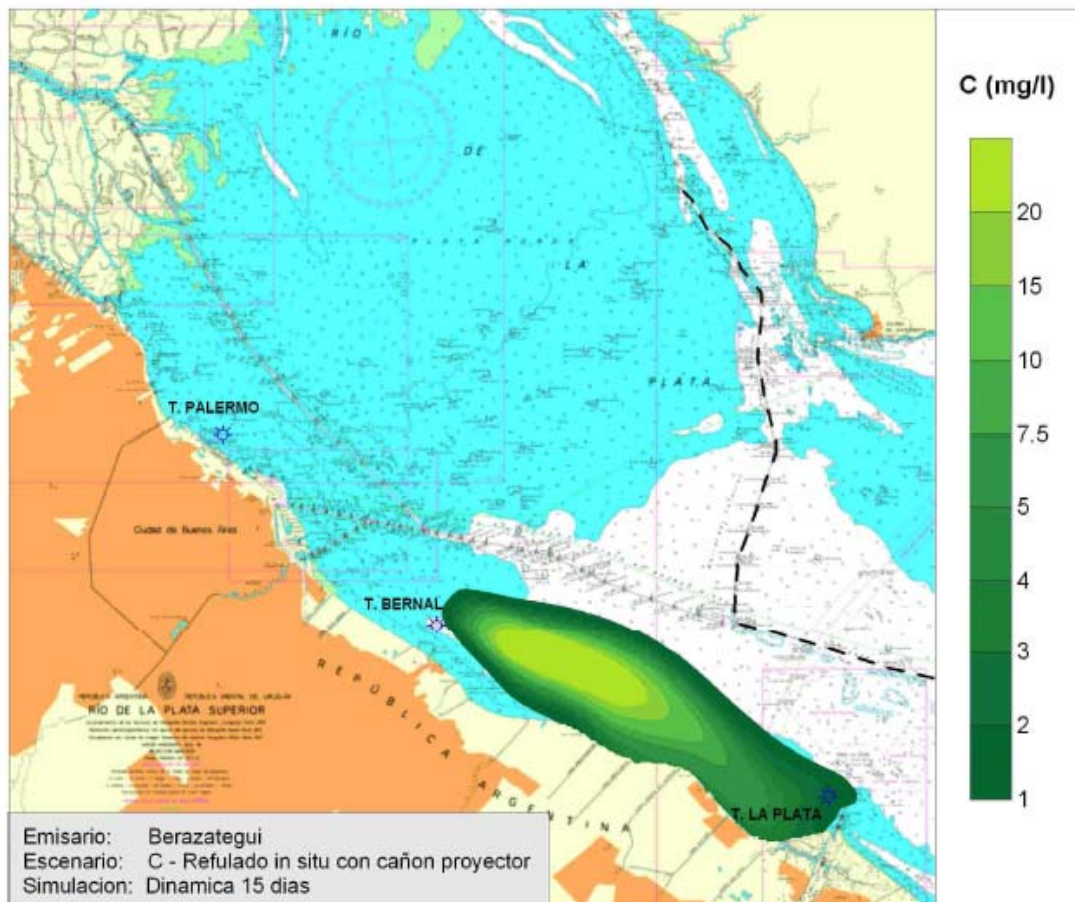


Figura 44: Distribución superficial de la concentración promedio durante los 15 días de simulación

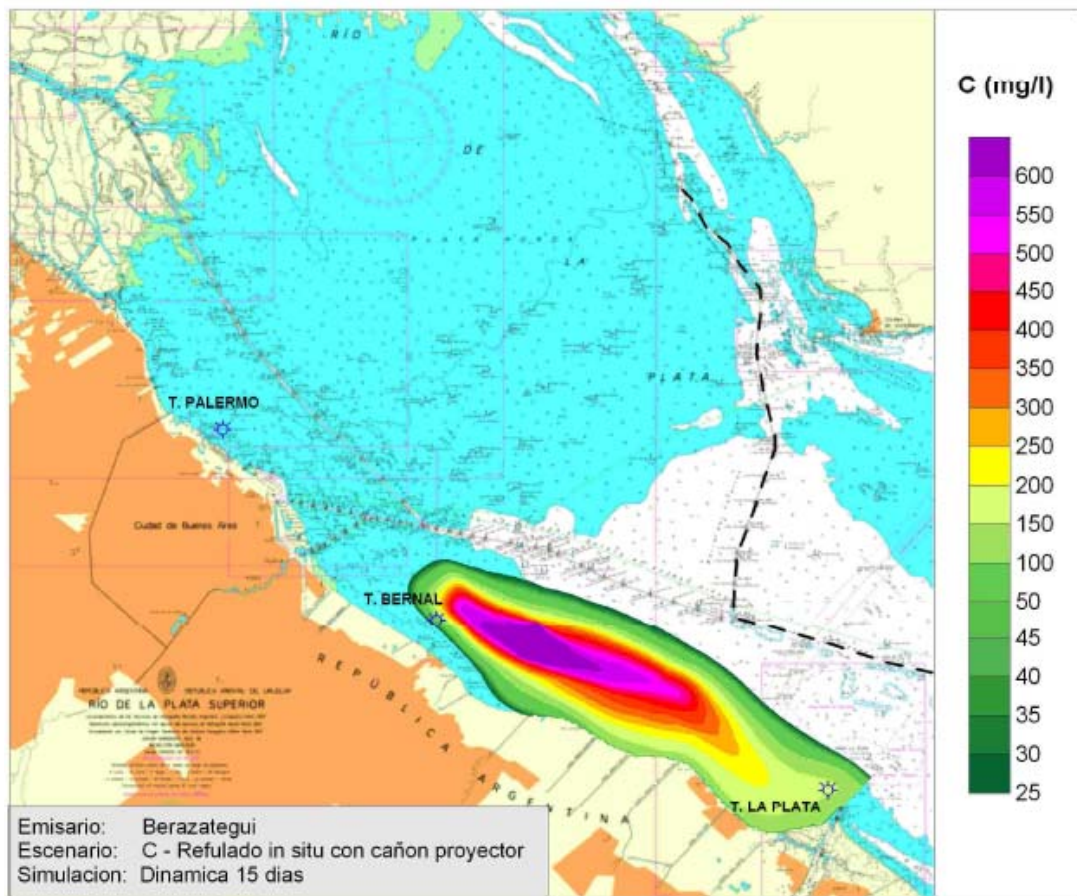


Figura 45: Distribución superficial de la concentración máxima durante los 15 días de simulación

### **Tapada de zanja**

En el Anexo III, Punto 6.6.4.1 se presentan los resultados gráficamente para la evolución en estaciones fijas, y en el Punto 6.6.4.2, del mismo Anexo, para las distribuciones espaciales de concentraciones y masa sedimentada.

De las figuras del primer Anexo mencionado se desprende que:

- No hay impacto en las tomas de agua (Figura 46),
- No hay impacto en las zonas costeras (Figura 47),
- No hay impacto en el límite internacional,

Debido a que el material de tapada de zanja es más grueso, el potencial de resuspensión es bajo y el efecto de estas tareas es únicamente local. Aparecen picos de concentración en la traza para los momentos de descarga de cántara, que generan pequeñas plumas de



turbidez. Los valores locales de sobre-concentración pueden oscilar entre 100 y 350 mg/l de superficie a fondo, en las inmediaciones de la draga (Figura 48).

En las estaciones de seguimiento de la zona de difusión el emisario, los valores están por debajo de 10 mg/l. Este efecto no será detectable en campo (Figura 49).

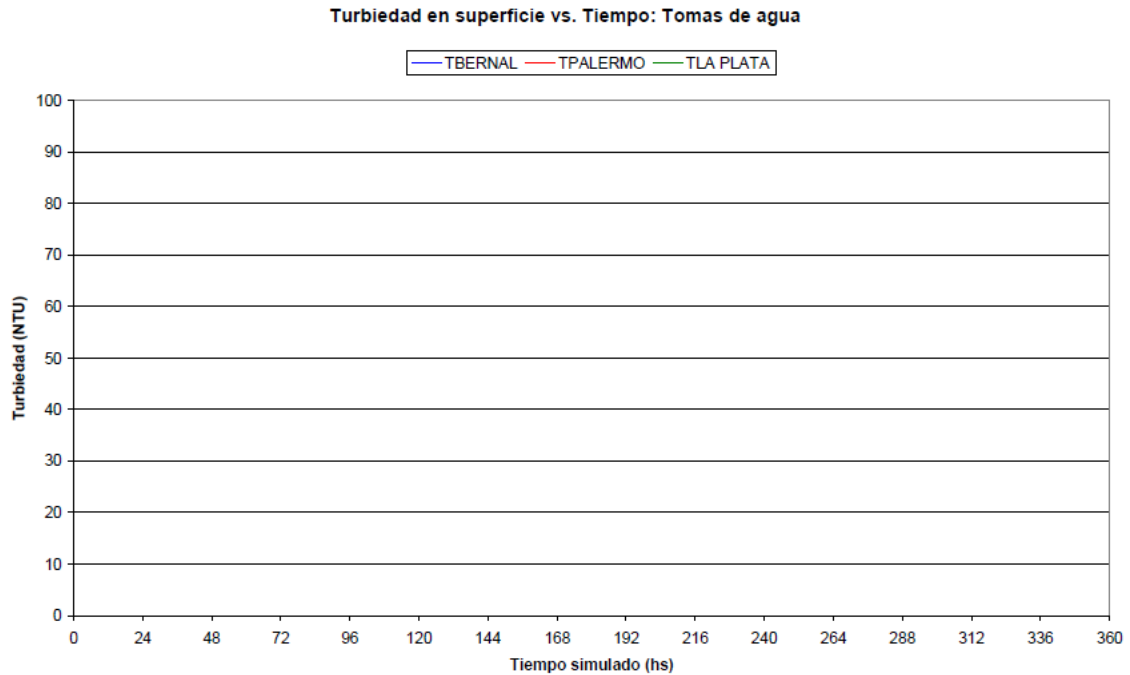


Figura 46: Concentración de sedimentos en tomas de agua. Capa superficial

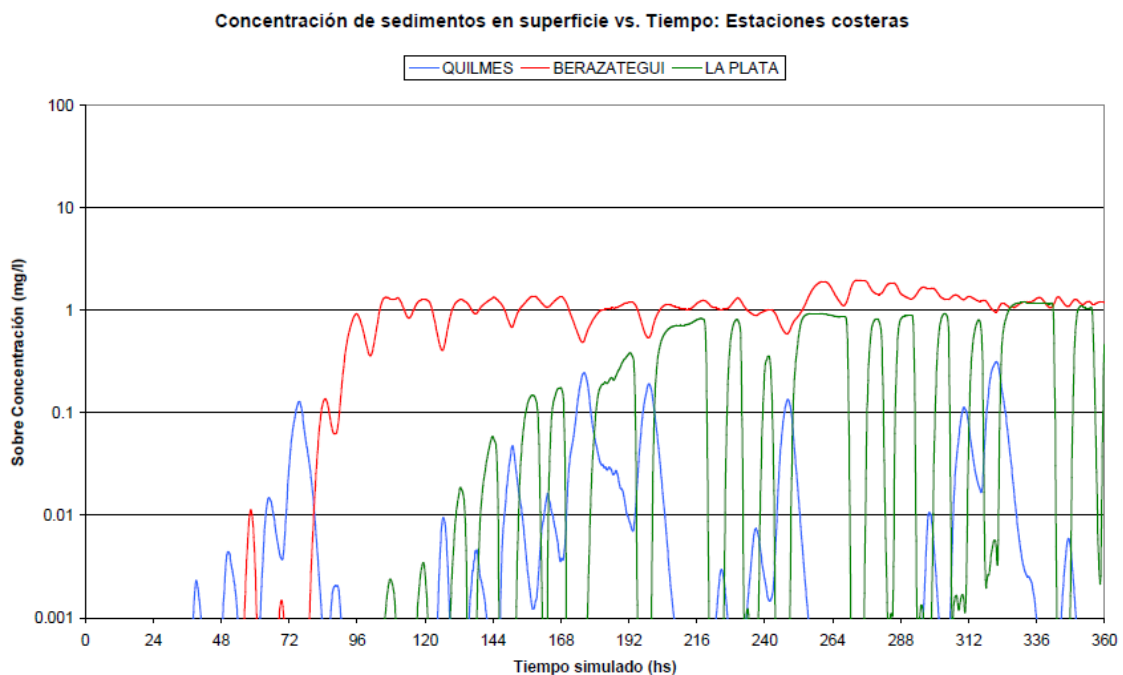


Figura 47: Concentración de sedimentos en áreas costeras. Capa superficial.

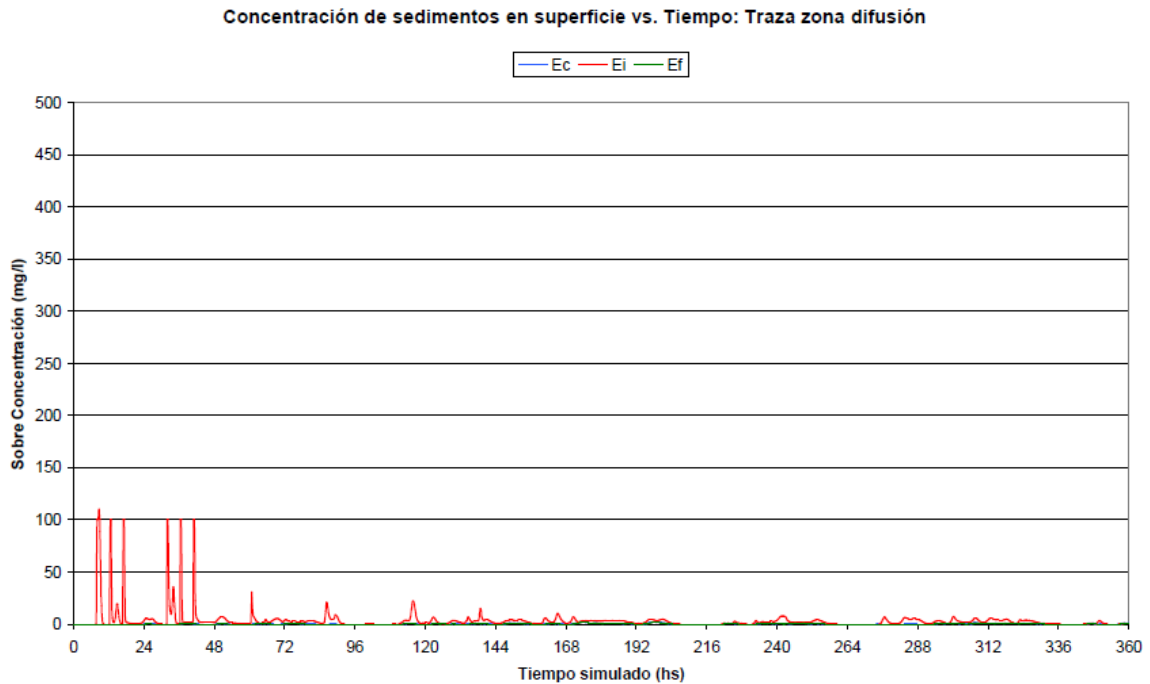


Figura 48: Concentración de sedimentos en la traza del emisario. Capa superficial.

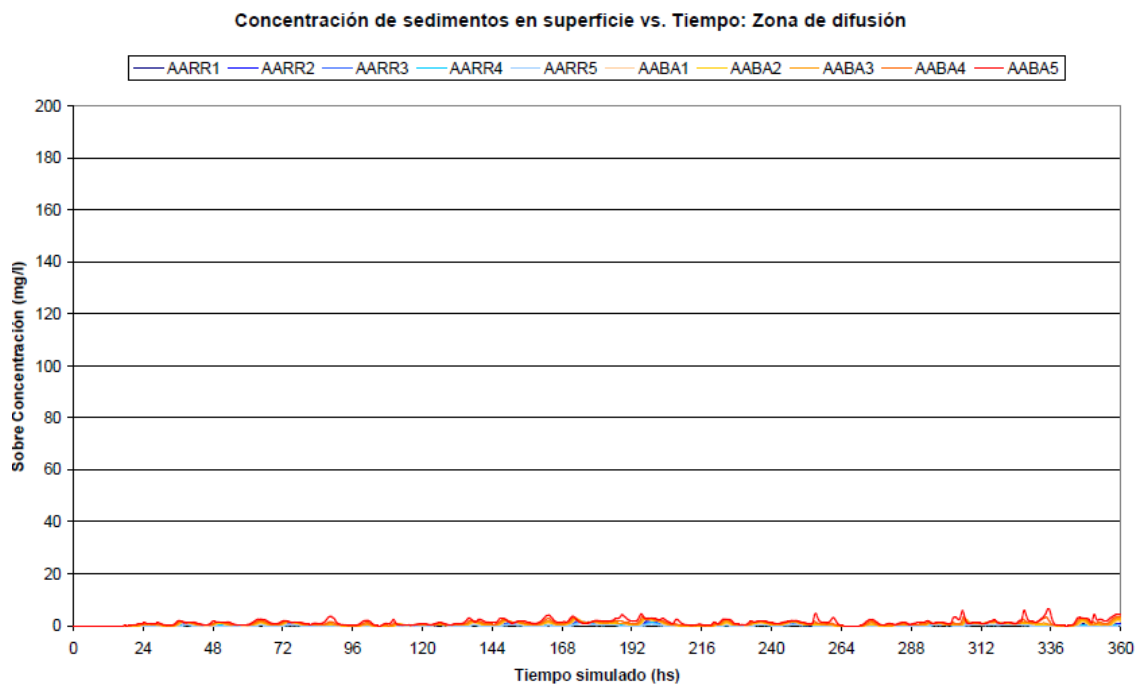


Figura 49: Concentración de sedimentos en la zona de difusión del emisario. Capa superficial.

El Punto 6.6.4.2 del Anexo III presenta las plumas de turbidez para el mismo período y frecuencia que los casos anteriores. Nuevamente, debido a que la escala de este escenario es totalmente diferente, se ha trabajado con una magnificación de imágenes a los efectos detalles.

Todas las plumas son pequeñas, de amplitud baja. No presentan contacto con los puntos sensibles ni con la costa. El nivel de impacto es insignificante para la zona de cómputo en su conjunto.

Lo propio ocurre con los valores promedios, máximos y la tasa de sedimentación (Figuras 50 y 51).

Se concluye que las acciones de tapada de zanja, realizadas bajo los criterios definidos en pliegos de obra, presentarán un impacto muy bajo.

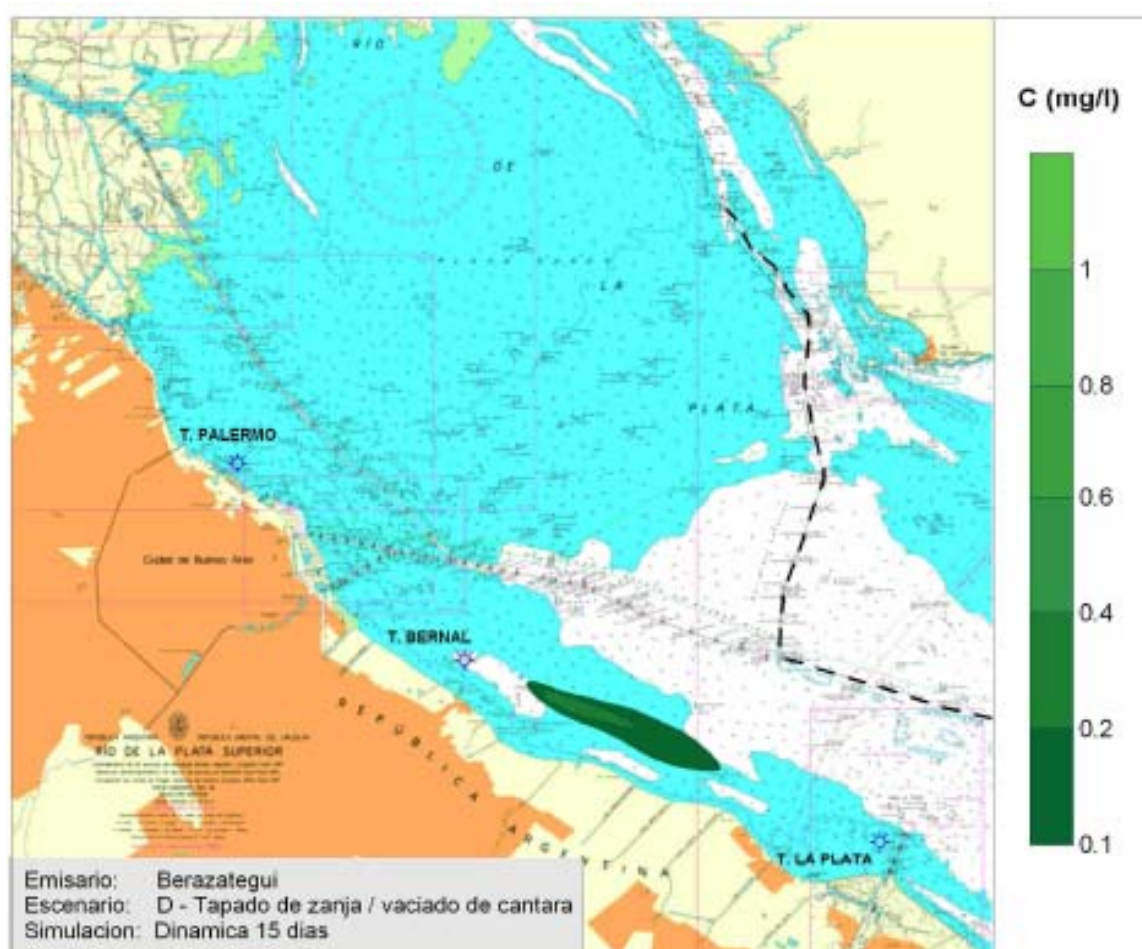


Figura 50: Distribución superficial de la concentración promedio para los 15 días de simulación.

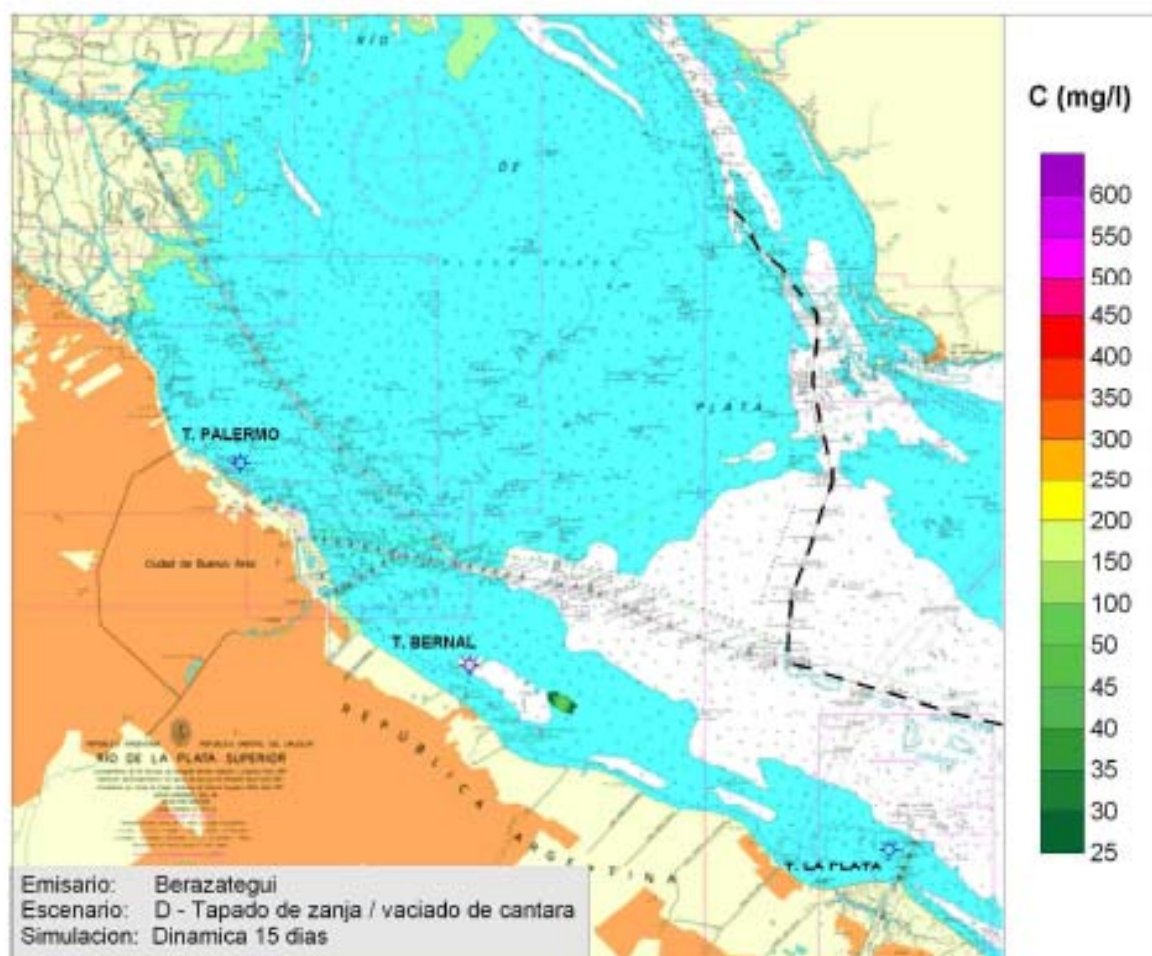


Figura 51: Distribución superficial de la concentración máxima para los 15 días de simulación.

## 3 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LAS OBRAS

A continuación se describen las características del entorno de las obras a realizarse según los distintos aspectos ambientales, el medio natural y el antrópico.

### 3.1 Medio Físico

Dentro de la clasificación de Regiones Biogeográficas de América Latina, el Área de Estudio se encuentra ubicada dentro de la Provincia Biogeográfica Pampeana, perteneciente al Dominio Chaqueño de la Región Neotropical.<sup>3</sup>

La misma se caracteriza por ser una región llana o ligeramente ondulada con algunas montañas de poca altura. Posee un clima templado-cálido con temperaturas medias anuales entre 13 y 17 ° C. Las precipitaciones son de 600 a 1200 mm anuales. Las mismas se distribuyen en todo el año y disminuyen de Norte a Sur y de Este a Oeste.

La vegetación que predomina es la estepa o seudoestepa de gramíneas, entre las cuales crecen especies herbáceas y algunos arbustos. En esta Provincia Pampeana, hay también numerosas comunidades edáficas, estepas halófitas, bosques marginales a las orillas de los ríos y bosques xerófilos sobre las barrancas y bancos de conchilla. También hay numerosas comunidades hidrófilas y asociaciones saxícolas en las serranías.

El área en estudio se sitúa en la Región Pampeana, caracterizada por su relieve de tipo llano con algunas lomadas alternantes; estableciendo en resumen una morfología de tipo ondulada. Este relieve se formó en su origen a partir de los procesos de erosión fluvial diferencial de los sedimentos pampeanos. En consecuencia se produjo la formación de suaves valles con orientación preferencial sudoeste-noreste por donde corren diferentes arroyos.

Los arroyos en el área de estudio realizan su recorrido descendiendo por la pendiente regional desde la divisoria de aguas principal con la cuenca del Río Salado ubicada al oeste, hacia el Río de la Plata o también en algunos casos hacia alguno de sus dos tributarios principales en el área que son los ríos Reconquista al norte y Matanza-Riachuelo al sur de la Ciudad de Buenos Aires.

La fisiografía natural del terreno se ha visto modificada debido a la acción antrópica. La construcción de zanjas, la realización de tareas de dragado, las rectificaciones y desvíos



de los cursos de agua y modificación de los accidentes geográficos y su pendiente natural son algunas de las acciones realizadas que posiblemente hayan modificado el paisaje natural. Por tratarse de zonas urbanas, la mayoría de esos arroyos se encuentran entubados.

### 3.1.1 Climatología

El estudio climatológico tiene relevancia a la hora de prever diversos aspectos ambientales del Proyecto como por ejemplo, la dispersión de olores, polvos o emanaciones gaseosas no deseadas o los días de retrasos en las obras por lluvias.

El conocimiento del clima y la predicción del tiempo son aspectos relevantes a tener en cuenta a la hora de prever diversos aspectos de los proyectos. Estos guardan relación con los días de avance y retraso de obras por lluvias, problemas de anegamiento, ascenso de napas, demanda de servicio de agua, dispersión de olores, emanaciones gaseosas y polvo por el viento, durante la construcción de las obras y cuando éstas están en funcionamiento. Con el objeto de caracterizar el clima del área, se han analizado los datos meteorológicos correspondientes a las estadísticas sinópticas del último decenio procesado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN)<sup>4</sup> 1991–2000 de la Estación Meteorológica más cercana: Ezeiza AERO. (Figura 52)

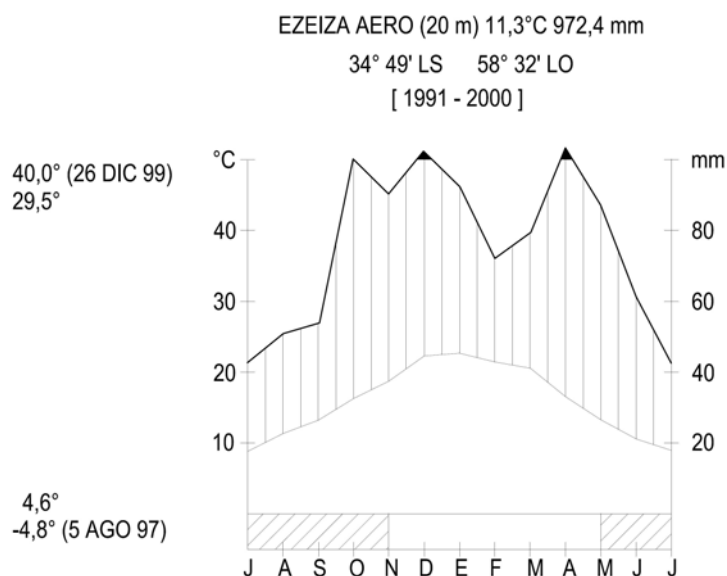


Figura 52: Climatograma de la Est. Meteorológica Ezeiza AERO, período 1991 - 2000.

<sup>3</sup> CABRERA y WILLICK. 1980, "Biogeografía de América Latina". Serie Biología, Monografía n° 13. OEA.

<sup>4</sup> Estadísticas Sinópticas Meteorológicas. Período 1991-2000. Servicio Meteorológico Nacional.

El área de estudio se clasifica dentro del tipo climático Cfa, según el sistema de clasificación de Köppen–Geiger<sup>5</sup>. Se caracteriza como templado lluvioso, con inviernos y veranos bien diferenciados y precipitación suficiente todos los meses, veranos calurosos con temperaturas por encima de los 22°C en el mes más cálido, e inviernos moderados con noches muy frías en el conurbano.

En la Figura 53 puede observarse un gráfico basado en los datos de temperatura mensual promedio (curva) y en los valores de precipitación media mensual acumulada (diagrama de barras) registrados por el SMN para el período 1991–2000 de la Est. Met. Ezeiza AERO. Los datos están ordenados de Enero a Diciembre. (Figura 54)

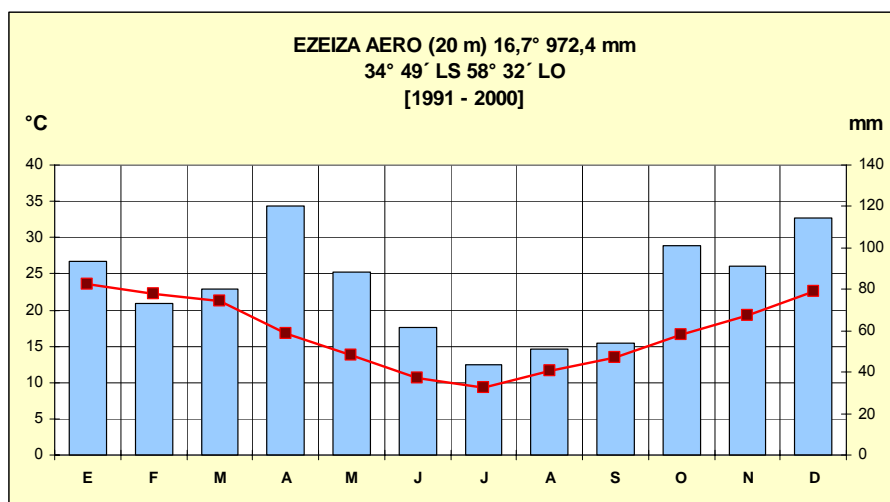


Figura 53: Temperatura mensual y precipitaciones

Datos de la Estación Meteorológica Ezeiza AERO – Valores medios													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T anual PP anual
°C	23,5	22,3	21,2	16,8	13,7	10,6	9,3	11,6	13,5	16,6	19,3	22,5	16,7 °C
mm	93,5	73,0	80,0	120,2	88,2	61,8	43,5	51,4	54,1	101,1	91,1	114,7	972,4 mm

Figura 54: Temperatura media mensual

Las estaciones más lluviosas son la primavera y el otoño y la menos lluviosa es el invierno.

### 3.1.1.1 Temperatura

Localmente la temperatura varía con la hora del día, la estación del año y la superficie urbanizada del área. La temperatura media anual es 16,7°C. Enero es el mes más cálido,

<sup>5</sup> Según Geiger y Pohl (1953) en Strahler y Strahler (1992).

con máxima media 29,5°C, mientras que en Julio, el mes más frío, la mínima media fue 4,6°C. Valores extremos de temperatura se registraron en Diciembre y Agosto. En esta Estación Meteorológica, se observó heladas de Mayo a Octubre. La presencia de vegetación atenúa las diferencias de temperatura. (Figura 55)

TEMPERATURA en °C				
MEDIA			EXTREMA	
Valor anual	MAXIMA de Enero (mes más cálido)	MINIMA de Julio (mes más frío)	MAXIMA 18-Dic-95	MINIMA 01-Ago-97
16,7°	29,5°	4,6°	40,0°	- 4,8°

Figura 55: temperatura media y extrema de la Estación Meteorológica Ezeiza AERO

### 3.1.1.2 Precipitación

El área recibe precipitación suficiente durante todas las estaciones. La precipitación media anual acumulada es 972,4 mm. Los meses que superaron los 100 mm mensuales fueron Octubre, Diciembre y Abril. La estación más lluviosa es la primavera y la menos lluviosa es el invierno, coincidente con el menor ingreso estacional de masas de aire húmedo del Atlántico Sur. (Figura 56)

	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL en mm												Valor anual
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<b>PROMEDIO</b>	93,5	73,0	80,0	120,2	88,2	61,8	43,5	51,4	54,1	101,1	91,1	114,7	<b>972,4</b>
<b>MAXIMA</b>	171,1	164,3	152,4	210,9	305,6	117,5	89,6	111,0	101,6	194,5	160,1	189,4	<b>1215,4</b>
<b>MINIMA</b>	18,2	15,9	29,1	39,6	30,9	10,9	13,9	2,2	14,0	30,8	12,0	49,6	<b>662,7</b>

Figura 56: Temperatura media mensual y anual de la Est. Met. Ezeiza AERO

El mínimo valor anual 662,7 mm ocurrió en 1996; en Agosto de 1995 se registró la mínima media 2,2 mm y el máximo valor anual 1215,4 mm ocurrió en 1993.

La máxima media mensual alcanzó 305,6 mm en Mayo de 2000. Se registró el valor extremo de precipitación diaria el 3 Diciembre 1993, con 89,3 mm caídos en un solo día. (Figura 57)

PRECIPITACIÓN en mm							
MEDIA ANUAL		MEDIA DEL TRIMESTRE		MEDIA MENSUAL		DIARIA	
Valor anual	máxima Año 1993	mínima Año 1996	más caluroso D + E + F	más frío J + J + A	mínima Ago 1995	máxima May 2000	extrema 03-Dic-93

972,4	1215,4	662,7	281,2	156,7	2,2	305,6	89,3
-------	--------	-------	-------	-------	-----	-------	------

Figura 57: Precipitación registrada en la Estación Meteorológica Ezeiza AERO.

Como fenómenos recientes se destacan: el período de 5 días de lluvias persistentes (27 Febrero al 2 Marzo 2008), en que se registraron lluvias y tormentas de muy variada intensidad en el conurbano bonaerense y Capital Federal, mostrando gran disparidad de agua caída durante el primer día. Según registros de las Estaciones Meteorológicas, durante el primer día cayeron: 60 mm (Ezeiza): 5 mm (Aeroparque); 19,5 mm (Observatorio Central Buenos Aires en Villa Ortúzar); totalizando al cabo de 5 días: 198 mm; 151,9 mm y 100 mm, respectivamente. Esto causó inundaciones excepcionales en distintos barrios y en el microcentro. En la zona costera del Río de la Plata se observó una “tromba marina” el 2 de Marzo<sup>6</sup>.

### 3.1.1.3 Humedad Relativa

La humedad es el vapor de agua contenido en el aire, cuya cantidad dependerá de la temperatura y del viento. Valores superiores al 75% producen sensación de incomodidad. Las estaciones más húmedas del año son otoño e invierno. (Figura 58)

HUMEDAD RELATIVA (%)												
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
66,9	70,2	73,0	79,3	79,8	79,3	78,0	74,1	71,2	72,6	69,7	65,9	73,3

Figura 58: Humedad relativa media (1991– 2000) Est. Met. Ezeiza AERO

### 3.1.1.4 Vientos

Debido a su ubicación latitudinal, el clima local está influenciado principalmente por los Anticiclones semipermanentes emisores de vientos ubicados en los océanos Atlántico Sur y Pacífico Sur. Las masas de aire procedentes del Anticiclón Atlántico Sur, ingresan como vientos tibios y húmedos, mientras que los vientos provenientes del Anticiclón Pacífico Sur son fríos y secos.

Del Anticiclón Antártico, pueden llegar vientos de baja humedad y fríos, desplazando a los anteriores, provocando heladas durante varios meses del año. En la estación invernal, se

<sup>6</sup> SMN. 2010. Informe especial sobre las persistentes lluvias acaecidas en la Capital Federal, el conurbano bonaerense y la costa atlántica. En: [www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=60](http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=60) (20/10/2010)

reduce la entrada de los vientos húmedos del Atlántico Sur, y esto conlleva a que la estación menos lluviosa sea el invierno.

### 3.1.1.5 Vientos Predominantes

En el área predominan: los vientos del NE, seguidos por los del sector Este, Sur, SE (Sudestada), Norte, Oeste y con menor frecuencia NO y SO (Pampero), según se observa en la Figura 59 y en los diagramas de la Figura 60, estos diagramas muestran la frecuencia de direcciones de los vientos en escala de 1000 y velocidad media anual por dirección del período 1991 – 2000, medidas en la Est. Met. Ezeiza AERO del SMN.

VIENTOS								
Dirección	NE	E	S	SE	N	O	NO	SO
Frecuencia anual	188	152	122	120	110	98	83	80
Velocidad media anual en km/h	14,1	13,7	15,3	14,7	13,7	13,9	12,8	15,1

Figura 59: Frecuencia de direcciones de los vientos

Los vientos en general son “leves”<sup>7</sup>, con velocidad de 12 a 15 km/h. En el período 1991–2000, se observaron en promedio 96 días por año con vientos “fuertes”, que igualaron o superaron los 43 km/h.

<sup>7</sup> Denominación del viento y su velocidad (en km/h): suaves (6 a 11); leves (12 a 19); moderados (20 a 28); refrescantes (o regulares) (29 a 38); fuertes (39 a 49); muy fuertes (50 a 61); temporal (62 a 74); temporal fuerte (75 a 88); temporal muy fuerte (89 a 102); tempestad (103 a 117). En: Vientos. Escala Beaufort y sus equivalencias. [www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar) (accedido: 20/10/10).



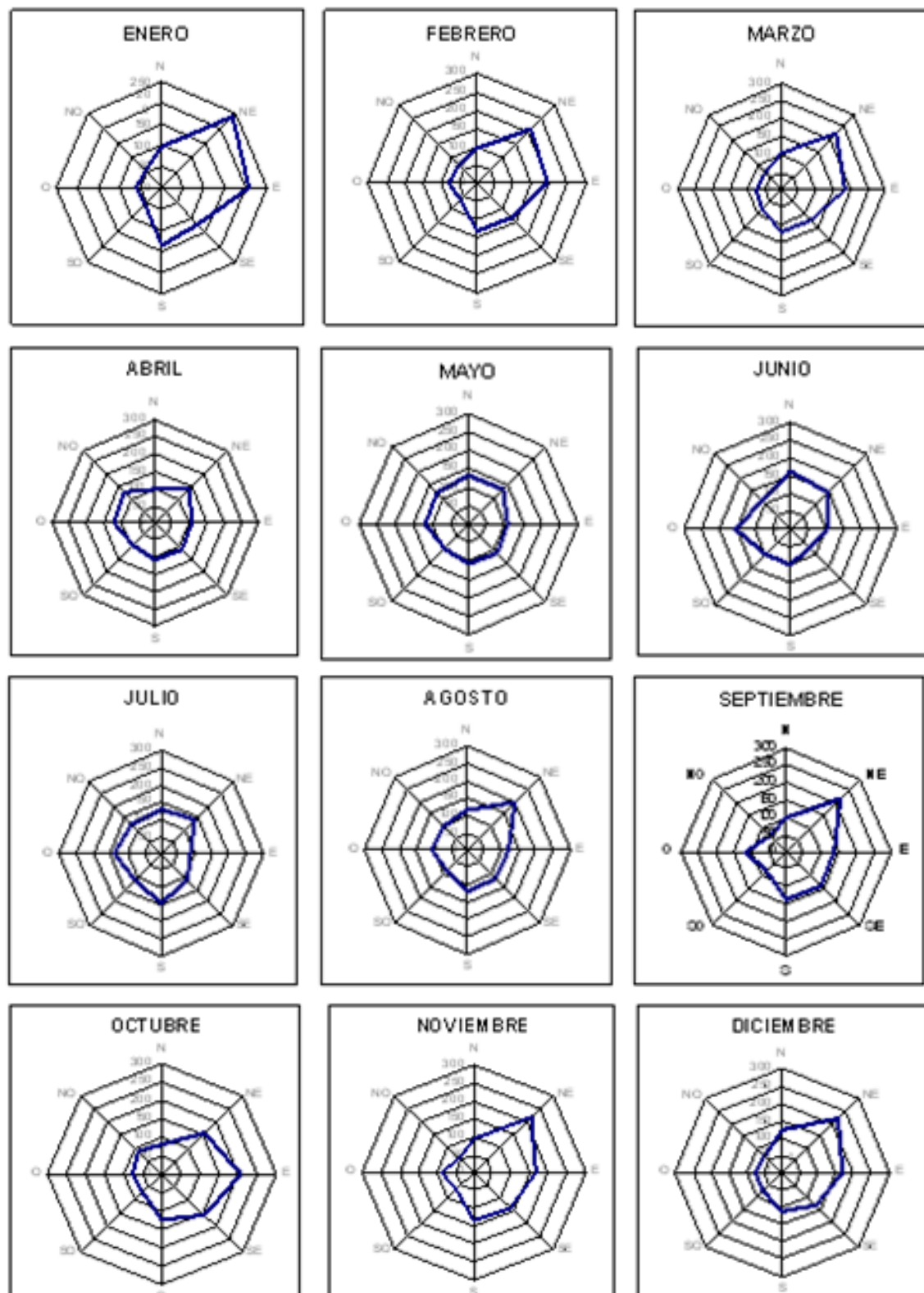


Figura 60: Frecuencia media mensual de las direcciones de los vientos

## Sudestada

Es un fenómeno que se localiza en el Río de la Plata y está caracterizado por el ingreso de viento persistente, regular a fuerte y muy húmedo, generalmente no muy frío, del sector SE. Procede del Anticiclón Atlántico Sur. Puede producir lluvia que dura varios días, en general suave, no de chaparrones; también puede ocurrir sin precipitaciones. Las sudestadas pueden ser “leves”, “moderadas” o “fuertes”. Provocan importantes crecidas en el Río de la Plata, inundando nuestra costa. Adicionalmente causan un efecto de taponamiento de los sistemas hídricos que desembocan en el estuario, provocando desbordes en los cursos de agua y perjuicios a la población ribereña. Según el SMN<sup>8</sup>, el 90% de los días con sudestada sucedió entre Abril y Diciembre y las sudestadas “fuertes” de Marzo a Octubre (no obstante, en 1993<sup>9</sup> se observó dos casos en Febrero y en uno de ellos el Río de la Plata alcanzó 3,96 m de altura). Otras particularidades a tener en cuenta:

- El mes con mayor número de sudestadas “fuertes” es Junio
- Julio, es el mes con más días con sudestada
- Octubre, es el mes de mayor frecuencia de sudestadas.

## Pampero

Es un viento frío y seco del sector SO/S, que atraviesa la llanura pampeana procedente del Anticiclón del Pacífico Sur. Avanza apoyado sobre la superficie, desplazando hacia arriba las masas de aire húmedo contra las que choca y desaloja. Puede producir lluvias de frente frío, poco abundantes. Dura poco, despeja la atmósfera y produce un descenso brusco de la temperatura y humedad. Causa heladas en el invierno. En el Río de la Plata, impulsa las aguas hacia la costa uruguaya, originando pronunciadas bajantes en nuestras costas que pueden afectar las tomas de agua, la producción de agua potable y el normal desarrollo de la vida de los peces que habitan las aguas someras costeras. Se denomina “Pampero húmedo” cuando al inicio produce precipitaciones y tormentas eléctricas, “Pampero seco” si no produce precipitaciones (su duración es más prolongada) y “Pampero sucio” cuando sopla luego de un período de sequía y es suficientemente fuerte como para levantar el polvo y las hojarascas del suelo, convirtiéndose en una “tormenta de polvo”<sup>10</sup>. En el mes de Junio de 2011, el ingreso de masas de aire provenientes de este

<sup>8</sup> Según un análisis de 20 años. Sudestada. Frecuencia de Ocurrencia del Fenómeno, basado en Celemín A. 1984. Meteorología Práctica. Edición del Autor. En: [www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar) (accedido 21/10/10).

<sup>9</sup> De acuerdo al análisis del período 1990-1994 realizado por: Salio P. Tesis de Licenciatura. Pronóstico de Sudestadas para el Río de la Plata UBA – FCE y N. En: [www.smn.gov.ar](http://www.smn.gov.ar) (accedido 21/10/10).

<sup>10</sup> SMN. 2010. Viento pampero. En: [www.smn.gov.ar/?mod=biblioteca&id=73](http://www.smn.gov.ar/?mod=biblioteca&id=73) (accedido: 25/10/2010).

sector, acarreó cenizas volcánicas en suspensión, que alcanzaron el área metropolitana, tras el fenómeno de erupción de cenizas provenientes del Volcán Puyehue en Chile.

### **Vientos del Este, NE y Norte**

Se trata de vientos que proceden del Anticiclón Atlántico Sur cuyo sentido de giro es antihorario. Las masas de aire provenientes del NE, que son las más frecuentes en el área, y las del sector Este, ingresan como vientos suaves y húmedos. El viento Norte, durante el verano es seco y cálido a sofocante, produce malestar; en invierno es frío y seco, pero si persiste por varios días su temperatura cambia y pasa a ser más cálida en los días sucesivos.

### **Viento del Sur (invasión de aire polar).**

Este viento se origina en el Anticiclón Polar Antártico. Es un viento muy frío y no es seco. Cuando el frente de aire polar avanza, puede provocar el desplazamiento hacia el norte de los vientos procedentes del Anticiclón del Pacífico Sur (Pampero) cuya baja de temperatura agrava o del Atlántico Sur, causando heladas en el área inclusive en la estación de verano.

## **3.1.1.6 Condiciones estacionales durante el último año**

### **Invierno 2010.**

El invierno se inició caluroso hasta los primeros días de Julio. La temperatura alcanzó una máxima de 21,5 °C en Junio<sup>11</sup> y 22,8 °C el 4 de Julio<sup>12</sup>, según observaciones del SMN<sup>13</sup> en la Estación Meteorológica Aeroparque. Durante el resto del mes, se registraron sucesivos ingresos de olas de aire frío, provocando temperaturas muy bajas que llegaron a los 2,2°C (16 Julio)<sup>14</sup>, las cuales continuaron bajas en Agosto, alcanzando los 3,2°C<sup>15</sup> y 4,2°C en ese mes<sup>16</sup>. Provocaron una extraordinaria mortandad de peces juveniles migratorios, los cuales, en esa época del año habitan en las aguas costeras de poca profundidad de los ríos Paraná, Uruguay y Río de la Plata, incluyendo la República Oriental del Uruguay y otros países de la región.

### **Otoño 2010.**

<sup>11</sup> SMN. 2010. Boletín de Máximas y Mínimas. 6 Junio 2010. Est. Met. Aeroparque Aero.

<sup>12</sup> SMN. 2010. Boletín de Máximas y Mínimas. 4 Julio 2010. Est. Met. Aeroparque Aero.

<sup>13</sup> SMN. 2010. Boletín Climatológico Estacional. Invierno 2010. Boletín de Vigilancia del Clima en la Argentina y en la Región Subantártica Adyacente. Depto Climatología. En: [www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=50](http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=50) (accedido: 1/12/2010)

<sup>14</sup> SMN. 2010. Boletín de Máximas y Mínimas. 16 Julio 2010. Est. Met. Aeroparque Aero.

<sup>15</sup> SMN. 2010. Boletín de Máximas y Mínimas. 3 Agosto 2010. Est. Met. Aeroparque Aero.

<sup>16</sup> SMN. 2010. Boletín de Máximas y Mínimas. 14 Agosto 2010. Est. Met. Aeroparque Aero.

Es una estación de transición con gran variabilidad en las condiciones climáticas predominantes. El ingreso de un frente caliente provocó condiciones cálidas anómalas en la primera parte del otoño; luego, la irrupción de aire polar del 20 de abril<sup>17</sup> que alcanzó a todo el país, provocó descenso de la temperatura y en el conurbano bonaerense se registró una mayor frecuencia de neblinas.

### **Verano 2009–2010.**

De acuerdo al SMN<sup>18</sup>, el verano se presentó lluvioso y con tormentas muy intensas en la mayor parte del país. Las lluvias de los meses de Diciembre y Febrero dieron lugar a que se registre uno de los veranos más lluviosos para algunas localidades de la Provincia de Buenos Aires. En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) se registraron precipitaciones máximas que sumaron 725.9 mm, siendo el segundo verano más lluvioso de su historia. Comparando la frecuencia de días con tormenta, con la normal del período 1961–1990 (30 años) con 17 días, el verano del 2009–2010 registró 25 días con tormenta. Por otro lado, previendo temperaturas muy altas, del 21 de Enero hasta el fin de mes, el SMN declaró Estado de Alerta “AMARILLO” y “NARANJA” de Olas de Calor y Salud<sup>19</sup>. Siendo que éstas pueden afectar gravemente a las personas y tienen efecto sobre la mortalidad en las categorías “leve-moderada” y “moderada alta”, se recomendó a la población tomar recaudos y acciones preventivas<sup>20</sup>.

### **Primavera 2009.**

Se registraron importantes lluvias durante los 3 meses, en particular en noviembre en el norte de la Provincia de Buenos Aires, mientras que en la CABA, se registró la primavera más lluviosa en 50 años. En Septiembre ingresó aire frío que provocó heladas en gran parte del país. Durante Octubre ocurrieron frecuentes pasajes de frentes fríos que originaron bajas temperaturas, pero hacia el final de la primavera el ingreso de aire cálido y húmedo hizo concluir esta estación con altas temperaturas de acuerdo al SMN<sup>21</sup>.

<sup>17</sup> SMN. 2010. Departamento Climatología. Boletín Climatológico Estacional. Otoño 2010. Boletín de Vigilancia del Clima en la Argentina y en la Región Subantártica Adyacente. Departamento Climatología. En: [www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=50](http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=50) (accedido: 1/12/2010)

<sup>18</sup> SMN. 2010. Departamento Climatología. Boletín Climatológico Estacional. Verano 2009/2010. Departamento Climatología. En: [www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=50](http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=50) (accedido: 1/12/2010)

<sup>19</sup> SMN. 2010. Sistema de Alerta sobre Olas de Calor y Salud. Gacetilla N° 2 – Año 2010.

<sup>20</sup> MSN. 2010. Cómo enfrentar las altas temperaturas. Recomendaciones del Ministerio de Salud de la Nación ante la ola de calor. En: [www.msal.gov.ar/htm/Site/noticias\\_plantilla.asp?Id=1779](http://www.msal.gov.ar/htm/Site/noticias_plantilla.asp?Id=1779)

<sup>21</sup> SMN. 2009. Primavera de 2009. Boletín Climatológico. Boletín de Vigilancia del Clima en la Argentina y en la Región Subantártica Adyacente. Departamento Climatología.

### 3.1.2 Caracterización Hidroclimática del Río de la Plata

A raíz de la futura ejecución de los dos emisarios subfluviales previstos en el Plan Director de AySA, desde 2009, se realiza un estudio con el propósito de analizar los datos de campo y realizar el modelado matemático del Río de La Plata, en particular los efectos de los nuevos emisarios, a fin de facilitar un diseño óptimo de los mismos. En apoyo de estos objetivos se llevó a cabo una extensa campaña de campo cuyo informe completo se encuentra como Anexo IV.

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 61. Las fechas y ubicaciones de los perfiles de CTD y los experimentos con derivadores se resumen en la Tabla de la Figura 62.



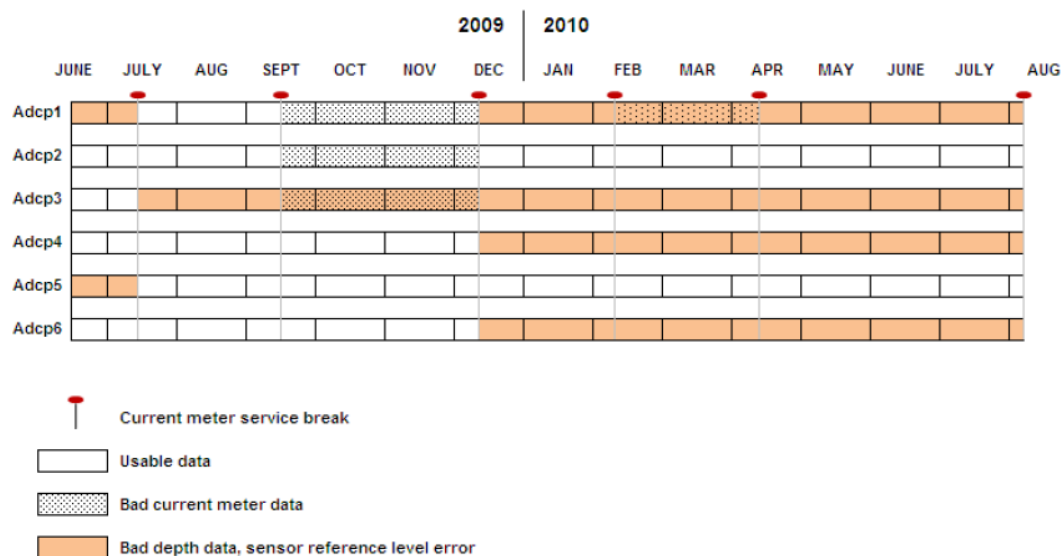


Figura 61: Cronograma de los ADCPs

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

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

Figura 62: Perfilamientos CTD y experimentos con derivadores

A continuación se resume el análisis los datos obtenidos para los doce meses del estudio, aproximadamente entre el 16 de junio de 2009 y el 15 de junio del 2010. Las características esenciales de los datos más relevantes para la elaboración de los modelos matemáticos se resumen en este ítem; el informe completo se encuentra en el Anexo IV.

### 3.1.2.1 Datos Meteorológicos

Datos para 11 estaciones meteorológicas, mostradas en la Figura 63, fueron proporcionados por AySA. Tres de las estaciones, Bernal, San Martín y Berazategui, 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 de la Figura 64.

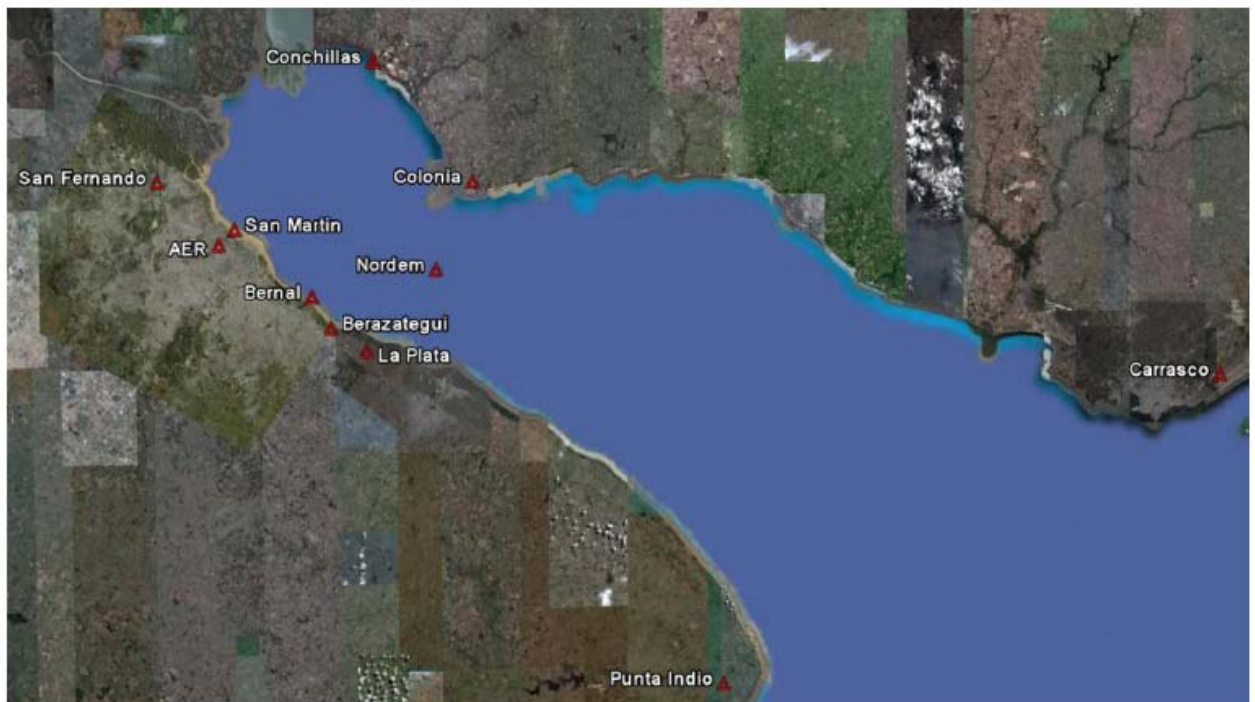


Figura 63: Estaciones meteorológicas

**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
Norden	34.62880°S, 57.92486°W	01/04/2009 00:03 31/07/2010 23:55	5	00:00 to 23:55	Very Good

Figura 64: Datos Meteorológicos suministrados por las 11 Estaciones Meteorológicas

## **Vientos**

Las velocidades promedio mensuales en Bernal (la más cercana a los emisarios propuestos) se resumen en la Tabla de la Figura 65 y una distribución de frecuencias de las velocidades del viento se muestra en la Figura 66. 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 65: Promedios mensuales de la velocidad del viento en Bernal

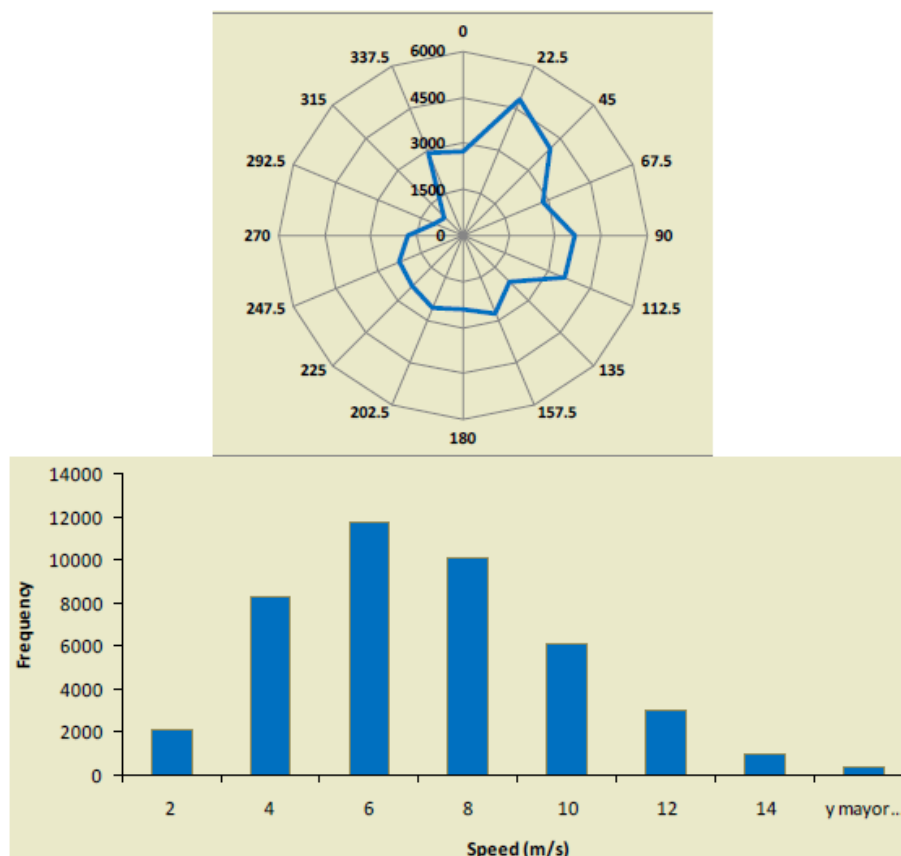


Figura 66: Distribuciones de frecuencia para la velocidad y la dirección del viento en Bernal

Los datos de las estaciones localizadas en el agua (Bernal, San Martín y Norden) se comparan en la Figura 67. 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 68. Ellas muestran diferencias significativas con las estaciones sobre el agua. Los vientos son más variables y lentos debido a efectos topográficos locales.

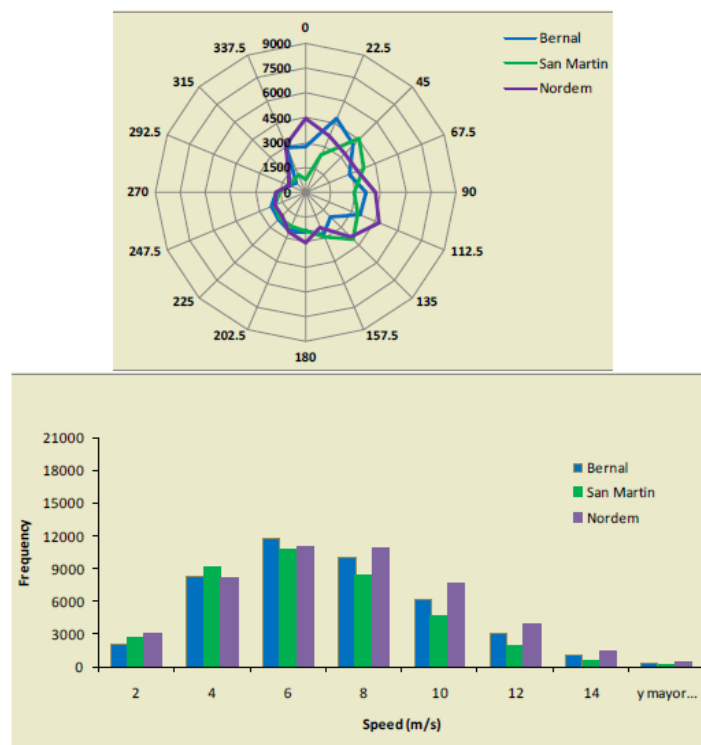


Figura 67: Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en el agua

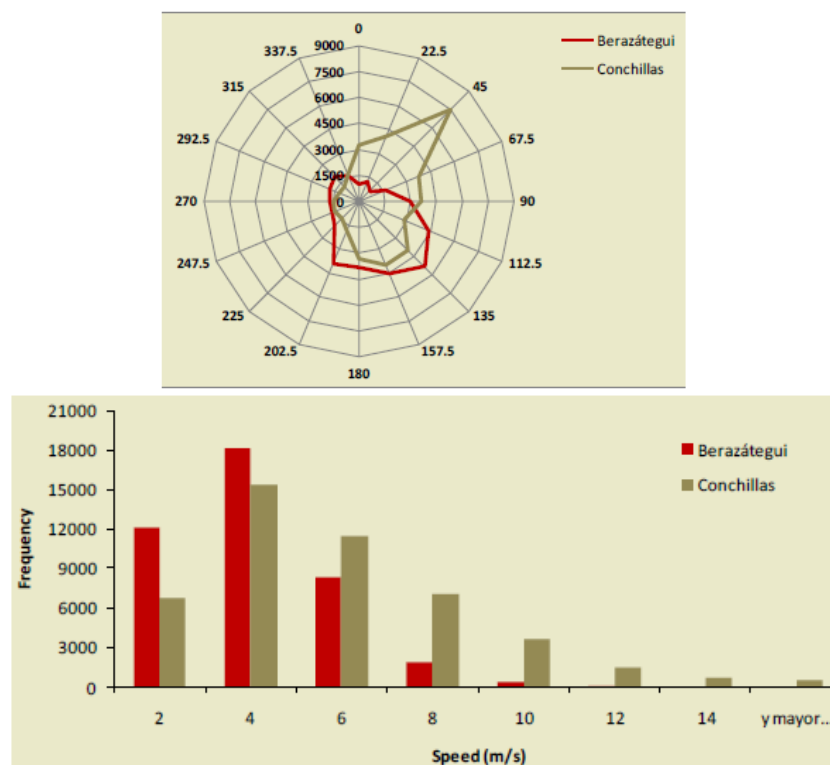


Figura 68: Histogramas para la velocidad y la dirección del viento medido en las estaciones localizadas en tierra



## **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 69. 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 (primavera). La intensidad máxima de radiación solar es de alrededor de 1000 W/m<sup>2</sup>.

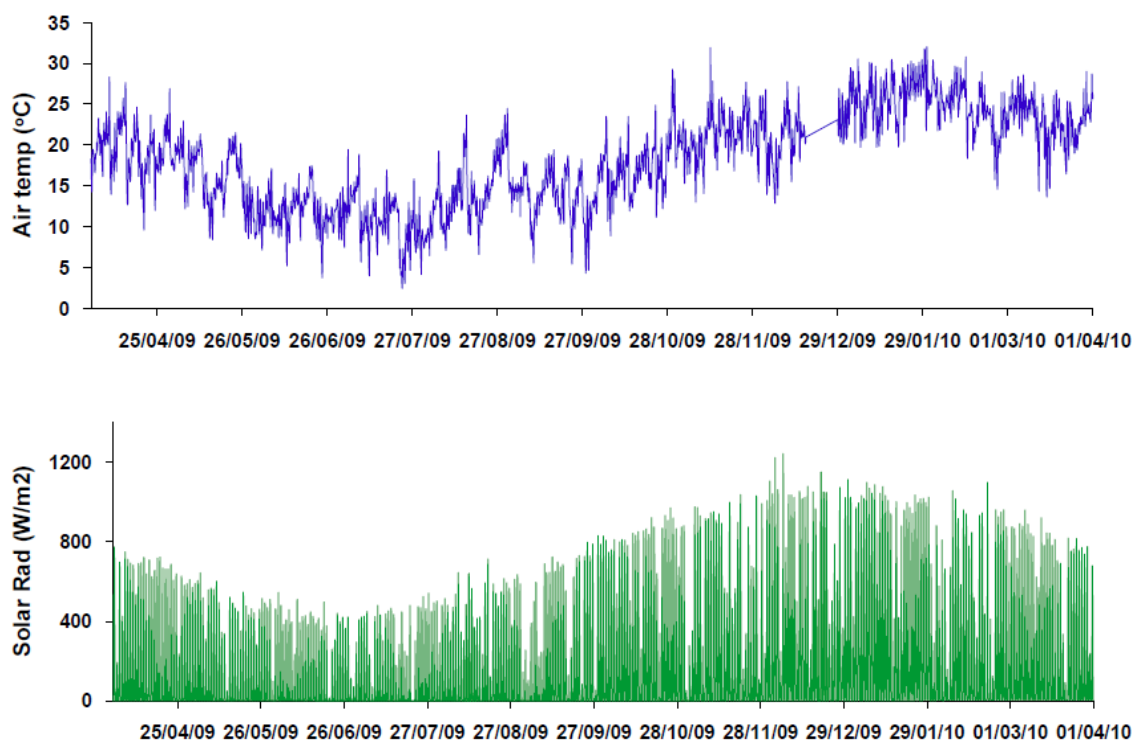


Figura 69: Temperatura del aire y radiación solar en Bernal.

## **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 70 y se resumen en la Tabla 4 de la Figura 71. 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 72.

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.<sup>22</sup>



Figura 70: 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 71: Fuentes de datos de nivel de agua

<sup>22</sup> Estos datos son discutidos en el estudio completo que se encuentra en el Anexo IV.

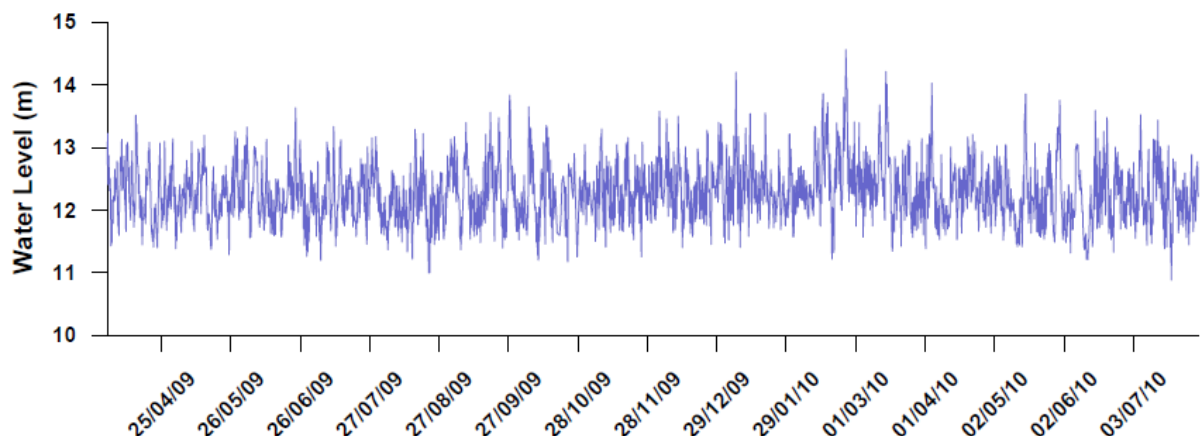


Figura 72: Niveles de agua registrados en la estación Oyarvide para el periodo de simulación

### 3.1.2.2 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 73. 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 74.



Figura 73: Principales tributarios del Río de la Plata.

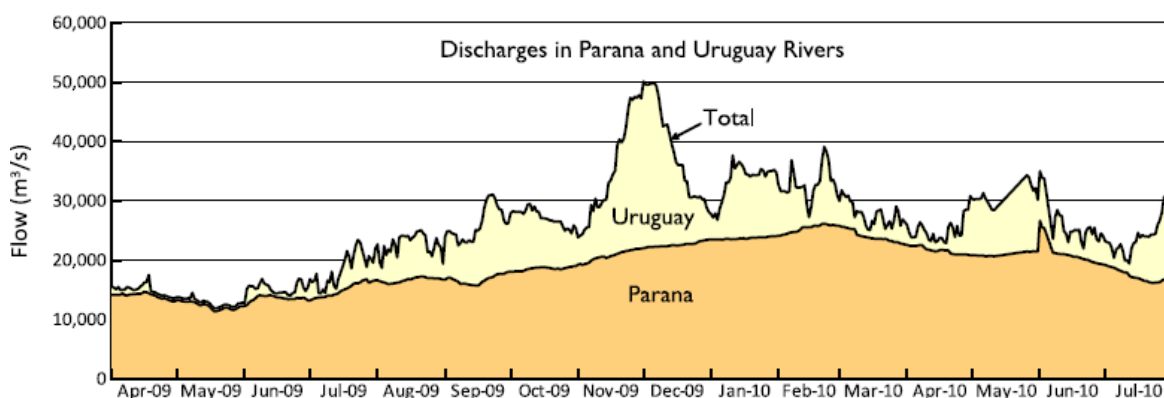


Figura 74: Descargas de los ríos Uruguay y Paraná

Los caudales medios estimados previamente por Jaime y Menéndez (2002) se muestran en la Tabla de la Figura 75. La descarga total de los ríos en el Río de La Plata (Figura 74) 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 el Anexo IV.

**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)**

	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

Figura 75: Caudales de invierno y verano (m<sup>3</sup>/s) para los tributarios principales del Río de la Plata

### 3.1.2.3 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 de la Figura 62. Los perfiles se tomaron cada hora durante períodos de 24 horas. Los siguientes parámetros fueron medidos: turbidez, conductividad, salinidad, temperatura y densidad (unidades ot). Un perfil típico en Berazategui tomado el 11 de febrero de 2009 a

las 11:45 se muestra en la Figura 76. Todos los perfiles muestran una columna de agua homogénea, o muy débil y brevemente estratificada y no se consideran más<sup>23</sup>.

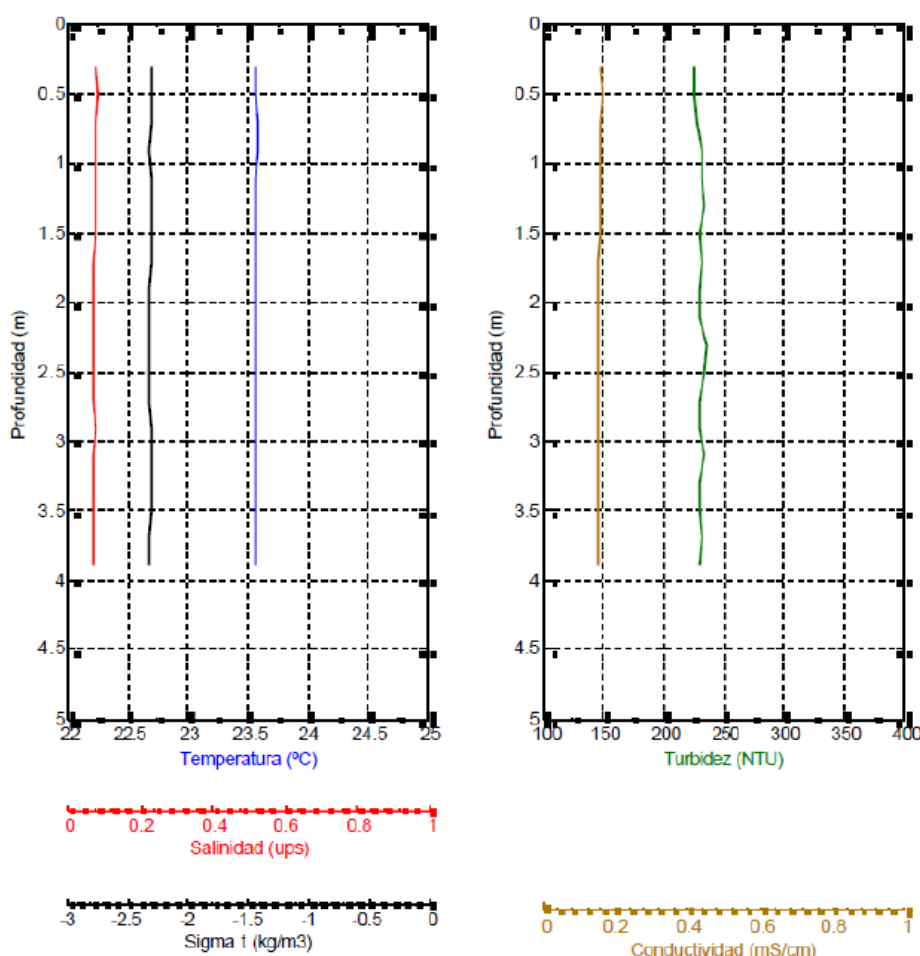


Figura 76: Perfilamiento CTD en Berazategui el 11 de febrero del 2009 a las 11:45 (Eih, 2009b)

### 3.1.2.4 Mediciones ADCP

Seis perfiladores acústicos de corriente Doppler (ADCPs) se instalaron en junio de 2009 en los lugares indicados en la Figura 77. Sus coordenadas y otros detalles se resumen en la Tabla de la Figura 78. Cuando los equipos fueron atendidos en febrero de 2010, fueron reinstalados en coordenadas un poco diferentes designadas como "New" en la Figura 78. 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

<sup>23</sup> Para el resto de perfiles, ver Anexo IV



(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<sup>24</sup>.



Figura 77: 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

Figura 78: Resumen de los detalles de instalación de los ADCPs.

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 61 como “service break”. Los ADCPs miden la velocidad y dirección de la corriente en celdas

<sup>24</sup> Para obtener más información sobre los sensores, ver Anexo IV.

definidas a lo largo de la columna de agua. Cada ADCP mide usando 10 celdas cuyos anchos se muestran en la Tabla de la Figura 78, 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)<sup>25</sup>.

### **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 79 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 de la Figura 80.

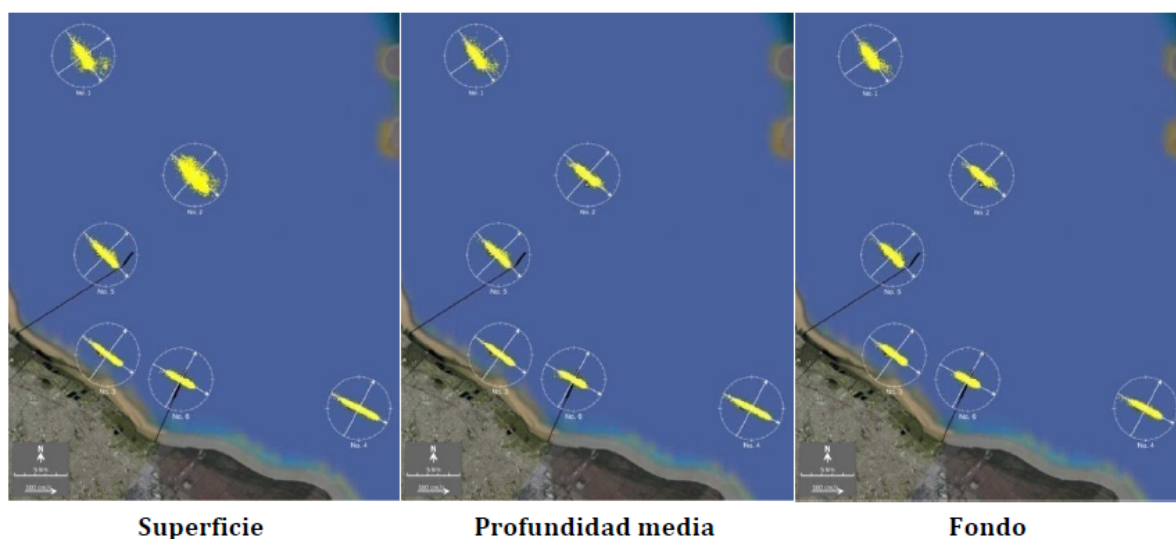


Figura 79: Diagramas polares de dispersión típicos y ejes principales de las Corrientes a 3 profundidades, 16 Junio – 16 Septiembre, 2009

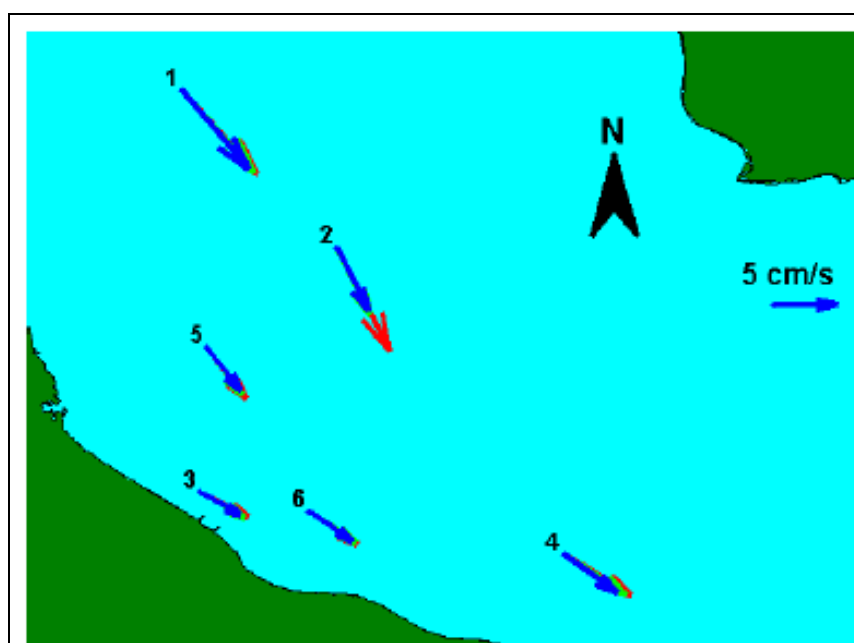
<sup>25</sup> Para más detalles sobre los instrumentos y de montaje, vea Anexo IV. Los datos de los ADCPs fueron sometidos a un extensivo análisis, y utilizados para calibración del modelo hidrodinámico.

**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 80: Resumen de las propiedades de las corrientes promediadas en la profundidad, 16 junio al 16 de septiembre 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 81) 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 81: 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 82 y 83.

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 Anexo IV 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).

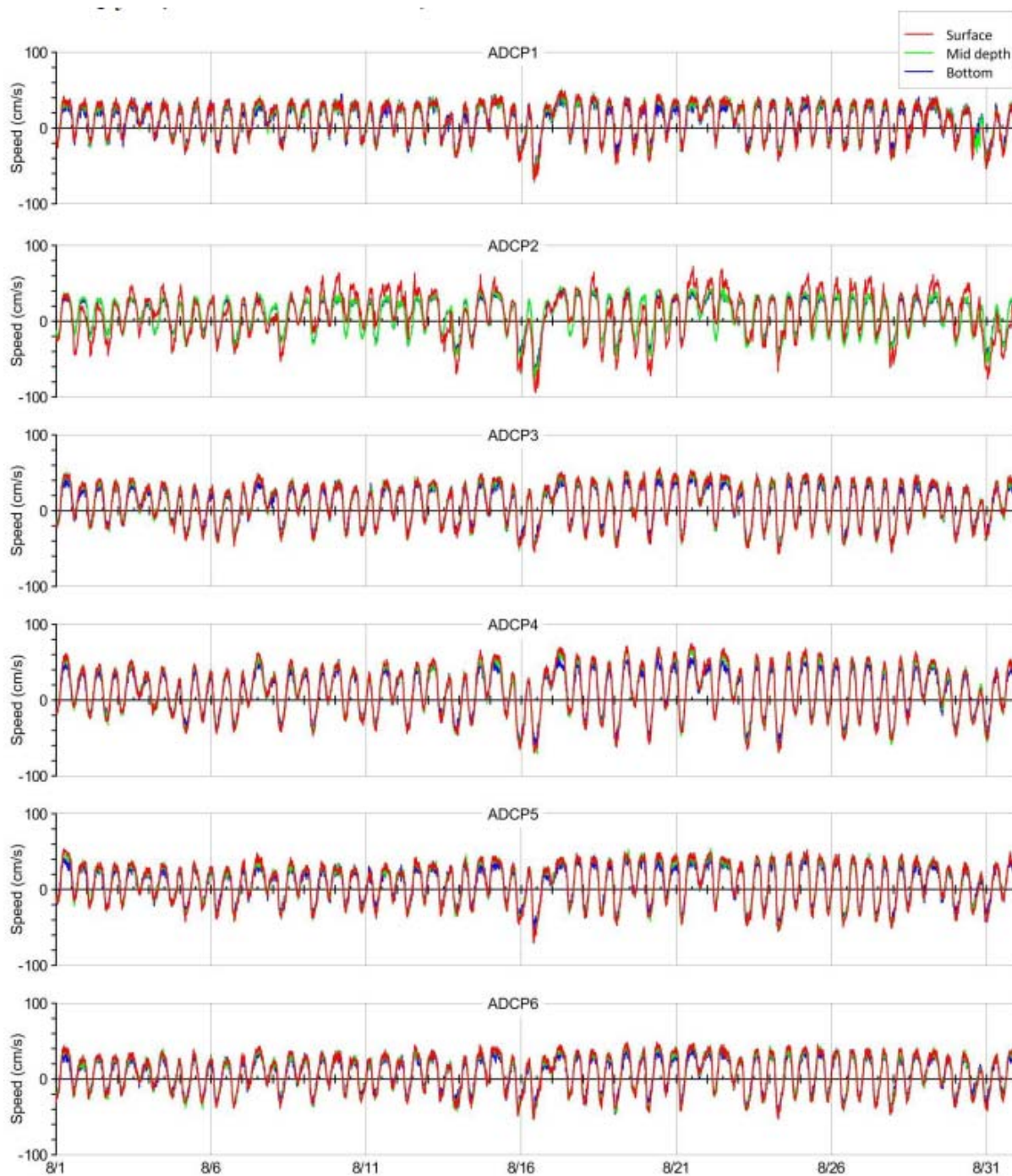


Figura 82: Primera componente principal de las corrientes, Agosto 2009



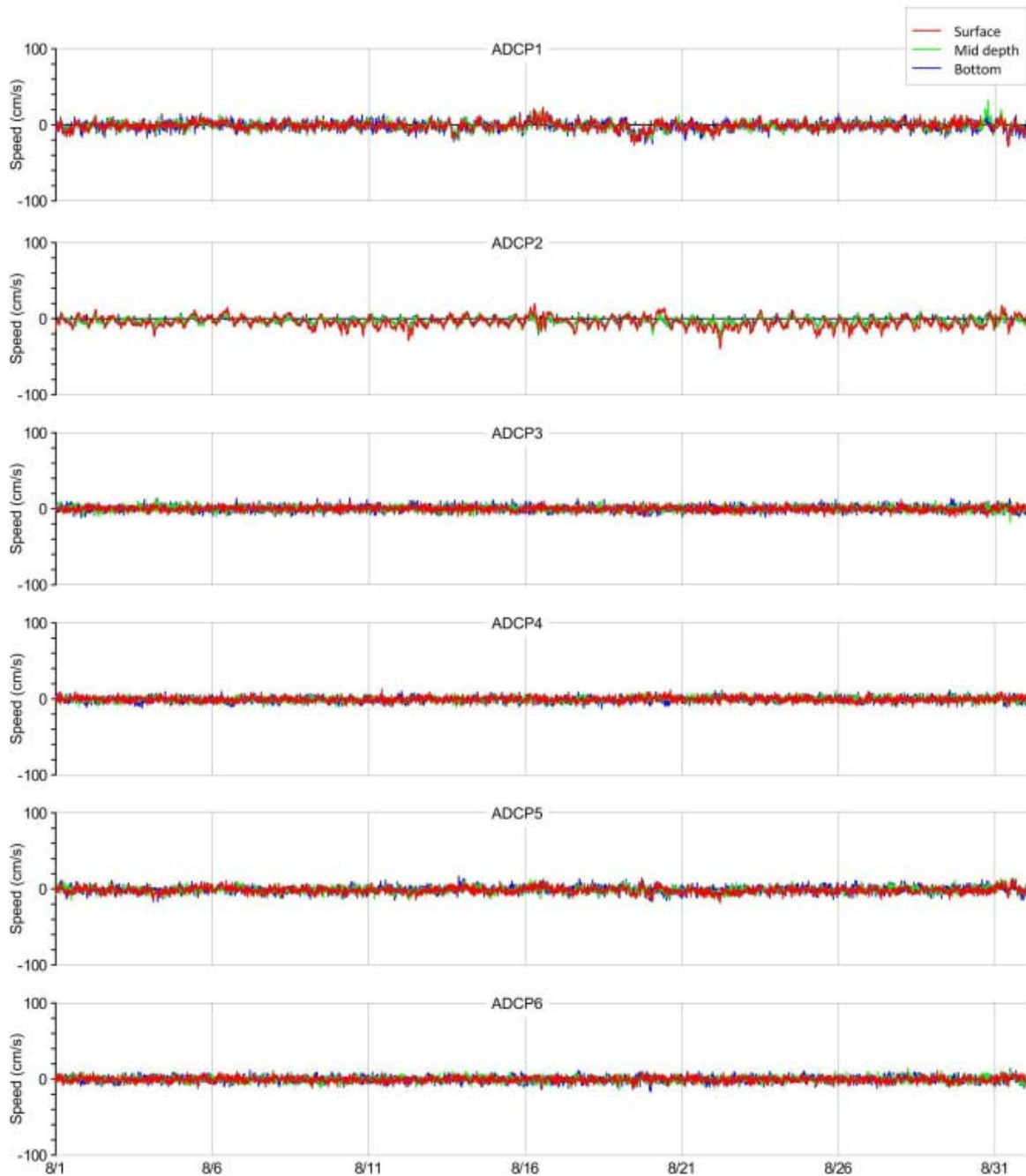


Figura 83: Segunda componente principal de las corrientes, Agosto 2009

A fin de resumir las características esenciales de las corrientes, sus parámetros estadísticos más importantes se resumen por meses en la Tabla de la Figura 84. 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 84).

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 (m <sup>3</sup> /s)	ADCP#5				ADCP#6			
		Vector. velocidad de la corriente media (m/s)	Dirección PC1 (deg)	Desviación estándar		Vector. velocidad de la corriente media (m/s)	Dirección PC1 (deg)	Desviación estándar	
				PC1 (m/s)	PC2 (m/s)			PC1 (m/s)	PC2 (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

Figura 84: Resumen de las propiedades de las corrientes promediadas en la profundidad y caudales promedio para los ríos Paraná y Uruguay.

De la esta Tabla, y los datos de los gráficos del Anexo IV, 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 85. Como era de esperar la corriente media está estrechamente relacionada con el caudal de los ríos y aumenta con ellos de forma aproximadamente lineal<sup>26</sup>.

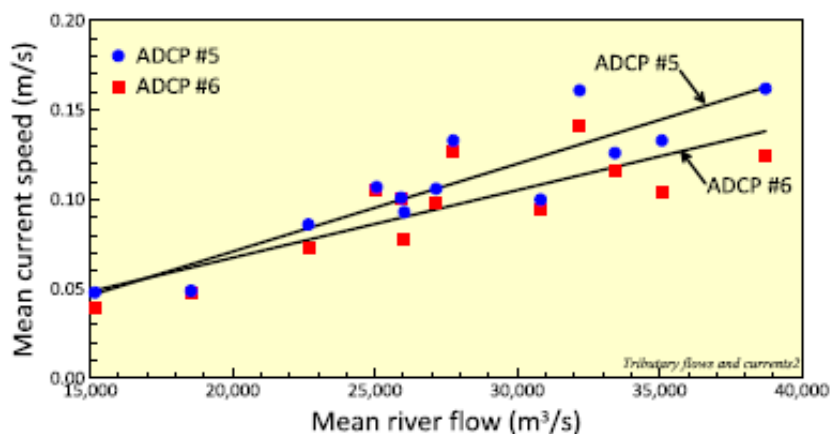


Figura 85: Corrientes medias medidas por los ADCPs en función del caudal combinado de los ríos Paraná y Uruguay

<sup>26</sup> Las implicaciones de esto en las diluciones de los emisarios se discuten en el Anexo IV.

## **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 86<sup>27</sup>. Los niveles de agua están claramente asociados a las mareas y muy coherentes entre los instrumentos<sup>28</sup>.

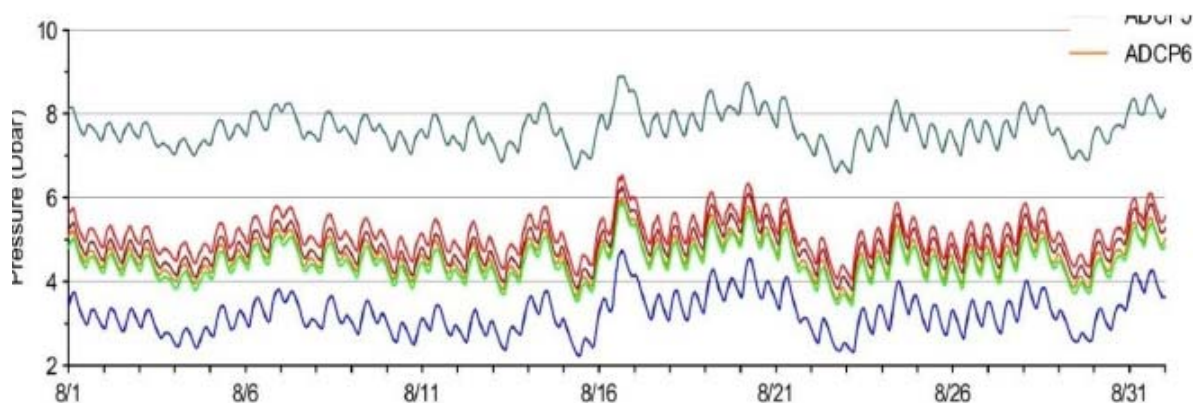


Figura 86: Presión (profundidad del agua) medida por los ADCPs, Agosto 2009

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 87), 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 también un componente aleatorio. Las excursiones típicas de las mareas de menos de 10 kilómetros fueron confirmadas por las simulaciones de la pluma discutidas en el Anexo IV (Informe completo). El histograma de elevaciones de la superficie del agua de la Figura 87 muestra que los valores más frecuentes se presentan entre 0,65 y 0,85 para este mes.

<sup>27</sup> El resto del período se muestra en el Anexo IV.

<sup>28</sup> Las comparaciones con los niveles de agua simulados se discuten en el Anexo IV (ver informe completo de modelación).

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.

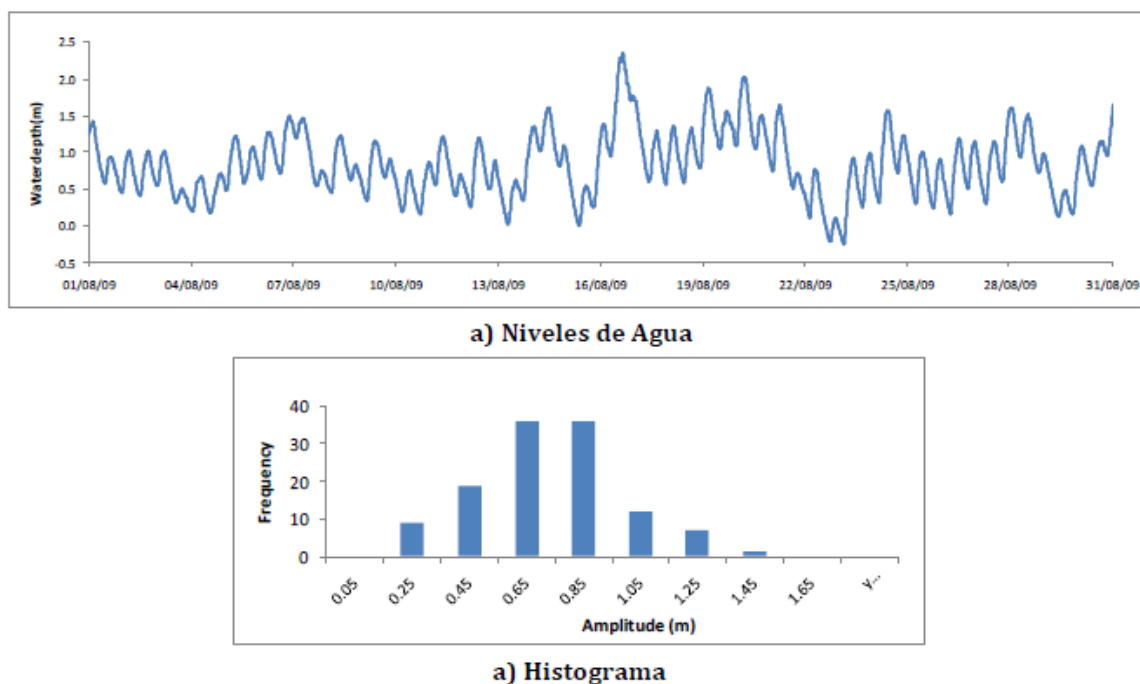


Figura 87: Niveles de Agua medidos por el ADCP #5, Agosto 2009

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 las serie de tiempo medido en las estaciones Oyarvide y Brasileira (Figura 88), localizadas a unos 50 km de distancia, que muestran una diferencia típica de tiempo entre los picos de alrededor de 1,5 horas.

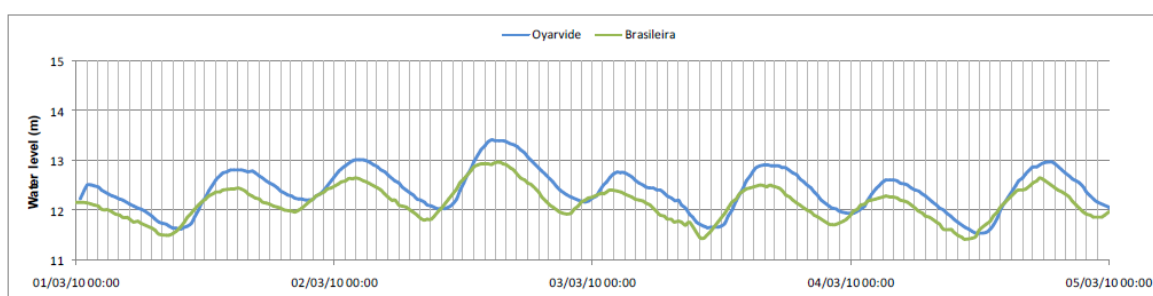


Figura 88: Niveles de Agua medidos en Oyarvide y Brasileira, Marzo 1 – 5, 2010.

## **Temperatura y Salinidad**

Temperaturas típicas del agua medidas por los seis ADCPs se muestran en la Figura 89 para Agosto del 2009. Los registros completos de temperatura se muestran en el Anexo IV (Estudio de modelación). 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.

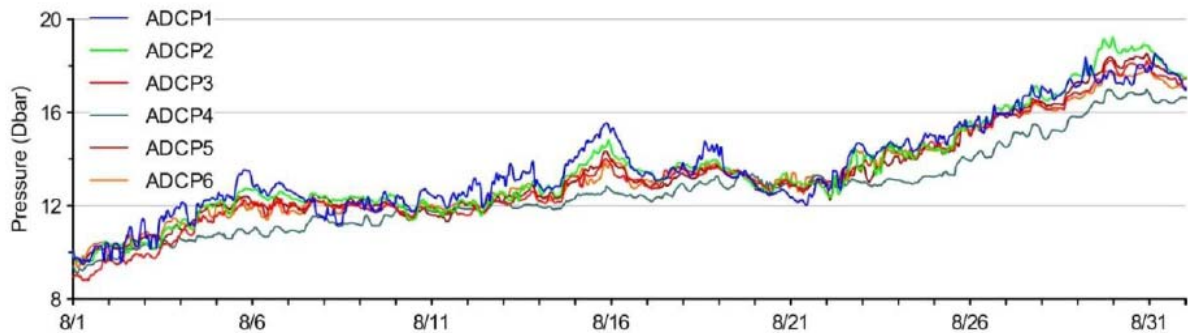


Figura 89: Temperatura del agua medida por los ADCPs, Agosto 2009

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 90. 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.

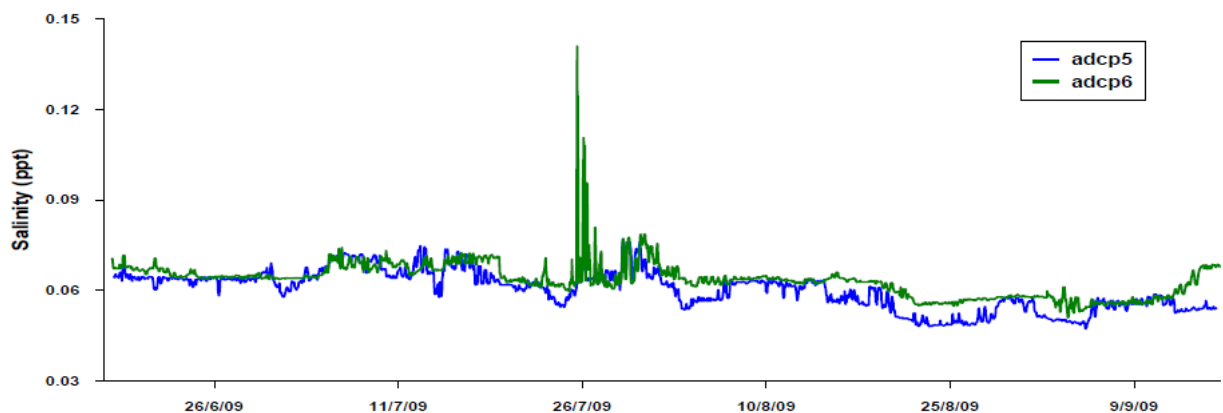


Figura 90: Salinidad



## **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 91 y 92.

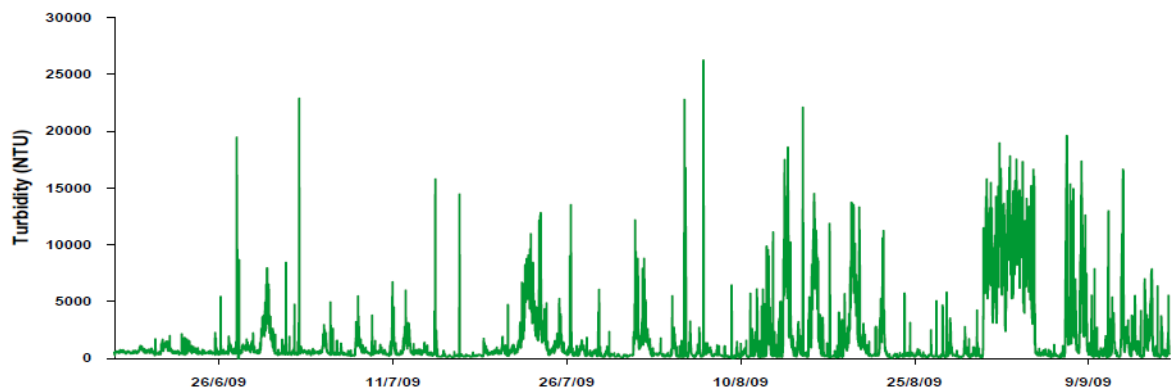


Figura 91: Turbidez

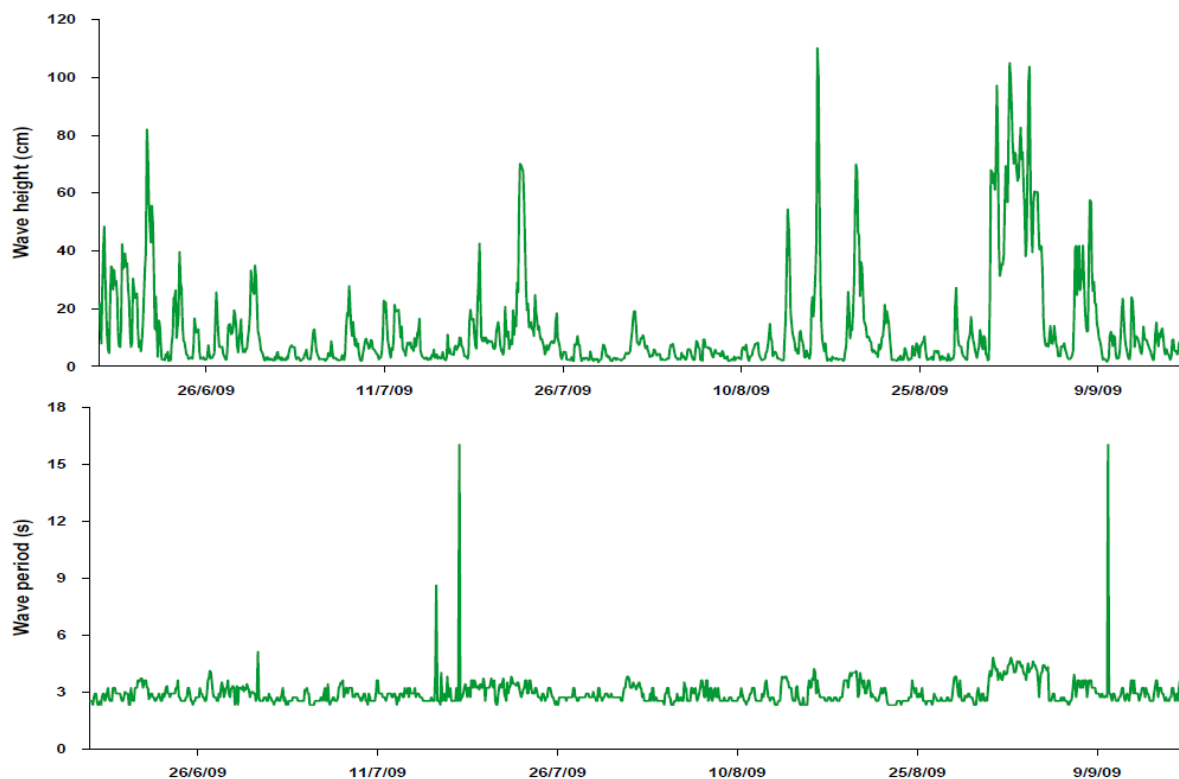


Figura 92: Altura y periodo de la ola

### 3.1.2.5 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.<sup>29 30</sup>

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.

### 3.1.2.6 Conclusión

A partir de los estudios realizados se puede concluir que:

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.

Las mediciones extensivas con ADCPs muestran las corrientes fluyendo predominantemente 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

<sup>29</sup> Para más detalles de los experimentos, véanse Anexo IV.

<sup>30</sup> Un resumen gráfico de cada experimento se presenta en el Anexo IV (estudio de modelación). Cada gráfico muestra las trayectorias de los derivadores, las velocidades y los gráficos tipo pluma de los vectores de velocidad de un derivador de

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 debido 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.

### 3.1.3 Geología

La secuencia estratigráfica de la región es relativamente sencilla. Podría resumirse en una pila de sedimentos, en su mayoría continentales, que se apoyan sobre un basamento cristalino fracturado. Dentro de la secuencia estratigráfica sólo afloran las secciones sedimentarias más modernas. Esto se debe a que el paisaje de la Región Pampeana no ha estado sujeto a fenómenos tectónicos de plegamiento o alzamiento, lo cual tiene su relación con el relieve de tipo llanura levemente ondulada. Hacia fines del Siglo XIX, F. Ameghino<sup>3132</sup> aplicó por primera vez nombres propios a los diferentes horizontes de la serie Pampeana, construyendo un sistema de nomenclatura regional y estableció el esquema estratigráfico básico del área. (Figura 93).

---

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.

<sup>31</sup> AMEGHINO F. 1880. La Formación Pampeana, París, Buenos Aires.

<sup>32</sup> AMEGHINO F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos de la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Actas VI. Córdoba.

Dentro de la región pampeana las capas que forman parte de la secuencia estratigráfica son aquellas pertenecientes a las siguientes Formaciones (nombradas de la más joven a la más antigua):

- Formación Pospampeana (Platense, Querandinense y Lujanense),
- Formación Pampeana (Bonaerense y Ensenadense),
- Formación Puelchense.

En aquella zona de la región pampera cercana a la costa del Río de la Plata, la cual tiene relación con el área del proyecto, se puede establecer una clara vinculación entre las características geomorfológicas y las estratigráficas.

	Ameghino (1889)	Frenguelli (1950)	Gonzalez Bonorino (1965)	Tricart (1973)	Unidades glacioestratigráficas Kraglievich (1952) - CFI (1990)	Fidalgo (1973 - 82)								
H O L O C E N O	Ariano	Aimarense	Postpampeano	Holoceno (Incluido en Dunquerkiano)	Postglacial La Plata	Fm. Lujan	Miembro Río Salado	Fm. Las escobas	Fm. La Pastera					
		Cordobense												
P L E I S T O C E N O	Aimara	Platense	Pampeano	Postplatense Platense  Postquerandinense  Querandinense  Fini-Pampiano  Pampiano	Glaciación Atuel	Fm. Pampiana	Mb. Guerrero	Fm. Destacamento Río Salado	Formación Pascua          Miembro inferior					
		Querandinense												
	Platense	Lujanense			Interglacial Belgrano		Mb. Superior							
	Querandino	Belgranense												
		Bonaerense			Interglacial Diamante									
		Ensenadense superior												
		Interense-nadense			Interglacial Intersendada									
		Ensenadense inferior			Glaciación Colorado									
	Chapalmanense	Interglacial												
		Glaciación Villamanca												
		Preglacial Mogotes												
T E R C I A R I O	Lujanense	Puelchense												
	Bonaerense													
	Belgranense													
	Ensenadense													

Figura 93: Estratigrafía comparativa

### **Formación Pampeana**

En el corte geológico regional esquemático presentado en la Figura 94 puede observarse que en los sedimentos de la *Formación Pampeana* afloran o subafloran, dependiendo del relieve. Los horizontes más antiguos, pertenecen a la *Formación Ensenadense*, están situados en las cotas más bajas; mientras que los horizontes más jóvenes de la *Formación Bonaerense* se encuentran en las cotas más altas del terreno.



La *Formación Pampeana* está conformada por paleosuelos que se caracterizan por su buena consistencia debida a los procesos previos de consolidación. Se puede dividir en tres horizontes superpuestos (de más jóvenes a más antiguos):

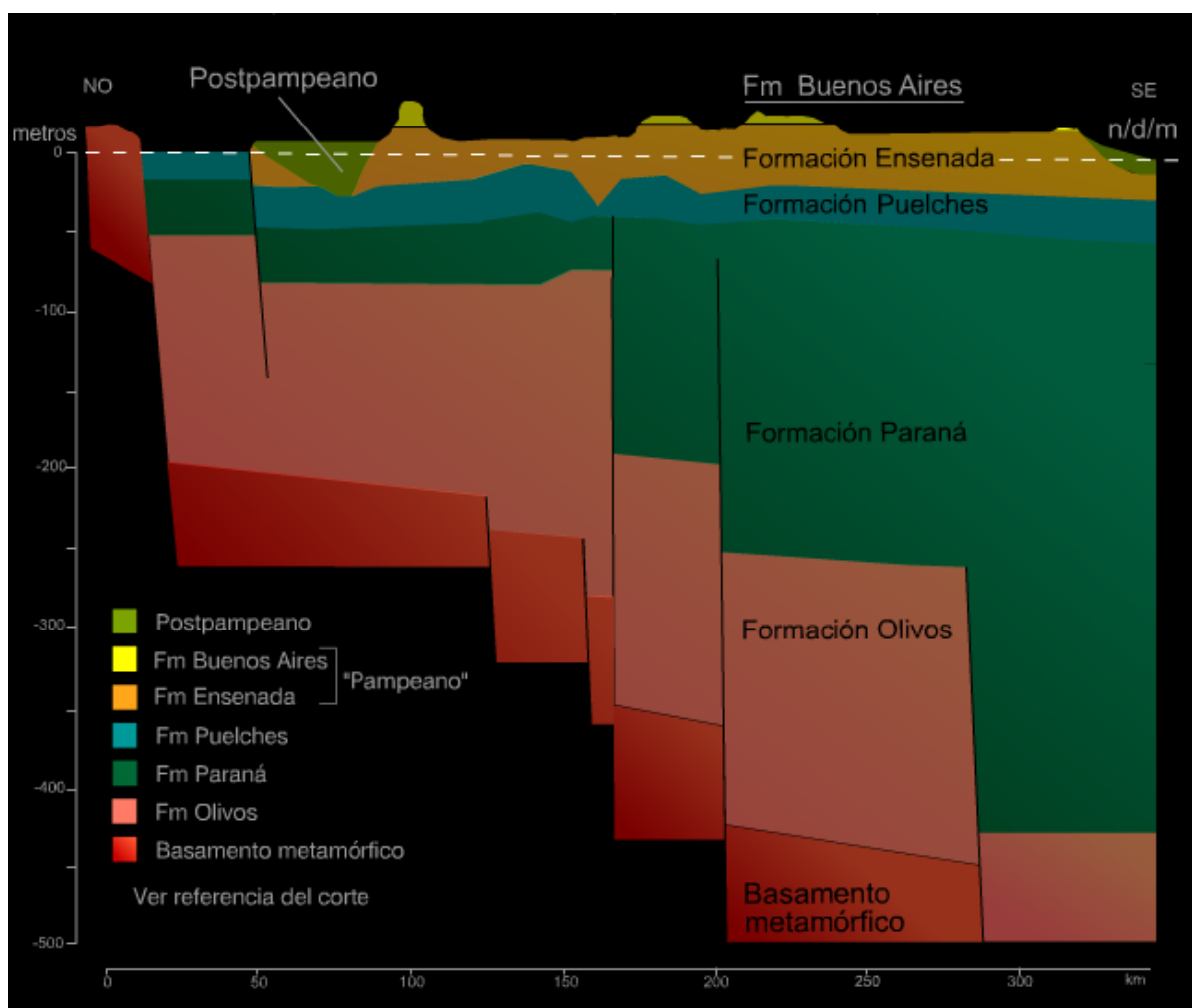
El primero de ellos es el horizonte superior, corresponde al piso *Bonaerense*. Su color es castaño y es de tipo arcilloso. Se lo puede caracterizar como un suelo, firme, plástico y a veces expansivo. La napa profunda se encuentra situada hasta un máximo de 10 metros por debajo del terreno natural. El horizonte superior se presenta por sobre la cota OSN 22,5 m aproximadamente.

El segundo horizonte, el intermedio, pertenece al piso *Ensenadense Superior*. Posee el mismo color que el anterior horizonte y es del tipo limoso y limo-arenoso. Es poco plástico, muy cohesivo y duro debido a la presencia de impregnaciones calcáreas nodulares o mantiformes llamadas “toscas”.

El tercer horizonte, el inferior, se corresponde con el piso *Ensenadense Inferior*. Se manifiesta normalmente por debajo de la cota OSN 0,0 m, razón por la cual es una unidad de subsuelo no aflorante en ningún sitio (al igual que todas las unidades estratigráficas que se encuentran por debajo de ella).

Este horizonte inferior presenta un color gris-verdoso y su granulometría es arcillosa. Son suelos muy consistentes debido a los procesos de preconsolidación a los que han estado sujeto. Es de destacar sus características que van de plástico a muy plástico y puede presentar laminación horizontal. Es de baja permeabilidad vertical, constituyéndose en confinante de las arenas acuíferas subyacentes (que conformarán el acuífero *Puelchense*) hacia las que pasa hacia abajo en transición. En algunos puntos posee muy escaso espesor o se encuentra ausente, permitiendo la comunicación de los acuíferos libre y confinado.

Por debajo de la *Formación Pampeana* (Superior, Intermedio e Inferior), se ubica la *Formación Puelche* conformada típicamente por arenas claras, limpias, acuíferas y confinadas.

Figura 94: Esquema de corte estratigráfico suelo- subsuelo<sup>33</sup>.

### **Formación Pospampeana**

El corte geológico regional esquemático muestra la disposición de la *Formación Pospampeana*. Esta se dispone aflorante en los principales cauces tributarios del Río de la Plata.

Aquellos paleosuelos que se presentan en superficie son los que corresponden a los pisos *Lujanense*, *Platense* y *Querandinense* de la *Formación Pospampeana*; los cuales se encuentran ubicados sobre los paleosuelos de la *Formación Pampera* (Intermedio e Inferior); los cuales a su vez están sobre los paleosuelos de la *Formación Puelchense*.

Dichos paleosuelos están sometidos a frecuentes procesos de inundación, sepultamientos y decapitaciones. La zona de depositación pospampeana responde en líneas generales a un

<sup>33</sup> "AABA Atlas Ambiental de Buenos Aires - <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>". Nabel, Paulina, infografía AABA 2006.

conjunto estratigráfico de paleosuelos finos superpuestos, originados principalmente en ciclos climáticos interglaciares y glaciales (*Lujanense*, *Querandinense* y *Platense*) representativos de cambios en la posición de la línea de costa (nivel de base).

El *Lujanense* se corresponde a un período frío vinculado a un período glacial, con la costa muy alejada de la posición actual, mientras que el *Querandinense* es representativo de una ingresión marina interglaciar originada en el derretimiento de los casquetes glaciares, llegando a penetrar profundamente en los ríos y arroyos tributarios al Río de la Plata. Los depósitos Platenses por su parte son limos loésicos depositados en ambientes comparables con el actual.

Actualmente los depósitos arcillosos orgánicos progradantes del Delta del Paraná avanzan sobre la costa del Río de La Plata llegando a la altura de San Isidro mientras que aguas abajo del Riachuelo, sobre la costa del Río de La Plata se depositan limos y limos arenosos finos propios de barras costeras generadas por las corrientes de deriva costeras (Sudestadas).

### 3.1.4 Fisiografía y Geomorfología

#### 3.1.4.1 Fisiografía

Como ya se mencionó, el área de estudio se encuentra localizada en la Región Pampeana, posee una morfología de tipo ondulada, es decir, relieve llano con algunas lomadas alternantes. Presenta una planicie inundable de suave pendiente hacia el Río de la Plata.

Se trata de un relieve formado a partir de la erosión de los sedimentos pampeanos dentro del cual se entallan los valles de los cortos arroyos locales que descienden hacia el Río de la Plata o hacia sus tributarios principales, que en la Región Metropolitana de Buenos Aires son los ríos de la Reconquista y Matanza–Riachuelo.

La acción antrópica ha modificado la fisiografía natural del terreno, construyendo zanjas, dragados, rectificaciones y desvíos de los cursos de agua o suavizando los accidentes geográficos y su pendiente natural. Por tratarse de zonas urbanizadas, la mayoría de los arroyos se encuentran entubados.

### 3.1.4.2 Geomorfología

Frengüelli<sup>34</sup> (1950) dividió a la región pampeana en dos terrazas, la Terraza Alta, la Terraza Baja y una Planicie Aluvial, las cuales se encuentran separadas por una antigua línea de costa, denominada escalón y por los sectores que bordean los cauces.

La **Planicie Aluvial** se dispone en los sectores bajos de los cauces de los ríos cubriendo las áreas en donde se producen las inundaciones máximas. En el caso del área aquí tratada, abarca la margen derecha del Riachuelo. Sobre el sector de la Provincia de Buenos Aires, el área que ocupa es baja, llegando a impactar hasta por lo menos la cota de 5 m. La planicie aluvial en gran parte se encuentra afectada antrópicamente debido a la localización urbana de barrios y asentamientos. En algunos sectores del cauce principal, se anularon algunos meandros debido a su rectificación. A pesar de estas obras, la Planicie Aluvial conserva las características de una morfología plana y baja, donde a modo de fantasmas se observan las depresiones y lagunas semilunares propias del sistema, las que en épocas de excesos hídricos se colmatan con aguas estancadas.

La **Terraza Baja** bordea al Río de la Plata y se extiende como una larga faja desde el Sudeste hacia el Noroeste hasta confundirse hacia el Norte con el Delta del Río Paraná. Frente a la Ciudad de Buenos Aires se ubica altimétricamente entre la cota del nivel del Río de La Plata y la cota de 12 m aproximadamente, ingresando en el tramo inferior de los ríos y arroyos que tributan al Río de la Plata, incluyendo al Riachuelo, en cuyo tramo inferior ingresa formando una gran bahía sobre la cual también desaguan directamente al Río de La Plata el canal Sarandí – arroyo de las Perdices.

La **Terraza Alta** es más extensa en superficie. Se ubica directamente por arriba de la anterior. Comprende las alturas mayores a cota 12 a 15 m. En su parte más alta, ocupa los sectores centrales de la traza del Ferrocarril, en el tramo de las estaciones Lanús, Lomas de Zamora y Temperley. En este sector se encuentra la divisoria de aguas con el sistema de desagüe al Río de la Plata, representado por el río Riachuelo y el arroyo de las Perdices - Canal Sarandí.

Las obras que aquí se estudian se encuentran sobre la Terraza Baja.

---

<sup>34</sup>FRENGÜELLI, J. 1950 Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT Serie II.



### 3.1.5 Suelos

Los suelos han sido adaptados de acuerdo al Atlas de Suelos de la Provincia de Buenos Aires (INTA, 1990), a partir de los cuales se extrapolaron las unidades de suelos.

De acuerdo a esta metodología se localizaron en el área dos tipos de complejos de suelos. El sector bajo del relieve correspondiente a la planicie aluvial del Río de la Plata, está dominado por el Complejo Indiferenciado Río de la Plata (CORP/DNeh), mientras que el sector elevado de la antigua planicie de la Llanura Pampeana, conserva relictos de los suelos del Complejo Argiudoles Acuicos (Mlac-20/DNeh).

#### **Complejo indiferenciado Río de la Plata: CORP/DNeh**

Este Complejo se dispone en el sector bajo sobre la ribera, entre el Partido de Avellaneda por el norte y el de Berazategui por el sur, hasta más allá de la desembocadura del arroyo Plátanos y sobre el mismo Río de la Plata. Son suelos poco desarrollados, en general cubiertos a semicubiertos por agua (Figura 95).



Figura 95: Sector bajo de la planicie aluvial y ribera del Río de la Plata, Se observan los suelos cubiertos a semicubiertos por agua, con su vegetación característica del bañado y bosque marginal.

A raíz de los trabajos de canalizaciones y rellenos antrópicos, algunos sectores están elevados. En las áreas donde se desarrollaron *Natracualfes típicos*, predomina un horizonte superior delgado entre 5 a 8 cm de potencia, de color pardo claro y pobre representación de materia orgánica. Su textura es franca a franco arcillo limosa. Le sigue por debajo un horizonte B2t, con elevados porcentajes de sodio intercambiable. Los espesores varían entre 12 a 50 cm y su composición es arcillosa a limo arcillosa. El horizonte C es alcalino, con escasas concreciones calcáreas, donde crece la vegetación autóctona y exótica característica de la planicie aluvial.

### **Complejo Argiudoles Acuicos Mlac-20/DNeh**

El Complejo está integrado en un 50% por *Argiudoles ácuicos* característicos de las planicies llanas de la Llanura Pampeana, que en muchos casos constituyen divisorias de agua, 30% de *Natracuoles típicos* y 20% de *Natracualfes típicos*.

El subgrupo predominante se desarrolla en áreas imperfectamente drenadas que presentan un importante espesor. El horizonte superior es franco limoso, con abundante materia orgánica y un espesor de hasta 25 cm.

El horizonte B1 también es franco limoso, con un espesor de hasta 70 cm; en profundidad presenta escasas concreciones de hierro-manganeso. Por debajo, se desarrolla un horizonte de aproximadamente 50 cm de igual relación arena arcilla, aunque su coloración es más clara que el anterior

#### **3.1.5.1 Hidrogeología.**

De acuerdo a Auge<sup>35</sup> (2004) el área de estudio queda comprendida dentro de la región hidrogeológica NE de la Provincia de Buenos Aires. Esta zona comprende el sector NE de la provincia de Buenos Aires y sus límites son: al NO la Provincia de Santa Fe, al NE y SE los ríos Paraná y de la Plata y al SO la divisoria entre las cuencas hidrográficas del Plata y del Salado. (Figura 96)

---

<sup>35</sup> AUGE, M. 2004. "Regiones Hidrogeológicas Argentinas". La Plata, Buenos Aires

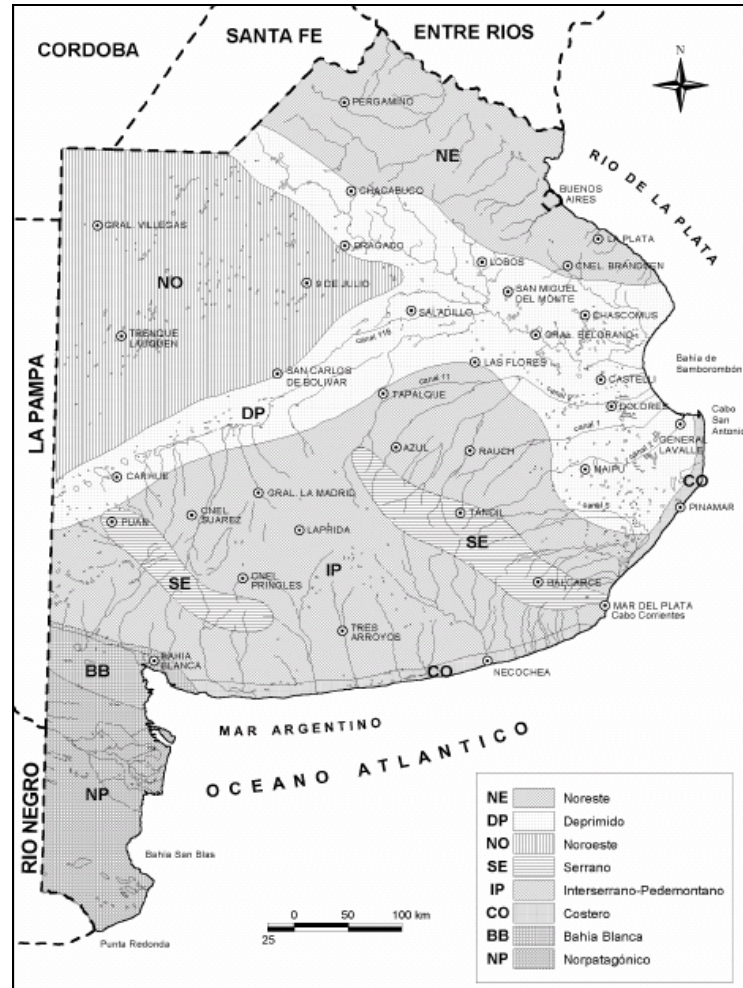


Figura 96: Regiones hidrogeológicas de la Provincia de Buenos Aires

El drenaje superficial es favorecido y limita anegamientos en el Delta del Paraná y planicies de inundación de los ríos presentes en el área de los Proyectos. En esta área existe un predominio de escurrimiento superficial hacia el Río de la Plata. Es por ello también, que se deben prever inundaciones por Sudestada o lluvias, pero con un rápido escurrimiento del líquido. Las condiciones morfológicas de la región, de pendientes muy bajas y las características generales geomorfológicas y edafológicas; favorecen la infiltración y también la recarga de los acuíferos.

Cada Formación Geológica posee un comportamiento hidrogeológico particular. Se mencionan a continuación las principales Formaciones relacionadas con el área de estudio:

- La Formación La Plata se comporta como un acuífero libre discontinuo con una salinidad de 1 a 5 g/l. Su uso es de tipo rural y ganadero.
- La Formación Querandí, perteneciente a la Edad Holocena, posee un comportamiento hidrogeológico del tipo acuitardo a pobremente acuífero; siendo su salinidad de 5 a 10 g/l.
- La Formación Luján, perteneciente también a la Edad Holocena, posee el mismo comportamiento variando levemente su salinidad (2 - 10 g/l).
- La Formación Pampeana de la Edad Pleistocena, se comporta como un acuífero libre el cual en profundidad pasa a ser semiconfinado. Posee moderada productividad y su salinidad es de 0,5 a 2 g/l. Su uso es urbano, rural y es utilizado para riego complementado con uso ganadero e industrial.
- La Formación de las Arenas Puelches, perteneciente a la Edad Plio-Pleistocena tiene un comportamiento hidrogeológico del tipo acuífero semiconfinado de media a alta productividad (30 a 150 m<sup>3</sup>/s). Su salinidad es menor a 2 g/l. Sus usos son similares que la Formación Pampeana.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el área de recarga se sitúa en la Terraza Superior y el área de descarga en la Terraza Inferior.

### **3.1.6 Recursos hídricos**

#### **3.1.6.1 Recursos hídricos superficiales**

Todos los ríos y arroyos que se encuentran en el Área Metropolitana de Buenos Aires pertenecen a la Cuenca del Plata, que presenta tres cursos principales, los ríos Luján, Reconquista y Matanza – Riachuelo, a partir de los cuales se estructura la mayor parte del drenaje regional y una serie de ríos y arroyos de menor magnitud.

Estos ríos, en su mayoría, se encuentran muy modificados, en particular en la Ciudad de Buenos Aires y algunas zonas densamente pobladas del conurbano, el sistema de drenaje original se ha sustituido por emisarios y conductos secundarios entubados.



### **Cuenca del Plata- Generalidades**

La Ciudad de Buenos Aires y su conurbano se ubican sobre la costa meridional del Río de la Plata, desagüe de una de las cuencas más caudalosas del mundo, que cubre áreas no sólo argentinas sino también uruguayas, paraguayas y brasileñas de más de 4.000.000 km<sup>2</sup>. El Río de la Plata posee características de estuario. Es profundo cerca de su desembocadura y playo en las proximidades de las costas. Presenta un régimen fluvial típico, influido por las mareas y sudestadas, provenientes del Atlántico.

Las dos cuencas de mayor importancia que llegan al Río de la Plata son las de los ríos Reconquista y Matanza-Riachuelo. El área de proyecto se encuentra sobre la costa del Río de la Plata y el emisario, en particular, se ejecutará bajo y sobre el lecho del mismo.

### ***Río de la Plata***

El Río de la Plata se ubica en la costa Este de América del Sur, entre los paralelos 34° y 36°20' de latitud Sur y los meridianos 55° y 58°30' Oeste aproximadamente. De acuerdo con el Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo, se extiende desde el paralelo de Punta Gorda (latitud 33° 55'Sur) hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, ubicada en la línea imaginaria que une Punta Rasa (RA) con Punta del Este (ROU). Su longitud aproximada es de unos 320 km y su sección es creciente hacia el SE, variando su ancho desde los 2 km en su nacimiento hasta los 220 km en su desembocadura. (Figura 97)

Este río se caracteriza por ser muy extenso y poco profundo, abarca una superficie aproximada de 30.000 km<sup>2</sup> y posee una longitud aproximada de costa de unos 416 km en el caso de la dirección Norte y de unos 393 km en el de la dirección Sur.

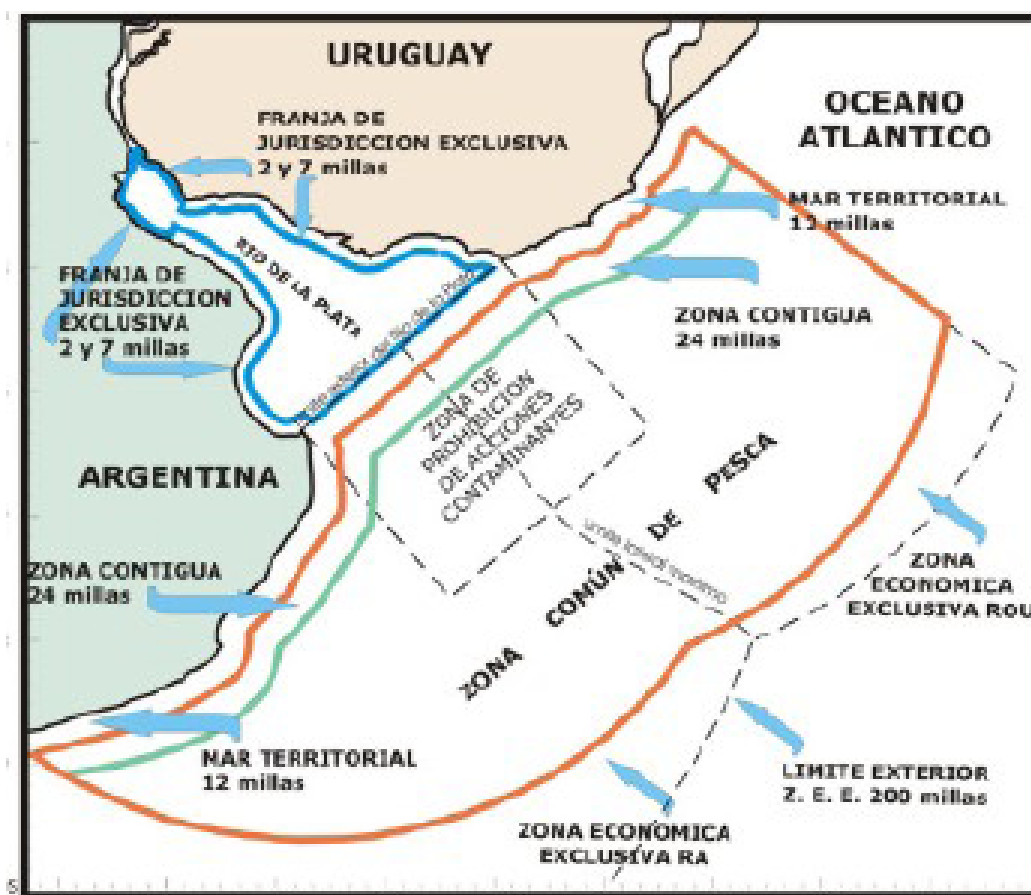


Figura 97: Áreas de jurisdicción en el río de la Plata y su Frente Marítimo<sup>36</sup>

Los principales rasgos geomorfológicos del río están dados por:

- Los bancos, que actúan encauzando la descarga fluvial y al mismo tiempo atrapando y dispersando sedimentos,
- Las cuencas erosivas, que actúan alternativamente como receptores temporarios y como fuentes de aporte de sedimentos y,
- Los canales, que contribuyen a la ruta de la descarga fluvial.

Los sedimentos finos se encuentran confinados al Río de la Plata superior e intermedio, en tanto que las arenas cubren la mayor parte del Río de la Plata exterior y la plataforma continental adyacente.

La calidad de aguas del Río de la Plata está influenciada por las condiciones, mareológicas y meteorológicas que producen alteraciones en el régimen del río. Estas alteraciones provocan cambios en la distribución de los parámetros fisicoquímicos, por lo que los

<sup>36</sup> FREPLATA, 2007. [www.freplata.com.ar/acerca\\_del\\_proyecto/area\\_de\\_estudio.htm](http://www.freplata.com.ar/acerca_del_proyecto/area_de_estudio.htm)

valores de calidad de aguas en distintos puntos del Río de La Plata deben interpretarse como valores medios sujetos a fluctuaciones. Con respecto a la contaminación, los ciclos biogeoquímicos están vinculados directa o indirectamente a la distribución y variación espacio-temporal de la salinidad, las corrientes, la dinámica sedimentaria, y a la morfología del río.

De acuerdo al estudio de la CARP (1989) las concentraciones de oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos dan una medida de la capacidad de autodepuración del río en lo que hace a dichos parámetros, observándose en general el descenso de las concentraciones de amonio y nitrito a escasa distancia de la zona de vuelco de efluentes industriales y municipales. Los valores mínimos de oxígeno disuelto se corresponden siempre con zonas próximas a las descargas costeras cloacales e industriales en ambas márgenes.

El material en suspensión juega un papel relevante por la capacidad de la fracción fina de adsorber, transportar y liberar contaminantes y nutrientes, por regular la absorción de la luz y por sus efectos sobre la productividad primaria. Dicho material y los sedimentos de la costa argentina, desde la zona Norte de la ciudad de Buenos Aires hasta Atalaya, se ven afectados en su mayor parte por los efluentes del Paraná de las Palmas-Luján y por los que recibe a lo largo del trayecto hasta la ciudad de La Plata.

En aguas dulces, los metales pesados se absorben a arcillas finas y quedan retenidos por los filtros de las plantas potabilizadoras.

Como resultaba lógico suponer, las mayores concentraciones de metales y biocidas se detectan en las zonas de vuelco de efluentes de los grandes asentamientos urbanos y disminuyen desde la costa hacia el interior del río. Los compuestos organoclorados tienden a ser absorbidos por las arcillas, dado su carácter hidrófobo pero debido a la presencia de descargas industriales y urbanas desde tierra firme las mayores concentraciones se encuentran en las franjas ribereñas.

De manera más particularizada, la distribución de la calidad física, química y biológica de las aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata, está influenciada en mayor o menor medida por las condiciones hidrodinámicas y meteorológicas reinantes y, en particular, por los aportes contaminantes que recibe, ya sea desde la Cuenca del Plata (Ríos Paraná y Uruguay) como de los aportes directos desde su costa.

Dentro de los ríos y arroyos que desaguan al Río de la Plata hay algunos de ellos que tienen incidencia directa en el área de estudio por presentar niveles muy altos de contaminación.

Entre las descargas mas importantes de cauces con alto nivel de contaminación se pueden destacar las siguientes:

- Riachuelo, (Río Matanza- Riachuelo)
- Río Reconquista, que vierte sus aguas al Río Luján,
- Arroyo Sarandí,
- Arroyo Sto. Domingo,
- Aliviador del Arroyo Jiménez,
- Arroyo Las Conchitas.
- Arroyo El Gato.

Desde hace varios años se vienen realizando estudios sobre la contaminación en la Franja Costera Sur del Río de la Plata, con el objeto de determinar entre otras cosas, hasta donde se extiende su área de influencia, cuales son los inconvenientes que provoca, ya sea tanto desde lo estético como de lo sanitario, y quienes son los responsables de su deterioro.

El relieve del predio en estudio se caracteriza por su baja pendiente y su morfología levemente ondulada debido a la presencia de antiguos albardones costeros. Los albardones costeros configuran el límite entre la actual planicie lateral del Río de la Plata y la antigua planicie alta de la llanura pampeana. La vegetación presente es característica de los bañados, desarrollándose en los sectores topográficamente bajos del área. Ambos factores son de gran importancia restringiendo la escurrimiento natural del área debido solamente a la pendiente.

La generación de estos bañados presenta una estrecha relación con el promedio de precipitaciones registradas en la región y el aporte de las fluctuaciones de los niveles del Río de la Plata.

La descarga de las napas freáticas contra el nivel del río incrementan los factores del desarrollo de los bañados.

Las inundaciones atemporales producidas en el área a causa de las Sudestadas del RDLP tienen una incidencia marcada en la dinámica hídrica de la zona de estudio. Debido a la



cercanía del predio a la costa rioplatense su influencia es directa. Al producirse un evento de sudestada, toda el área en estudio (a excepción del camino principal y las construcciones existentes que se encuentran sobreelevadas) tienden a inundarse rápidamente siendo su evacuación muy lenta, como se observa en la Figura 98.



Figura 98: Esguerrimiento superficial en el predio

El área estudiada desagua mediante canales y otros cursos menores, directamente al Río de la Plata, es por ello que tiene un alto porcentaje de su superficie anegable donde se producen inundaciones en forma periódica por los procesos antes descriptos. Los arroyos regionales que han sido canalizados poseen un régimen irregular, el cual está determinado por las precipitaciones pluviales estacionales.

Actualmente la zona del predio de la Planta Berazategui, más cercano a la costa, se encuentra elevado y se ha construido una defensa costera para proteger las instalaciones de la Planta que se encuentra en construcción, como puede verse en la Figura 99.

Como puede apreciarse en la Figura 99, sólo una pequeña porción del predio se ha modificado, el resto del predio conserva la morfología de la región.



Figura 99: Predio - defensa - relleno

Los arroyos regionales que han sido canalizados poseen un régimen irregular, el cual está determinado por las precipitaciones del área.

### **Arroyos con descarga costera**

En el año 2010 el equipo de AySA realizó una campaña de muestreo anual de los afluentes al Río de la Plata.

A los efectos que los datos de las muestras sean representativas, las extracciones se realizaron en tiempo seco, y se consideró que no haya llovido los tres días previos al muestreo. Otro de los factores que se tuvo en cuenta para la extracción de las muestras es que el curso a muestrear se encuentre en bajante hacia el cuerpo receptor.

A las muestras se les han analizados distintos parámetros, seleccionados de tal manera que la evaluación de ellos presuma la contaminación de origen antropogénica.

Dentro del área de influencia del Partido de Berazategui se muestrearon los siguientes arroyos:

- Arroyo Sarandí
- Arroyo Santo Domingo
- Arroyo Jiménez
- Aliviador Arroyo Jiménez
- Arroyo Las Conchitas
- Arroyo Del Gato

Los parámetros a analizar fueron:

- |                 |                         |                            |
|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| - Temperatura   | - Cianuros              | - Cromo6+                  |
| - pH            | - Sólidos Suspendidos   | - Plomo                    |
| - Conductividad | - Amonio                | - Mercurio                 |
| - Turbiedad     | - Nitritos              | - Cadmio                   |
| - Sulfuros      | - Hidrocarburos totales | - Arsénico                 |
| - OD            | - SRAO                  | - Plaguicidas y Herbicidas |
| - Oxidabilidad  | - SSEE                  | - HAP                      |
| - DBO           | - Sustancias fenólicas  | - SOC-VOC                  |
| - DQO           | - Cromo3+               | - Coliformes fecales       |
|                 |                         | - Escherichia coli         |

### ***Calidad de los arroyos***

#### Conductividad

Los valores oscilaron entre 960 y 1230 us/cm. Se pudo observar que en este sector, hubieron tres muestras que superaron las 1000 us/cm, y correspondieron a las muestras extraídas en los puntos: A° Sarandí, Sto Domingo, A° Jiménez y A° Las Conchitas, cuyos datos fueron: 1130, 1230, 1140, 1120 us/cm, respectivamente. El promedio de este parámetro fue 1093 us/cm.

#### Turbiedad

Se pudo observar que los valores registraron estuvieron entre 76 y 124 NTU, correspondiendo el máximo valor a la muestra extraída en Arroyo Sarandí. El valor promedio fue de 98 NTU.

#### pH

Los valores fluctuaron entre 7.1 y 9.1 UpH. El valor promedio fue de 8.3 UpH.

#### Oxígeno Disuelto

Se observó que de seis muestras extraídas, en cuatro de ellas los valores fueron <0.5 mg/l, y correspondieron a los Arroyos Sarandí, Sto Domingo, Jiménez, y Del Gato, en las dos

muestras restantes las concentraciones fueron de 6.2 mg/l, para Aliviador Jiménez y 3.6 mg/l, para A° Las Conchitas.

#### *Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)*

Los valores oscilaron entre 4.6 y 100 mg/l, la mayor concentración fue en la muestra extraída en el A° Sarandí. El promedio fue de 45.3 mg/l.

#### *Demanda Química de Oxígeno (DQO)*

Se pudo observar que las concentraciones fluctuaron entre 35 y 260 mg/l, la máxima concentración correspondió al punto proveniente de Arroyo Sarandí.

#### *Oxidabilidad*

Las concentraciones oscilaron entre 6.4 y 41 mg/l, la máxima concentración correspondió a la muestra proveniente del A° Sarandí. En este sector el promedio fue de 18 mg/l.

#### *Hidrocarburos*

Se pudo detectar que en las primeras cuatro muestras que se extrajeron, los datos oscilaron entre 22 y 51 mg/l. Hubieron dos muestras, en las cuales los valores estuvieron por debajo del límite inferior de cuantificación de la técnica analítica (<4.0 mg/l), y correspondieron a los puntos: A° Las Conchitas y Del Gato.

#### *Sustancias fenólicas*

Se observó que en dos muestras las concentraciones no superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica analítica: <0.010 mg/l y correspondieron a A° Sarandí y Aliviador Jiménez, el resto de las muestras los valores estuvieron entre 0.01 y 0.04 mg/l.

#### *Sustancias Solubles en éter Etílico- SSEE-*

Se pudo observar que la concentración hallada en este sector, estuvo por debajo del límite de cuantificación inferior, una excepción fue la muestra extraída en A° Sarandí, cuya concentración fue de 24 mg/l.

#### *SRAO*

Los valores oscilaron entre 0.4 y 1.7 mg/l, ésta concentración fue hallada en la muestra proveniente del punto A° Sarandí, con excepción de la muestras extraída en Aliviador



Jiménez, cuyo dato hallado no superó el límite de cuantificación de la técnica analítica (<0.3 mg/l).

#### Cromo tri y hexavalente

Se pudo observar que en todas las muestras, los valores no superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica analítica <0.1 mg/l).

#### Mercurio

Se pudo observar que en todas las muestras extraídas, los datos no superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica analítica <1.0 ug/l.

#### Arsénico

En las muestras extraídas en el Sector Sur, se pudo observar que los valores hallados oscilaron entre 15 y 19 ug/l, ésta última concentración correspondió a la muestras extraídas en Arroyo Sarandí, Las Conchitas y Del Gato.

#### Cianuros totales

Se pudo observar que en todas las muestras los valores fueron <0.05 mg/l.

#### Cadmio

No se ha detectado valores que superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica (<2.0 ug/l), en ninguna de las muestras analizadas.

#### Plomo

Se pudo observar que en todas las muestras, los valores no superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica analítica (<20 ug/l). Una excepción fue la muestra extraída en A° Jiménez, cuya concentración fue de 68 mg/l.

#### Bacteriología

Los puntos con mayor carga bacteriana correspondieron a los Arroyos Sarandí, Sto Domingo, Jiménez, en donde los valores estuvieron en 6 órdenes de magnitud.

#### HAP - Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares

Se pudo observar en una de las muestras, la concentración superó el límite de cuantificación inferior de la técnica, y correspondió al punto Sto Domingo con 0.01 ug/l.

Se pudo apreciar que en las muestras analizadas no se ha detectado la presencia de otros compuestos que integran el grupo de los hidrocarburos aromáticos polinucleares.

#### Compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles

- 1-2 Diclorobenceno:

En las muestras extraídas se pudo observar que las concentraciones halladas estuvieron entre 0.6 y 3.6 ug/l, éste último valor correspondió a la muestra extraída en Arroyo Sarandí. Se pudo observar que en una muestra que corresponde a éste sector, la concentración no superó el límite de cuantificación superior de la técnica analítica empleada <0.1 ug/l y correspondió el dato a la muestra extraída en Arroyo Las Conchitas.

- 1.4 Diclorobenceno:

Se pudo detectar que los valores hallados oscilaron entre 0.3 y 3.6 ug/l, este último dato correspondió a la muestra extraída en Arroyo Sarandí. En una de las muestras de este sector el valor no superó el límite de cuantificación inferior de la técnica, <0.1 ug/l y correspondió Arroyo Las Conchitas.

- 1,1,1 tricloroetano:

En el Sector Sur, en todas las muestras extraídas, los valores no superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica.

- Bromodiclorometano:

Las concentraciones halladas estuvieron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica.

- Bromoformo:

Se pudo observar que en todas las muestras, las concentraciones halladas estuvieron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica.

- Cloroformo:

Las concentraciones estuvieron entre 3.6 y 32.9 ug/l, la máxima concentración correspondió a la muestra extraída en Santo Domingo, excepciones fueron las muestras extraídas en los Arroyos Las Conchitas y del Gato, en donde las concentraciones no superaron el límite de cuantificación de la técnica

- Dibromoclorometano:

Se pudo observar que en todas las muestras los valores hallados no superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica analítica.

- Etilbenceno:

Se detectó sólo en una de las muestras un valor que superó el límite de cuantificación de la técnica y correspondió al punto Santo Domingo, cuya concentración fue de 8.0 ug/l.

- Tetracloroetano:

De las seis muestras que se extrajeron, se detectaron en los tres primeros puntos que corresponden a esta zona, concentraciones entre 0.6 y 29 ug/l, éste valor en Arroyo Santo Domingo. En el resto de las muestras, los valores no superaron el límite de cuantificación de la técnica, < 0.5 ug/l.

- Tetracloruro de Carbono:

Se pudo observar que en todas las muestras analizadas, los datos no superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica empleada <0.5 ug/l.

- Tolueno:

Se pudo detectar en dos muestras valores que superaron el límite de cuantificación de la técnica, y correspondieron a las muestras extraídas en los Arroyos Sarandí y Sto Domingo, cuyas concentraciones fueron de 15.7 y 65 ug/l, respectivamente.

- Tricloroetileno:

Se han detectado en dos muestras, trazas de ésta sustancia, con 0.5 ug/l, y correspondieron a los puntos provenientes de los Arroyos Las Conchitas y Del Gato. El resto de las muestras el valor fue de 4.0, 2.0 y 1.2 ug/l, correspondiendo a los puntos Arroyo Sarandí, Santo Domingo y Aliviador Jiménez. En este sector, se halló la máxima concentración, que fue de 140 ug/l, y correspondió a la muestra extraída en el Arroyo Santo Domingo

- Trihalometanos:

Sólo se detectaron valores que superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica en las muestras provenientes de los Arroyos Sarandí y Sto Domingo, cuyas concentraciones fueron de 14.1 y 32.9 ug/l, respectivamente.

- Herbicida y Plaguicidas:

Se pudo observar que en ningunas de las muestras, los valores hallados superaron el límite de cuantificación inferior de la técnica analítica.

### Conclusiones

La evaluación de los datos se realizó en base a un solo muestreo y en una determinada época del año, por lo cual refleja una situación de la calidad de las descargas en un momento determinado.

Se puede apreciar, que de acuerdo a los datos analizados, existen volcamientos puntuales de sustancias, tales como: sustancias fenólicas, arsénico, SRAO, SSEE, algunos compuestos orgánicos volátiles, fluoranteno (hidrocarburo aromático polinucleares), lo cual da indicio de la presencia de efluentes de índole industrial.

Por lo tanto se podría apreciar que:

Se han detectado Hidrocarburos, Sustancias fenólicas, SRAO, SSEE (en una de las muestras), arsénico. Además, se ha detectado la presencia de algunos compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, tales como 1-2 y 1-4 etilbenceno, tricloroetileno, cloroformo, tolueno, THM. La aparición de todas estas sustancias indica la presencia de efluentes industriales que podrían atribuirse a industrias del rubro químicas, pinturas, plásticas, alimenticias.

### **3.1.6.2 Recursos hídricos subterráneos**

La hidrogeología del área puede caracterizarse como un sólo acuífero múltiple integrado por varias capas con comportamiento acuífero, separadas entre sí por capas con comportamiento de acuitardo, es decir con capas que, si bien pueden almacenar agua, la ceden con dificultad.

De acuerdo a sus propiedades litológicas, petrofísicas e hidrológicas, Sala y Auge (1969) identifican tres capas:

- Subacuífero Epipelche, alojado en sedimentos Pampeanos y Postpampeanos
- Subacuífero Puelche, alojado en las arenas Puelches
- Subacuífero Hipopuelche, formado por los sedimentos de las series Parania y Preparania



### **Subacuífero Epipelche**

Este subacuífero presenta leves variaciones que permiten caracterizarlo como anisótropo y heterogéneo. Está dividido en dos unidades: una superior, la capa freática de aproximadamente 10 m de potencia y una inferior, acuífero Pampeano, de 20 m de espesor.

Sala y Auge<sup>37</sup>, Sala<sup>38</sup> le asignan una permeabilidad del 25%, aunque en la zona de estudio este valor puede alcanzar valores menores al promedio de la unidad. Estas capas se encuentran separadas por lentes de menor permeabilidad, que pueden llegar a desarrollar gran extensión areal.

### **Subacuífero Puelche**

Situado por debajo del anterior, presenta mayor uniformidad, ya que las arenas que lo componen se caracterizan por una muy buena selección. Estas cualidades hacen que pueda considerarse isótropo y homogéneo en sentido horizontal, mientras que en sentido vertical, puede presentar cierta estratificación debida a la intercalación de lentes más arcillo - limosas. El subacuífero Puelche es el más explotado de la región.

Groeber<sup>39</sup> le asignó un valor de porosidad efectiva de 15%, pero Sala y Auge (1969) mediante ensayos de bombeo han concluido que presenta valores mayores que oscilan entre el 28% y el 30%.

Auge et al<sup>40</sup> en una actualización del conocimiento del acuífero Puelche, a escala regional, afirman que el espesor del mismo varía entre 20 y 90 m, aumentando ligeramente hacia los Ríos Paraná - de la Plata y marcadamente hacia la cuenca del Salado y el Cabo San Antonio. Está limitado en su parte superior por un acuitardo ( $T' \sim 5 \cdot 10^{-4} \text{ día}^{-1}$ ) y en su parte inferior por un acuicludo que lo separa del Acuífero Paraná.

Los parámetros hidráulicos medios son:  $T$  500 m<sup>2</sup>/d;  $K$  30 m/d;  $S$   $3 \cdot 10^{-3}$ ;  $\theta$   $2 \cdot 10^{-1}$ . La recarga es del tipo autóctona indirecta a partir del Acuífero Pampeano, donde éste posee carga hidráulica positiva. La descarga regional ocurre hacia las cuencas Paraná, de la Plata y Salado.

---

<sup>37</sup> SALA, J. Y AUGE, M., 1969. "Algunas características geohidrológicas del noreste de la Provincia de Buenos Aires". 4° Jornadas Geológicas Argentinas, Mendoza. TOMO II

<sup>38</sup> SALA, J., 1975. "El agua subterránea en el noreste de la Provincia de Buenos Aires. Reunión sobre la geología del agua subterránea de la Provincia de Buenos Aires". Relatorios. Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas.

<sup>39</sup> GROEBER, P., 1945. "Las aguas surgentes y semisurgentes del norte de la Provincia de Buenos Aires". Revista La Ingeniería, año XLIX n° 6, páginas 371-387. Buenos Aires.

### **Subacuífero Hipopuelche**

Es el acuífero menos conocido de los tres, debido a la poca cantidad de perforaciones que lo alcanzan. Se cree que es el que mayor grado de confinamiento e independencia. La calidad química de sus aguas es baja ya que presenta altos valores de salinidad (6.000 a 10.000 ppm).

### **Zona de Berazategui<sup>41</sup>**

Sobre el sector costero del Río de la Plata, la disminución de la carga hidráulica del acuífero origina un efecto negativo que es la intrusión de aguas salinas continentales que yacen bajo la planicie aluvial del río, como producto de las ingresiones marinas del Holoceno (Auge, 1997). Esta intrusión alcanza su máxima penetración en la Plata, extendiéndose geográficamente además desde el Sur de la ciudad de Buenos Aires hasta Berazategui, incluso en la planicie de inundación del curso inferior de tributarios del Plata (Reconquista, Matanza-Riachuelo, Jiménez, San Francisco, etc)

Surge entonces la secuela más reciente y problemática. La recuperación de los niveles piezométricos ocasionó la paulatina disminución en la transferencia vertical descendente desde el acuífero freático y el consecuente ascenso de sus niveles. Específicamente en Berazategui, se invierten los gradientes piezométricos originales por la sobreexplotación de las capas, generando que se capte agua desde la llanura baja, donde el Puelche presenta altas concentraciones de sales con concentraciones de Sólidos Disueltos Totales (STD) entre 2000 y mas de 5000 mg/L, sumando la presencia de sedimentos marino de la formación Querandina (Antigüedad  $\pm$  5000 años). Esta tendencia comenzó a crear problemas en las construcciones de sub-superficie realizadas entre 1920 y 1980, al acceder el agua a subsuelos, aparcamiento subterráneos, cámaras eléctricas y de teléfonos, etc. y a originar anegamientos crecientes y persistentes (Hernández y González, 1997).

También la urbanización formal o irregular en la planicie aluvial de los cursos de agua en dicho lapso creó problemas sociales y ambientales importantes, al comenzar a influir el fenómeno de recarga rechazada en las posiciones más bajas del relieve.

<sup>40</sup> AUGÉ, M., HERNÁNDEZ, M., HERNÁNDEZ, L.; 2002, "Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la Provincia de Buenos Aires". XXXII IAH Congress y VI ALSHUD Congress, Mar del Plata, Argentina. Pág. 624-633.

<sup>41</sup> Información obtenida del paper "Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la Provincia de Buenos Aires, Argentina"

### 3.2 Medio Biótico

El área de estudio se encuentra sobre una franja conformada entre la Autopista Buenos Aires - La Plata y la costa del Río de la Plata. Esta área corresponde a la ecorregión de Pastizales Pampeano, que en la actualidad, debido al proceso de antropización que se desarrolla en la región, sólo se ve representada en relictos o sectores relativamente mejor conservados en cuanto al patrimonio natural, como sucede en el entorno inmediato a la Planta Berazategui.

Esta condición se evidencia en la Figura 100, donde se observa la localización del predio donde actualmente se encuentra en construcción la Planta, en relación con el Río de la Plata, la trama urbana de la Región Metropolitana de Buenos Aires, la franja costera entre el canal Sarandí y la ciudad de La Plata con un uso del suelo predominantemente rural, las áreas naturales protegidas de Costanera Sur, Hudson y Punta Lara, las tomas de agua y los canales de navegación del Río de la Plata.

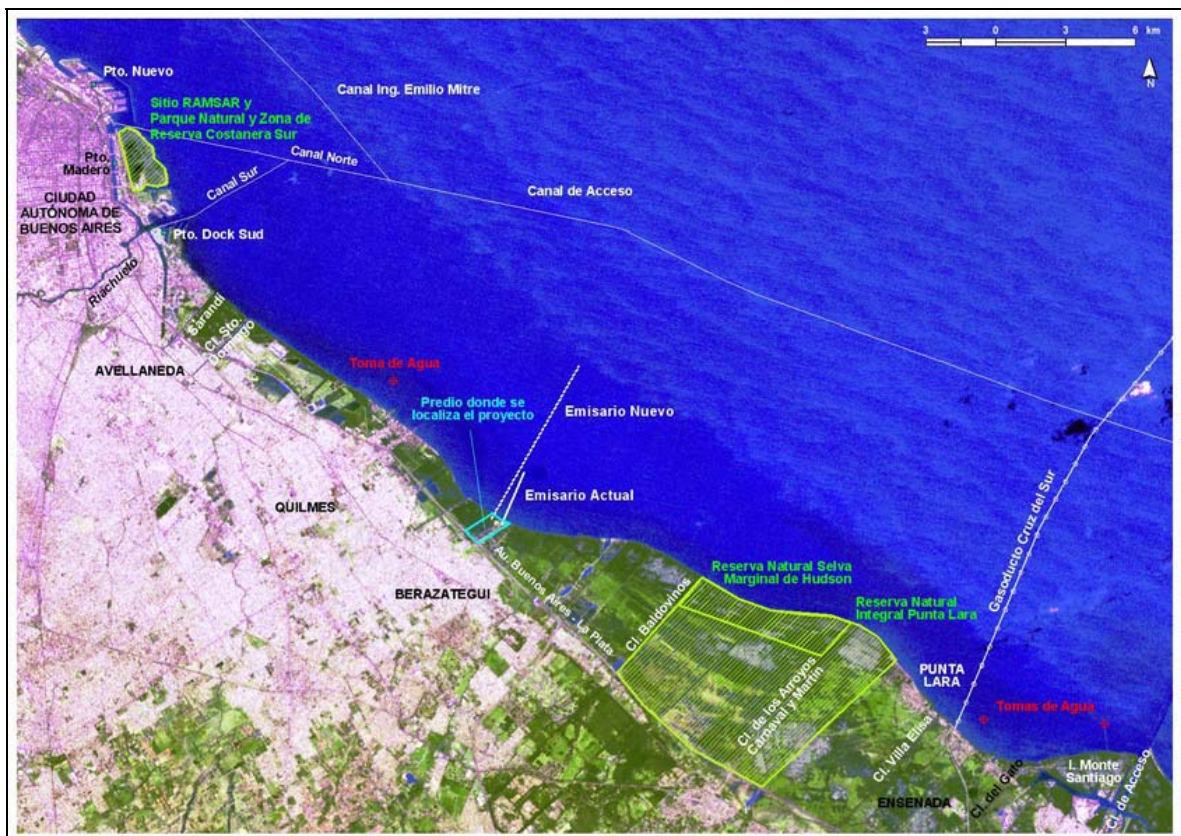


Figura 100: Contexto regional costero del proyecto.



A continuación se resumen las características del medio biótico general del entorno del predio de la Planta Berazategui.

A escala regional (ver Figura 101), es posible identificar sobre la franja costera una “Terraza alta” y una “Terraza baja” dominante al noreste de la Autopista donde se diferencian los siguientes ambientes: llanura inundable, madrejones, albardones costeros y finalmente un perfil de erosión sobre la ribera del río. Cada uno de ellos está caracterizado por un conjunto de factores ecológicos, edáficos e hidrológicos con sus diversas comunidades vegetales y especies de flora y fauna asociadas.

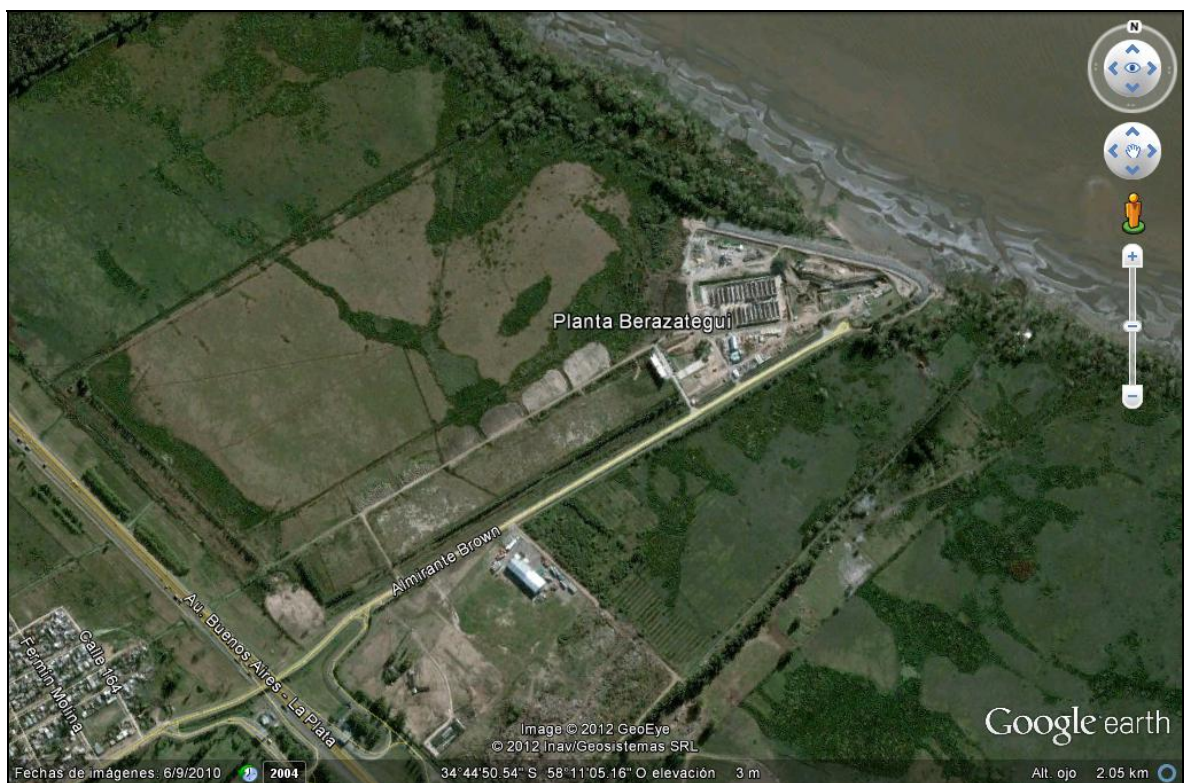


Figura 101: Entorno del predio de emplazamiento de la Planta Berazategui.

A escala regional y en condiciones originales, la zona que se analiza, presentaba dos mosaicos de comunidades vegetales.

Uno, predominantemente gramíneo con ausencia de árboles autóctonos sobre la llanura de inundación. Otro sobre el albardón y franja ribereña del Río de la Plata, donde se dan condiciones para el desarrollo bosques en galería, como la desarrollada en la franja costera.



Además de estas dos comunidades principales se presentan una gran variedad de tipos vinculados, tanto a posiciones relativas en el relieve general, como a particulares condiciones de los suelos sobre las que se instalan.

### 3.2.1 Flora y Vegetación

Se efectúa a continuación una breve caracterización de las comunidades más significativas en términos de su importancia biológica y ecológica<sup>42</sup>.

#### 3.2.1.1 Bosque marginal

El bosque marginal es una formación vegetal desarrollada en la margen derecha del estuario del Río de la Plata.

La dispersión en la zona de especies vegetales de linaje subtropical, emparentadas con las existentes en las selvas o bosques marginales de los ríos Paraná y Uruguay, está vinculada al aporte de sedimentos y arrastres producidos por las periódicas inundaciones derivadas del comportamiento hidráulico del Río de La Plata. La dispersión de semillas y otros propágulos y la ocupación de la faja costera por dichos elementos, se ve favorecida por el efecto regulador de las temperaturas que le confiere dicha masa de agua. Se trata entonces de una formación siempre verde definida por el factor humedad.

Localizada originalmente en la franja costera sobre suelos aluviales, la presencia del río le confiere un régimen climático moderado, mesotérmico, con una mayor humedad relativa, mayor exposición a los vientos y menor amplitud térmica.

De acuerdo a los relictos de bosque marginal encontrados dentro de la Reserva de Hudson podrían estar presentes en el estrato arbóreo más de 15 especies, como por ejemplo: mata ojo (*Pouteria salicifolia*); chal chal (*Allophillus edulis*); lecherón, (*Sebastiania brasiliensis*); laurel de monte (*Ocotea acutifolia*); blanquillo (*Sebastiania klotzchiana*); curupí (*Sapium haematospermum*); seibo (*Erithrina crista-galli*); tala gateadora (*Celtis iguanea*), etc.

En el estrato arbustivo, así como en las abras y espacios más asoleados, se podrían encontrar: malva de monte (*Pavonia malvacea*); coronillo (*Scutia buxifolia*); cometillo, (*Diodia brasiliensis*), y algunos manchones de tacuara brava (*Guadua trinii*).

---

<sup>42</sup> SERMAN & Asoc. 2000 "Gasoducto Cruz del Sur. Estudios de Impacto Ambiental. Gasoducto Buenos Aires – Montevideo, cruce subfluvial al Río de la Plata. Buenos Aires.

El estrato herbáceo es muy diversificado según las condiciones de suelo y cobertura del dosel arbóreo, encontrándose: pasto negro (*Carex sellowiana*); panadero de monte (*Conyza rivularis*) y diversas Pteridófitas (helechos).

Entre las epifitas, lianas y apoyantes hay Sapindáceas, Bignoniáceas, Violáceas y Vitáceas, además de clavel del aire (*Tillandsia sp.*); helecho trepador (*Microgramma sp.*); pitito, (*Tropaeolum sp.*); orquídeas (*Cyclopogon elatus*), etc.

### 3.2.1.2 Sauzales, Matorrales Ribereños y Chilcales

Actualmente en el área en estudio, los sauzales están muy escasamente representados por ejemplares dispersos sobre la línea de costa.

Los matorrales ribereños y los chilcales (matorrales de chilca) son relativamente más abundantes.

Los sauzales son comunidades higrófilas dispuestas en núcleos discontinuos en suelos inundables y albardones paralelos a la costa o en pequeñas elevaciones interiores. Muestran un neto predominio de sauces como *Salix alba*; *S. ffragilis*; *S. babilónica* y ocasionalmente grupos de sauce criollo (*S. humboldtiana*). También vegetan en este tipo de ambientes otras especies como anacahuita (*Blepharocalyx twediei*) y el curupí (*Sapium haematospermum*).

El matorral ribereño está integrado por arbustos y arbolitos, como la acacia mansa (*Sesbania punicea*) y el sarandí blanco (*Cephyllantus glabratus*).

Los chilcales se desarrollan sobre zonas deprimidas e inundables, pero algo más altas que los pajonales, predominando la chilca (*Eupatorium tremulum*), a la que acompañan especies de *Solanum* y *Sesbania*.

### 3.2.1.3 Pajonales y pastizales de ambientes inundables.

Las formaciones de pajonales y pastizales son las de mayor abundancia en el área en estudio. Son comunidades desarrolladas sobre suelos arcillosos y limosos de depresiones inundables y márgenes de arroyos, integradas por gramíneas rizomatosas del tipo *Panicum*, *Sagittaria* y Ciperáceas (*Cyperus*, *Rhynchospora*). A veces se presenta como elemento característico la paja brava (*Scirpus giganteus*), que puede elevarse hasta más

de un metro. El pajonal suele estar irregularmente salpicado por ejemplares aislados de seibo (*Erythrina crista-galli*).

Los juncales son comunidades casi uniespecíficas de *Scirpus californicus*, que alcanzan su máximo desarrollo en zonas vecinas a playas, desembocadura de arroyos y áreas expuestas al flujo y reflujo de las mareas.

En los zanjones y terrenos más bajos del pajonal, vegetan la espadaña (*Zizaniopsis bonaerensis*), totora común (*Typha latifolia*), y el papiro criollo (*Cyperus giganteus*).

Las pequeñas lagunas y espejos de agua, que se forman con las crecidas del río, incluidos en el pajonal, están bordeados por matorrales húmedos de *Zizaniopsis bonaerensis*, *Schoenoplectus californicus* (junco) y *Typha sp.*, son ambientes propicios para el desarrollo de lenteja de agua (*Spirodela sp.*) y repollito de agua (*Pistia sp.*).

Los seibales, a su vez, constituyen comunidades propias de ambientes ribereños e islas bajas inundables. Su especie característica es el seibo, siendo acompañado por ciperáceas y gramíneas de hábitos palustres.

En el área en estudio solo se identifican ejemplares aislados en el entorno. (Figura 102)



Figura 102: Zona de pajonales, matorrales y bosque en galería sobre el área costera.

En primer plano se observan pajonales, en el plano medio de la imagen, se encuentran matorrales y al fondo y en altura, el bosque en galería

Se destaca la presencia de la especie exótica *Iris pseudacorus* o lirio amarillo, cubriendo amplias superficies de la planicie de inundación, como se verifica en los alrededores de la PPGB y dentro del mismo predio.

#### **3.2.1.4 Flora del sector costero del Río de la Plata**

En el sector costero adyacente al frente de erosión del río, el suelo está cubierto por un estrato herbáceo con abundancia de ejemplares de la flor de Santa Lucía (*Commelina diffusa*). Aparecen también algunas plantas de *Hydrocotyle bonariensis*, llamada comúnmente redondita de agua y gramíneas.

Sobre la costa aparecen ejemplares de catay (*Polygonum sp.*) una hierba perenne flotante arraigada o palustre, con hojas ásperas que forma parte de pajonales y camalotales.

En la costa arenosa hay amplias superficies cubiertas por juncos (*Schoenoplectus californicus*), con tallos verde oscuros de 1 a 3 m de altura, formando juncos que contribuyen a detener las aguas, ayudando a la deposición de limo. Estas formaciones constituyen la primera etapa de la sucesión de las comunidades acuáticas. Fijan el sustrato con sus fuertes rizomas, entorpeciendo el curso del agua, haciendo más lenta la corriente y favoreciendo el depósito de sedimentos. Cuando la profundidad es muy poca, el juncal se reemplaza paulatinamente por un pajonal, al ingresar otras especies palustres. Este pajonal, pantanoso y anegadizo, frena aún más la corriente, acumulándose nuevos depósitos, sobre todo en sus bordes, que se sobreelevan hasta constituir el albardón. Sobre él se forman luego comunidades dominadas por arbustos y árboles.

#### **3.2.1.5 Bosquecillos xeromórficos en pastizales**

Estas comunidades se desarrollan sobre albardones elevados ubicados entre el pajonal. Están compuestos principalmente por tala (*Celtis tala*); molle (*Schinus longifolius*); sombra de toro (*Jodina rhombifolia*), *Scutia buxifolia* y Cina-Cina (*Parkinsonia aculeata*).

### **3.2.2 Fauna terrestre**

La variedad, tamaño de las poblaciones de la fauna silvestre y su situación relativa en términos de conservación, está en directa relación con la extensión, diversidad y calidad de los hábitats que requiere cada especie, así como con las presiones derivadas de la explotación a la que se ven sometidas y las facilidades existentes para el manejo sustentable del recurso.



Estas condiciones y las modificaciones ecológicas y antrópicas, con las progresivas transformaciones y aislamiento de los relictos de ambientes silvestres determinaron una progresiva reducción de la diversidad y abundancia de las especies de la fauna silvestre.

### 3.2.2.1 Aves

Entre las aves más frecuentes se encuentran carpinteros (*Colaptes* sp.), el hornero (*Furnarius rufus*), cabecitanegra común (*carduelis magellanica*), la tijereta (*Tyrannus savana*), el benteveo (*Pitangus sulphuratus*), la calandria (*Mimus* sp.), zorzales (*Turdus* sp.), chingolos (*Zonotrichia capensis*), tordos (*Molothrus bonariensis*), etc. (Figura 103)



Figura 103: Aves más frecuentes observadas en la zona cercana a la P Berazategui

1. *Colaptes* sp., 2. *Furnarius rufus*, 3. *carduelis magellanica*, 4. *Tyrannus savana*, 5. *Pitangus sulphuratus*, 6. *Mimus* sp., 7. *Turdus* sp., 8. *Zonotrichia capensis*, 9. *Molothrus bonariensis*.

Entre las formas que viven alternando entre los pastizales y los montes bajos encontramos teros (*Vanellus chilensis*), viuditas o monjitas (*Poospiza melanoleuca*), federal (*Ambyramphus holosericeus*), ratonas (*Troglodytes aedon*), etc. En los pajonales se observan frecuentemente chajaes (*Chauna torquata*), cuervillo de cañada (*Plegadis chili*), chimangos (*Milvago chimango*), carancho (*Polyborus plancus*) y el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*). (Figura 104)

Las aves acuáticas son muy numerosas, en la costa, canales y sectores anegados donde se pueden encontrar pollas de agua, biguaes (*Phalacrocorax olivaceus*), garza blanca (*Egretta alba*), *garcita blanca* (*Egretta thula*) y gaviotas (*Larus sp.*). (Figura 105)



Figura 104: Aves de pastizales, montes bajos y pajonales.

1. *Vanellus chilensis*, 2. *Poospiza melanoleuca*, 3. *Ambyramphus holosericeus*, 4. *Troglodytes aedon*, 5. *Chauna torquata*, 6. *Plegadis chili*, 7. *Milvago chimango*, 8. *Polyborus plancus* y 9. *Rostrhamus sociabilis*



Figura 105: Aves acuáticas que se pueden encontrar en el entorno a la P Berazategui

1. *Phalacrocorax olivaceus*, 2. *Egretta alba*, 3. *Egretta thula* y 4. *Larus* sp.

También se observan aves urbanas como la paloma doméstica (*Columba livia*), torcaza (*Zenaida auriculata*), cotorras (*Myiopsitta monacha*), gorrión (*Passer domesticus*).

### 3.2.2.2 Mamíferos

Por el gran alto grado de antropización que presenta la zona estudiada y por la persistente disminución y aislamiento biogeográfico de los espacios poco transformados, los mamíferos terrestres son uno de los grupos que tienen menor presencia en la zona, citándose en algo menos de 10 especies las que habitan en pajonales, arbustales y en los restos de bosquecillos costeros.

Las Familias representadas corresponden a: Didelphidae, Noctilionidae, Canidae, Felidae, Muridae, Cricetidae, Erethizontidae, Hydrochaeridae y Myocastoridae. Entre las especies más frecuentes se mencionan coipo o nutria, comadrejas, hurones y diversos roedores menores así como algunos murciélagos.

Finalmente, asociados a los procesos de urbanización, se menciona la presencia de perros, gatos, roedores como las ratas (*Rattus* sp), el ratón doméstico o laucha e insectos como los mosquitos, moscas y arácnidos.

### 3.2.2.3 Otros vertebrados

En relación con el inventario y caracterización de la fauna silvestre, otros vertebrados como reptiles y anfibios presentan una importancia significativamente menor que otros grupos ya descriptos debido fundamentalmente a que el creciente aislamiento y fragmentación de los ecosistemas silvestres costeros restringen su permanencia y que las barreras biogeográficas limitan su dispersión y su consecuente repoblamiento. Esto ha reducido la abundancia y diversidad de las especies.

Las sudestadas y los pulsos de inundaciones extraordinarias promueven la “migración” de especies animales y vegetales distribuidas en humedales y ambientes costeros.

Con respecto a los reptiles, la información disponible a su presencia en la Reserva de Hudson, corresponde a especies tales como la tortuga de río, la tortuga de agua dulce (*Hydromedusa tectifera*), el lagarto overo (*Tupinambis teguixin*), el lagarto ápedo, diversas culebras, la llamada viborita ciega (*Amphisbaena sp.*), diversas lagartijas del género *Homodonta*, culébridos como el ñanduiré (*Leimadophis sp.*), la culebra verde (*Chlorosoma sp.*) y la falsa yarará (*Tomodon sp.*).

Con respecto a los anfibios, también para la Reserva de Hudson, se mencionan el escuerzo (*Ceratophys sp.*), la rana criolla (*Leptodactylus sp.*) y el sapo común (*Bufo arenarum*).

## 3.2.3 Principales especies y comunidades acuáticas

### 3.2.3.1 Plancton

#### Fitoplancton

Los taxones predominantes desde el punto de la abundancia y la biodiversidad, son las diatomeas y las clorofitas.

Frenguelli (1941)<sup>43</sup> establece que son pocos los taxones propios, tanto de agua dulce como de agua salobre y que la mayoría tiene una distribución más amplia. Entre las más comunes menciona a las diatomeas, como *Melosira granulata* y *M. ambigua*, según este autor, en el área existirían más de 200 formas.

<sup>43</sup> FRENGÜELLI, J. 1941. “Las Camptopterídeas del Lías de Piedra Pintada en el Neuquén (Patagonia)”. *Notas del Museo de La Plata (Paleontología)*, Vol. 6, No. 27, p. 27-57.



Méndez et al. (1998)<sup>44</sup>, en base a una revisión de estudios taxonómicos en el Río de la Plata dividieron a este río en tres sectores. De éstos, solo la zona fluvial interna corresponde al área de este estudio. Es un ambiente de agua dulce, caracterizado por especies como *Codonella cratera*, *Titinnopsis rioplatensis*, *Tintinnidium fluviatile* y *T. pusillum*.

Gómez y Bauer (2000)<sup>45</sup> analizaron la biodiversidad del fitoplancton en la franja costera sur del Río de la Plata (entre el río Luján y Magdalena). Realizaron muestreos entre 1993 y 1997, y analizaron 211 muestras. Hallaron 172 taxa entre especies y variedades distribuidas en 58 géneros. Obtuvieron valores promedio de diversidad de entre 0,9 y 2,1 bits.ind-1. Predominaron unas pocas especies, y los máximos valores de diversidad se hallaron cerca de la costa (por el aporte de tributarios).

El grupo más abundante fueron las diatomeas, particularmente *Aulacoseira granulata*, presentes en todas las estaciones de muestreo, además de *A. ambigua* y *A. distans*.

Otro grupo menos frecuente pero con abundancias significativas sobre todo más al sur, fueron las *clorofitas coccales*. En el área típicamente de agua dulce las dos especies de mayor importancia son la diatomea *Aulacosira granulata* y la cianofita *Microcystis aeruginosa* tanto por su constancia como por sus características "floraciones". Las mismas están acompañadas por especies de menor abundancia como las diatomeas *Pleurosira laevis*, *Synedra* sp., *Surirella* sp., las cianofitas *Anabaena* sp., *Merismopedia* sp., *Oscillatoria* sp. y las clorofitas *Volvox aureus*, *Pediastrum simplex*, *P. duplex*, *Pandorina morum*, entre otras.

### 3.2.4 Evaluación ecológica: biodiversidad, procesos ecosistémicos y especies focales

Para caracterizar la biodiversidad del Río de la Plata se ha tomado como referencia el "Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo", realizado por FREPLATA en 2005. A continuación se resumen los principales resultados de ese estudio.

46

<sup>44</sup> MENDEZ ET AL., 1998. Programa de Monitoreo Unidad de manejo de la Laguna del tigre. "Los estudios base para su establecimiento." Prometen. Guatemala

<sup>45</sup> GÓMEZ, N. y BAUER D. E. 2000. "Diversidad fitoplanctónica en la Franja Costera Sur del Río de la Plata." Biología Acuática 19: 7-26

<sup>46</sup> FREPLATA; Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo; 2005

El informe realizado por FREPLATA constituye una evaluación de la biodiversidad acuática del Río de la Plata y su Frente Marítimo, tendiente a: (1) caracterizar y zonificar la biodiversidad acuática del Río de la Plata y su Frente Marítimo, e (2) identificar Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP), ya sea por su significativa biodiversidad o por su importancia funcional para el ecosistema, que permitan guiar los futuros esfuerzos de conservación y manejo.

#### **3.2.4.1 Descripción general de la biodiversidad**

Dentro del contexto biogeográfico del Atlántico Sudoccidental, el área del Proyecto sostiene una alta biodiversidad, con escasos endemismos reportados, ya que la región constituye un ecotono entre las aguas cálidas de Brasil y las frías de Malvinas. La compilación de información biológica dio como resultado un total de 146 especies de peces demersales, 757 especies de invertebrados bentónicos y 534 especies zooplanctónicas. En el caso del fitoplancton, no se realizó un relevamiento histórico, pero en la campaña de prospección realizada por FREPLATA se identificaron más de 200 especies. Es razonable pensar que en el área habiten más de 500 especies.

Seguramente, la riqueza absoluta de especies está subestimada debido a la escasa cantidad de muestreo en algunas zonas, particularmente en la zona dulceacuícola y el talud. A pesar de esto, la información existente es consistente como para sustentar los principales patrones espaciales que se describen en las secciones siguientes.

Dentro de la biodiversidad del área existen varias especies destacadas, ya sea por su valor económico (ej. corvina, merluza), carisma y riesgo de extinción (ej. lobos marinos, tortugas, aves, ballenas) o por su relevancia funcional (ej. mejillones). Este tipo de especies será tratado especialmente en el punto referido a las especies focales.

#### **3.2.4.2 Zonificación**

El Río de la Plata y su Frente Marítimo abarca un área cercana a los 252.000 km<sup>2</sup>, cuyas características ambientales son altamente variables en el espacio, debido mayormente a la interacción entre el agua dulce proveniente del Río de la Plata interior, el agua marina del océano Atlántico y la atmósfera. De esta forma se generan diferentes escenarios ecológicos en donde las especies se reproducen, alimentan y cumplen sus ciclos vitales. Para dar cuenta de esta variabilidad, el área total de estudio se dividió en 5 ambientes con

una relativa homogeneidad física interna: (1) Dulceacuícola, (2) Fluvio-marino, (3) Oceánico costero, (4) Plataforma continental y (5) Talud continental (Figura 106 y Figura 107).

Código Zona	Ambiente	Límite Zona	Superficie (km <sup>2</sup> )
1	Dulceacuícola	RS: 0 – 0,5 ups E: Pta Piedras – Pta Tigre	10.481
2	Fluvio-marino	RS: 0,6 – 25 ups E: Pta Rasa - Pta del Este	19.723
3	Costero	RS: > 25 ups E: 50 m	67.864
4	Plataforma	RB: 50 – 220 m	78.122
5	Talud	RB: 221 – 2300 m	45.305

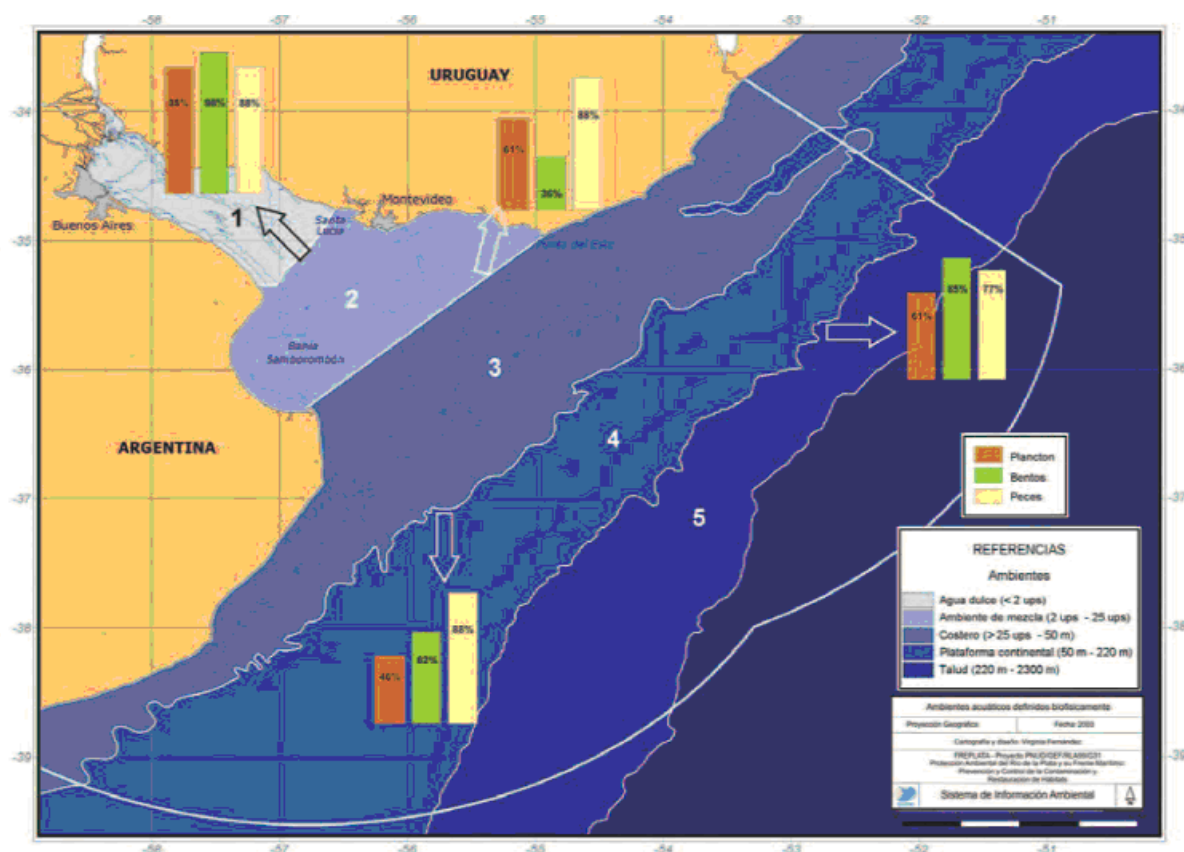
Figura 106: Zonificación del Río de la Plata y Frente Marítimo

(Tomado de Brazeiro et al. 2003). Se presentan los códigos, límites y extensiones de las 5 zonas identificadas.  
Nota: RS = rango de salinidad, LE = límite externo y RB = rango batimétrico.

Para evaluar el efecto de la variabilidad ambiental (5 ambientes) sobre la composición de especies, se realizaron análisis de complementariedad, los que se basan en la cuantificación de especies exclusivas de cada zona. La complementariedad varía entre 1 y 0, indicando la situación de 2 biotas completamente distintas (sin especies compartidas) y totalmente idénticas, respectivamente.

En general, la complementariedad de las 3 biotas estudiadas a lo largo de los 5 ambientes fue alta, indicando que mantienen pocas especies compartidas (Figura 107). Esto implica que para conservar la biodiversidad de toda la región del Río de la Plata y su Frente Marítimo, cada ambiente considerado (1, 2, 3, 4 y 5) necesita un plan de gestión y conservación propio.

El análisis de la riqueza de especies en las 5 zonas permitió distinguir 2 patrones básicos de distribución, mediante el análisis de los componentes considerados (peces demersales, moluscos y copépodos planctónicos). Los peces y organismos bentónicos presentaron un patrón unimodal, con la mayor diversidad en el ambiente costero, que se redujo tanto hacia la zona dulceacuícola como hacia la plataforma profunda y talud. El zooplancton, por su parte, presentó la mayor diversidad en la plataforma profunda y talud, lo que posiblemente esté relacionado con la existencia de una zona de ecotono asociada a la confluencia de las corrientes de Brasil y Malvinas (Figura 108).



Ambientes: 1. dulceacuicola (salinidad<2); 2. fluviomarino (salinidad 2-25); 3.costero (salinidad >25 y profundidad <50 m); 4. plataforma continental (profundidad 50-220m); 5. talud (220-2300 m).  
Barras: Complementariedad entre la biota de los 5 ambientes identificados, para peces, organismos bentónicos y copépodos (plancton).<sup>47</sup>

Figura 107: Zonificación del área de influencia del Río de la Plata.

Ambiente	Peces	Moluscos	Copépodos
Dulceacuicola	53	144	31
Fluviomarino	46	103	21
Costero	60	474	29
Plataforma	49	91	34
Talud	27	118	88
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>757</b>	<b>98</b>

Figura 108: Riqueza específica de peces, moluscos y copépodos en los 5 ambientes identificados.

<sup>47</sup> FREPLATA, 2005. Tomado de Mianzán et al, 2002.



### 3.2.4.3 Mapeo de la riqueza de especies

El mapeo de la riqueza de especies de peces demersales, moluscos bentónicos y copépodos planctónicos se presenta en la Figura 109, en la que se destaca la alta heterogeneidad espacial y la exisces), fueron reproducción y cría. En el ambiente fluviomarino, Barra del Indio, la desembocadura del Río Santa Lucía y Bahía Samborombón son áreas de reproducción y cría para muchas especies, incluyendo algunas de gran interés económico en la región, como la corvina blanca (*Micropogonias furnieri*). El frente salino de superficie fue identificado como otra importante área de reproducción para algunos peces y área de alimentación para otros (Figura 110). La ictiofauna del ambiente dulceacuícola está integrada por muchas especies migratorias, por lo que en muchos casos las áreas de reproducción y cría se encuentran fuera del Río de la Plata interior. Por otra parte, los ambientes fluviales aledaños al Río de la Plata podrían jugar un papel relevante como zonas de reproducción y cría de peces.

Cabe destacar que los datos de la campaña FREPLATA revelaron la importancia de los bancos de mejillones y arrecifes rocosos como áreas de cría para peces y también como áreas de reproducción para especies que adhieran sus huevos a superficie sólida, tales como las rayas *Psamobatis extenta* y *Sympterygia bonapartii* (Figura 110).

La zona frontal del borde de plataforma representa un área relevante para la reproducción y cría de varias especies nectónicas, incluyendo el calamar (*Illex argentinus*) y la merluza (*Merluccius hubbsi*)

El análisis de los patrones espaciales de biomasa fito y zooplanctónica evidenció la existencia de 2 zonas de alta producción, una ubicada en la zona fluviomarina ligada a los frentes de turbidez y salino, y otra asociada al frente de talud en la plataforma continental (Figura 111).

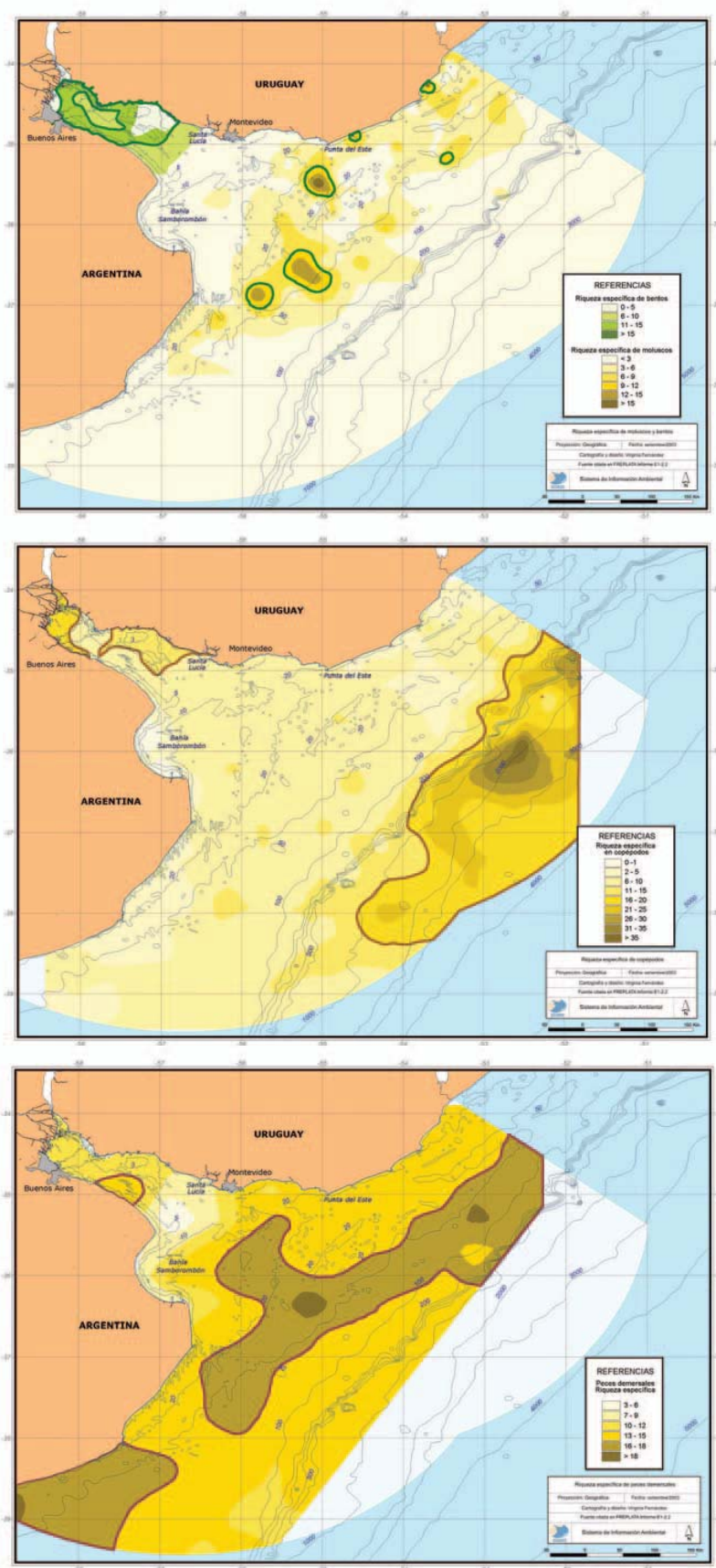


Figura 109: Distribución de la riqueza específica: copépodos(a), moluscos (b) y peces(c)

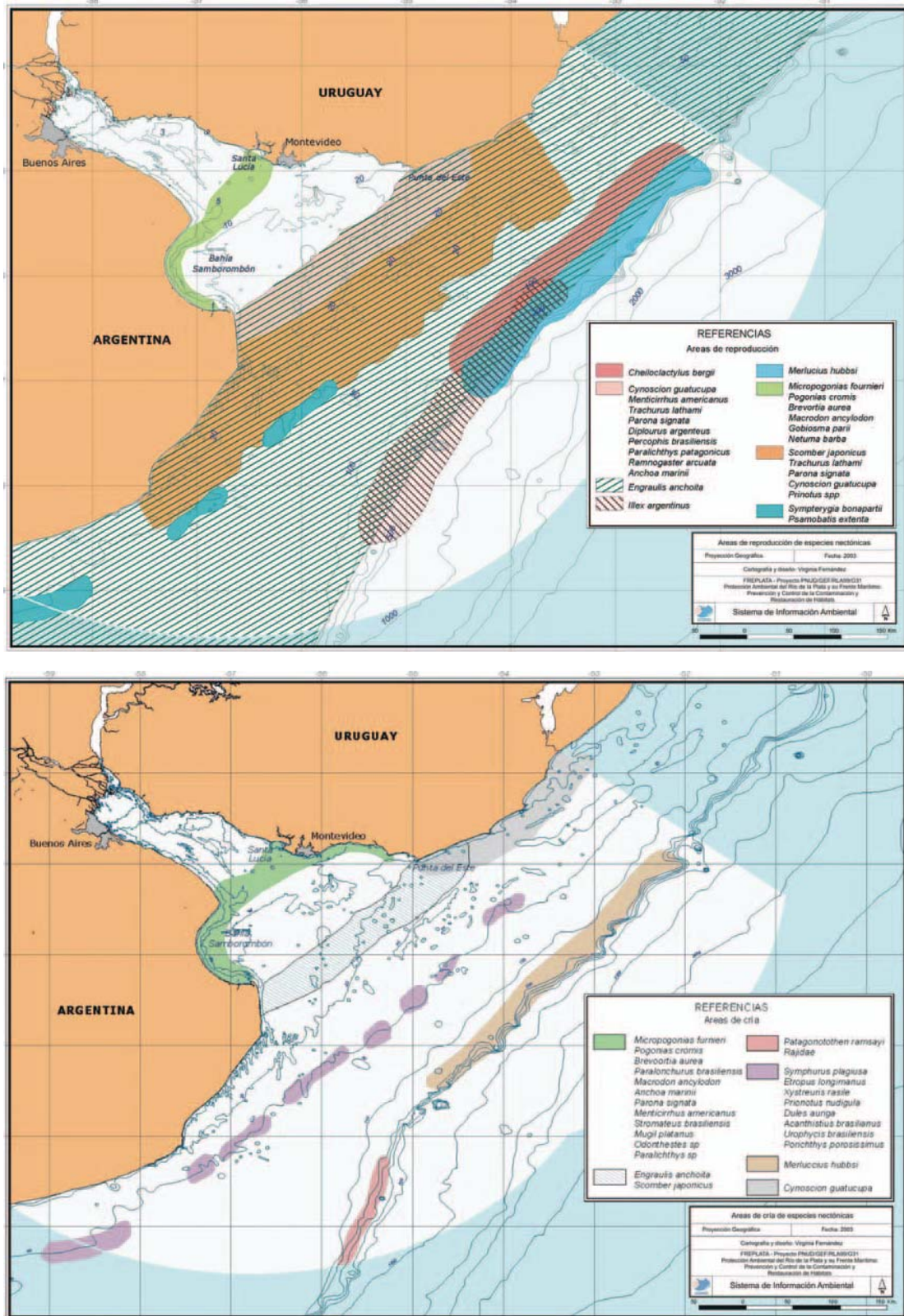


Figura 110: Principales áreas de reproducción(a) y cría (b) de especies neotónicas



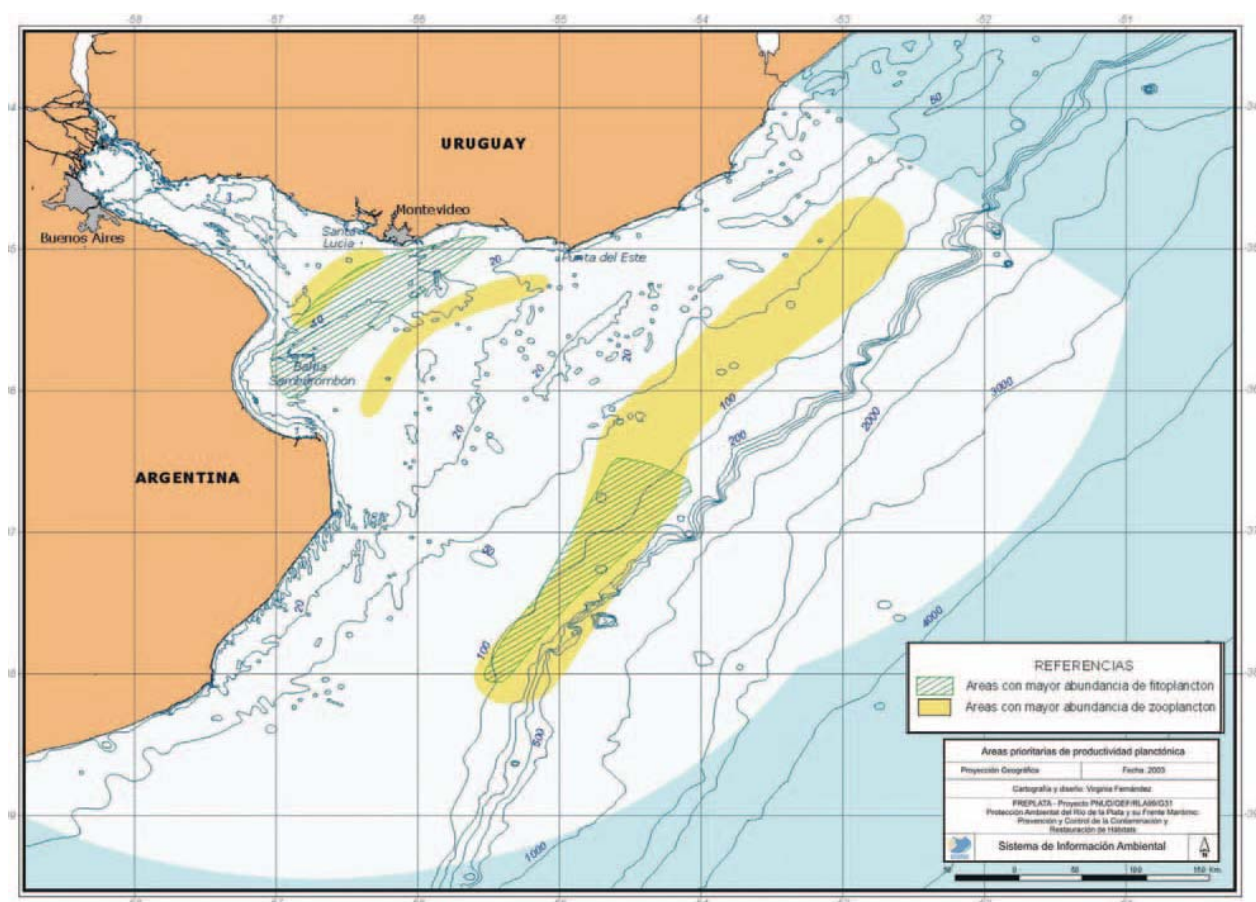


Figura 111: Área de máxima biomasa fitoplanctónica y zooplanctónica.

### 3.2.4.4 Identificación y mapeo de especies focales

Bajo el marco de conservación conocido como “enfoque específico”, el criterio de especies carismáticas, paraguas y bioingenieras ha sido ampliamente usado. Las especies “carismáticas” son aquellas con alto reconocimiento social, lo cual representa un gran capital a la hora de generar voluntad política para la conservación. Las especies “paraguas” son aquellas que tienen grandes requerimientos de hábitat, lo que permitiría que su protección pueda colaborar en la conservación de las especies menos “visibles” socialmente. Las especies “bioingenieras” agregan complejidad estructural a los ambientes, generando una mayor diversidad en torno a ellas, así como un incremento en la biomasa local. Estas especies tienen especial relevancia para el funcionamiento del ecosistema y su conservación garantiza la persistencia de gran parte de las especies de la comunidad.

Por otra parte, en la región habitan, en forma permanente o transitoria, varias especies acuáticas cuya supervivencia a nivel mundial enfrenta distintos grados de amenaza, de



acuerdo con la categorización de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2004) (Figura 112). La lista de especies amenazadas incluye 19 aves marinas, 5 aves dulceacuícolas (estrechamente vinculadas con la zona costera), 13 mamíferos marinos, 4 tortugas marinas, 22 tiburones o rayas y 5 peces.

Entre las aves, 5 especies de albatros o petreles se encuentran en peligro de extinción, destacándose el petrel de antifaz (*Procellaria conspicillata*) catalogado por IUCN (2004) en peligro crítico. En peligro de extinción se encuentran asimismo 3 especies de ballenas (*Balaenoptera borealis*, *B. musculus* y *B. physalus*). Es importante destacar que la supervivencia de la mayoría de los cetáceos que se distribuyen en el área depende de la implementación de medidas de conservación. Adicionalmente, el estado de conservación de más de 10 especies (no incluidas en la Tabla de la Figura 112) se desconoce por falta de información suficiente. Entre ellas se encuentra la franciscana (*Pontoporia blainvillei*) reconocida regionalmente como uno de los delfines con mayores problemas de conservación en el Atlántico Sudoccidental (Piedra y Costa, 2003). Las cuatro especies de tortugas marinas presentes en el Río de la Plata y Frente Marítimo están amenazadas de extinción, siendo la tortuga siete quillas (*Dermochelys coriacea*) la que se encuentra en situación más crítica. Entre los elasmobranchios (tiburones y rayas) existen varias especies vulnerables, 2 de ellas (*Atlantoraja castelnaui* y *Squatina occulta*) en peligro de extinción y una (*Mustelus fasciatus*) en peligro crítico. Finalmente, 4 especies de peces se consideran en peligro de extinción, destacándose el atún aleta azul (*Thunnus maccoyii*) por su estado crítico.

AVES MARINAS			
Nombre Común	Nombre Científico	Estado de Conservación	Año de Evaluación
ALBATROS DE TRISTÁN	<i>Diomedea dabbenena</i>	En peligro	2004
ALBATROS REAL DEL SUR	<i>Diomedea epomophora</i>	Vulnerable	2004
ALBATROS ERRANTE	<i>Diomedea exulans</i>	Vulnerable	2004
ALBATROS REAL DEL NORTE	<i>Diomedea sanfordi</i>	En peligro	2004
PINGÜINO DE PENACHO AMARILLO	<i>Eudyptes chrysocome</i>	Vulnerable	2004
PINGÜINO DE FRENTE DORADA	<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Vulnerable	2004
GAVIOTA CANGREJERA O DE OLROG	<i>Larus atlanticus</i>	Vulnerable	2004
PETREL GIGANTE DEL SUR	<i>Macronectes giganteus</i>	Vulnerable	2004
PETREL GIGANTE DEL NORTE	<i>Macronectes halli</i>	Casi amenazada	2004
ALBATROS OSCURO	<i>Phoebastria fusca</i>	En peligro	2004
ALBATROS MANTO CLARO	<i>Phoebastria palpebrata</i>	Casi amenazada	2004
PETREL BARBA BLANCA	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Vulnerable	2004
PETREL CENICIENTO o PARDELA GRIS	<i>Procellaria cinerea</i>	Casi amenazada	2004
PETREL DE ANTIFAZ	<i>Procellaria conspicillata</i>	En peligro crítico	2004
PETREL DEL ATLÁNTICO o PETREL CABEZA PARDA	<i>Pterodroma incerta</i>	Vulnerable	2004
PARDELA OSCURA o PARDELA GRIS	<i>Puffinus griseus</i>	Casi amenazada	2004
PINGÜINO DE MAGALLANES	<i>Spheniscus magellanicus</i>	Casi amenazada	2004
ALBATROS CABEZA GRIS	<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Vulnerable	2004
ALBATROS CEJA NEGRA	<i>Thalassarche melanophrys</i>	En peligro	2004
AVES DULCEACUÍCOLAS			
Nombre Común	Nombre Científico	Estado de Conservación	Año de Evaluación
PAJONALERA PICO RECTO	<i>Limnocites rectirostris</i>	Casi amenazada	2004
FLAMENCO CHILENO	<i>Phoenicopus chilensis</i>	Casi amenazada	2004
CHORLITO DE MAGALLANES o CHORLITO CENICIENTO	<i>Pluvianellus socialis</i>	Casi amenazada	2004
BURRITO OVERO o BURRITO PLOMIZO	<i>Porzana spiloptera</i>	Vulnerable	2004
ESPARTILLERO ENANO	<i>Spartonoica maluroides</i>	Casi amenazada	2004
MAMÍFEROS MARINOS			
Nombre Común	Nombre Científico	Estado de Conservación	Año de Evaluación
BALLENA MINKE	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Casi amenazada	1996
BALLENA SEI	<i>Balaenoptera borealis</i>	En peligro	1996
BALLENA AZUL	<i>Balaenoptera musculus</i>	En peligro	1996
BALLENA FIN	<i>Balaenoptera physalus</i>	En peligro	1996
DELFIN DE ARNOUX	<i>Berardius arnuxii</i>	Dependiente conservación	1996
BALLENA FRANCA AUSTRAL	<i>Eubalaena australis</i>	Dependiente conservación	1996
DELFIN NARIZ DE BOTELLA o DELFIN FRENTE PLANA	<i>Hyperoodon planifrons</i>	Dependiente conservación	1996
BALLENA JOROBADA	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Vulnerable	1996
ORCA	<i>Orcinus orca</i>	Dependiente conservación	1996
CACHALOTE	<i>Physeter macrocephalus</i>	Vulnerable	1996
DELFIN MOTEADO	<i>Stenella attenuata</i>	Dependiente conservación	1996
DELFIN LISTADO	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dependiente conservación	1996
DELFIN TORNILLÓN	<i>Stenella longirostris</i>	Dependiente conservación	1996

Figura 112: Especies amenazadas a nivel mundial, de acuerdo con la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2004)

TORTUGAS MARINAS			
Nombre Común	Nombre Científico	Estado de Conservación	Año de Evaluación
TORTUGA BOBA o TORTUGA CABEZONA	<i>Caretta caretta</i>	En peligro	1996
TORTUGA VERDE	<i>Chelonia mydas</i>	En peligro	2004
TORTUGA SIETE QUILLAS o TORTUGA LAÚD	<i>Dermochelys coriacea</i>	En peligro crítico	2000
TORTUGA OLIVÁCEA	<i>Lepidochelys olivacea</i>	En peligro	1996
TIBURONES Y RAYAS			
Nombre Común	Nombre Científico	Estado de Conservación	Año de Evaluación
RAYA PINTADA	<i>Atlantoraja castelnaui</i>	En peligro	2004
TIBURÓN COBRIZO o BACOTA	<i>Carcharhinus brachyurus</i>	Casi amenazada	2003
TIBURÓN ALETA NEGRA	<i>Carcharhinus brevipinna</i>	Casi amenazada	2000
LOCO o TIBURÓN OCEÁNICO	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Casi amenazada	2000
TORO BACOTA	<i>Carcharias taurus</i>	Vulnerable	2000
TIBURÓN BLANCO	<i>Carcharodon carcharias</i>	Vulnerable	2000
PEREGRINO	<i>Cetorhinus maximus</i>	Vulnerable	2000
RAYA ELÉCTRICA	<i>Discopyge tschudii</i>	Casi amenazada	2004
TIBURÓN TIGRE	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Casi amenazada	2000
CAZÓN o TROMPA DE CRISTAL	<i>Galeorhinus galeus</i>	Vulnerable	2000
TIBURÓN GRIS	<i>Hepranchias perlo</i>	Casi amenazada	2003
TIBURÓN GRIS o CAÑABOTA	<i>Hexanchus griseus</i>	Casi amenazada	2000
TIBURÓN MAKO	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Casi amenazada	2000
MOKA o TIBURÓN SARDINERO	<i>Lamna nasus</i>	Casi amenazada	2000
GATUZO	<i>Mustelus canis</i>	Casi amenazada	2000
GATUZO	<i>Mustelus fasciatus</i>	En peligro crítico	2004
TIBURÓN AZUL	<i>Prionace glauca</i>	Casi amenazada	2000
TIBURÓN MARTILLO	<i>Sphyrna zygaena</i>	Casi amenazada	2000
GALLUDO o CAZÓN ESPINOSO	<i>Squalus acanthias</i>	Casi amenazada	2000
PEZ ÁNGEL o ANGELITO	<i>Squatina guggenheim</i>	Vulnerable	2000
PEZ ÁNGEL o ANGELITO	<i>Squatina occulta</i>	En peligro	2000
RAYA MARRÓN OSCURO	<i>Sympterygia acuta</i>	Vulnerable	2004
PECES			
Nombre Común	Nombre Científico	Estado de Conservación	Año de Evaluación
MERO MORENO	<i>Epinephelus marginatus</i>	En peligro	2004
MOJARRA DESNUDA	<i>Gymnocharacinus bergii</i>	En peligro	1996
PARGO ROSADO	<i>Pagrus pagrus</i>	En peligro	1996
LORO GUACAMAYO	<i>Scarus guacamaia</i>	Vulnerable	1996
ATÚN ALETA AZUL o ATÚN DEL SUR	<i>Thunnus maccoyii</i>	En peligro crítico	1996

Figura 112 (cont.): Especies amenazadas a nivel mundial, de acuerdo con la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2004)

En el área del Río de la Plata y su Frente Marítimo detectamos tres grupos de especies con características de especies carismáticas y paraguas, y al mismo tiempo con problemas de conservación: lobos marinos (*Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*), tortugas de mar (tales como *Chelonia mydas*) y ballenas (*Eubalaena australis* y *Pontoporia blainvillei*, entre otras). Se destaca la costa atlántica uruguaya como área ocupada por estas especies, y en particular localidades como La Tuna-Piriápolis, Bahía de Maldonado, Isla de Lobos, Cabo Polonio e Isla Verde (Figura 113). Si bien en la costa atlántica argentina no

existen estudios detallados que indiquen con precisión la localización de las áreas relevantes para todas estas especies, es seguro que hacen uso de esta franja costera (Figura 113).

Se identificaron 3 potenciales especies bioingenieras: *Mytilus edulis platensis* (bancos de mejillón), *Zygochlamis patagonica* (bancos de vieira) y *Chasmagnathus granulata* (cangrejo cavador, cangrejales). Los bancos de mejillón y vieiras se disponen transversalmente a la desembocadura del Río de la Plata en la plataforma, y los cangrejales en varios humedales costeros (Figura 113). Cabe destacar que, a pesar de su relevancia, la zona de bancos de mejillones asociados a arrecifes rocosos (restingas) ha sido muy pobremente estudiada.

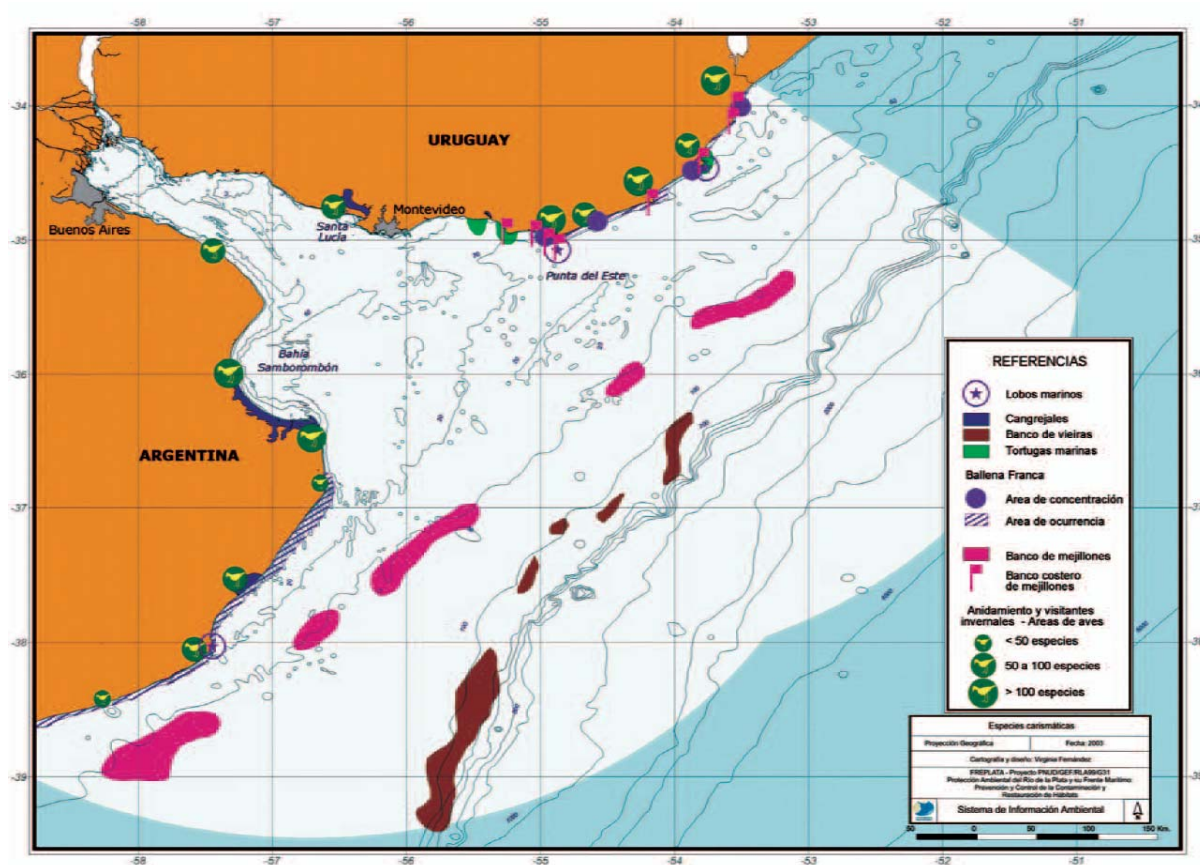


Figura 113: Distribución espacial de las especies focales en el RdP y Frente Marítimo.



### 3.2.4.5 Identificación y valoración de Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP)

La identificación de Áreas Acuáticas Prioritarias (AAP) se realizó sobre la base de 3 criterios ecológicos: riqueza de especies, especies de particular interés -ya sea social, comercial o funcional (especies focales)- y procesos poblacionales y ecosistémicos. Cada uno de estos criterios fue contemplado en función de una serie de indicadores, 14 en total (Figura 114).

El proceso de identificación de AAP se basó en la superposición de los mapas temáticos presentados en las secciones anteriores. El proceso de valoración de las AAP identificadas se basó en la evaluación de 14 indicadores, correspondientes a los 3 criterios ecológicos básicos usados.

Dado que la meta final es la conservación de la biodiversidad y la preservación del funcionamiento de los ecosistemas del Río de la Plata y su Frente Marítimo, los indicadores ligados a riqueza y procesos ecológicos fueron sobreponderados en relación a los demás (Figura 114).

La suma ponderada de los indicadores fue usada como Índice de Relevancia Ecológica (IRE). El IRE fue estandarizado para variar entre 0 y 1. En algunos casos la buena resolución espacial de la información disponible permitió identificar áreas núcleo dentro de las AAP.

En las tablas de las Figuras 115 y 116 se presentan las 8 AAP identificadas y sus áreas núcleo, con sus atributos ecológicos e IRE.

Se identificaron 2 AAP en el ambiente dulceacuícola (1 y 2). En la zona fluvio-marina aparecieron 2 grandes AAP (3 y 4), identificándose dentro del Frente de Turbidez 4 áreas núcleo. En la zona costera atlántica se identificaron 2 áreas importantes, Costa Atlántica Uruguay (5) y Costa Atlántica Argentina (8). En la Costa Atlántica Uruguay la información permitió localizar 2 núcleos de alta prioridad. En la plataforma apareció como destacada la zona asociada a los bancos de mejillones y sustratos duros (restingas), dentro de la cual se localizaron 2 núcleos prioritarios. Toda la zona asociada al Frente de Talud se destacó por sus atributos ecológicos, y también se pudieron identificar 2 núcleos

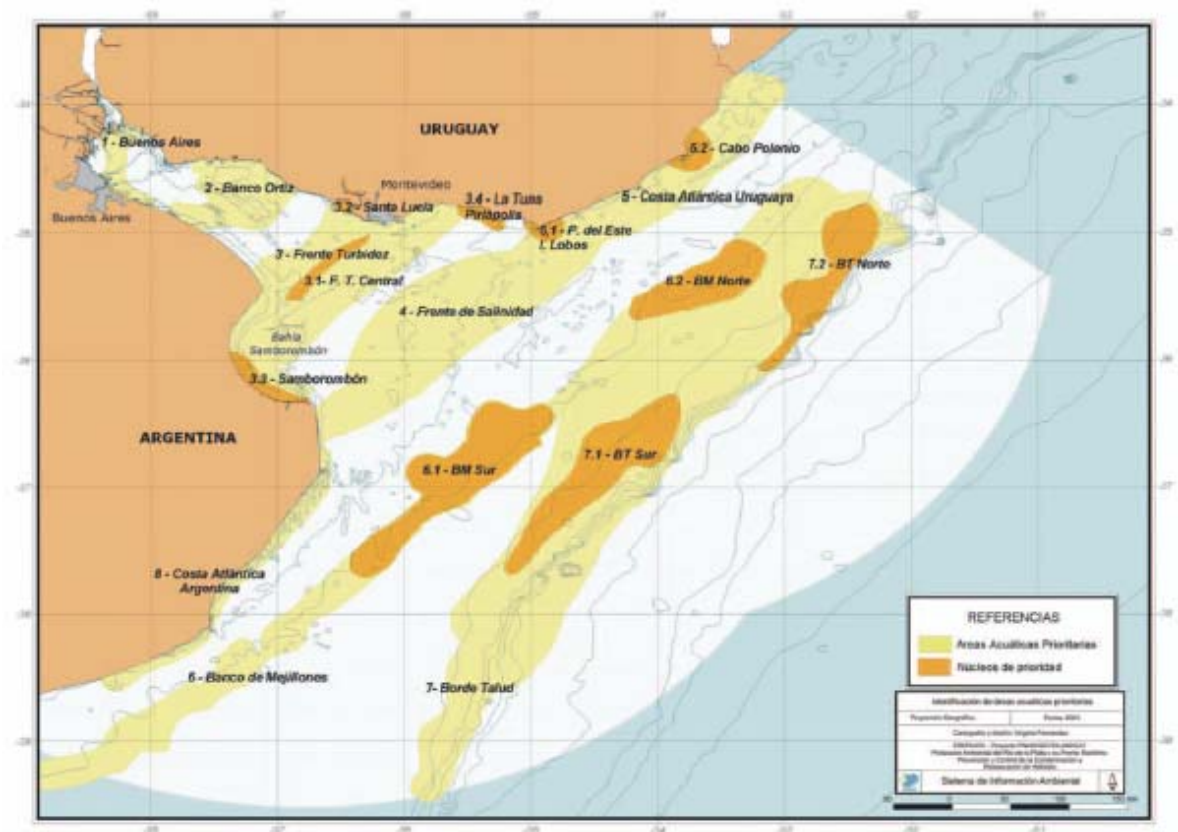


Figura 114: Áreas acuáticas prioritarias (AAP) y núcleos identificados en el Río de la Plata y su Frente marítimo. Tomado de Brazeiro et al. (2003)

CRITERIO	INDICADOR	PONDERACIÓN
Riqueza de especies	Alta riqueza de:	
	(1) peces demersales	2,0
	(2) moluscos bentónicos	2,0
	(3) copépodos planctónicos	2,0
Especies focales <sup>(*)</sup>	Área relevante para:	
	● Carismáticas	0,25
	(4) ballena franca	0,25
	(5) tortuga verde	0,5
	(6) lobos marinos	
● Bio-ingenieras	(7) aves marinas	0,5
	(8) mejillones	1,0
	(9) vieiras	1,0
	(10) cangrejos cavadores	1,0
Procesos	Área relevante para:	
	● Poblacionales	
	(11) reproducción especies nectónicas	1,5
	(12) cría especies nectónicas	1,5
● Ecosistémicos	(13) biomasa fitoplanctónica	1,5
	(14) biomasa zooplanctónica	1,5

Figura 115: Criterios e indicadores utilizados en la valoración ecológica. Incluye ponderación:

IRE: Índice de Relevancia Ecológica. Indicadores: (1) riqueza copépodos, (2) riqueza moluscos, (3) riqueza peces, (4) áreas de reproducción, (5) áreas de cría, (6) biomasa fitoplanctónica, (7) biomasa zooplanctónica, (8) lobos marinos, (9) tortugas marinas, (10) ballena franca, (11) bancos de mejillones, (12) banco de vieiras, (13) cangrejales, (14) aves.

AAP y Núcleos	Criterio														IRE
	Riqueza de especies			Procesos				Especies focales							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Buenos Aires	X	X													0,24
2. Banco Ortiz	X	X	X											X	0,41
3. Frente Turbidez				X	X	X	X		X					X	0,49
3.1. FT Central				X	X	X	X								0,35
3.2. FT Sta. Lucía				X	X								X	X	0,29
3.3. FT. Samborombón				X	X								X	X	0,29
3.4. FT Tuna-Piriápolis				X	X		X		X						0,28
4. Frente de Salinidad				X	X		X								0,26
5. Costa Atlántica Uruguaya				X	X			X	X	X	X		X	X	0,41
5.1. CAU P. Este-Lobos				X	X			X		X	X		X	X	0,40
5.2. CAU C. Polonio					X			X	X	X	X			X	0,26
6. Banco de Mejillones		X	X	X	X						X				0,47
6.1. BM Sur		X	X	X	X						X				0,47
6.2. BM Norte		X	X		X						X				0,38
7. Borde Talud	X		X	X	X	X	X					X			0,65
7.1. BT Sur				X	X	X	X					X			0,41
7.2. BT Norte	X		X	X	X		X								0,50
8: Costa Atlántica Argentina								X	X	X			X	X	0,18

Figura 116: Evaluación ecológica e identificación de AAP. Tomado de Brazeiro et al. (2003).

### 3.3 Medio Antrópico

El predio donde se emplazan las obras se encuentra en la porción Noreste de la franja ribereña del partido de Berazategui, un área que actualmente presenta características periurbanas o semirurales.

El Partido de Berazategui tiene una superficie de 188 km<sup>2</sup> y un desarrollo costero de 18 km aproximadamente. Este partido se encuentra en el segundo cordón del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

El AMBA alberga una población de más de 12 millones de habitantes, lo que representa aproximadamente el 31 % de la población del país. La dimensión que ha adquirido la población del conurbano que por si sola (sin Capital Federal), representa el 25% del total del país, tiene implicancias políticas, económicas y territoriales. El partido de Berazategui, según datos surgidos del Censo Nacional 2010 incrementó su población en un 11,22%.

Los primeros análisis realizados sobre los resultados globales del Censo 2010 concluyeron que se experimentó un fuerte desplazamiento de la población desde la Capital y el primer

cordón hacia el segundo y tercer cordón del conurbano. Estos dos últimos cordones han experimentado un crecimiento significativo debido a la oferta territorial de los mismos, que posibilitó la expansión del ejido urbano de baja densidad. A poca distancia y paralelo a la costa, el partido es atravesado por la Autopista Buenos Aires – La Plata que se comporta como una fuerte barrera, acentuando el cambio de uso del suelo a un lado y a otro de la misma.

El perfil urbano predominante responde a barrios residenciales de sectores socioeconómicos medios y medios bajos, con cierta heterogeneidad en lo que hace a sus características edilicias, en la zona que se desarrolla a partir del ramal posterior del ferrocarril (Ex Roca), especialmente la desarrollada a partir de la estación Ranelagh, predominan viviendas de fin de semana con frondosos parques y una excelente calidad urbano ambiental, asentamiento de sectores medio altos de la sociedad.

El partido cuenta con un área ribereña de características singulares por las condiciones naturales que en él se presentan y un área de fuerte presencia industrial (Plátanos).

Existen dos accesos a la costa: la calle 63 (de tierra) y la calle 14 o Av. Almirante Brown que conecta la ribera con el Camino General Belgrano (en dirección Este Oeste), tiene derivación con la Autopista Buenos Aires La Plata y es la arteria a través de la cual se estructura la mayor actividad comercial y residencial del partido.

El área central comercial y administrativa, sede de la Municipalidad y concentración de las actividades comerciales se encuentra en el sector más cercano a la Estación Berazategui y la intersección con la Av. Rigolleau (calle 14), distante aproximadamente 2 km del predio objeto de estudio.

A través de la calle 14, la urbanización va extendiéndose llegando en forma heterogénea hasta la Autopista Buenos Aires - La Plata, con mayor densidad en la zona central decreciendo en densidad y factor de ocupación a medida que se acerca a la autopista.

La caracterización de la población en el área de estudio se encuentra limitada debido a que es una zona que no posee población residente, salvo algunos asentamientos que se encuentran cercanos a la costa. Por lo tanto, se presenta a continuación una caracterización general del Partido, según los datos disponibles.



### 3.3.1 Población

El partido de Berazategui, donde se localizarán las obras, posee según el Censo 2010 realizado por el INDEC, una población que asciende a 320.224 habitantes y cuenta con una densidad poblacional de 1.703,3 hab/ km<sup>2</sup>. Durante el último periodo intercensal este partido registró una variación relativa del 11,22 %. (INDEC)<sup>48</sup> El cuadro de la Figura 117 incluye los registros de población de los últimos dos censos nacionales y la evolución de la densidad poblacional promedio del partido.

Evolución poblacional del partido de Berazategui según los distintos censos nacionales y variación intercensal en porcentaje					
	<u>1970</u>	<u>1980</u>	<u>1991</u>	<u>2001</u>	<u>2010</u>
Población	127.740	201.862	244.929	287.913	320.224
Variación	-	+58,02%	+21,33%	+17,54%	+11,22%

Figura 117: Evolución población, del Partido de Berazategui, años 1970-2010. Fuente: INDEC

#### 3.3.1.1 Densidad poblacional

Según los datos arrojados por el Censo Nacional 2010 Berazategui es uno de los distritos con menor densidad del conglomerado bonaerense, alcanzando los 1703,3 hab/km<sup>2</sup>, en tanto que la densidad del AMBA es de 4918,5 hab/km<sup>2</sup>.

#### 3.3.1.2 Distribución de la población

El área de estudio se encuentra dentro de la localidad de Berazategui, según datos del Censo 2001 la población de esta localidad se disgrega en población urbana, y población rural dispersa, sin especificar la localización de la misma, se presume que esta última correspondería al área ribereña.

Según el Censo 2001 la población rural dispersa de la localidad de Berazategui alcanzó tan solo los 57 habitantes. En tanto que la población urbana de la localidad, alcanzó los 89.522 habitantes. Esta última corresponde al área más poblada de todo el partido, no pudiendo especificar la población que se encuentra en el sector más cercano al predio objeto de estudio que es la parte final de la urbanización.

Para esa porción urbana se estima, de acuerdo a las visitas de campo, una densidad urbana no mayor a los 85 habitantes por hectárea.

### 3.3.2 Actividades productivas

El Partido de Berazategui se caracteriza por poseer una fuerte presencia industrial. Desde principio del Siglo XX se han establecido en la zona numerosas industrias de gran escala, atraídas por la posibilidad de acceder fácilmente al transporte ferroviario y al agua subterránea de calidad para la producción, abundante en esa época. Así es como, actualmente, se emplazan en el partido: la Cristalería Rigolleau, la fábrica Ducilo, y en el predio de la ex SNIAFA, se está desarrollando el Parque Industrial Plátanos, que albergará un total de 50 industrias, 42 de ellas ya instaladas.

Además de la actividad industrial el partido cuenta con áreas comerciales importantes en el área céntrica y siguiendo las trazas de las principales avenidas y rutas, en donde se desarrollan actividades secundarias y terciarias.

#### ***En el área de estudio***

En el borde ribereño del sector, las actividades principales que se desarrollan son agropecuarias, circunscribiéndose actualmente las actividades de recreación a las porciones del sector identificadas en la Figura 118 a las que se accede por la calle 14 y la calle 63. Existe también un predio de grandes dimensiones sobre la autopista entre ésta y el Río de la Plata propiedad de la Policía Federal y destinado a un parque de comunicaciones, no registrándose en él edificaciones de importancia.

En el sector denominado F en el plano de la Ordenanza de usos del suelo, se encuentra un sector originariamente destinado a urbanización de tipo country. Más allá del predio de la Policía Federal y a la altura del peaje de Hudson, se encuentra una incipiente urbanización denominada Puerto Trinidad. En este sector se registran algunas viviendas construidas, un emprendimiento inmobiliario para la realización de un barrio cerrado con lagunas interiores y equipamientos propios.

Del otro lado del predio objeto de estudio, el uso agropecuario es el dominante. Las actividades de pesca que se realizan en la zona se encuentran limitadas por el acceso dificultoso a la costa, al menos en el sector contiguo al predio de estudio. Es decir que los usos de la margen del río asociados a estas actividades, en ese sector, son poco frecuentes y no recomendables en función de los niveles de contaminación que presenta la franja costera de acuerdo a lo definido por estudios realizados en la zona.

---

<sup>48</sup> Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2001.

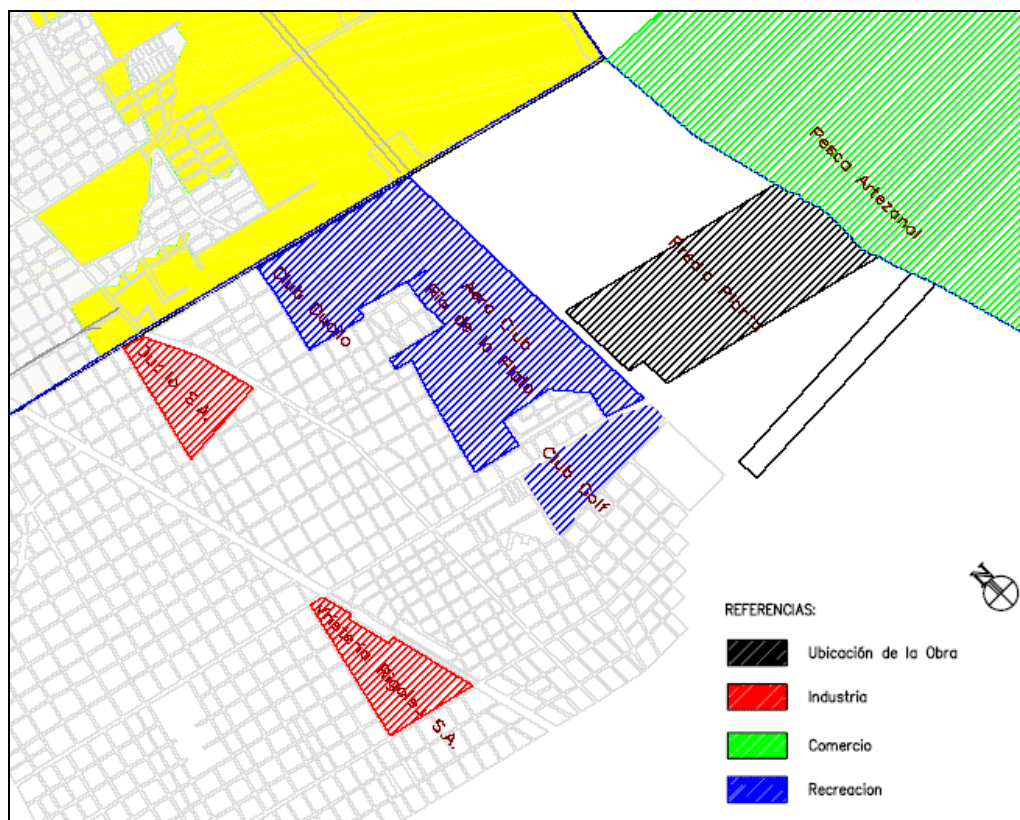


Figura 118: Actividades Productivas en el entorno de la Planta Berazategui

### 3.3.3 Aspectos socioeconómicos

Todos los datos que integran este ítem se han tomado del Censo 2001 publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), para el Partido de Berazategui. Cabe mencionar que los datos del censo Nacional realizado en 2010 sólo se encuentran desagregados a nivel de partido.

#### 3.3.3.1 Salud

El Partido de Berazategui cuenta con el Hospital público general de agudos “Evita Pueblo”, que se encuentra en la calle 36 entre 27 y 30; y 78 centros de atención (entre privados y públicos). La cobertura de salud registrada por el Censo Nacional 2001 se observa en la Figura 119:

Sexo y grupos de edad	Total	Obra social y/o plan de salud privado o mutual	
		Tiene	No tiene
	<b>287.913</b>	<b>128.042</b>	<b>159.871</b>
0-14	82.870	33.411	49.459
15-64	182.503	77.755	104.748
65 y más	22.540	16.876	5.664
Varones	141.163	61.202	79.961
0-14	42.000	16.966	25.034
15-64	89.699	37.250	52.449
65 y más	9.464	6.986	2.478
Mujeres	146.750	66.840	79.910
0-14	40.870	16.445	24.425
15-64	92.804	40.505	52.299
65 y más	13.076	9.890	3.186

Figura 119: Cobertura de Salud en el Partido de Berazategui (INDEC 2001)

### 3.3.3.2 Educación

El nivel de educación alcanzado por la población del Partido de Berazategui se registra en la siguiente tabla (Figura 120). De esta información se desprende que:

- El 3% de la población mayor a 15 años no se encuentra instruida
- El 32% concluyó sólo los estudios primarios
- El 15% cuenta con secundario completo
- El 5% de la población mayor de 15 años tiene un título superior (universitario o terciario)



Sexo y grupos de edad	Población de 15 años o más	Máximo nivel de instrucción alcanzado								
		Sin instrucción	Primario		Secundario		Superior no universitario		Superior universitario	
			Incompleto	Completo	Incompleto	Completo	Incompleto	Completo	Incompleto	Completo
Total	205.043	6.934	25.272	66.158	51.247	32.770	4.682	6.166	7.882	3.932
15-19	25.481	171	1.101	2.829	18.544	2.500	130	11	195	-
20-24	26.790	281	872	6.162	7.122	7.556	1.446	588	2.676	107
25-29	22.282	336	1.019	6.106	5.407	5.114	982	1.150	1.635	533
30-39	38.691	857	2.514	12.951	8.411	7.430	1.231	2.214	1.734	1.349
40-49	32.780	941	3.682	13.294	6.183	5.013	579	1.213	880	995
50-59	26.917	1.326	5.466	11.436	3.521	3.109	235	626	500	598
60-69	17.522	1.332	5.137	7.528	1.445	1.364	57	236	189	234
70-79	10.996	1.130	4.120	4.415	506	542	20	113	57	93
80 y más	3.684	560	1.361	1.437	108	142	2	35	16	23
Varones	99.163	2.980	11.464	32.826	27.220	15.309	1.704	1.664	3.997	1.999
15-19	12.833	93	652	1.629	9.398	965	35	5	66	-
20-24	13.417	153	501	3.474	3.946	3.545	449	145	1.165	40
25-29	11.003	170	537	3.315	2.916	2.458	341	254	814	198
30-39	18.853	425	1.229	6.493	4.449	3.628	479	569	973	608
40-49	15.970	450	1.708	6.569	3.355	2.292	241	331	499	537
50-59	13.064	600	2.524	5.582	1.993	1.355	114	203	310	373
60-69	8.145	550	2.182	3.476	840	695	31	96	116	159
70-79	4.624	381	1.664	1.830	284	298	13	47	40	67
80 y más	1.264	158	469	468	50	73	1	14	14	17
Mujeres	105.880	3.954	13.808	33.332	24.027	17.461	2.978	4.502	3.885	1.933
15-19	12.648	78	449	1.200	9.156	1.535	95	6	129	-
20-24	13.373	128	371	2.688	3.177	4.011	997	423	1.511	67
25-29	11.279	166	482	2.791	2.491	2.656	641	896	821	335
30-39	19.838	432	1.285	6.468	3.982	3.802	752	1.645	761	741
40-49	16.810	491	1.976	6.735	2.828	2.721	338	882	381	458
50-59	13.763	726	2.942	5.854	1.528	1.754	121	423	190	225
60-69	9.377	782	2.955	4.052	605	669	26	140	73	75
70-79	6.372	749	2.456	2.585	222	244	7	66	17	26
80 y más	2.420	402	892	969	58	69	1	21	2	6

Nota: la población que declaró que asiste o asistió a niveles educativos y/o años pertenecientes a la estructura educativa correspondiente a la Ley Federal de Educación ha sido asignada al nivel y/o año equivalente de la vieja estructura educativa. En este sentido cabe aclarar que el nivel primario equivale a los años 1° a 7° de la Educación General Básica y el nivel secundario equivale al 8° y 9° años de la Educación General Básica y a todos los años del nivel polimodal.

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

Figura 120: Niveles de instrucción según grupo de edad. Partido de Berazategui (INDEC 2001)

### 3.3.3.3 Nivel socioeconómico

El Partido de Berazategui presenta en general con una conformación social de tipo mixto con presencia de clase media y baja, pero con predominancia de la primera.

Existen diferentes indicadores que pueden dar cuenta del nivel socioeconómico de una población, los principales son:

- Condición de la actividad económica del Jefe de hogar
- Población por tipo de vivienda
- Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

Los registros sobre estos indicadores surgidos del Censo 2001 para el Partido de Berazategui se presentan en el siguiente cuadro (Figura 121).

### Condición de la actividad económica del Jefe de Hogar

Jefes de hogares	Condición de actividad económica						
	Económicamente activos			No económicamente activos			
	Total	Ocupados	Desocupados	Total	Estudiantes	Jubilados o pensionados	Otra situación
75.603	53.889	37.381	16.508	21.714	394	11.893	9.427

Figura 121: Condición de la actividad económica del Jefe de Hogar. Partido de Berazategui (INDEC 2001)

De esta tabla se puede concluir que en el 2001, del total de los Jefes de hogar, el 65% percibía un aporte ya sea por remuneración salarial o jubilación/pensión.

#### 3.3.3.4 Tipo de vivienda

El INDEC caracteriza 10 tipos de vivienda en los que puede habitar la población censada:

- **Casa:** vivienda con salida directa al exterior (sus habitantes no pasan por pasillos o corredores de uso común) construida originalmente para que habiten personas.
- **Casa tipo B:** la que presenta al menos una de las siguientes condiciones: tiene piso de tierra o ladrillo suelto u otro material (no tiene piso de cerámica, baldosa, mosaico, mármol, madera, alfombra, cemento o ladrillo fijo); o no tiene provisión de agua por cañería dentro de la vivienda o no dispone de inodoro con descarga de agua. (El resto de las casas es considerado **casas tipo A**)
- **Rancho:** vivienda con salida directa al exterior (sus habitantes no pasan por pasillos o corredores de uso común) construida originalmente para que habiten personas. Generalmente tiene paredes de adobe, piso de tierra y techo de chapa o paja. Se considera propia de áreas rurales.
- **Casilla:** vivienda con salida directa al exterior, construida originalmente para que habiten personas. Habitualmente fabricada con materiales de baja calidad o de desecho, es característica de áreas urbanas.
- **Departamento:** vivienda construida originalmente para que habiten personas, que forma parte de un edificio o estructura que, con una entrada común, contiene por lo menos dos unidades de habitación a las que se accede a través de pasillos, escaleras, zaguanes o ascensores de uso común.

- **Pieza/s en inquilinato:** pieza ubicada en un inquilinato o conventillo, siendo éste un edificio o estructura que ha sido construido o remodelado deliberadamente para contener varias piezas que tienen salida a uno o más espacios de uso común, con la finalidad de alojar en forma permanente personas en calidad de inquilinos. Generalmente el edificio tiene baño/s y/o cocina/s que se usan en forma compartida; esto no excluye que alguna de las habitaciones cuente con baño y/o cocina propio/s.<sup>41</sup>
- **Pieza/s en hotel o pensión:** pieza ubicada en un hotel o pensión, siendo éste un edificio o estructura que ha sido construido o remodelado deliberadamente para contener varias piezas que tienen salida a uno o más espacios de uso común con la finalidad de alojar en forma permanente personas en calidad de huéspedes o pensionistas. Tienen un régimen especial caracterizado por a) pago diario, semanal, quincenal y/o mensual del importe del alojamiento y, b) encuadramiento bajo la legislación establecida para este tipo de comercio que se exhibe en lugares visibles del mismo o en los libros de registro del establecimiento.<sup>42</sup>
- **Local no construido para habitación:** lugar que no ha sido construido o adaptado para que habiten personas pero que en el momento del censo se encuentra habitado.
- **Vivienda móvil:** estructura que es utilizada como vivienda, construida para ser transportada (tienda de campaña, taco o carpa) o que constituye una unidad móvil (barco, bote, vagón de ferrocarril, casa rodante, camión, trineo, etcétera) que, en el momento del censo, está habitada por personas.
- **En la calle:** espacio en la vía pública (calle, estación del ferrocarril, estación del subterráneo, portal de edificio, plaza, etcétera) utilizado por el hogar como lugar de habitación y/o pernocte en el momento del censo.

### Calidad de los materiales de la vivienda (CALMAT)

Los materiales predominantes de los componentes constitutivos de la vivienda (pisos, paredes y techos) se evalúan y categorizan con relación a su solidez, resistencia y capacidad de aislamiento térmico, hidrófugo y sonoro. Se incluye asimismo la presencia en determinados detalles de terminación: cielorraso, revoque exterior y cubierta del piso.

- **CALMAT I:** la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos (pisos, paredes y techos) e incorpora todos los elementos de aislación y terminación.
- **CALMAT II:** la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos pero le faltan elementos de aislación o terminación al menos en uno de éstos.

- **CALMAT III:** la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos pero le faltan elementos de aislación y/o terminación en todos éstos, o bien, presenta techos de chapa de metal o fibrocemento u otros sin cielorraso, o paredes de chapa de metal o fibrocemento.
- **CALMAT IV:** la vivienda presenta materiales no resistentes al menos en uno de los componentes constitutivos.

De estos datos se puede concluir que el 6.39% de la población del partido vive viviendas tipo casilla, lo que equivale a 4.828 hogares y a 20.178 habitantes. (Figura 122)

Tipo de vivienda	Localidad %	Partido %
Casa A	78,93	73,77
Casa B	9,14	13,51
Rancho	0,71	0,82
Casilla	4,54	6,39
Dpto	8,43	5,15
Pieza en inquilinato	0,19	0,21
pieza en hotel o pensión	0,01	0,01
local no construido para habitación	0,10	0,13
vivienda móvil	0,01	0,01
en la calle	s	0,01

CALMAT	Localidad %	Partido %
CALMAT I	65,29	55,28
CALMAT II	20,50	25,41
CALMAT III	12,42	16,75
CALMAT IV	1,78	2,55

Fuente: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001

Elaboración propia sobre datos procesados por la Dirección Provincial de Estadística

Figura 122: Tipo de vivienda y CALMAT. Partido de Berazategui (INDEC 2001)

### Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

Las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) fueron definidas según la metodología utilizada en *“La pobreza en la Argentina”* (serie Estudios INDEC, N° 1, Buenos Aires, 1984). Los hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas son los hogares que presentan al menos uno de los siguientes indicadores de privación:

- 1. Hacinamiento: hogares con más de tres personas por cuarto.
- 2. Vivienda: hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, pieza de hotel o pensión, casilla, local no construido para habitación o vivienda móvil, excluyendo casa, departamento y rancho).
- 3. Condiciones sanitarias: hogares que no tienen ningún tipo de retrete.



- 4. Asistencia escolar: hogares que tienen al menos un niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela.
- 5. Capacidad de subsistencia: hogares que tienen cuatro o más personas por miembro ocupado, cuyo jefe no haya completado el tercer grado de escolaridad primaria.

En el Partido de Berazategui se registró un 19,4% de la población con NBI según el Censo 2001, encontrándose entre los más elevados del aglomerado aunque por debajo del registrado en Florencio Varela, que alcanzó el 30% de habitantes con NBI.

Dentro de la localidad en donde se emplaza el área de estudio, el registro del 2001 arrojó que el 13,35% de los hogares censados tenían NBI, similar al registrado en el total del partido.

### 3.3.4 Aspectos urbanos

A continuación se describen las características urbanas principales del Partido de Berazategui.

#### 3.3.4.1 Usos del suelo

##### Usos reales

El uso del suelo en los alrededores del predio objeto de estudio es destinado predominantemente a infraestructura regional, equipamientos y actividades agropecuarias, no identificándose en el área próxima edificaciones de importancia a menos de 1000 m del área donde se emplazará la PPB. (Figura 123)

En los alrededores del nudo de derivación de la Autopista y la calle 14 se encuentran:

- **Norte:** predio donde se ubicará la planta, ocupado por un grupo de viviendas precarias y donde se ha desarrollado un incipiente basural,
- **Este:** El Club Hípico y un sector utilizado como basural,
- **Sur:** Golf Club de la Asociación Deportiva Berazategui,
- **Oeste:** barrio de viviendas.

Del otro lado del predio de grandes dimensiones antes mencionado, donde el único uso es la pastura de caballos, se encuentra el Aeroclub Río de la Plata, recostado sobre la

autopista. La cabecera Este de la pista de aterrizaje se encuentra aproximadamente a unos 700 metros de la calle 11.

En este sector urbano, en la calle 14 y 161 se encuentra un edificio en buen estado de conservación que opera AySA donde se localiza la torreta de ventilación elevada de los conductos cloacales.

Volviendo a la porción ribereña, del otro lado de la autopista, los usos del suelo que se registran en los alrededores del predio son predominantemente agrícolas, salvo por la existencia de 3 viviendas localizadas sobre la ribera en el predio donde se encuentran las cámaras de acceso al Emisario actual operado por AySA a las que se accede por la calle 14.

Si bien se pueden observar algunas tendencias de cuadrícula de entramado urbano en las cercanías del predio en estudio, las parcelas que lo rodean no están habitadas. (Figura 123)

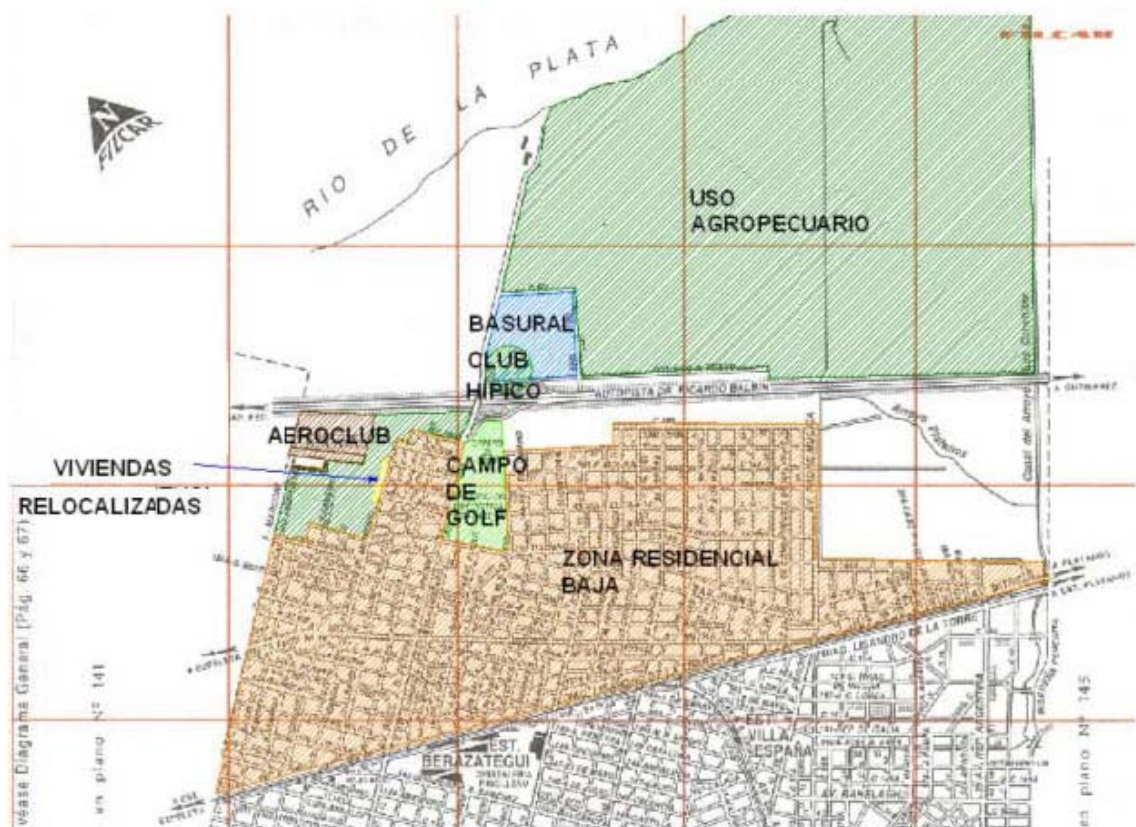


Figura 123: Identificación de sectores

## Planeamiento urbano

El ordenamiento territorial en el partido de Berazategui está reglamentado por la Ordenanza de Zonificación N° 2412/92, promulgada por Decreto N° 3818/93 del Poder Ejecutivo Provincial y sus modificatorias.

En el Artículo 32° de la citada ordenanza se establecen las condiciones a cumplir en el Área Ribereña del partido, mediante la zonificación Re, Zona de Reserva, establecida por Ordenanza 820/77. De tal modo se somete a planificación al Área Ribereña con carácter preventivo y hasta su definitiva regulación y saneamiento, restringiendo su uso a la producción rural y a la recreación, compatibles con las características del área, y estableciendo una densidad máxima de 5 habitantes por hectárea. Los límites del área ribereña pueden observarse en la Figura 124.

Posteriormente se ha ido modificando la zonificación para algunos sectores de la porción ribereña del partido, así como se establecieron algunos casos particulares, previstos por el Artículo 34° de la ordenanza 2412/92.

Es así que, en lo que hace al área más cercana al predio objeto de estudio, corresponde mencionar el Caso Particular determinado como uso específico (Ue) por la Ordenanza 1003/83, donde se encuentran los predios de Comunicaciones Internacionales dependientes de la Policía Federal.

Corresponde mencionar, también; el área dentro de la cual se encuentra el complejo denominado “Puerto Trinidad”, un barrio privado en desarrollo, en una zona considerada como Sector de urbanización especial.

Actualmente la administración municipal ha propiciado la desafectación del área ribereña mediante tres ordenanzas (N° 3309 – Decreto 050/01, N° 3648 – Decreto 1179/04 y N° 3688 – Decreto 1493/04) que han sido elevadas para estudio y consideración de las autoridades provinciales competentes. Las áreas afectadas por las dos primeras ordenanzas corresponden a los sectores lindantes a través de la calle 14 con el predio objeto del presente estudio.

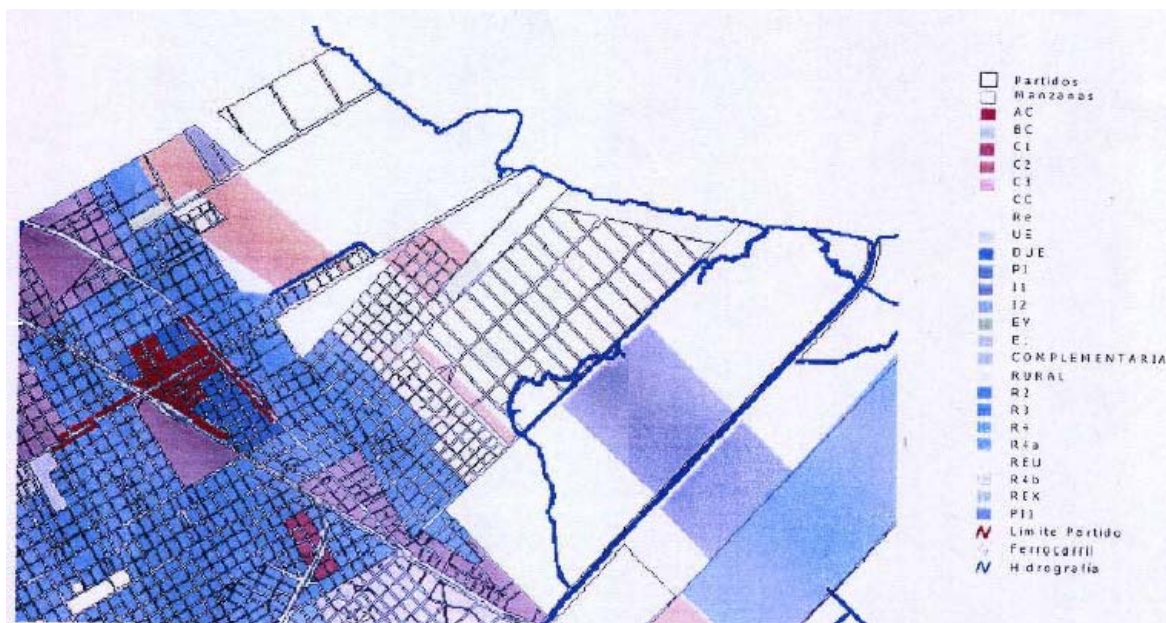


Figura 124: Plano de zonificación de suelo

### 3.3.4.2 Accesibilidad

#### **Red vial / Accesos**

El viario principal está conformado por la Autopista Buenos Aires-La Plata, la que constituye uno de los límites del predio. En la intersección de la Calle N° 14 y la autopista, se encuentra la estación de peaje correspondiente a Berazategui.

La Autopista La Plata – Buenos Aires se enmarca dentro de la red vial que conforman los Accesos a la Ciudad de Buenos Aires. Se trata de una vía de tránsito rápido, ubicada en el eje costero de la Región Metropolitana, que vincula en sentido norte – sur a las ciudades de Santa Fe, Rosario, Buenos Aires y La Plata. La interconexión con otros accesos a la Ciudad de Buenos Aires, se realiza a través de la Autopista 25 de Mayo, derivando el tránsito a la Ciudad, al Acceso Oeste, a la Autopistas Dellepiane, Richieri y Ezeiza – Cañuelas y a la Avenida Gral. Paz. Su zona de influencia se caracteriza por tener una población superior al 50% del total de la región metropolitana.

El sistema se completa con la Avenida Almirante Brown, o calle 14, la cual, tal como se ha mencionado ya, conecta el sector con el centro de Berazategui y por su intermedio, con el Camino General Belgrano. No se cuenta con información de tránsito ni de accidentes de la mencionada arteria.



### ***Red Ferroviaria***

Dentro del partido se ubican siete estaciones de Ferrocarril de la Línea Roca: Berazategui, Villa España, Ranelagh, Sourigues, Plátanos, Hudson y Gutiérrez

### ***Transporte automotor de pasajeros***

El Partido de Berazategui cuenta con un gran número de líneas de colectivo que conectan al municipio tanto internamente, como con las distintas localidades del Conurbano.

Algunas de las líneas más importantes son: 98, 159 y 603.

### ***Infraestructura urbana***

El entorno de la PPB, al oeste de la Autopista Buenos Aires – La Plata, cuenta con los servicios de electricidad, alumbrado público, agua potable, gas y recolección de residuos.

### ***Agua y Saneamiento Cloacal y Pluvial***

Tanto las redes de agua como de cloacas son operadas por el Municipio de Berazategui. El Municipio de Berazategui tiene a cargo el servicio de producción y distribución de agua potable dentro de su jurisdicción, para ello cuentan con la explotación de 106 pozos que extraen agua del acuífero Puelche.

El grado de cobertura del servicio es prácticamente universal dentro del partido, si bien no todos los hogares cuentan con el servicio dentro de sus viviendas, sí al acceso al agua de red, fuera de la vivienda o cercano a su terreno.

En la Figura 125 pueden verse los resultados del Censo 2010 para hogares por tipo de desagüe del inodoro, según provisión y procedencia del agua. Según el Censo 2010 sólo el 7 % de los hogares de Berazategui no cuenta con agua de red dentro de sus viviendas y el 33% de los hogares no cuenta con servicio de cloaca de red.

No se obtuvo información sobre el desarrollo de la red pluvial en el partido, en el entorno inmediato a la PPB el escurrimiento del líquido pluvial se produce a través de zanjas.

Cuadro H2-D. Provincia de Buenos Aires, partido Berazategui. Hogares por tipo de desagüe del inodoro, según provisión y procedencia del agua. Año 2010

Provisión y procedencia del agua	Total de hogares	Tipo de desagüe del inodoro				Hogares sin baño/letrina
		A red pública (cloaca)	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	
<b>Total</b>	<b>93.164</b>	<b>62.391</b>	<b>11.233</b>	<b>17.198</b>	<b>186</b>	<b>2.156</b>
Por cañería dentro de la vivienda	86.623	60.592	10.432	14.582	85	932
Red pública	82.419	59.023	9.000	13.418	81	897
Perforación con bomba de motor	3.644	1.321	1.345	959	3	16
Perforación con bomba manual	44	10	8	26	-	-
Pozo	420	156	70	175	-	19
Transporte por cisterna	95	82	8	4	1	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	1	-	1	-	-	-
Fuera de la vivienda pero dentro del terreno	6.025	1.799	722	2.357	71	1.076
Red pública	5.062	1.756	519	1.744	57	986
Perforación con bomba a motor	762	29	178	471	12	72
Perforación con bomba manual	109	-	16	82	2	9
Pozo	78	11	6	53	-	8
Transporte por cisterna	8	3	1	4	-	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	6	-	2	3	-	1
Fuera del terreno	516	-	79	259	30	148
Red pública	248	-	49	106	8	85
Perforación con bomba a motor	160	-	22	100	6	32
Perforación con bomba manual	25	-	2	17	2	4
Pozo	59	-	5	25	7	22
Transporte por cisterna	8	-	-	2	6	-
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	16	-	1	9	1	5

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Figura 125: Censo 2010. Hogares por tipo de desagüe del inodoro y procedencia del agua.

### Redes de gas y energía eléctrica

El partido de Berazategui posee servicio de gas natural brindado por la empresa Metrogas, cubriendo según el censo 2001 del INDEC al 56% de las viviendas. El servicio de energía eléctrica es brindado por la empresa EDESUR.

#### 3.3.4.3 Equipamientos

##### Institucionales

- Municipalidad: Av. Pte. Néstor C. Kirchner y Calle 14.

Delegaciones Municipales:

- Barrio Marítimo 02229-45-3263
- Berazategui Norte 4275-8701
- Berazategui Oeste 4216-0186
- El Pato 02229-49-1441

- Gutiérrez 02229-44-0160
- Hudson 4215-2057
- Plátanos 4223-2143
- Ranelagh 4223-5981
- Sourigues 4223-3433

**Salud**

- Hospital Evita Pueblo: 4223-2737 / 2992 / 93 / 94 / 96

**Comisarías:**

- Berazategui 1ra 4256-1133 / 2532
- Berazategui 2da 4258-8551 / 8788
- Berazategui 3ra 02229-45-2485
- Berazategui 4ta 02229-44-0606
- Berazategui 5ta 02229-49-1111 / 1213
- Departamento Villa España 4258-4012
- Comisaría de la Familia 4395-1283

**Servicios**

- EDESUR: 0800-333-3787
- METROGAS (Pérdidas): 4309-1050

**Bomberos:**

- Cuartel Central Berazategui 4256-2222
- Cuartel Central El Pato 02229-49-1333
- Cuartel Hudson 4215-2292 / 3552
- Cuartel Gutiérrez 155-302-6593 / ID 54.693\*1953

## 4 DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

Actualmente en el predio de emplazamiento de las instalaciones a desarrollarse en tierra que se estudian en el presente EIA se encuentra en construcción la Planta de Pretratamiento Berazategui, en Octubre de 2011 se realizó un estudio de determinación de línea de base ambiental para las áreas en que se llevarán a cabo las nuevas obras, en el Anexo V se puede ver el estudio completo.

Para caracterizar la línea base ambiental de las áreas asociadas al Emisario, se realizó un estudio especial en donde se recopilaron datos históricos de la calidad del Río de la Plata y se analizaron los distintos aspectos del mismo. (Anexo VI)

### 4.1 Aspectos Físicos

#### 4.1.1 Aire

##### 4.1.1.1 Calidad del aire

##### Generalidades

La calidad del aire en el Conglomerado de Buenos Aires excede, para ciertos períodos y ciertas áreas, los máximos de concentración de gases recomendados por los organismos internacionales.

Como se observa en el mapa de la Figura 126, el conglomerado de Buenos Aires presenta promedios de concentración de gases contaminantes urbanos altos y muy altos, coincidiendo estos máximos con el área central de la ciudad, el eje conformado por la Av. Rivadavia y las centralidades barriales más importantes (Flores, Palermo, Belgrano, etc). Al distanciarse de las áreas centrales, las concentraciones disminuyen significativamente.

Los gases de combustión representan uno de los principales factores de contaminación del aire en las ciudades, el aumento constante del parque automotor y la falta de mantenimiento y control de los vehículos, acentúan el efecto.

Asociado a la calidad del aire están las fuentes más importantes de olores en el área son: las emisiones producidas por los vehículos que circulan en la zona, la acumulación de aguas grises en zonas bajas y el polvo generado por las calles de tierra.



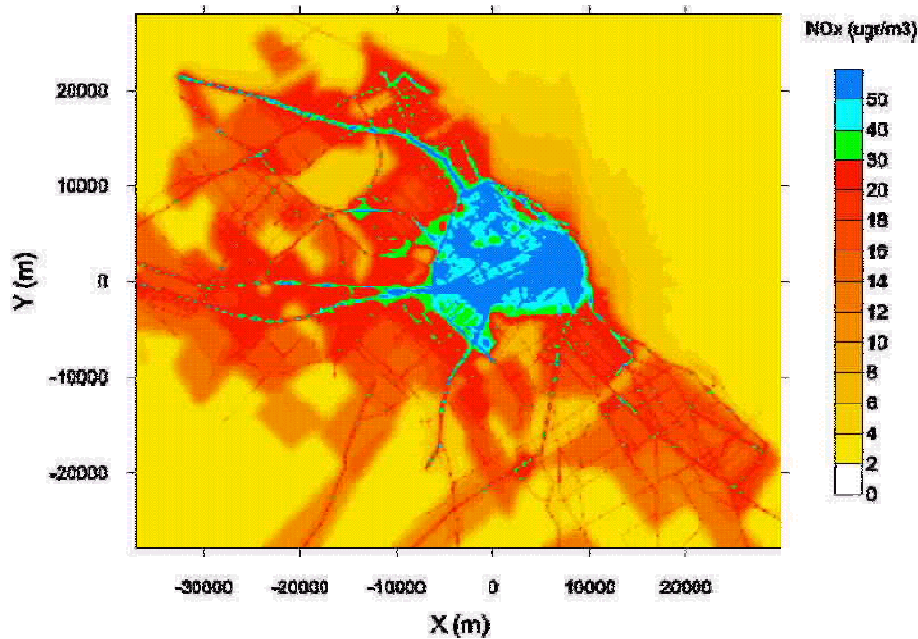


Figura 126: Promedio de concentración de NOx en el Área Metropolitana.

Para determinar la calidad del aire en el predio de la Planta Berazategui, en donde se llevarán las obras que se encontrarán en tierra, se llevó a cabo un monitoreo de calidad del aire que se describe a continuación.

### **Objetivo y metodologías de estudio**

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.

### **Identificación 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 Figura 127.



Figura 127: Puntos de muestreo de gases

### **Medición 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<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno)
- SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre)
- SH<sub>2</sub> (sulfuro de hidrógeno)

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.

### **Método analítico**

- Gases tóxicos: sensores electroquímicos
- Material particulado total: NIOSH 0500

- Amoníaco: NIOSH 6015
- Sulfuro de hidrógeno: OSHA ID 141
- Metano: OSHA CSI

### **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.

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

Según los resultados obtenidos puede observarse que 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.

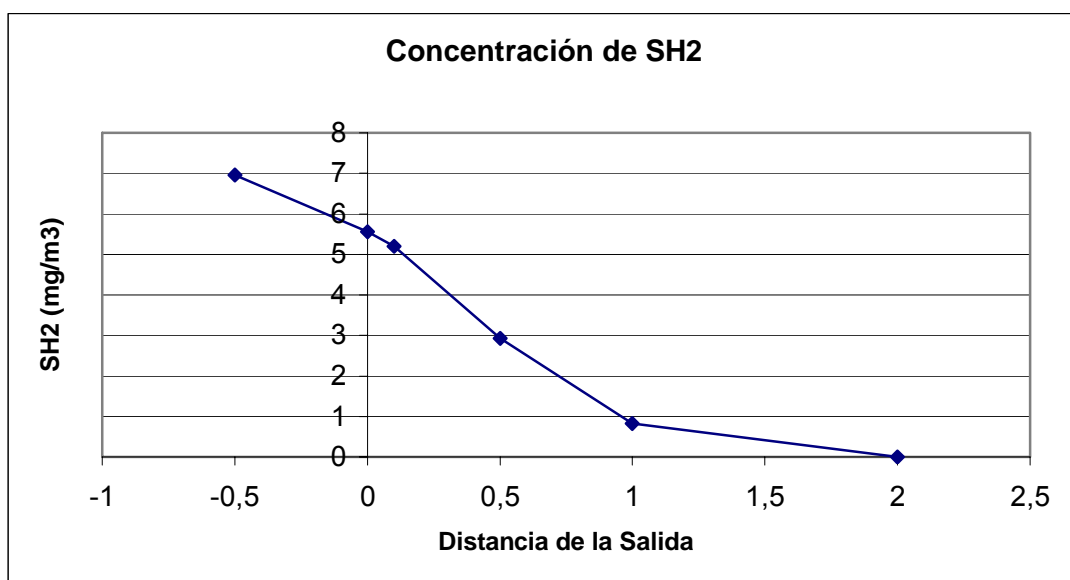
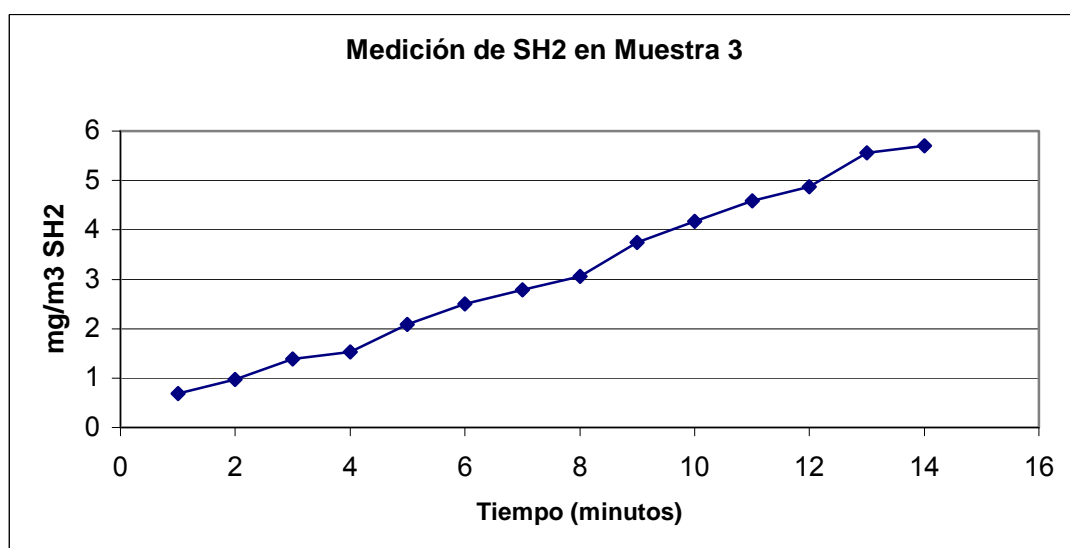
#### ***Mediciones de Sulfuro de Hidrógeno (SH<sub>2</sub>)***

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. (Figuras 128, 129 y 130)

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

Figura 128: Concentraciones de SH<sub>2</sub> a la Salida de la Cámara (Ingreso 2) de MuestreoFigura 129: Concentraciones de SH<sub>2</sub> vs. la distancia de la Boca de SalidaFigura 130: Saturación de SH<sub>2</sub> vs Tiempo



### Conclusiones:

- 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.
- En el gráfico de la Figura 129 se observa la variación de la concentración de  $\text{SH}_2$  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.
- En el gráfico de la Figura 130 se observa la saturación de las muestras de  $\text{SH}_2$  durante las mediciones.

#### 4.1.1.2 Niveles sonoros

Para determinar la línea de base sonora del entorno a las futuras obras se procedió a realizar un monitoreo en 6 puntos del perímetro del área que ocupan actualmente las obras de la construcción de la Planta Berazategui. (Figura 131)

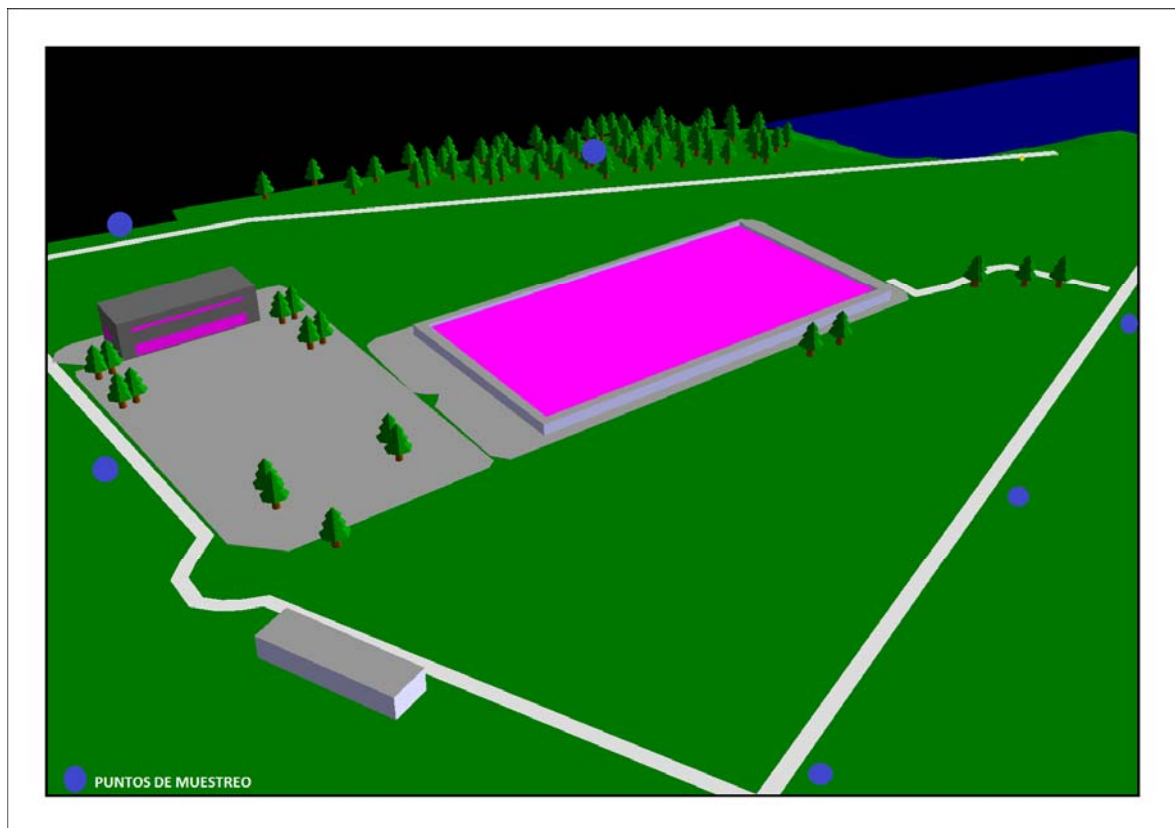


Figura 131: Puntos de muestreo de ruidos

El procedimiento de medición de ruido se basa en el concepto de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NSCE / Leq) el cual se determina el nivel de ruido existente, es decir el Nivel de Ruido de Fondo o Ambiental.

Se compara los niveles medidos en el “Puesto de Medición” con los valores calculados por el software SoundPLAN versión 7.0, con una emisión calculada acorde a “NMPB – Guide du Bruit”, emisión carreteras calculada acorde a “ISO 9613 Parte I y II - Attenuation of sound during propagation outdoors”

	<b>Puesto de medición (dBA)</b>
<b>Leq</b> (medido)	<b>58,5</b>
<b>Leq</b> (por software)	<b>58,5</b>

Se verifica la correlación entre valores medidos y valores calculados por el modelo.

Se modela el ambiente sonoro actual. La metodología de modelación de ruido industrial se basa en la normativa “ISO 9613, parte 1 y 2” en lo referente a la propagación del sonido, la cual utiliza los principios de atenuación divergente, junto con la atenuación debida a obstáculos y la atenuación por aire.

Los parámetros fijados al modelo de simulación son:

- Temperatura: 16° C
- Humedad relativa en: 70%.
- Road: NMPB – Routes – 96 / Emission: Guide du Bruit
- Industry : ISO 9613-2 : 1996
- Assessment: DIN 18005 Industry

Los niveles sonoros ingresados al modelo corresponden a mediciones realizadas oportunamente. Niveles de emisión Presión Sonora en perímetro:

<b>Receptor</b>	R1	R2	R3	R4	R5	R6
<b>Niveles</b>	49,6	43,9	42,7	43,7	45,5	47,7

En la Figura 132 se muestra la simulación de los niveles sonoros en el área actualmente.

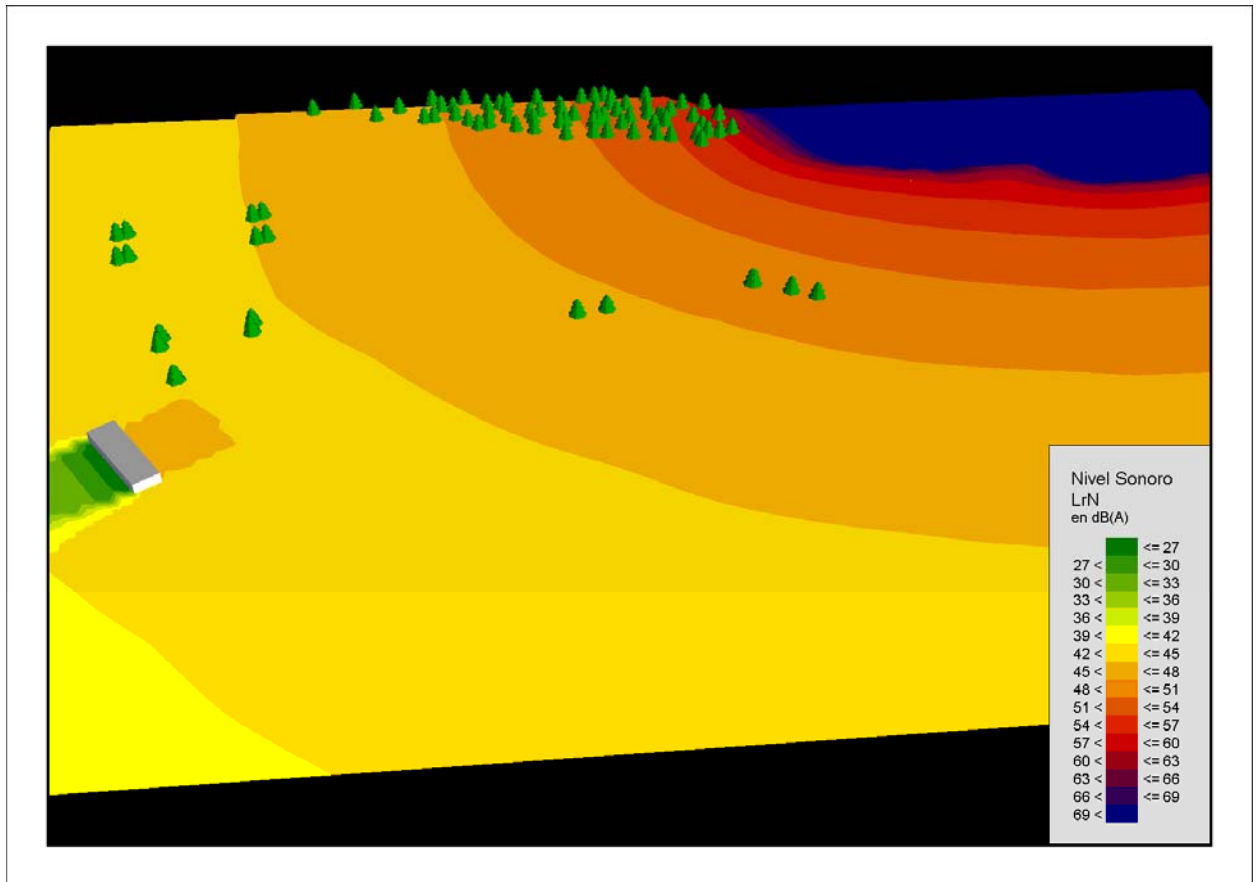


Figura 132: Simulación de los niveles sonoros. Línea de base.

#### 4.1.2 Suelos

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.

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 la Figura 133.



Figura 133: Puntos de muestreo de suelos

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

En la tabla de la Figura 134 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.



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
Níquel (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

Figura 134: Resultados de los análisis del muestreo de suelos

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.

### 4.1.3 Agua

#### 4.1.3.1 Agua superficial

La línea de base ambiental de los futuros Emisarios Riachuelo y Berazategui, del sistema de saneamiento Cloacal del Área de acción de AySA, se ha diseñado siguiendo las pautas metodológicas establecidas en la norma ISO 14015:2001 “Evaluación Ambiental de Sitios y Organizaciones (EASO)”.

El estudio completo se encuentra al final del EsIA como Anexo VI.

En el caso de los emisarios subfluviales a construirse en el área metropolitana, el proyecto se propone como 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>49</sup> de la biblioteca de AySA, se pudo verificar una cita del Ing. Bateman que hace referencia a 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>50</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>51</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.

<sup>49</sup> Agua y Saneamientos argentinos (1980-1936), AA. Pág. 42

<sup>50</sup> 1 pie = 30.5 cm

<sup>51</sup> Estudio para la Evaluación de la Contaminación en el Río de la Plata (1989) CARP. Pág. 30

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>52</sup> se observa que las profundidades mantienen esta tendencia.

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, influyen en gran forma 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, además, 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

---

<sup>52</sup> Ver Anexo III del Estudio Completo de la Línea de Base Ambiental. Emisarios Subfluviales Riachuelo y Berazategui sobre la costa del Río de la Plata.

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 como sistema natural con una constante influencia antrópica, presentándose como una herramienta de gestión ambiental operativa para la etapa de funcionamiento de los futuros emisarios subfluviales.

#### **4.1.3.2 Agua Subterránea**

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.

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 la Figura 135.



Figura 135: Ubicación del freatímetro

Se procedió a la extracción de muestras en las zonas consideradas representativas dentro del área de implantación de la obra. 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. En la tabla de la Figura 136 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.

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

Figura 136: EB Salida – Análisis Muestra Napa

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.

## **4.2 Aspectos Urbanos**

### **4.2.1 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.

### **4.2.2 Infraestructura de servicios de red**

El predio en el cual se encuentra en construcción la Planta de Pretratamiento Berazategui cuenta con servicio de electricidad, se abastece de agua mediante pozos y contará con red de saneamiento cloacal.

Los movimientos de suelos realizados en el área y el diseño de la misma contempló un sistema de red pluvial que deriva las aguas de lluvia hacia el Río de la Plata.

### **4.2.3 Usos del suelo**

El predio de la Planta Berazategui corresponde a un uso destinado a la localización de infraestructura de servicios de red. En las cercanías del área en que se llevará a cabo la Estación de Bombeo y se instalarán los obradores para construir el emisario no existe la presencia de vecinos.

### **4.2.4 Sitios de Interés Cultural, Histórico, Arqueológico o Paleontológico del área de estudio.**

El predio en donde se llevarán a cabo las obras ha sido rellenado recientemente. Las excavaciones necesarias para construir la EBS se realizarán sobre estos suelos por lo que no se prevé la presencia de elementos que puedan ser de interés.

## 5 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos ambientales, que puedan derivar de los Proyectos en estudio, tiene como objetivo analizar la relación entre el Proyecto a realizarse y los distintos componentes del medio ambiente en donde éste se emplazará.

La evaluación que se presenta a continuación constituye un instrumento útil para la toma de decisiones con respecto a los Proyectos, ofrece un panorama simplificado de las situaciones críticas que requerirán un control prioritario, permitiendo prever aquellas medidas que atenúen, prevengan o mitiguen los impactos identificados.

### 5.1 Introducción y metodología de evaluación.

Toda acción que modifique el medio ambiente es susceptible de producir impactos sobre el mismo, ya sean positivos o negativos, significativos o despreciables, transitorios o permanentes.

Para desarrollar este análisis se procede a:

- caracterizar el entorno previo a la realización de la obra (Determinación de la Línea de Base Ambiental)
- identificar y ponderar aquellos aspectos de los Proyectos que puedan producir efectos positivos o negativos en el entorno (impactos ambientales), ya sea en su etapa constructiva como en la operativa.

En el entorno de los Proyectos se conjugan distintos aspectos urbano-ambientales que interaccionan ocasionando diversos efectos sobre el medio. Para poder ponderar los impactos que puedan generar los Proyectos, se debe determinar previamente la línea de base ambiental del ámbito de estudio (Punto 4). Esta determinación se realiza mediante la identificación de los impactos negativos generados por los aspectos urbano-ambientales, preexistentes a la ejecución de los Proyectos.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados a los Proyectos, se utiliza un juego de matrices en las que se contemplan todas las etapas de los Proyectos, las acciones a desarrollar en cada una de ellas que puedan impactar al medio ambiente (*aspectos ambientales*) y los *factores ambientales* susceptibles de ser impactados por estas acciones.

## 5.2 Identificación de Impactos Ambientales asociados al Proyecto

En este Punto se describen los aspectos ambientales derivados del Proyecto en estudio, los factores ambientales que pueden ser susceptibles de ser afectados por los aspectos ambientales, y a partir del análisis de los efectos de los primeros en los segundos, se identifican los Impactos Ambientales asociados al Proyecto, que luego serán ponderados.

### 5.2.1 Aspectos ambientales derivados del Proyecto

A continuación se describen los Aspectos Ambientales asociados al Proyecto en estudio.

ETAPA	ASPECTOS AMBIENTALES	
ETAPA CONSTRUCTIVA/ MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	Acciones de obra	<b>Limpieza, desbroce y destape del terreno</b> Extracción de cobertura vegetal. Generación de residuos vegetales. Disposición de residuos sólidos. Forestación.
		<b>Montaje y operación de obradores</b> Almacenamiento de materiales y herramientas. Generación de ruidos, emisión de gases y polvos. Montaje de caños. Fábrica y acopio de premoldeados. Maniobras de equipos y maquinarias. Generación de residuos.
		<b>Movimiento de tierras</b> Transporte, relleno, nivelación y compactación del terreno. Generación de polvos y ruidos.
		<b>Movimiento de maquinaria pesada y herramientas</b> Circulación en el predio y en los accesos viales.
		<b>Mantenimiento de maquinarias, equipos y herramientas</b> Generación de residuos especiales, efluentes de limpieza. Potenciales derrames y/o pérdidas
		<b>Construcción de las nuevas instalaciones</b> Construcciones civiles. Depresión de la napa p/excavaciones. Fundaciones y hormigonado. Instalación de equipos. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes). Posibles pérdidas y derrames de sustancias especiales. Generación de polvos y ruidos
		<b>Manejo de materiales e insumos de obra</b> Adquisición en el mercado, transporte y acopio. Posibles derrames y/o pérdidas. Generación de polvos, ruidos y gases. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes)
		<b>Manejo de tierra y materiales de excavación</b> Almacenamiento transitorio. Clasificación. Disposición.
		<b>Utilización de recursos durante las obras</b> Agua, energía eléctrica, combustibles. Contratación de mano de obra.
		<b>Desmantelamiento de Instalaciones transitorias</b> Desmantelamiento de obradores. Generación de residuos de tipo domiciliario, industrial, escombros y especiales. Generación de ruidos, olores y polvo. Posibles derrames y/o pérdidas
		<b>Construcción del emisario</b> Excavación. Montaje de las cañerías. Generación de ruidos y polvos. Generación de residuos. Disposición de material excedente. Depresión de napa
ETAPA OPERATIVA	Operación de la planta en condiciones normales	<b>Elevación y disposición de efluentes cloacales pretratados en el Río de la Plata</b> Elevación por bombeo del efluente pretratado en la Planta. Disposición de los efluentes mediante un emisario subfluvial en el Río de la Plata a 7,5 km de la costa. Generación de ruidos y olores.
		<b>Utilización de recursos</b> Agua. Energía eléctrica. Adquisición de insumos. Combustibles. Contratación mano de obra
		<b>Incorporación de nuevos usuarios al servicio</b> Recolección de efluentes cloacales/Desafectación de pozos absorbentes domiciliarios. Disminución de la emisión de gases de efecto invernadero (metano)
		<b>Presencia de las instalaciones</b> Afectación del paisaje. Forestación perimetral.
	Operación del Sistema en condiciones de falla	<b>Tareas de mantenimiento y control de instalaciones</b> Generación de residuos especiales. Posibles derrames y/o pérdidas. Interrupción del flujo de difusión y by pass. Contratación de mano de obra.
		<b>Interrupción del servicio por falta de energía</b> Derrame de líquido cloacal en calzada por obstrucciones o topanomiento de la red. Desborde de emergencia.
		<b>By pass de emergencia</b> Vuelco sin tratamiento en ocasión de recepción de líquidos no asimilables a domiciliarios que ponen en riesgo la operación de la planta



## 5.2.2 Factores Ambientales considerados

Las columnas de la matriz de análisis de impactos presentan los componentes ambientales que pudieran sufrir afectaciones significativas dadas especialmente por la acción del proyecto. Las mismas están agrupadas por el medio al cual definen y se dividen de acuerdo a la característica de cada factor que puede ser modificado por alguna o varias de las acciones del proyecto.

MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad y olores	MEDIO ANTRÓPICO	INFRAESTRUCTURA	Agua de red
		Nivel sonoro			Desagües pluviales y cloacales
	SUELO	Calidad		Energía	
		Compactación y asientos		Accesibilidad y circulación vial	
		Estabilidad		USOS DEL SUELO	Tipo de uso (residencial,
	AGUA	Calidad del agua superf.		SALUD Y SEGURIDAD	Salud Laboral
		Escurrimiento superf			Seguridad Laboral
		Calidad del agua subt.			Salud pública
Nivel freático		Seguridad Pública			
MEDIO BIÓTICO	COBERTURA VEGETAL Y ARBOLADO			VISUALES Y PAISAJES	
	FAUNA		SITIOS DE INTERÉS		
			ECONOMÍA	Empleo	
				Comercio e industria	
				Costos adicionales e imprevistos	

### 5.2.2.1 Matriz de Identificación de Impactos Ambientales (MIIA)

La Identificación de los Impactos Ambientales surge del cruce entre las acciones generadoras (filas) y los factores ambientales (columnas), receptores de los impactos potenciales, este cruce se visualiza en la *"Matriz de Identificación de Impactos Ambientales."* La misma puede verse en la Figura 137.

En la intersección entre filas y columnas se identifica el impacto según su signo

**Signo:** Carácter benéfico o perjudicial del impacto.

- Positivo (en la matriz, de color verde)
- Negativo (en la matriz, de color amarillo)

Esta matriz permite tener una idea de la dimensión de los puntos de conflicto que pueden surgir de la implementación del proyecto.

Signo del impacto: **P** Positivo **N** Negativo **A** Aspa/ sin información suficiente para desarrollar la evaluación

## 5.3 Evaluación de los Impactos Ambientales identificados

La evaluación de los impactos identificados se realiza mediante un juego de matrices del tipo de Leopold, en los que se calcula el Valor de la alteración producida en el medio ambiente por cada aspecto analizado.

### 5.3.1 Matrices de Evaluación de Impactos Ambientales

Las matrices que se utilizan para la evaluación son:

#### 5.3.1.1 Matriz de Incidencia (MI)

Una vez que se han identificado los Impactos, se procede a ponderar la incidencia que tendrá cada uno de los mismos.

- **Incidencia:** Grado de severidad y forma de la alteración, la misma está definida por la suma de una serie de atributos de tipo cualitativos que caracterizan el impacto:
  - **Intensidad:** grado de severidad de la alteración (1 baja, 2 media, 3 alta)
  - **Extensión o escala:** área de influencia del efecto en relación con el total del entorno considerado. (1 puntual, 2 local, 3 regional)
  - **Momento:** lapso que transcurre entre la acción y la aparición del efecto. (1 inmediato, 2 a corto o mediano plazo, 3 a largo plazo)
  - **Inmediatez:** dependencia directa (3) de una acción o indirecta (1) a través de otro efecto.
  - **Persistencia:** tiempo de permanencia del efecto. (1 fugaz, 2 transitorio, 3 permanente)
  - **Probabilidad de ocurrencia:** nivel de riesgo de causar un impacto asociado a la frecuencia con que se realiza la acción que lo produce. (1 eventual/espórádico, 2 periódico/intermitente, 3 continuo)
  - **Reversibilidad:** posibilidad de que el impacto sea asimilado por el medio, de tal manera que este por sí solo, sea capaz de recuperar las condiciones iniciales una vez producido el efecto. (1 reversible o 3 irreversible)
  - **Recuperabilidad:** posibilidad de recuperación mediante intervención externa. (3 baja, 2 media, 1 alta)

La Matriz de Incidencia (MI) puede observarse en la Figura 138.

Matriz de Incidencia				MEDIO FÍSICO								MEDIO BIÓTICO		MEDIO ANTRÓPICO																																
				AIRE		SUELOS		AGUA				COBERTURA VEGETAL Y ARBOLADO PÚBLICO	FAUNA	INFRAESTRUCTURA							USOS DEL SUELO		SALUD Y SEGURIDAD				VISUALES Y PAISAJES	SITIOS DE INTERÉS Y EQUIPAMENTOS	ECONOMÍA			CALIDAD DE VIDA														
														Agua de red	Desagües pluviales y cloacales	Energía	Otros servicios de red	Veredas y/o calzadas	Accesibilidad y circulación vial	Fundaciones de inmuebles frentistas			Tipo de uso (residencial, industrial, etc.)	Crecimiento urbano/ densidad de población (capacidad de acogida)	Salud Laboral	Seguridad Laboral			Salud Pública	Seguridad Pública	Empleo	Comercio e industria	Valor de los inmuebles	Costos adicionales e imprevistos	Confort usuarios	Circulación peatonal y vehicular	Molestias a los vecinos									
ETAPA				ASPECTOS AMBIENTALES										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
ETAPA CONSTRUCTIVA/ MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	Acciones de obra	1	Limpieza, desbroce y destape del terreno	Extracción de cobertura vegetal. Generación de residuos vegetales. Disposición de residuos sólidos. Forestación.		2	1							3	1	2	1																													
		2	Montaje y operación de obradores	Almacenamiento de materiales y herramientas. Generación de ruidos, emisión de gases y polvos. Montaje de caños. Fábrica y acopio de premoldeados. Maniobras de equipos y maquinarias. Generación de residuos.	2	1	3	1							1	1																														
		3	Movimiento de tierras	Transporte, relleno, nivelación y compactación del terreno. Generación de polvos y ruidos.	2	1	3	1																																						
		4	Movimiento de maquinaria pesada y herramientas	Circulación en el predio y en los accesos viales.	2	1	3	1																																						
		5	Mantenimiento de maquinarias, equipos y herramientas	Generación de residuos especiales, efluentes de limpieza. Potenciales derrames y/o pérdidas	3	1	2	1	1	1			2	1	3																															
		6	Construcción de las nuevas instalaciones	Cosntrucciones civiles. Depresión de la napa p/excavaciones. Fundaciones y hormigonado. Instalación de equipos. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes). Posibles pérdidas y derrames de sustancias especiales. Generación de polvos y ruidos	2	1	3	1	1	1	2	1	2	1																																
		7	Manejo de materiales e insumos de obra	Adquisición en el mercado, transporte y acopio. Posibles derrames y/o pérdidas. Generación de polvos, ruidos y gases. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes)	2	1	3	1	3						3	1																														
		8	Manejo de tierra y materiales de excavación	Almacenamiento transitorio. Clasificación. Disposición.	2	1																																								
		9	Utilización de recursos durante las obras	Agua, energía eléctrica, combustibles. Contratación de mano de obra.																																										
		10	Desmantelamiento de instalaciones existentes	Demolición y retiro de estructuras existentes. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes). Generación de polvos, ruidos y gases. Posible ocurrencia de pérdidas y/o derrames de sustancias peligrosas.	3	1	3	1	1	1	2	1	2	1																																
ETAPA OPERATIVA	Operación de la planta en condiciones normales	11	Tratamiento de efluentes	Retención de sólidos - desengrasado - desarenado. Generación, retiro y disposición de residuos y arenas. Actividades de laboratorio, oficinas, etc. Generación de efluentes líquidos	2	1	3	1	1	1	2	1	2	1																																
		12	Utilización de recursos	Agua. Energía eléctrica. Adquisición de insumos. Combustibles. Contratación mano de obra																																										
		13	Desafectación punto de vuelco actual	Discontinuación del vuelco del efluente en el Arroyo Las Ortigas.																																										
		14	Relocalización punto de vuelco	Traslado de el punto de vuelco, mejora sustancial en la calidad del efluente (reducción carga orgánica, bacteriológica y MES)																																										
		15	Incorporación de nuevos usuarios al servicio	Recolección de efluentes cloacales/Desafectación de pozos absorbentes domiciliarios. Disminución de la emisión de gases de efecto invernadero (metano)																																										
		16	Presencia de las instalaciones	Afectación del paisaje. Forestación perimetral.																																										
	Operación del Sistema en condiciones de falla	17	Tareas de mantenimiento y control de instalaciones	Generación de residuos especiales. Posibles derrames y/o pérdidas. Interrupción del flujo de difusión y by pass. Contratación de mano de obra.	2	1	3	1	1	1	2	1	2	1																																
		18	Interrupción del servicio por falta de energía	Derrame de líquido cloacal en calzada por obstrucciones o topanomiento de la red. Desborde de emergencia	3	1	3	1	3					3	1																															
		19	By pass de emergencia	Vuelco sin tratamiento en ocasión de recepción de líquidos no asimilables a domiciliarios que ponen en riesgo la operación de la planta	3	1								3	1																															
CONTINGENCIAS		20	Asociadas a fenómenos naturales	Inundaciones, anegamientos, efecto de tormentas y temporales. Pérdidas parciales o totales de materiales, insumos, equipamiento y/o herramientas.	2	1								3	1	3	1																													
		21	Asociadas a incendios	Pérdidas parciales o totales de materiales, insumos, equipamiento y/o herramientas.	3	1										3	1	3	1																											
		22	Accidentes	Con operarios, contratistas o terceros. Derrumbes, atrapamientos, caídas, etc.																																										
		23	Afectación de infraestructura de servicios	Rotura de instalaciones de servicios de infraestructura, puesta en riesgo de las instalaciones propias o ajenas. Cortes de servicios, emisiones, derrames, etc.	3	1																																								
		24	Vuelcos, lixivados, fugas y derrames de materiales contaminantes	Riesgo de contaminación de suelo o agua. Generación de residuos, emisión de polvo, olores y ruidos	3	1																																								
		25	Daño a la vegetación	Afectación total o parcial de especies arbóreas o arbustivas por corte o contaminación																																										

REFERENCIAS	
I	E
M	In
P	Po
Rv	Rc

Signo		Intensidad (I)	
Positivo		Baja	1
Negativo		Media	2
		Alta	3
Momento (M)		Escala (E)	
Inmediato		Puntual	1
Corto/mediano plazo (e/ 6 meses y 5 años)		Local	2
Largo plazo (después de 5 años)		Regional	3
Reversibilidad (Rv)		Inmediatez (In)	
Reversible		Indirecta	1
Irreversible		Directa	3

Persistencia (P)		Probabilidad de ocurrencia (Po)	
Fugaz	1	Eventual/Esporádico	1
Transitorio	2	Periódico/intermitente	2
Permanente	3	Continuo	3
Recuperabilidad (Rc)		Recuperabilidad (Rc)	
Alta	1	Alta	1
Media	2	Media	2
Baja	3	Baja	3

### 5.3.1.2 Matriz de Evaluación (ME)

La MI, sirve como fuente de la “Matriz de Evaluación” (ME), en donde se pondera la Incidencia Total de los impactos (como la suma de todos los valores de incidencia) según su Magnitud, logrando el Valor o Significancia del Impacto en cada caso, que puede ser positivo o negativo. (Figura 139)




Se establece como criterio que el valor o significancia resultante (S) del impacto a evaluar es el producto entre la Incidencia Total y la Magnitud.




- **Magnitud:** representa la cantidad y calidad del factor modificado en términos relativos al marco de referencia adoptado<sup>53</sup> (valor mínimo 1 y máximo 5)
- **Valor o Significancia:** Mide la gravedad del impacto cuando es negativo y la “bondad” del mismo cuando es positivo. El valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y/o forma en que el factor ambiental es alterado y al significado ambiental de esa alteración. El mismo se puede concretar en términos de Magnitud e Incidencia de la alteración.

### 5.3.1.3 Matriz Resumen de Evaluación de los Impactos Ambientales (MREIA)

La última matriz es un resumen donde se muestran los valores resultantes de la matriz de evaluación de impactos. (Figura 140)

A los efectos de una rápida visualización, se estableció una gama de colores por diferentes rangos de Valor o Significancia. Los valores asignados pueden observarse en la siguiente tabla:

Criterio	Rango	
Positivo Alto	(entre 81 y 120)	
Positivo Medio	(entre 41 y 80)	
Positivo Bajo	(entre 8 y 40)	

Criterio	Rango	
Negativo Alto	(entre 81 y 120)	
Negativo Medio	(entre 41 y 80)	
Negativo Bajo	(entre 8 y 40)	

<sup>53</sup> Por ejemplo: Número de población afectada por un fenómeno sobre el total de población del ámbito de estudio.



AySA

Matriz Resumen de la Evaluación de los Impactos Ambientales				MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO		MEDIO ANTRÓPICO																																																											
				AIRE			SUELO			AGUA			INFRAESTRUCTURA											USOS DEL SUELO		SALUD Y SEGURIDAD			ECONOMÍA				CALIDAD DE VIDA																																									
				Calidad y olores	Nivel sonoro	Calidad	Compactación y asentamientos	Estabilidad	Calidad del agua superficial	Escorrentía superficial	Calidad del agua subterránea	Nivel freático	COBERTURA VEGETAL Y ARBOLADO PÚBLICO	FAUNA	Agua de red	Desagües pluviales y cloacales	Energía	Otros servicios de red	Veredas y/o calzadas	Accesibilidad y circulación vial	Fundaciones de los inmuebles	Tipo de uso (residencial, comercial, industrial, etc.)	Densidad de la población (capacidad de acogida)	Seguridad Laboral	Seguridad Laboral	Seguridad Pública	VISUALES Y PAISAJES	SÍMBOLOS DE INTELIGENCIA	Empleo	Comercio e industria	Valor de los inmuebles	Costos adicionales e imprevistos	Confort usuarios	Circulación peatonal y vehicular	Molestias a los vecinos																																							
ETAPA	ASPECTOS AMBIENTALES			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																																						
ETAPA CONSTRUCTIVA/MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	Acciones de obra	1	Limpieza, desbroce y destape del terreno	Extracción de cobertura vegetal. Generación de residuos vegetales. Disposición de residuos sólidos. Forestación.																																0	28	0	0	0	0	0	0	0	39	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	28	0	0	0	0	0	0							
		2	Montaje y operación de obradores	Almacenamiento de materiales y herramientas. Generación de ruidos, emisión de gases y polvos. Montaje de caños. Fábrica y acopio de premoldeados. Maniobras de equipos y maquinarias. Generación de residuos.																																39	30	0	45	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0						
		3	Movimiento de tierras	Transporte, relleno, nivelación y compactación del terreno. Generación de polvos y ruidos.																																39	60	40	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		4	Movimiento de maquinaria pesada y herramientas	Circulación en el predio y en los accesos viales.																																28	28	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		5	Mantenimiento de maquinarias, equipos y herramientas	Generación de residuos especiales, efluentes de limpieza. Potenciales derrames y/o pérdidas.																																28	28	20	0	0	26	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		6	Construcción de las nuevas instalaciones	Construcciones civiles. Depresión de la napa p/excavaciones. Fundaciones y hormigonado. Instalación de equipos. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes). Posibles pérdidas y derrames de sustancias especiales. Generación de polvos y ruidos																																39	60	30	33	33	0	0	39	0	0	0	0	40	0	0	30	30	0	0	0	0	0	22	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		7	Materiales e insumos de obra	Adquisición en el mercado, transporte y acopio. Posibles derrames y/o pérdidas. Generación de polvos, ruidos y gases. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes)																																26	28	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	52	0	0	0	0	0	0	0			
		8	Tierra y materiales de excavación	Almacenamiento transitorio. Clasificación. Disposición.																																26	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		9	Utilización de recursos durante las obras	Agua, energía eléctrica, combustibles. Contratación de mano de obra.																																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	30	36	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		10	Desmantelamiento de instalaciones existentes	Demolición y retiro de estructuras existentes. Generación de residuos (domiciliarios, especiales, industriales e inertes). Generación de polvos, ruidos y gases. Posible ocurrencia de pérdidas y/o derrames de sustancias peligrosas.																																42	60	30	22	22	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ETAPA OPERATIVA	Operación de la planta en condiciones normales	11	Tratamiento de efluentes	Retención de sólidos - desengrasado - desarenado. Generación, retiro y disposición de residuos y arenas. Actividades de laboratorio, oficinas, etc. Generación de efluentes líquidos																																32	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		Servicio de descarga de camiones atmosféricos																																30	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
		12	Utilización de recursos	Agua. Energía eléctrica. Adquisición de insumos. Combustibles. Contratación mano de obra																																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	39	0	0	0	0	0	0	0	0		
		13	Desafectación punto de vuelco actual	Discontinuación del vuelco del efluente en el Arroyo Las Ortigas.																																72	0	66	0	66	0	66	0	72	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	56	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		14	Relocalización punto de vuelco	Traslado de el punto de vuelco, mejora sustancial en la calidad del efluente (reducción carga orgánica, bacteriológica y MES)																																0	0	0	0	36	0	0	0	34	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		15	Incorporación de nuevos usuarios al servicio	Recolección de efluentes cloacales/Desafectación de pozos absorbentes domiciliarios. Disminución de la emisión de gases de efecto invernadero (metano)																																66	0	100	0	66	0	66	0	76	76	0	40	0	0	40	0	0	66	66	0	0	66	66	70	70	0	66	0	66	51	66	0	0	0	0	0	0	0	
	16	Presencia de las instalaciones	Afectación del paisaje. Forestación perimetral.																																0	0	0	0	0	0	0	0	51	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Operación del Sistema en condiciones de falla	17	Tareas de mantenimiento y control de instalaciones	Generación de residuos especiales. Posibles derrames y/o pérdidas. Interrupción del flujo de difusión y by pass. Contratación de mano de obra.																																39	28	39	20	18	0	0	26	0	24	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	18	20	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		18	Interrupción del servicio por falta de energía	Derrame de líquido cloacal en calzada por obstrucciones o topomniento de la red. Desborde de emergencia.																																62	0	39	0	0	45	0	52	0	16	0	0	56	0	0	42	0	0	0	0	0	30	0	42	0	30	0	0	0	0	0	75	60	0	0	30	0	0	0
	CONTINGENCIAS	19	By pass de emergencia	Vuelco sin tratamiento en ocasión de recepción de líquidos no asimilables a domiciliarios que ponen en riesgo la operación de la planta																																39	0	0	0	0	75	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		Asociadas a fenómenos naturales	Inundaciones, anegamientos, efecto de tormentas y temporales. Pérdidas parciales o totales de materiales, insumos, equipamiento y/o herramientas.																																24	0	0	0	0	0	33	22	0	20	20	45	45	45	45	0	36	0	0	0	0	33	0	33	45	0	0	0	0	60	0	0	0	30	0	0	0	0		
21		Asociadas a incendios	Pérdidas parciales o totales de materiales, insumos, equipamiento y/o herramientas.																																52	0	24	0	0	0	0	0	0	48	44	0	0	30	30	0	36	0	0	0	0	33	0	44	56	30	0	0	0	75	0	0	0	30	0	0	0	0		
22		Accidentes	Con operarios, contratistas o terceros. Derrumbes, atrapamientos, caídas, etc.																																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	44	0	0	0	0	0	75	0	0	0	30	0	0	0	0		
23		Afectación de infraestructura de servicios	Rotura de instalaciones de servicios de infraestructura, puesta en riesgo de las instalaciones propias o ajenas. Cortes de servicios, etc.																																52	0	33	33	33	33	0	33	0	0	0	60	60	60	60	60	0	0	0	0	56	0	42	0	42	0	0	0	0	75	0	0	0	30	0	0	0	0		
24		Vuelcos, lixiviados, fugas y/o derrames de materiales contaminantes	Riesgo de contaminación de suelo o agua. Generación de residuos, emisión de polvo, olores ruidos																																52	0	33	22	0	44	0	44	0	27	27	0	60	0	0	0	0	0	0	0	56	0	42	0	42	30	0	0	75	0	0	0	30	0	0	0	0			
25		Daño a la vegetación	Afectación total o parcial de especies arbóreas o arbustivas por corte o contaminación																																0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	28	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0		
Referencias				Positivo Alto Positivo Medio Positivo Bajo																																Negativo Alto Negativo Medio Negativo Bajo																																						

Figura 140: Matriz Resumen de Evaluación de los Impactos Ambientales

### **5.3.2 Descripción de los Impactos Ambientales asociados al Proyecto**

En el presente estudio se analizarán los efectos en el entorno inmediato de la Estación de Bombeo de Salida Berazategui y del Emisario Berazategui, ya que los efectos que podrá generar el Sistema de Tratamiento Berazategui en su conjunto, ya fueron analizados en el EsIA “Sistema de Tratamiento por Dilución Berazategui” aprobado mediante la Disposición 3820/10 del Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible de Buenos Aires y mediante el Acto Resolutivo 42/09 del Municipio de Berazategui.

A continuación se describen los impactos identificados en la MIIA y ponderados mediante las matrices MI y ME.

### **5.3.3 Impactos positivos generados por el Proyecto**

Durante la etapa constructiva el principal impacto positivo de un proyecto de esta magnitud es el efecto reactivante de la economía que se deriva de la construcción. Las diversas tareas que implica la ejecución de estas obras se traducen en demanda laboral, industrial y de servicios, con efectos multiplicadores y sinérgicos y exigencias de provisión de materiales, insumos, equipamiento y energía. En este contexto están involucradas personas de la más amplia calificación laboral, contratistas, subcontratistas, proveedores y comercios, incluyendo los inevitables efectos de expansión local de acuerdo al rubro que se trate.

Durante la etapa operativa, los principales impactos positivos derivados del proyecto se verán reflejados en el mejoramiento de la calidad del cuerpo receptor, ya que la construcción de este nuevo emisario permitirá evacuar los efluentes cloacales pretratados de manera eficiente manteniendo una mejor calidad del Río de la Plata permitiendo además una mejora paulatina en la calidad de vida de los habitantes que se incorporen al sistema de saneamiento cloacal.

### **5.3.4 Impactos negativos potencialmente generados por el Proyecto**

En este tipo de obras cabe esperar que los impactos negativos se circunscriban, casi en su totalidad, a su etapa constructiva ya que el proceso de operación del emisario ha sido

diseñado de manera tal que represente una mejora significativa para el ambiente con respecto al proceso de disposición de efluentes actual.

Por lo tanto estos impactos negativos que se puedan producir durante la etapa constructiva resultarán, en general, transitorios y acotados al entorno inmediato de las obras en cuestión, y de magnitud variable. Además teniendo en cuenta que en la zona no hay vecinos que puedan ser receptores sensibles a estos impactos, se espera que los impactos generados sean poco significativos.

Durante la construcción el único impacto negativo significativo detectado es el aumento de turbidez del agua del Río de la Plata durante la construcción del tramo en zanja del emisario. (Analizado en el Anexo III)

Durante la operación, los impactos negativos significativos detectados son: la emisión de olores, generación de ruidos, y eventual vuelco de efluentes durante una situación de falla.

A continuación se describen los impactos significativos ponderados en las matrices de evaluación.

#### **5.3.4.1 Aire**

##### **Calidad y olores**

Durante la etapa constructiva la calidad del aire puede verse afectada debido al aumento de la concentración de partículas y de monóxido de carbono como consecuencia del movimiento de tierras y el movimiento y operación de maquinarias.

Es de esperar que al ser removida la tierra, producto de los zanjeos, aparezcan olores que pueden considerarse molestos. Otra acción que puede traer aparejada la generación de olores es la disposición transitoria de residuos.

Estos impactos se caracterizaron como negativos, de valor medio o moderado, en general, serán de media o baja intensidad, fugaces, localizados, de aparición inmediata y afectación directa, continuos en tanto dure la actividad que los produce y de efecto reversible.

## **Nivel sonoro**

Durante las obras se puede producir una elevación puntual o continua de los niveles sonoros en el área de afectación directa de la obra, derivados de las actividades de movimiento y operación de camiones y equipos.

Las principales fuentes de ruido y vibraciones serán las siguientes:

- herramientas manuales;
- movimiento de personal, vehículos livianos;
- equipos móviles y maquinarias, retroexcavadoras, generadores eléctricos, etc.

Los impactos mencionados serán negativos de valor medio o moderado, de intensidad baja a media, de efecto inmediato, de duración fugaz, de afectación directa, alcance local y de ocurrencia continua en tanto duren los trabajos que los generan.

Para determinar el impacto de los ruidos generados por la Estación de Bombeo en su entorno durante la etapa operativa se encargó a la consultora Funes & Ceriale, un estudio de modelación de propagación del sonido. El estudio completo puede encontrarse en el Anexo VII.

## ***Evaluación ruidos molestos***

La normativa aplicable es la norma IRAM 4062:2001 - Ruidos Molestos al Vecindario, Método de Medición y Clasificación, acorde a la Resolución 94/2002 de la Subsecretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires.

Para su evaluación se selecciona el receptor en el perímetro con mayores niveles de presión sonora.

Se considera los niveles emitidos únicamente por la estación, sin considerar el ruido de fondo. Se toma como receptor al Receptor 2 ubicado en el perímetro

Horario Diurno

ESCENARIO		Receptor R2 (dBA)
Leq software)	(por	43,3



Bajo estas condiciones se procede a la aplicación de la Norma IRAM 4062.


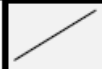
<b>NORMA IRAM 4062 : 2001</b> <b>RUIDOS MOLESTOS AL VECINDARIO</b> <b>Método de medición y clasificación</b>							
<b>UBICACIÓN EMISIÓN:</b> Estación de bombeo Implantación Berazategui <b>UBICACIÓN INMISIÓN:</b> Receptor R2							
NIVELES SONOROS Y CORRECCIONES	Símbolo	diurno hora ____ : ____		descanso hora ____ : ____		nocturno hora ____ : ____	
		08 a 20 h	Tiempo ( $T_E = 60'$ )	06 a 08 / 20 a 22 h	Tiempo ( $T_E = 30'$ )	22 a 06 h	Tiempo ( $T_E = 15'$ )
1.- Nivel Sonoro Continuo Equivalente	$L_{Aeq}$		$t_i = \dots\dots$		$t_i = \dots\dots$	43,3	-
2.- Corrección por carácter tonal y/o impulsivo	K	____ dBA		____ dBA		____ dBA	
3.- Valor de Evaluación corregido para $t_i$	$L_{EJ} = L_{Aeq} + K$	$L_E = \dots\dots$ dBA		$L_E = \dots\dots$ dBA		$L_E = 43,3$ dBA	
<b>PUEDEN SER MEDIDOS EL NIVEL DE RUIDO DE FONDO</b> <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO							
MEDICIÓN DE NIVEL DE RUIDO DE FONDO (en ausencia del ruido presuntamente molesto)	Símbolo	diurno ( dBA )		descanso ( dBA )		nocturno ( dBA )	
		08:01 a 20:00 h	tiempo en minutos	06:01 a 08:00 20:01 a 22 h	tiempo en minutos	22:01 a 06:00 h	tiempo en minutos
4.- Nivel Sonoro Continuo Equivalente	$L_f$		$t_i = \dots\dots$		$t_i = \dots\dots$	-	-
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO DE FONDO CALCULADO	Nivel Sonoro Básico	Corrección por Tipo de Zona		Corrección por Ubicación			
	$L_b = 40$ dBA	$K_z = 0$ dBA SubUrbana con poco tránsito		$K_u = 5$ dBA Exterior			
5.- Nivel Sonoro Calculado	diurno $L_c = L_b + K_z + K_u + 5$	descanso $L_c = L_b + K_z + K_u + 0$		nocturno $L_c = L_b + K_z + K_u - 5$			
	$L_c = \dots\dots$ dBA	$L_c = \dots\dots$ dBA		$L_c = 40$ dBA			
<b>CALIFICACIÓN PARCIAL DEL RUIDO</b> $L_E - L_f$ ( ó $L_c$ ) $\geq 8$ dBA (RUIDO MOLESTO) $L_E - L_f$ ( ó $L_c$ ) $< 8$ dBA (RUIDO NO MOLESTO)							
	$L_E$ (1)	$L_f$ ( ó $L_c$ ) (2)	(1) - (2) ( $\geq 8$ ) ó ( $< 8$ )		<b>CALIFICACIÓN DEL RUIDO</b>		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>43,3</b>	<b>40 dBA</b>	<b>3,3 dBA</b>		<b>No Molesto</b>		

Figura 141: Aplicación de la Norma IRAM 4062 : 2001. Ruidos Molestos al vecindario.  
Método de medición y clasificación

En la Figura 142 se observa la simulación de la generación de ruidos producidos por la EBS más el ruido de fondo.

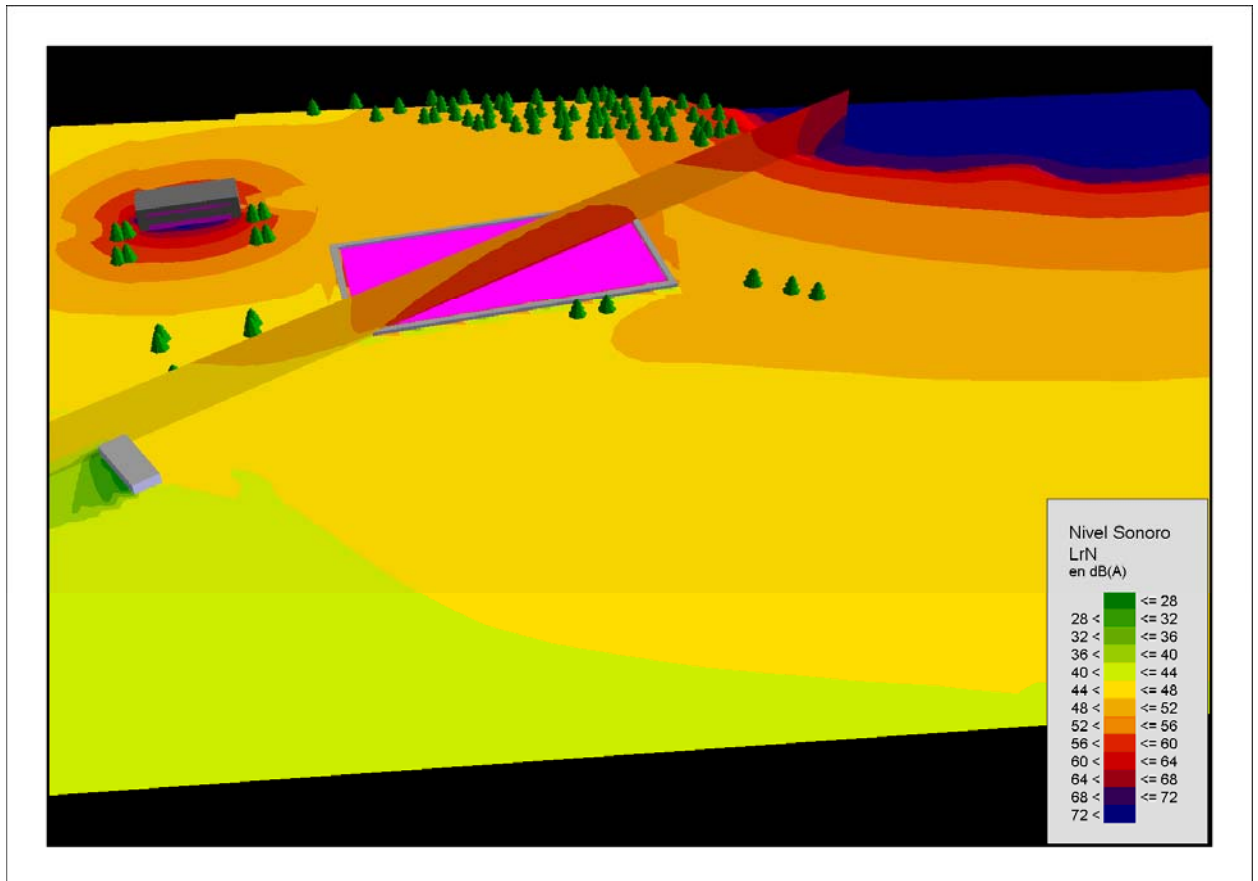


Figura 142: Simulación de la generación de ruidos. Implantación en funcionamiento con Línea Base Perspectiva

En base a la metodología y modelos matemáticos utilizados, se puede concluir que la operación de la estación de bombeo denominada “Implantación Berazategui”, es NO MOLESTO para con el perímetro, al cumplir con los valores de inmisión de ruido permitidos según la Norma IRAM 4062:2001

#### 5.3.4.2 Suelo

En el caso particular de este tipo de obras, no se espera que se produzcan cambios en las características físicas de los suelos del entorno, sin embargo, ciertas acciones pueden producir contaminación o pérdida de estabilidad de los suelos durante la etapa constructiva.

#### Calidad

La calidad del suelo puede verse afectada, eventualmente, por lixiviados, vertidos y arrastre de materiales sólidos o líquidos que se encuentran en disposición transitoria o son transportados hacia su disposición final (insumos y/o residuos).

Los impactos que puedan producirse en estos casos serán negativos moderados, de intensidad media o alta según el tipo de material involucrado, de alcance local, de incidencia directa, carácter eventual y la duración de sus efectos será temporal.

Durante la etapa operativa, los únicos impactos negativos que podrían producirse son aquellos vinculados con vuelcos o derrames que ocurran durante las tareas de mantenimiento de las redes o en situación de falla de las instalaciones.

### **Compactación y asientos**

Aspectos que pueden favorecer la compactación y/o asientos de los suelos del entorno de la obra:

- Excavaciones y movimientos de maquinarias pesadas;
- Disposición temporaria de grandes volúmenes de insumos, tierras, residuos y/o escombros, etc.;
- Depresión de la napa freática.

Los impactos que puedan producirse en estos casos serán negativos, de intensidad media o alta, de alcance local, de incidencia directa, carácter eventual y la duración de sus efectos será temporal.

### **Estabilidad**

Durante el movimiento de tierras y/o las excavaciones puede producirse el desmoronamiento de las paredes de la zanja, produciéndose así la pérdida de estabilidad del suelo con los siguientes riesgos potenciales:

- Riesgo de afectación de fundaciones de las viviendas, equipamientos públicos y edificios;
- Riesgo de afectación de conductos existentes (red de agua, red de gas, etc.).

Los impactos que puedan producirse en estos casos serán negativos, de intensidad media o alta, de alcance local, de incidencia directa, carácter eventual y la duración de sus efectos será temporal o permanente.

Si bien se trata de impactos de ocurrencia muy poco probable se tendrán en cuenta todas las medidas preventivas necesarias para evitar estos riesgos.

### 5.3.4.3 Agua

#### **Calidad del agua superficial y subterránea**

Los aspectos ambientales que pueden afectar la calidad del recurso agua durante la etapa constructiva son:

- Arrastre de sólidos y/o líquidos durante la limpieza de los sitios de obra;
- Lixiviados, vertidos y/o arrastre de los sólidos que se encuentran en disposición transitoria o son transportados hacia su disposición final (insumos y/o residuos);
- Emisión de material particulado que pueda alcanzar aguas superficiales.

Los impactos que estos aspectos puedan generar serán negativos, directos, de baja intensidad, duración fugaz, de alcance local y de ocurrencia eventual.

No se identificaron impactos negativos significativos en este aspecto tomando en cuenta como línea de base las condiciones actuales y las modelaciones matemáticas realizadas. Esta prevista la implementación de un Plan de Gestión Ambiental Operativa para la operación de los emisarios para monitorear el funcionamiento de los emisarios y controlar posibles desvíos de calidad del efluente a disponer y del proceso de mezcla en el cuerpo receptor. (Ver Capítulo 7)

#### **Nivel freático**

Los datos disponibles sobre la relación entre el comportamiento del nivel freático y las actividades que se realicen durante la construcción de la EBS (depresión de napa, disposición del agua extraída, etc.) no permiten realizar una evaluación sobre el efecto de las mismas.

Sin embargo, basados en la experiencia de AySA en este tipo de obras no se espera que las actividades asociadas al Proyecto modifiquen el comportamiento del acuífero en la zona.

### 5.3.4.4 Cobertura vegetal y arbolado

Si bien es poco probable que se afecte la vegetación durante las obras, debido a que desde el diseño se contempla y prioriza la no afectación de la misma, accidentalmente pueden producirse impactos que dañen el arbolado existente o áreas parquizadas durante la etapa constructiva.

La capa vegetal y/o pequeños arbustos podrán verse afectados por la instalación de los obradores y áreas de almacenamiento, la disposición transitoria de las tierras excedentes y/o los residuos de obra, y el movimiento de vehículos y maquinaria pesada.

Deberá tenerse especial cuidado de evitar derrames de sustancias contaminantes que puedan perjudicar a la vegetación.

Los impactos derivados de estos hechos accidentales serán, de producirse, negativos, directos, de intensidad variable, puntuales, sus efectos serán temporales o permanentes según el daño producido y de ocurrencia eventual.

No se identificaron impactos negativos sobre la vegetación durante la etapa operativa del Proyecto. Si durante el caso de operación en condiciones de falla, se produjera un vuelco de líquido crudo, puede verse afectada mínimamente la capa vegetal que entre en contacto con el mismo.

#### **5.3.4.5 Fauna**

No se consideraron impactos significativos en ninguna de las etapas del Proyecto, salvo en el caso de incendio o algún derrame eventual en el Río de la Plata, en que los impactos , de producirse, podrían ser moderados para la fauna presente en la zona.

#### **5.3.4.6 Infraestructura**

No se identificaron impactos de este tipo ya que el área en dónde se llevarán a cabo las obras no poseen infraestructura de redes de servicios externos a AySA que puedan ser afectados. Cabe aclarar, que en el diseño de las nuevas instalaciones y relleno del predio se tomaron en cuenta las posibles interferencias, por lo tanto, no se espera impacto alguno. Su probabilidad de ocurrencia es baja y previsible a partir de buenas prácticas de obra.

#### **Desagües cloacales y/o pluviales**

Durante la etapa operativa los impactos que pueden generarse sobre el sistema cloacal son los asociados una parada de la EBS por falta de energía, si eventualmente sucediera este hecho, no se podría impulsar el líquido pretratado con la fuerza suficiente para lograr la mezcla adecuada. Es por eso que la Planta en su totalidad contará con dos líneas de



electricidad independientes que podrán ser usadas alternativamente en caso de que una no opere.

### **Energía**

El suministro de energía se verá afectado por el aumento de la demanda del servicio, tanto durante las obras como durante la etapa operativa.

Las contingencias asociadas a fenómenos naturales, incendios o interferencias con las instalaciones existentes, pueden provocar la interrupción del servicio tanto a nivel puntual como zonal, durante la etapa constructiva o las tareas de mantenimiento.

Estos impactos de presentarse serán de magnitud variable, según el tipo de interferencia, transitorio, local o zonal y reversible.

### **Accesibilidad y circulación vial**

La accesibilidad al predio y la circulación vial y fluvial en el entorno del mismo, podrán verse levemente alteradas por el incremento de circulación de camiones y maquinaria afectados a las obras y a la operación de la planta en su conjunto.

En cuanto a la navegación, el área de mezcla del emisario se encontrará delimitada por el balizamiento correspondiente, por lo que no se considera que se generen impactos significativos en este aspecto.

Estos impactos serán de baja intensidad, transitorios, localizados, directos, periódicos y reversibles.

#### **5.3.4.7 Usos del suelo**

Los impactos negativos que pueden generar los Proyectos respecto a los usos del suelo en las áreas afectadas al mismo, se relacionan con eventuales vuelcos o derrames, tratándose de un área destinada para el uso de infraestructura urbana, no se espera que la presencia y operación de la Planta afecte el uso del suelo en el entorno de la misma.

Este tipo de impacto puede resultar de intensidad media o alta, transitorio, puntual, indirecto, eventual y reversible mediante la remediación del área perjudicada.

### 5.3.4.8 Salud y seguridad

#### **Salud y seguridad laboral**

En la etapa constructiva se suelen producir situaciones que pueden poner en riesgo la integridad de los operarios y/o inspectores que trabajan en la obra. Entre los principales impactos potenciales identificados se pueden destacar:

- Aumento de la inseguridad por el manejo de maquinaria peligrosa;
- Aumento de afecciones producidas por la exposición prolongada a altos niveles sonoros;
- Aumento de las afecciones respiratorias por la exposición prolongada a materiales pulverulentos, humos y otras emanaciones potencialmente nocivas;
- Aumento del riesgo sanitario por problemas de higiene así como de contaminación de la zona de excavación.

Los impactos, de producirse, serán de carácter negativo, directo, de intensidad y duración variable, alcance puntual y carácter eventual. Si bien la probabilidad de ocurrencia es media debido al tipo de obra, puede reducirse con la adopción y el respeto de las medidas de higiene y seguridad correspondientes.

#### **Salud pública**

Durante la etapa constructiva los únicos impactos sobre la salud pública que eventualmente pueden producirse estarán relacionados con la emisión de material particulado, olores y/o ruidos. En lo que concierne a las tareas de mantenimiento del sistema, la salud pública puede verse afectada por:

- Los vertidos accidentales a la vía pública de materiales de obra que puedan generar algún tipo de contaminación;
- El depósito transitorio de tierra y residuos sólidos, que si no se encuentran debidamente acopiados ya sea por lixiviado, arrastre, o voladuras pueden ocasionar afecciones en las vías respiratorias y en la piel de ocasionales transeúntes y/o vecinos.

Estos impactos serán indirectos, de intensidad y duración variable, de alcance puntual y de carácter eventual.

No se identificaron impactos significativos de carácter negativo sobre la salud pública durante la etapa operativa.

### **Seguridad pública**

Entre las acciones que pueden perjudicar la seguridad pública, sólo podemos encontrar aquellas relacionadas con el incremento de tránsito vehicular y tránsito pesado, así como también el aumento de la inseguridad por la existencia de zanjas y pozos abiertos durante el desarrollo de las obras o el mantenimiento de las instalaciones.

Si bien se implementarán todas las medidas necesarias para evitar los riesgos citados, como la colocación de vallados, señalización, protección de pozos y zanjas para minimizar estos riesgos, los impactos, de producirse, serán negativos, indirectos, de intensidad y duración variable, alcance puntual y de carácter eventual.

Durante la etapa operativa no se identificaron impactos negativos ya que las instalaciones, en particular las subfluviales, estarán debidamente señalizadas para evitar accidentes con ocasionales navegantes y en el caso de las instalaciones que se encontrarán en tierra, la inexistencia de vecinos en la zona minimiza cualquier riesgo para la seguridad pública.

#### **5.3.4.9 Visuales y paisajes**

Las visuales y paisajes se verán afectados por la localización de obradores, colocación de cercos y vallados y el acopio de tierra y materiales. Esta disminución de la calidad perceptual del entorno constituye un impacto negativo, directo, de intensidad baja, transitorio, localizado y continuo durante el desarrollo de las obras.

En la etapa operativa no se identificaron impactos negativos significativos sobre las visuales y/o paisajes. Las instalaciones nuevas que contempla la ampliación de la planta no perturbarán las visuales en el área. Se recuerda que en el área no hay vecinos permanentes que tengan viviendas con visuales hacia el predio.

#### **5.3.4.10 Sitios de interés cultural, histórico, arqueológico y/o paleontológico.**

En los relevamientos de campo y análisis de antecedentes de las zonas de obra no se identificaron sitios de interés histórico, arqueológico, paleontológico o cultural. En consecuencia, si bien la posibilidad de encontrar durante la obra, material de este tipo, es

remota, en el caso de que ocurriera un descubrimiento de esa naturaleza, se procederá a dar aviso a las instituciones correspondientes y se actuará conforme a las indicaciones de las mismas.

Como se verá en el Capítulo 6 para los casos en que eventualmente se realizara un descubrimiento de este tipo AySA cuenta con un Procedimiento de Rescate de la pieza en cuestión que se adjunta en el Anexo VIII.

#### **5.3.4.11 Economía**

##### **Costos adicionales e imprevistos**

Los impactos negativos en este aspecto se relacionan con la generación de mayores costos de los presupuestados asociados con las contingencias que se puedan presentar durante las obras o la fase operativa de los Proyectos.





## **6 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL**

### **6.1 Consideraciones generales**

#### **6.1.1 Organización**

La Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo (DMAyD) de AySA, será responsable de la organización y supervisión de la implementación de las distintas herramientas de Gestión Ambiental de los Proyectos en estudio. Con este fin se han organizado unidades de seguimiento de los Planes de Gestión Ambiental de las obras y del Sistema de Gestión Ambiental de las Instalaciones.

La Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo (DMAyD) prevé el seguimiento del Plan de Gestión Ambiental, que se complementará con un Programa de Capacitación Ambiental para Contratistas, Supervisores e Inspectores de AySA involucrados en el desarrollo de los Proyectos.

#### **6.1.2 Esquema de Responsabilidades**

El Contratista de la Obra es el primer responsable por la ejecución y control de la calidad ambiental de las actividades asociadas al contrato de obra que se trata. Para asegurar este Plan de Gestión, el Contratista designará un responsable de la Gestión Ambiental y pondrá a su disposición el personal y medios necesarios para ello. A su vez, este profesional trabajará en estrecha relación con el Responsable Ambiental de la Inspección de obra y tendrá en cuenta los requerimientos de la DMAyD.

### **6.2 Plan de Gestión Ambiental de las Obras**

En este apartado se presentan los requerimientos mínimos que deberá contener el Plan de Gestión Ambiental (PGA) y los correspondientes Programas asociados. En este sentido, se requiere estructurar recursos para la implementación eficiente de las medidas de mitigación que minimicen o eviten la ocurrencia de los potenciales impactos ambientales descriptos en los Capítulos antecedentes, teniendo en cuenta la metodología constructiva y el cronograma de obras propuesto en las especificaciones técnicas.

Para la implementación del PGA se recomienda establecer claramente, en el ámbito organizativo, las funciones y responsabilidades de cada actor involucrado, asignando al gerenciamiento del PGA un nivel de decisión cercano con la Dirección de los Proyectos.

## 6.2.1 Objetivo

Los objetivos particulares del PGA son:

- Incorporar la cuestión ambiental como otro elemento de decisión permanente.
- Garantizar que la construcción y operación de los Proyectos se desarrollen en equilibrio con el medio ambiente natural y antrópico en su área de influencia.
- Materializar adecuados mecanismos de información a la comunidad, así como la participación organizada de la misma en aspectos de interés para los Proyectos.
- Llevar a cabo la ejecución de las acciones de prevención y mitigación identificadas, su monitoreo y control, así como las que surjan como necesarias durante la construcción de los Proyectos y su operación.

## 6.2.2 Alcance

Las medidas que se establezcan en el PGA se deberán implementar en todas las áreas afectadas por las obras y su entorno inmediato.

### 6.2.2.1 Elaboración e implementación del PGA

Es obligación del Contratista elaborar el Plan de Gestión Ambiental (PGA) de las obras<sup>54</sup>, el que deberá estar avalado técnicamente por un profesional habilitado en el registro ambiental correspondiente.

En el PGA se deberán proponer aquellas medidas viables y efectivas para prevenir, monitorear y mitigar los impactos ambientales adversos que puedan generar la realización de las obras, tomando como base los lineamientos que se establecen en el Pliego de Licitación<sup>55</sup>, las especificaciones técnicas y el Estudio de Impacto Ambiental de la obra.

<sup>54</sup> AySA, Pliego de Bases y Condiciones Generales para Licitaciones y Concursos de Precio para Contratación y Ejecución de Obras, vigencia 01/10/07, Ítem 17.13, "Elementos constitutivos de la propuesta"  
AySA S.A., Inspección de Obras, Procedimiento GCP-010 "Higiene y Seguridad y Protección Ambiental", 8 Procedimientos para la protección y control ambiental, Versión 1, may-2006.

<sup>55</sup> AySA, Pliego de Bases y Condiciones Generales para Licitaciones..., vigencia 01/10/07, Ítem 14, "Alcance de los precios cotizados", "Trabajos y/o servicios y/o contingencias que deberá asumir el contratista"

El PGA que presente cada Contratista y los subprogramas incluidos en el mismo, indicados en los siguientes ítem, deberán ser aprobados por AySA S.A a través de la Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo.

El Contratista será responsable de implementar el PGA propuesto y cumplir con la normativa ambiental vigente y aplicable a las obras, como así también de los daños ambientales que ocasione con su accionar durante la realización de las mismas.<sup>56</sup>

Todos los planes, programas y procedimientos formulados de manera específica para estos Proyectos deberán encuadrarse en una Política General de Protección Ambiental que se encuentre en un todo de acuerdo con los principios de la Empresa, con la Política Ambiental de AySA (Anexo IX) y con los lineamientos establecidos en el Estudio de Impacto Ambiental.

Para la implementación del PGA se establecerá claramente, en el ámbito organizativo, las funciones y responsabilidades de cada actor involucrado, asignando el gerenciamiento del PGA a un nivel de decisión cercano con la Dirección de los Proyectos.

#### **6.2.2.2 Identificación de riesgos ambientales de la obra**

La identificación de los riesgos se debe iniciar con un estudio de los Proyectos, teniendo en cuenta en especial su dimensión ambiental, para plantear un análisis con un objetivo preciso.

El contratista deberá listar todas las entradas y salidas de los proyectos (materiales, mano de obra, maquinarias, movimientos de suelos, insumos, etc.) así como la planificación de los trabajos y su distribución en el tiempo. El contratista deberá adjuntar a la estructura del PGA una matriz de Identificación y control de los impactos potenciales, las medidas de mitigación propuestas<sup>57</sup> y un organigrama de funciones y responsabilidades ambientales.

Los riesgos ambientales más frecuentes que pueden generarse en obras de estas características son:

- Conflictos con los vecinos derivados de la planificación del tránsito vehicular afectado a la obra. (aumento de frecuencia, emisiones, ruidos, vibraciones, etc.)

<sup>56</sup> AySA, Pliego de Bases y Condiciones Generales para Licitaciones, vigencia 01/10/07, Ítem 50, "Seguridad y Protección del Ambiente".

<sup>57</sup> AySA S.A., Inspección de Obras, Procedimiento GCP-010 "Higiene y Seguridad - Protección Ambiental", Anexo 2, Versión 1, may-2006.

- Conflictos con los vecinos derivados de la planificación de la obra en si misma (accesos, acopios, visuales, limpieza, etc.)
- Riesgos a la integridad de las personas o bienes muebles.
- Riesgos de roturas, pérdidas o averías, causados por interferencias imprevistas con otros tendidos de servicios públicos y afectación de recursos naturales.
- Riesgos del trabajo en el uso de máquinas peligrosas y espacios confinados.
- Derrumbes en zonas de excavaciones y derrames de sustancias peligrosas.
- Riesgo eléctrico por instalaciones de obra, incendios y explosiones.
- Riesgos mecánicos (cortes, atrapamientos, etc.).
- Afectación de suelos y/o agua y/o aire (por barro, derrames, efluentes, polvos y humos)

### 6.2.2.3 Control de Cumplimiento.

La inspección de obra verificará, en coordinación con la DMAyD, el adecuado cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental propuesto<sup>58</sup>. Asimismo, la DMAyD realizará auditorías ambientales periódicas a los fines de un seguimiento más exhaustivo de la Gestión Ambiental de las obras.

Para el control de cumplimiento de lo especificado en los Programas, Subprogramas, Planes y Procedimientos a ser formulados, pueden definirse distintos instrumentos. En términos generales y en virtud del número de actores participantes en las tareas de ejecución de las obras en las distintas etapas, se implementará un instrumento unificado de inspección que permita realizar uniformemente los controles a ser realizados por las distintas partes interesadas. De esta manera podrá generarse un registro único para el seguimiento de todos los aspectos de obra de forma independiente de cada responsable.

Asimismo, la unificación de herramientas de control puede favorecer la simplificación de capacitación del personal en lo que respecta a su implementación, seguimiento y análisis.

Terminada la construcción, y a partir de la recepción definitiva, AySA dará continuidad a este PGA para la operación de las instalaciones mediante la implementación del SGA de las mismas, pudiendo implementar al efecto acciones conforme a los lineamientos de un Sistema de Gestión Ambiental ISO 14.001.

---

<sup>58</sup> AySA S.A., Inspección de Obras, Proc. Gral. Obras Contratadas por AYSA.doc, Versión 1, may-2006

#### 6.2.2.4 Acompañamiento de obra y monitoreo social.

La DMAyD supervisará el/los planes de acompañamiento de obras y del Plan de Monitoreo Social correspondiente a las obras de este Estudio de Impacto Ambiental.

### 6.2.3 Estructura del PGA

A continuación se esquematiza la estructura que debe contemplar el PGA, el cual deberá estar debidamente documentado a los efectos de su verificación:



### 6.2.4 Programas, Planes y Medidas de implementación mínima durante las obras

#### 6.2.4.1 Programa de prevención

El programa de prevención tiene como objetivo adoptar las medidas necesarias para no causar impactos sobre los aspectos ambientales de la obra de forma previa a que se inicien las acciones tendientes a realizar la misma.



## **Subprograma Medidas de Protección de los Factores Ambientales**

A continuación se listan los aspectos a tener en cuenta para la protección del ambiente.

### ***Aire***

El principal impacto en la calidad del aire proviene generalmente de la generación de humos, polvos, ruidos y olores, fundamentalmente producidos por las emanaciones de los vehículos y maquinarias, así como de la manipulación y transporte de materiales pulverulentos.

Deberán preverse mecanismos de limpieza adecuados, frecuencia del riego u otros sistemas de control del polvo.

En todo lugar de trabajo en el que se efectúen operaciones y procesos que pudieran producir contaminación del ambiente con gases, vapores, humos, niebla, polvos, fibras, aerosoles, y emanación de cualquier tipo, líquidos o sólidos, se deberá disponer de medidas de precaución destinadas a evitar que dichos elementos puedan afectar la salud de los trabajadores y de los vecinos.

Medidas de prevención que se deberán adoptar para minimizar la perturbación de la calidad del aire:

- Mantener en buen estado los equipos con motores a combustión de la obra, a fin de reducir las emisiones de los mismos.
- Minimizar las congestiones de tránsito, relacionadas con la construcción.
- Privilegiar el uso de equipos y vehículos a GNC.
- Proporcionar cobertores o humedecer los materiales y áreas secas para evitar la dispersión de polvo y partículas.
- Preferenciar el uso de sierras y moledoras de tipo húmedo con agua suficiente para prevenir la dispersión del polvo.

### ***Suelo***

Tener especial cuidado para evitar cualquier vertido, vuelco accidental o lixiviado de insumos, material de excavación, o residuos de cualquier clase en el suelo que puedan causar su contaminación.

En caso de realizar tareas de mantenimiento de maquinaria en los obradores, se deberá contar con un área impermeabilizada (patio de máquinas) como medida preventiva de vuelco, pérdida o derrame de aceites o combustibles de dichas maquinarias.

Priorizar la reutilización de las tierras extraídas durante el zanjeo. En el caso de que fuera necesaria la incorporación de material de aporte para el relleno de zanjas, el mismo deberá provenir de un sitio habilitado.

Disponer de forma adecuada los suelos contaminados con sustancias denominadas peligrosas por la normativa vigente.<sup>59</sup>

Para la prevención de la contaminación del suelo, deberá tenerse en cuenta:

- Ubicación de los obradores, sus instalaciones y patio de máquinas, los que deberán ubicarse en zonas de mínimo riesgo de contaminación para las aguas superficiales y subterráneas, y para la vegetación.
- El movimiento de tierras, que podría afectar la geomorfología y el paisaje del lugar, y por la generación de deslizamientos, pueden afectar a la vegetación, la fauna y al personal de obra.
- La fase de acabado, entendiendo como tal a todos aquellos trabajos que permitan dar por finalizada una determinada operación de obra.
- El acopio de residuos, estos deberán depositarse en los lugares previamente seleccionados para ello.

### **Agua**

Se deberán implementar todas las acciones necesarias para preservar los recursos hídricos contra la contaminación y se deberán programar las operaciones de tal forma que se minimice la generación de barro y sedimento producido en obra.

Se deberá tener especial cuidado para evitar cualquier vertido, vuelco accidental o lixiviado de insumos, material de excavación, o residuos de cualquier clase en los cursos de agua.

Durante la ejecución de las obras no se deben operar equipos de construcción sobre los cursos de agua, salvo que no exista alternativa.

---

<sup>59</sup> AySA, Pliego de Bases y Condiciones Generales para Licitaciones....", vigencia 01/10/07, Ítem 14, Alcance de los precios cotizados, Trabajos y/o servicios y/o contingencias que deberá asumir el contratista.

De no existir alternativa, se deberán tomar medidas de seguridad adicionales a los fines de minimizar los impactos al ambiente y a las personas.

### ***Cobertura vegetal y arbolado público***

Se deberán alterar lo mínimo posible los espacios verdes, césped y arbolado; evitando, dentro de lo posible, el retiro de ejemplares.

Se conservará la integridad de los árboles y las plantas mediante las acciones siguientes:

- Preservar las raíces de los árboles durante las excavaciones y el relleno para evitar comprometer la estabilidad de su estructura y/o su supervivencia.
- Evitar el tránsito innecesario, las descargas y el almacenamiento de materiales en la zona en donde se encuentran las raíces expuestas.
- En los sectores parquizados, minimizar la remoción de la capa vegetal superior, procurando que el material de cierre de los zanjos permita el desarrollo de la vegetación.
- El área de obra que se encontrara parquizada al inicio de las mismas, deberá ser restituida a sus condiciones iniciales al finalizar las obras.

La tala o extracción de árboles deberá ser impedida, salvo que esté prevista en el Proyectos, haya sido autorizada por la inspección de obra y por la autoridad ambiental competente<sup>60</sup>.

### ***Servicios urbanos (Redes pluviales, de gas, comunicaciones, y energía)***

El desarrollo de las obras puede interceptar redes o instalaciones, de otros servicios, existentes en las áreas de obra (interferencias).

Por lo tanto, el Contratista deberá verificar estas interferencias a los efectos de tomar todas las medidas necesarias para evitar daños en la salud o integridad física del personal afectado a la obra y a la infraestructura presente.

Las interferencias, una vez identificadas, no podrán ser pisadas, movidas de su posición original, dobladas, perforadas ni utilizadas para soportar ningún peso, como por ejemplo, sostener maquinarias o herramientas.

---

<sup>60</sup> En CABA Ley 1.556, en Pcia. de Buenos Aires Ley 12.276

***Veredas y calzadas***

Se debe reparar en su totalidad los pavimentos rotos durante las obras y/o por acciones asociadas a la misma, en cumplimiento de la normativa vigente<sup>61</sup>.

En caso de ser necesaria la apertura de caminos, se deberá tener en consideración la construcción de dispositivos que faciliten el drenaje de aguas superficiales, evitando anegamientos y erosiones durante la ejecución de las obras.

En todos los casos, mantener o restituir las pendientes que aseguren el correcto drenaje y/o escurrimiento de las aguas superficiales.

***Control del transporte***

Con respecto a los vehículos que se utilicen para realizar el transporte de materiales, tanto insumos como residuos o transporte del personal, todas las unidades deberán contar con la revisión técnica vigente exigida por la autoridad correspondiente, que garantice su buen funcionamiento.

Las cajas de los camiones que se destinen al transporte de tierra u otro tipo de material, tal como arena, cemento, etc., deberán encontrarse en buenas condiciones y ser tapadas por medio de lonas o cubiertas plásticas de forma tal que se impida la pérdida de material y la propagación del mismo al ambiente durante su recorrido.

Deberá respetarse la capacidad de carga de estos vehículos y la normativa vigente para el transporte de cargas.

Deberá tenerse en cuenta el impacto derivado del aumento del tránsito vehicular en la zona circundante. A tal efecto, se deberá informar en el PGA el cálculo de la cantidad, volumen, frecuencia y tipo de transporte necesario, así como el cronograma de transporte planificado para la obra y las rutas alternativas propuestas.

Se deberá prever lugares de estacionamiento para los vehículos de la empresa, a fin de reducir las interferencias con el tránsito minimizando la obstrucción de carriles para tránsito de paso.

Se deberán programar fuera de la hora pico las operaciones que deban realizarse en lugares de intenso tránsito vehicular.

---

<sup>61</sup> Normativa Municipal vigente y/o los procedimientos vigentes en AySA.

En casos conflictivos se deberá, a través de la Inspección de Obra, dar aviso al Municipio para que implemente los desvíos necesarios a los efectos de evitar congestionamientos.

### ***Visual***

Se adoptarán todas las medidas necesarias para minimizar el impacto visual, favoreciendo la mejor percepción de los trabajos por parte de la comunidad.

Los elementos que se utilicen deberán permanecer en buenas condiciones durante todo el período constructivo, teniendo los cuidados necesarios en su instalación para no producir daños a la vegetación y construcciones existentes en el área.

En todo momento el área de obra debe conservarse en orden y mantener un estado de limpieza adecuado.

### ***Sitios de interés histórico, arqueológico, paleontológico o cultural***

En caso de que ocurriera un descubrimiento de interés histórico, arqueológico, paleontológico o cultural se procederá a dar aviso a la Inspección de Obra quién informará a las instituciones correspondientes y se actuará conforme a las indicaciones de las mismas.

Como se expresó anteriormente AySA cuenta con un procedimiento de rescate de este tipo de elementos para proceder a su registro y retiro en cumplimiento de la normativa vigente, sin perjuicio del desarrollo de las obras. Se implementará, si corresponde el Procedimiento de Rescate adjunto en el Anexo VIII.

### **Subprograma Seguridad e Higiene.**

Es obligación del Contratista<sup>62</sup> elaborar el “Programa de Seguridad”<sup>63</sup>, aprobado por la autoridad competente<sup>64</sup> y firmado por personal idóneo.

En el mismo se planificarán las acciones tendientes a promover la salud del personal y minimizar los riesgos en el ambiente de trabajo con la finalidad de prevenir accidentes laborales y enfermedades profesionales.<sup>65</sup>

<sup>62</sup> AySA, Pliego de Bases y Condiciones Generales para Licitaciones, vigencia 01/10/07, Ítem 17.13, Elementos constitutivos de la propuesta.

<sup>63</sup> Conforme a la Ley 19.587, Decreto 351/79, Decreto 911/96, las resoluciones 231/96, 51/97 y 35/98 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo y demás reglamentaciones vigentes en la materia, incluyendo las exigencias de CALOSHA (California Occupational Safety and Health Agency).

<sup>64</sup> Deberá contar con la aprobación de la Aseguradora de Riesgos del Trabajo (ART)

<sup>65</sup> AySA, Política de Salud y Seguridad Ocupacional y Convención Colectiva de trabajo N°798/06, artículo 46, Acciones compartidas en salud y seguridad.



El “Programa de Seguridad” será evaluado por el Departamento de Seguridad e Higiene de AySA.

### **Subprograma Manejo y almacenamiento de insumos de obra**

Para prevenir la contaminación de suelos, agua y otros insumos por el vuelco, derrame o pérdidas de los diferentes insumos de obra, se deberán mantener las áreas de almacenamiento de materiales limpias y ordenadas para minimizar la pérdida de material.

Los contenedores de los distintos materiales almacenados se deberán proteger de la humedad, las roturas y las fuentes de calor que puedan ocasionar daño físico a los mismos.

Durante la ejecución de los trabajos, los suelos provenientes de excavaciones se deben mantener encajonados y tapados hasta su reutilización o retiro de la obra.

En los depósitos de materiales, para evitar cualquier pérdida de material sólido o líquido que pueda alcanzar el suelo generando algún tipo de contaminación, estos sitios deberán contar con canaletas colectoras de derrames, asimismo deberán estar protegidos de las lluvias y vientos que puedan ocasionar lixiviaciones o voladuras de los materiales almacenados. Estos lugares deberán permanecer bien ventilados y contarán con cartelería de información en el exterior en donde conste el tipo de producto que se almacena, las normas de seguridad que se deben tomar para ingresar al mismo y el esquema de ubicación de cada material dentro del sitio.

La Dirección de Obra deberá contar con las Fichas Técnicas de cada producto en los casos que sean peligrosos o puedan ocasionar impactos frente a derrames, incendios, etc.

### ***Productos químicos***

Todos los productos químicos empleados durante la construcción de los Proyectos o suministrados para la operación del mismo deberán manejarse en cumplimiento de la normativa vigente.

El uso de dichos productos químicos deberá efectuarse estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante impresas en los envases y la eliminación de sus residuos se realizará según la normativa vigente<sup>66</sup>.

---

<sup>66</sup> Nacional, Provincial o Municipal.

Las Fichas Técnicas de los químicos utilizados deberán estar disponibles para la consulta de la Inspección de Obra durante la construcción, para que ésta verifique el cumplimiento de las condiciones de almacenaje y de manejo de las sustancias utilizadas.

### **Subprograma Gestión de residuos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas**

El contratista deberá llevar un registro de las cantidades operadas por tipo de residuo, así como la información correspondiente a su transporte y disposición final.

#### ***Durante la Construcción:***

El sistema de manejo de residuos deberá tener como premisa minimizar la cantidad de residuos generados a través de prácticas que tiendan a un manejo más eficiente de los insumos.

Durante todas las etapas en que se desarrolle la construcción, incluso en el caso de suspensiones de las tareas, el Contratista mantendrá el lugar de la obra y demás áreas que utilice, en forma limpia y ordenada, libre de cualquier acumulación de residuos.

Se dispondrán todos los residuos y desechos producidos en la obra, de cualquier clase que sea y gestionará su recolección y eliminación conforme las siguientes pautas generales:

- Realizar el almacenamiento de los residuos fuera de la zona de trabajo y utilizando un sistema autorizado, para retirar los escombros y los diversos desechos.
- No se permitirá enterrar materiales de desecho en la zona.
- No se podrá volcar materiales de desecho o materiales volátiles en cursos de agua o cloaca.
- No se podrá incinerar ningún tipo de residuos.
- No se obstruirán los sumideros cercanos con materiales de descarte, residuos, etc.

Se deberá contar con los recipientes de almacenamiento adecuados, con tapa, resistentes a la corrosión, fáciles de llenar, vaciar y limpiar. El lugar de almacenamiento de los recipientes deber ser accesible, despejado y de fácil limpieza. La recolección se debe realizar por lo menos una vez al día y en horario regular.

## ***Clasificación***

Los obradores y frentes de obra generan residuos y efluentes de características variadas:

- residuos sólidos asimilables a domiciliarios
- residuos de materiales de construcción
- residuos especiales y/o peligrosos
- efluentes líquidos
- emisiones gaseosas

## ***Manejo de los distintos tipos de residuos***

### **a) Residuos sólidos asimilables a domiciliarios**

Durante la construcción, los residuos asimilables a los domiciliarios deberán ser dispuestos diariamente en bolsas plásticas y colocados en recipientes adecuados, al resguardo de animales o recuperadores urbanos que deterioren las mismas. Las bolsas deberán disponerse en el punto de retiro habilitado más cercano a las obras.

### **b) Residuos de materiales de construcción**

Los materiales de construcción que no puedan ser reutilizados durante las obras y los suelos excedentes que no constituyan residuos peligrosos, deberán ser dispuestos en contenedores adecuados hasta su retiro, previendo medidas para evitar voladuras de polvo o pérdida del material. La disposición de los mismos deberá realizarse en lugares habilitados por autoridad competente.

Los escombros u otros materiales que puedan ser utilizados como relleno fuera de la obra se enviarán hacia los sitios de relleno o acopio de este tipo de material, habilitados por la autoridad competente.

De ser factible se tenderá a la reutilización y/o reciclado de las maderas y otros materiales, como la chatarra, para lo cual se deberán acopiar por separado para facilitar su retiro y transporte hacia los sitios habilitados para su recuperación.

A los fines de priorizar la disposición de los residuos de excavación como terreno de relleno, serán considerados insumos.

A los efectos de determinar la calidad del suelo extraído a disponer, el contratista deberá realizar, junto al perfil geológico, un muestreo del suelo a la profundidad requerida por los Proyectos previo a las excavaciones.

c) Residuos especiales y/o peligrosos

Los residuos especiales y/o peligrosos generados durante la ejecución de las obras deberán ser dispuestos de acuerdo con la normativa vigente.

Los residuos especiales y/o peligrosos encontrados durante la ejecución de las obras generados por terceros, constituyen un hallazgo. El mismo deberá notificarse a la brevedad a la Inspección de Obra.

No se deben remover estos residuos del lugar de obra sin la autorización de la Inspección de Obra. Otorgada esta última, su transporte deberá ser realizado por un transportista habilitado y su disposición final deberá adecuarse a la normativa vigente sobre la materia. La documentación correspondiente a toda operación con residuos peligrosos y/o especiales deberá considerarse especialmente como registro del PGA.

c.1) Aceites, lubricantes e hidrocarburos

Se privilegiará el recambio de aceite y carga de combustibles de los vehículos y maquinarias en talleres especializados y/o estaciones de servicio.

Ante la imposibilidad de trasladar alguno de los equipos o maquinarias a un taller o estación de servicio, se procederá a tomar medidas tendientes a la prevención de la contaminación del suelo evitando que un derrame eventual lo alcance.

Entre las medidas aplicables se encuentra la colocación de bandejas o material plástico bajo los equipos durante el retiro de aceite, carga de combustible o maniobras similares, que impidan el contacto de estas sustancias con el suelo, y que a su vez permitan utilizar material de absorción para la contención del derrame.

Los residuos de estas características deberán acopiarse, hasta su retiro, en recipientes adecuados para evitar toda contaminación eventual de suelos y agua, los mismos deberán estar rotulados y su almacenamiento debe ser realizado en un sector especialmente destinado a tal efecto. En estos recipientes se dispondrá el material sólido impregnado con aceites, lubricantes y/o hidrocarburos (estopa, trapos, etc.) y los aceites y grasas no utilizables.

### c.2) Productos químicos

Los productos químicos en cualquier estado deben disponerse de acuerdo a la normativa y siguiendo lo indicado en las correspondientes hojas de seguridad de los mismos. Se mantendrá un archivo de estas hojas en la Inspección de Obra.

Se tomarán todas las medidas precautorias necesarias para evitar el lixiviado de contaminantes al suelo.

Los productos tóxicos, corrosivos o inflamables, sean estos líquidos o sólidos deben ser acumulados, tratados y/o dispuestos según la normativa vigente, evitando el contacto directo con el suelo.

Los recipientes que hubiesen contenido productos tóxicos, corrosivos o inflamables bajo ninguna circunstancia podrán ser reutilizados deberán ser devueltos a su fabricante o dispuestos de acuerdo a la normativa vigente.

### c.3) Suelos contaminados

Durante la ejecución de las excavaciones puede producirse el hallazgo de tierras que han visto alterada su calidad natural, presentando diversos tipos y grados de contaminación que impidan su reutilización en obra. En los casos en que se produzca un hallazgo de esta naturaleza, se dará aviso inmediato a la Inspección de Obra, la cual definirá los pasos a seguir en cumplimiento de la normativa aplicable.

Para la disposición transitoria de estas tierras se deberán utilizar contenedores estancos y cerrados, hasta su traslado y disposición final realizados por una empresa habilitada a tal fin.

### d) Efluentes Cloacales

Los efluentes cloacales derivados de los obradores deberán ser canalizados hacia un punto de conexión habilitado.

En los casos en que no sea factible la conexión a la red cloacal se utilizarán baños químicos y se asegurará el retiro periódico de los líquidos residuales.

Para evacuar los efluentes cloacales de las excavaciones, en los casos de obras sobre la red de saneamiento, el Contratista deberá:



- Canalizar los efluentes hacia la red cloacal, aguas abajo de la rotura, incluso cuando se encuentre mezclado con agua subterránea o pluvial, evitando derrames en la vía pública;
- Cuando se trate de volúmenes acotados, se podrá extraer el líquido con un camión atmosférico habilitado para esa tarea;
- En los casos en que no sean posibles las soluciones anteriormente propuestas, la Inspección de obra definirá el método de eliminación de dichos efluentes.

e) Drenaje de las aguas

Se deben proporcionar los drenajes y bombeos temporarios que se requieran para mantener la zona y las excavaciones libres de acumulaciones de líquidos.

El agua proveniente de la depresión de napas, previa autorización de la autoridad competente, debe ser conducida y canalizada hacia sumideros existentes en la zona, evitando enlagueamientos y/o cualquier otro tipo de estancamiento. Esta conducción se realizará en forma directa evitando que el agua extraída corra de forma libre por el cordón cuneta, ocasionando el arrastre de material existente potencialmente contaminante en la calzada hacia los pluviales y el entorpecimiento de la circulación peatonal.

En los casos de no tener disponibilidad de drenaje a conductos pluviales la Inspección de Obra definirá el tratamiento aplicable.

f) Emisiones gaseosas

Las medidas básicas para evitar emisiones contaminantes son:

- Privilegiar el uso de vehículos y maquinarias alimentados a GNC.
- Mantener un estricto control de los motores de los vehículos y maquinarias alimentados con combustibles líquidos.

En todos los casos debe tratarse de minimizar, reducir o eliminar estas emisiones.

No se permitirá realizar quemas de residuos, restos de poda, etc. ni utilizar calefactores a leña, carbones o combustibles líquidos.

#### 6.2.4.2 Programa de Monitoreo Ambiental

La Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo definirá un Plan de Manejo Ambiental, el cual se constituye como un documento técnico de control ambiental, que comprenderá los

aspectos ambientales más relevantes del EsIA así como los que surjan durante la ejecución de la obra.

El PMA tiene como objetivos:

- Proporcionar un sistema de información que alerte el momento en que un indicador de impacto, previamente seleccionado, se acerque a su nivel crítico durante las obras.
- Garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas y correctivas, contenidas en el estudio de impacto ambiental, a fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y el ambiente durante la construcción y funcionamiento de la obra proyectada.

Para la operación, se dará continuidad al Plan de Manejo Ambiental junto con el control operativo.

### **Monitoreo Ambiental del Aire y Ruido**

Se establecerá un plan de monitoreo tendiente a establecer una relación con la línea de base y controlar el posible impacto de las obras sobre el ambiente. La frecuencia de medición será mensual en el frente de obra y/o en los puntos de línea de base y/o en las áreas críticas.

Durante la operación, se realizará la medición de ruidos en las áreas y operaciones críticas a fin de no sobrepasar los límites establecidos por las normativas vigentes en el funcionamiento de las instalaciones auxiliares de las obras y el movimiento de maquinarias y equipos.

### **Monitoreo Ambiental del Agua**

En los casos que corresponda se llevará a cabo el monitoreo de parámetros de calidad y los niveles freáticos en la zona de los Proyectos para comparar con los datos de la línea de base y detectar posibles desvíos.

### **Monitoreo Ambiental del Suelo**

Durante la ejecución de las excavaciones puede producirse el hallazgo de tierras que han visto alterada su calidad natural, presentando diversos tipos y grados de contaminación

que impidan su reutilización en obra. A los efectos del monitoreo, se realizará en forma periódica un análisis organoléptico y visual del material extraído.

En los casos en que se produzca un hallazgo de esta naturaleza, se dará aviso inmediato a la Inspección de Obra, la cual definirá los pasos a seguir en cumplimiento de la normativa aplicable.

#### **6.2.4.3 Programa de Mitigación**

Se define como medidas de mitigación ambiental al conjunto de medidas correctivas de las acciones que provocan impactos y/o a las medidas tendientes a minimizar los mismos.

##### **Subprograma medidas de mitigación de contaminación del aire**

###### ***Mitigación de perturbaciones en la calidad del aire***

Efectuada la medición correspondiente, en los casos en que se superen los niveles permitidos de calidad del aire dispuesto por la normativa vigente, deberán implementarse las acciones correctivas necesarias para reestablecer los niveles establecidos por la normativa.

Durante la etapa operativa de las Estaciones de Bombeo deberá llevarse el control de las emisiones de las mismas, según los procedimientos vigentes en AySA, y garantizar mediante la colocación de los mecanismos pertinentes, que no se superen los límites de las emisiones de H<sub>2</sub>S propuestos por la OMS.

###### ***Mitigación de ruidos molestos***

El Contratista deberá tomar en cuenta las medidas necesarias para cumplir con la normativa vigente sobre ruidos molestos, así como las medidas de prevención mencionadas en este texto.

Asimismo, se considerarán las siguientes medidas de mitigación:

- Programar las tareas más ruidosas en los horarios menos sensibles.
- Minimizar la duración de las obras mediante la programación adecuada de las mismas.
- Priorizar el uso de equipos de construcción de baja generación de ruido, o en su defecto se procederá a utilizar técnicas de insonorización en aquellos casos que esto sea posible.

- Los equipos utilizados no serán alterados de ninguna forma que provoque que los niveles de ruido sean más altos que los producidos por el equipo original.
- Mantener en buen estado los motores y partes móviles de los equipos de transporte y maquinarias, lo cuál asegura una disminución de los niveles sonoros generados por ellos.
- Programar las rutas del tránsito de camiones relacionado con la construcción por lugares alejados de las áreas sensibles al ruido y previamente autorizadas, previendo una rotación de la utilización de las rutas posibles para bajar el impacto por incremento de la frecuencia.

### **Subprograma Medidas de Mitigación de Contaminación del Suelo**

La contaminación de suelos por un vuelco de hidrocarburos, aceites, lubricantes y/o productos químicos implica atender inmediatamente el accidente para minimizar el vuelco y el área afectada siguiendo los planes de contingencia. En este sentido, la acción de mitigación será interrumpir el vuelco evitando su propagación y/o aplicar los métodos de contención que se hayan estipulado (absorbentes, etc.), dándose aviso inmediato a la Inspección de obra para que defina las acciones a seguir en cumplimiento de la normativa aplicable.

Una vez que se haya superado la emergencia, se deberá analizar las medidas concretas de mitigación necesarias para la restitución del medio afectado.

### **Subprograma Medidas de Mitigación de Contaminación del Agua**

La contaminación del agua por un vuelco de hidrocarburos, aceites, lubricantes y/o productos químicos implica atender inmediatamente el accidente para minimizar el vuelco y el área afectada siguiendo los planes de contingencia. En este sentido, la acción prioritaria será interrumpir la propagación y/o aplicar los métodos de contención que se hayan estipulado (barreras, etc.). En estos casos se dará aviso inmediatamente a la Inspección de Obra para que ésta alerte de la situación a la autoridad correspondiente y defina las acciones a seguir según el PPE.

Una vez que se haya superado la emergencia se deberá analizar, junto a la inspección de obra, las medidas de mitigación necesarias para la restitución del medio afectado.

### **Subprograma Medidas de Mitigación de Perturbaciones Visuales**

En los casos en que sea inevitable perturbar las visuales del área de implantación de las obras por la magnitud de las mismas, se buscará emplazar las instalaciones permanentes en sitios adecuados de forma que afecten lo menos posible las visuales cotidianas.

### **Subprograma de fin de obra y desarme de los obradores**

Una vez terminadas las obras, se deberán definir las acciones a ser implementadas para el retiro y desmantelamiento de estructuras provisionarias y la gestión de los residuos que por esta razón puedan generarse. Salvo en el caso que se decida utilizar dichos emplazamientos para la construcción de otras instalaciones o infraestructuras.

En ambos casos se acondicionarán dichos sitios procurando que, en la medida de lo posible, recuperen sus características naturales.

Todos los residuos o materiales de desecho generados en esta instancia deberán ser gestionados de acuerdo al subprograma de gestión de residuos aprobado.

Una vez terminadas las adecuaciones correspondientes, AySA S.A. constatará<sup>67</sup>, a través de la inspección de obra, la recepción provisoria<sup>68</sup> y/o definitiva<sup>69</sup> del sitio de obra.

La matriz de la Figura 143, relaciona los impactos principales generados por el desarrollo de los Proyectos y las medidas de mitigación a implementar.

<sup>67</sup> AySA S.A., Procedimiento GTA-013, "Transferencia / Constatación de obra terminada", Versión 1, may-2006.

<sup>68</sup> AySA S.A., Procedimiento GTA-014, "Recepción Provisoria", Versión 1, may-2006.

<sup>69</sup> AySA S.A., Procedimiento GTA-015, "Recepción Definitiva", Versión 1, may-2006.



### Matriz resumen de impactos y medidas de mitigación

Fase del Proyecto	Componente impactado	Descripción del impacto	Duración del impacto	Carácter del Impacto	Medidas de Prevención y Mitigación
Construcción y mantenimiento de las instalaciones	Socioeconómico	Efectos reactivantes de la economía a nivel local	Temporal	Positivo	-
		Aumento de la demanda laboral, industrial y de servicios	Temporal	Positivo	-
		Afectación de viviendas, garages, comercios y equipamientos debido a dificultades en el acceso	Temporal	Negativo	Programación por tramos cortos. Comunicación anticipada de las tareas y duración de las obras en cada frente. Colocación de pasarelas para facilitar los accesos peatonales.
		Afectación del patrón y calidad de la circulación de vehículos	Temporal	Negativo	Ordenamiento de las obras según los flujos de tránsito. Señalización de desvíos. Garantizar accesos alternativos a sitios de interés (cambio de sentido de la circulación, cortes parciales, etc.)
		Interferencias con servicios preexistentes	Temporal	Negativo	Verificación de trazas, estudio de antecedentes y sondeo de replanteo de las instalaciones preexistentes. Protección física de las infraestructuras existentes expuestas durante las excavaciones.
	Ambiental	Producción de olores y humos derivados del uso de maquinarias y equipos a combustión.	Temporal	Negativo	Verificación del buen funcionamiento de los motores a combustión
		Disposición transitoria del material excavado que pueda producir barro, turbidez en las aguas y restricciones al tránsito.	Temporal	Negativo	Contención en cajones desarmables, cobertores para evitar voladuras y mojaduras.
		Generaciones de ruidos	Temporal	Negativo	Verificación de funcionamiento de equipos. Programación de horarios de trabajo.
		Presencia de zanjas y excavaciones	Temporal	Negativo	Señalización, iluminación y vallado de las áreas de zanjeo.
		Afectaciones potenciales sobre operarios y terceros en las obras	Temporal	Negativo	Aplicación de todas las medidas preventivas del Programa de Seguridad e Higiene según legislación vigente.
		Derrames por combustibles y fluidos logísticos y voladuras de insumos	Temporal	Negativo	Utilización decanaleta de recolección de derrames en sitios para almacenamiento de insumos. Transporte adecuado de los insumos y material excedente, acoplados cubiertos y con sistemas de retención de derrames. Aplicación del Plan de Contingencias en caso de que se produzca un derrame
		Generación de residuos, efluentes y emisiones.	Temporal	Negativo	Gestión integral de los residuos según normativa vigente. Minimización de residuos, efluentes y emisiones. Clasificación. Almacenamiento transitorio, transportes habilitados y disposición correspondiente a la clasificación de los residuos, efluentes o emisiones
		Afectación a sitios de interés	Temporal	Negativo	En caso de que ocurriera un hallazgo de interés histórico, arqueológico, paleontológico o cultural se informará a las instituciones correspondientes y se procederá según lo establecido por las mismas.
		Afectación del arbolado público	Temporal	Negativo	En caso de tener que afectar o eliminar ejemplares se reemplazarán según lo estipulado en la normativa vigente
		Presencia visual y otras percepciones físicas de los obradores y frentes de obra	Temporal	Negativo	Localización de los obradores, orden y limpieza del área durante todo el período constructivo. Señalización de accesos. Cerramientos altos y control de ruidos y olores.
Operación	Socioeconómico	Disminución significativa del riesgo de contagio de enfermedades producidas por el contacto con aguas contaminadas, debido a la eliminación de los pozos absorbentes y los vertidos en vía pública.	Permanente	Positivo	-
		Modificación del uso del suelo: la presencia de redes de saneamiento cloacal posibilita al asentamiento de diversos usos (industrias, comercio, urbanizaciones) que requieren de los servicios de agua y saneamiento para desarrollarse.	Permanente	Positivo	-
		Factibilidad de densificación urbana y crecimiento en altura, ya que según la legislación vigente los servicios de infraestructura son requisitos para el desarrollo en altura de las viviendas.	Permanente	Positivo	-
		Aumento del valor de las propiedades por incorporación a los servicios	Permanente	Positivo	-
		Aumento de la demanda laboral para la operación de las instalaciones	Permanente	Positivo	-
		Aumento de confort en las viviendas incorporadas a los servicios	Permanente	Positivo	-
		Reducción de gastos generados por el mantenimiento de los pozos absorbentes.	Permanente	Positivo	-
	Ambiental	Disminución de la erosión de calzadas y veredas por eliminación de los vertidos de aguas grises a la vía pública	Permanente	Positivo	-
		Disminución del aporte de líquido al acuífero superficial	Permanente	Positivo	-
		Disminución del aporte de aguas grises a los conductos y zanjas que evacuan líquidos pluviales en el área incorporada al servicio cloacal.	Permanente	Positivo	-
		Mejora de la calidad del suelo y de los recursos hídricos en las áreas incorporadas al servicio por la disminución del aporte de carga orgánica aportada desde los pozos absorbentes y los vertidos en vía pública de efluentes cloacales	Permanente	Positivo	-
		Mejora de la calidad de los efluentes vertidos al Cuerpo Receptor	Permanente	Positivo	-
		Mejora de las visuales debido a la eliminación de vertidos en vía pública	Permanente	Positivo	-
		Generación de olores y ruidos durante la operación de las instalaciones superficiales planta de tratamiento	Temporal	Negativo	Verificación de funcionamiento de equipos y aislación acústica de las instalaciones para minimizar ruidos. Los olores se reducirán mediante la utilización de biofiltros.
		Presencia de las instalaciones superficiales planta de tratamiento	Permanente	Negativo	Las instalaciones que quedan de manera permanente a la vista serán ubicadas y diseñadas de manera tal que no afecten la estética del lugar de emplazamiento y se implementará el programa de mantenimiento de las instalaciones vigente en la empresa.
		Afectación del patrón y calidad de la circulación de vehículos durante el suministro de insumos y retiro de residuos de las instalaciones.	Esporádico	Negativo	Programación de horarios de descarga y retiro de materiales y/o residuos. Rutas alternativas de acceso a los predios.
		Disposición transitoria de residuos e insumos que puedan generar olores, polvos y/o derrames dentro de los predios de las instalaciones.	Temporal	Negativo	Utilización de sitios con canaleta de recolección de derrames para almacenamiento de insumos. Transporte adecuado de los insumos y material excedente, acoplados cubiertos y con sistemas de retención de derrames. Aplicación del Plan de Contingencias en caso de que se produzca un derrame
		Eventuales vuelcos de líquidos cloacales por falta de suministro de energía, obstrucciones de la red y/o roturas.	Temporal	Negativo	Disponibilidad de generadores de energía alternativos y reparación inmediata de las obstrucciones y/o roturas

Figura 143: Matriz resumen de impactos y medidas de mitigación. Sistema Berazategui



#### **6.2.4.4 Programa de Contingencias**

El Plan de Contingencias surge de la necesidad de generar respuestas planificadas y ordenadas frente a la aparición de una emergencia, accidente o catástrofe de algún tipo, evitando un accionar precipitado que disminuya las posibilidades de hacer frente al problema o lleve al agravamiento de la situación.

En el marco de la legislación vigente y sobre la base de un análisis de riesgos de probable ocurrencia, se indicarán todas aquellas medidas que deban tomarse durante la emergencia o contingencia.

AySA deberá ser informada inmediatamente de cualquier contingencia que se presente durante las obras a través de la Inspección de Obra.

En todos los casos AySA será quien comunicará a las autoridades correspondientes conforme a lo establecido en los procedimientos vigentes en la empresa.

#### **Planes de contingencia Salud y Seguridad Ocupacional (SySO)**

Dentro del “Programa de seguridad” mencionado en el Programa de Prevención, se deberán formular un Programa de Contingencias que contengan como mínimo los siguientes Planes:

- Plan de Contingencias asociadas a riesgos naturales.
- Plan de Contingencias ante incendios.
- Plan de Contingencias ante accidentes.
- Plan de Contingencias respecto a las afectaciones a Infraestructura de Servicios.
- Plan de Contingencias para Vuelcos y / o Derrames.
- Plan de Contingencias para derrumbes de suelo en la excavación.
- Plan de Contingencias para el rescate en situaciones de naufragio. (de corresponder)
- Listado de los principales Organismos a intervenir dentro de cada Plan de Contingencias específico. (Ver Anexo X)

Las empresas contratistas (que participen de la obra) deberán consensuar estos programas (especialmente aquellos de índole general) con la inspección de obra, de manera tal de poder actuar de forma conjunta en caso de la ocurrencia de alguno de estos

eventos. En este sentido, la implementación de acciones sinérgicas coordinadas en conjunto favorecen la respuesta más eficiente ante contingencias generales.

Para la etapa de operación, el Plan de Contingencias será regido por los procedimientos vigentes en AySA a tal fin.

#### **6.2.4.5 Programa de capacitación**

El personal que lleva a cabo funciones que pueden causar impactos ambientales reales o potenciales significativos, o impactos asociados, debe haber adquirido la competencia necesaria mediante una educación, formación o experiencia adecuadas.

Con el objeto de asegurar los conocimientos, habilidades y aptitudes requeridas para una mejor y más segura realización de las tareas, la contratista establecerá e implementará un Plan de Capacitación Ambiental, con el objetivo de capacitar, educar e informar para mejorar el desempeño ambiental del personal y un Plan de Capacitación de Higiene y Seguridad, para el desempeño laboral propiamente dicho.

En este sentido, ninguna persona involucrada en la obra podrá alegar el desconocimiento de los programas, subprogramas y procedimientos aprobados.

Así mismo, las empresas contratistas deberán llevar registros actualizados de las capacitaciones impartidas, en cuanto a su contenido, responsable de instrucción, fecha y personal asistente.

#### **Toma de Conciencia**

Los empleados o las personas que trabajan en nombre de la Empresa deben tomar conciencia de:

- Las funciones de conservación y protección del ambiente son responsabilidad de todos los colaboradores de la obra, ya sea personal de AySA o de las empresas contratistas, a partir de gerentes, supervisores, ingenieros, técnicos, operadores, ayudantes, etc.;
- La importancia del cumplimiento de la Política Ambiental de AySA y de la Política de Higiene y Seguridad de AySA;
- Los impactos ambientales significativos, reales o potenciales, de las actividades y los beneficios al medio ambiente a través de un mejor desempeño personal;

- Sus funciones y responsabilidades en el logro del cumplimiento de las políticas, los procedimientos ambientales y los requisitos del PGA, incluyendo los relativos a la preparación y a la respuesta ante situaciones de emergencia
- Las consecuencias potenciales en caso de desviarse de los procedimientos de operación especificados.
- Ante la introducción de tecnologías, nuevos proyectos, así como cambios en la organización del trabajo que tengan implicancias ambientales, se establecerán las acciones de formación y capacitación requeridas para adaptarse a la nueva realidad de operación y/o gestión.

### **Programa de entrenamiento y organización de simulacros.**

Todo el personal involucrado deberá ser entrenado para que responda a lo descrito en los planes de contingencias. La intensidad horaria y el tipo específico de entrenamiento dependerán de las responsabilidades a asumir en cada caso.

## **6.2.5 Plan de comunicación**

### **6.2.5.1 Comunicación con los Usuarios**

AySA busca sostener una comunicación abierta con la comunidad, manteniéndola informada de su accionar. Un aspecto fundamental a comunicar es el desarrollo de los trabajos, tanto de mantenimiento como de expansión, que la empresa lleva adelante, mostrando el grado de avance del Plan Director de AySA.

Con esta intención, desarrolla campañas y/o acciones de comunicación, las cuales se diseñan en función de la magnitud de sus Planes, Programas u Obras, los alcances y afectación de los mismos. El contenido de las campañas puede estar referido a información general sobre el avance del Plan o bien estar segmentado por el tipo de obra, programa, plan, partido o localidad.

Entre las herramientas más utilizadas para la implementación de estas campañas podemos mencionar:

- **Envío regular de información:** AySA contacta regularmente a sus usuarios, a través de distintos medios: folletos que acompañan la factura, folletos con información segmentada y datos específicos de acuerdo a la zona de residencia u otros aspectos, y avisos y noticias difundidos a través de medios de comunicación masiva.



- **Materiales gráficos y/o audiovisuales específicos para diferentes públicos de interés:** Tales como el Informe de Responsabilidad Social Empresaria, el Informe Anual al Usuario, folletos puestos a disposición en los Centros de Atención al Usuario, videos institucionales que se proyectan en diferentes acontecimientos en los que participa la empresa, entre otros.
- **El sitio Web institucional:** En el sitio institucional [www.aysa.com.ar](http://www.aysa.com.ar), el público puede encontrar información actualizada sobre las obras, programas y planes implementados por AySA. En este sentido, la empresa ha ido incorporando nuevos módulos y temas:
  - Plan Director, con información sobre el programa de obras, inversiones e incorporación de habitantes a los servicios.
  - Módulo “Interrupciones del Servicio”: este módulo interactivo, implementado en 2008, permite al usuario visualizar de manera sencilla y anticipada los distintos trabajos de mantenimiento y mejoras en la red programados por la empresa, con el detalle de su fecha de inicio y finalización, y el partido al que corresponden. También, le brinda la posibilidad de dejar su dirección electrónica para recibir de manera personalizada las futuras tareas programadas por partido.
  - Estudios de Impacto Ambiental, correspondientes a las obras que ha realizado y que están programadas para ejecutar según el Plan Director de AySA.
- **Señalética:** Otro elemento importante para la comunicación es la señalética, que sirve no solo para la identificación de las obras en la vía pública sino que constituye un canal más para la transmisión de información.

Para complementar estas acciones de comunicación, además, AySA ha implementado diferentes prácticas que, en muchos casos, han posibilitado el intercambio, entre ellas:

- **Reuniones con vecinos beneficiados por obras:** la empresa lleva adelante reuniones con los vecinos beneficiados por las distintas obras, especialmente, ha priorizado la comunicación con los habitantes que serán incorporados a las prestaciones, como una forma más de inclusión. Por esta razón, durante todo el desarrollo de los trabajos, realiza actividades de información y difusión, que contribuyen a la ejecución exitosa de los Proyectos, favorecen la integración de los usuarios al servicio y el uso racional de los mismos. En este sentido, es importante mencionar que ha armado un circuito de comunicación específico para las obras de expansión que se realizan bajo las modalidades A+T, C+T y MPG, que cubre todo el

ciclo, desde su inicio hasta su finalización (volantes, cartas, material para el empadronamiento, etc.).

- **Reuniones con la Sindicatura de Usuarios del Ente Regulador:** AySA ha generado un canal de comunicación permanente con la Sindicatura de Usuarios que forma parte del Ente Regulador, para informarlos sobre el quehacer de la empresa, analizar y discutir distintos temas y recibir sus inquietudes. Este contacto se ha convertido en una herramienta que posibilita la oportuna y ágil incorporación de medidas o reformas.
- **Reuniones informativas y/o visitas a obras importantes dirigidas a periodistas y otros líderes de opinión.**

#### 6.2.5.2 Plan de comunicación de obras

El Plan de comunicación de AySA durante el desarrollo de sus obras tiene como objetivo general: comunicar en forma progresiva, precisa y oportuna, durante todo el proceso de realización de cada nueva obra, especialmente, los beneficios sociales y medioambientales que brindará una vez concluida. Este Plan cuenta con las siguientes herramientas:

- **Avance general del Plan Director de Saneamiento:** Acciones de prensa (entrevistas, conferencias de prensa, reuniones informativas, distribución de material informativo, etc.), folleto factura que se distribuye a todos los usuarios.
- **Obras de mantenimiento:**
  - Volantes y/o cartas, puerta a puerta, para los usuarios beneficiados por obras de renovación y/o rehabilitación.
  - Avisos en medios de comunicación, informando aspectos de aquellas obras que por su impacto hagan necesaria esta difusión.
  - Acciones de prensa (entrevistas, conferencias de prensa, reuniones informativas, distribución de material informativo y otros instrumentos para mantener informados a los medios de comunicación).
  - Materiales de apoyo para ser distribuidos en Centros de Atención al Usuario y en delegaciones municipales (afiches, folletos).
  - Mensajes para el Centro de Atención Telefónica.
  - Distribución de información para el tránsito vehicular, cuando alguna obra lo afecta en forma total o parcial.
  - Información en el sitio Web institucional.
- **Obras de expansión:**

- Carteles, volantes y afiches con información sobre la obra y sus beneficios.
  - Materiales de soporte y de comunicación para reuniones con instituciones intermedias y vecinos beneficiados por las obras.
  - Materiales gráficos (volantes, folletos) facilitadores de la conexión al servicio y de su valorización.
  - Actos de inauguración de las obras realizadas.
  - Acciones de prensa (entrevistas, conferencias de prensa, reuniones informativas, distribución de material informativo, etc.).
- **Obras que impliquen la afectación del servicio:** Un apartado especial merece este tipo de comunicación sobre trabajos que puedan ocasionar la afectación del servicio. Para estos casos, la empresa ha buscado utilizar distintos medios que le permitan llegar con eficacia a los usuarios afectados. A tal fin, tiene a disposición un módulo específico en su sitio web sobre los trabajos programados y no programados, graba mensajes para el Centro de Atención Telefónica (0800 321-2482) y realiza avisos en diarios y radios nacionales. También, acerca información a los usuarios a través de llamadas telefónicas, envíos de e-mail y/o distribución de volantes o mensajes grabados a través de vehículos parlantes en las zonas afectadas. En el caso particular de interrupciones de servicio de gran complejidad, que afectan a porciones extensas de la concesión, implementa programas especiales de comunicación que articulan varios de los medios mencionados. Es importante señalar que, ante obras que afectan el servicio de agua, AySA considera especialmente a los usuarios denominados “sensibles” como son los centros de salud, los establecimientos educacionales, organismos públicos, geriátricos y asilos, entre otros, a efectos de poder brindarles información anticipada y eventualmente un servicio alternativo.

#### 6.2.5.3 Comunicación en caso de Contingencia durante la etapa constructiva

AySA deberá ser informada inmediatamente de cualquier contingencia que se presente durante las obras. En todos los casos AySA será quien comunicará a las autoridades correspondientes conforme a lo establecido en el Plan de Prevención y Emergencias (P.P.E.) vigente en la empresa.

El P.P.E. está dirigido a evitar o disminuir la posibilidad de ocurrencia de un riesgo, dar una respuesta rápida y eficiente ante una crisis. Involucra en sus distintas etapas, actividades de prevención, mitigación, preparación, respuesta y rehabilitación. Los objetivos del P.P.E.

son determinar las medidas preventivas y correctivas, y la disminución al máximo de inconvenientes con el público que pudiera estar afectado. Se trabaja en forma coordinada con dependencias de Defensa Civil y empresas de servicios (telefonía fija y móvil, energía y gas). El trabajo conjunto apunta a la mejora de la comunicación, coordinación, incorporación de nuevas tendencias e intercambio de experiencias, con el objetivo de brindar respuesta frente a emergencias generales o específicas de cada servicio, evitar la afectación o interrupción de los mismos.





## 7 GESTIÓN AMBIENTAL OPERATIVA

En el marco de la gestión ambiental operativa, el PMA<sup>70</sup> se ha concebido en tres etapas de evolución, descriptas a continuación:

### 7.1 Diagnóstico - desarrollo de la línea de base

En esta etapa se realizó un exhaustivo análisis de antecedentes y recopilación bibliográfica sobre diversos estudios del Río de la Plata. En este marco se realizaron también campañas de calidad sobre diferentes puntos de interés, y se analizaron casos de estudio sobre experiencias internacionales.

La figura siguiente (Figura 144) esquematiza la línea de tiempo sobre los análisis de antecedentes y recopilación bibliográfica sobre diversos estudios del Río de la Plata:

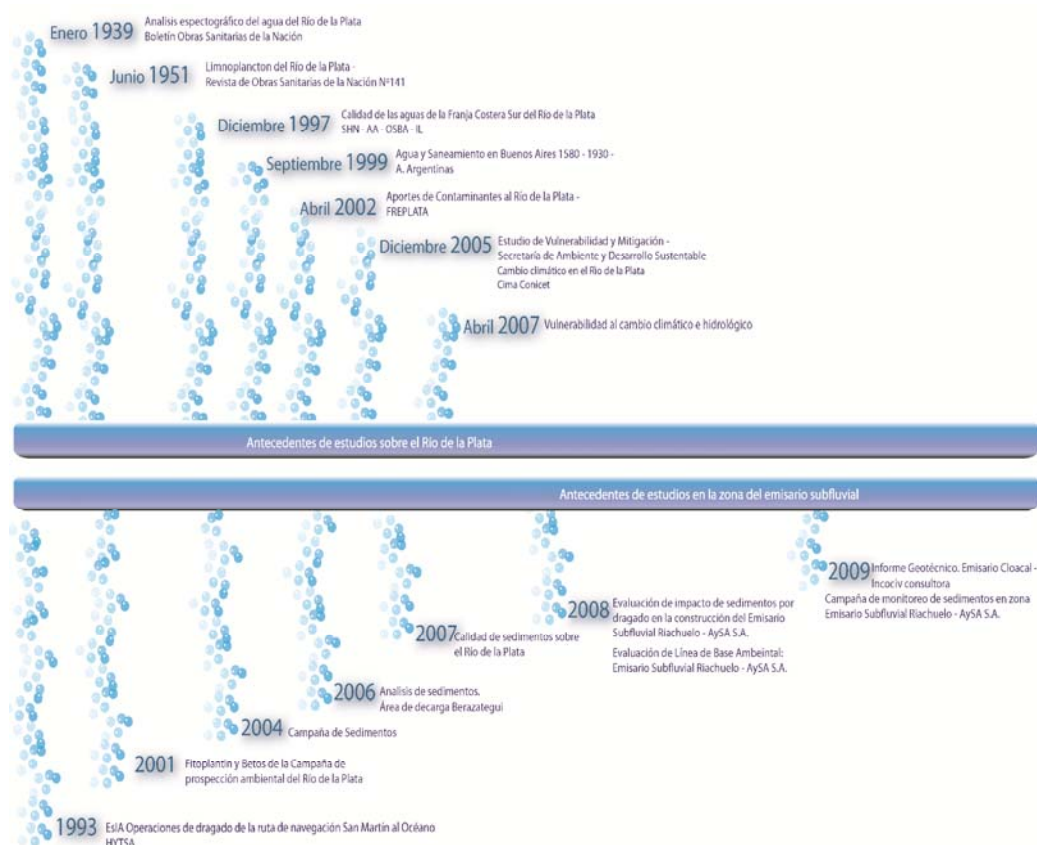


Figura 144: Línea de tiempo sobre los análisis de antecedentes y recopilación bibliográfica de diversos estudios del Río de la Plata

<sup>70</sup> C. Palumbo, P. Girardi, J.C. Van Der Horden. Plan de Manejo Ambiental (PMA) para emisarios subfluviales en el área metropolitana de Buenos Aires. International Symposium on Outfall Systems, May 15-18, 2011, Mar del Plata, Argentina.

## 7.2 Planificación

En esta etapa, se ha elaborado un documento preliminar con el objetivo, alcance, responsabilidades y desarrollo del PMA, y a partir de ahí desarrollar índices de calidad ambiental (ICAs), que permitirán evaluar el desempeño durante el funcionamiento de emisarios subfluviales y tratamiento de las desvíos producidos. A continuación se describen los principales contenidos de la versión:

- Línea de base,
- objetivos de control,
- componentes del Plan de Monitoreo,
- Fases del Plan de Monitoreo,
- Metodología,
- Monitoreo del efluente (cámara de salida de efluente),
- Monitoreo de la columna de agua,
- monitoreo de las comunidades bentónicas y fitoplancton (en estudio),
- control de sedimentos,
- monitoreo de peces (en estudio),
- Análisis de la información obtenida, verificación y control.

En tal sentido, a partir de la línea de base ambiental realizada sobre el área de proyecto para la construcción de los emisarios; se ha desarrollado el presente documento que permitirá evaluar el desempeño ambiental durante la operación del emisario subfluvial.

El enfoque está basado en posibles efectos ambientales producidos por el emisario subfluvial, en el marco del cumplimiento de la normativa vigente para descarga en cuerpos receptores.

El monitoreo se concentra alrededor de la zona delimitada como Campo Cercano y la ubicación más probable del área denominada Campo Lejano analizando eventos sobre la calidad que puedan influir sobre el Río de la Plata en el área de influencia de los ecosistemas regionales. (Figuras 145 y 146)

El plan también incluye "estudios especiales" de transporte de sedimentos, y el estudio de flujo de nutrientes bentónicos (en estudio).



Figura 145: Ubicación general del emisario Berazategui.



Figura 146: Vista general de canales de acceso en la zona del emisario Riachuelo

Los objetivos fundamentales de control para el PMA son los siguientes:

- Verificación del cumplimiento de los parámetros del Marco Regulatorio, en particular los referidos a las Normas para la descarga de Desagües Cloacales para descarga a cuerpo receptor.
- Comprobar si el efecto de la descarga en el ambiente está dentro de los límites de control previstos por el PMA.
- Determinar si los desvíos dentro del sistema exceden los umbrales de confianza.

### 7.2.1 Componentes del Plan de Monitoreo

El plan de monitoreo propuesto posee una visión integral del Río de la Plata como sistema, integrando factores naturales, antrópicos y la operación de los emisarios subfluviales.

En este marco se propone, caracterizar el monitoreo a partir de cinco componentes de acción:

- Monitoreo del efluente (cámara de ingreso al emisario)
- Monitoreo de la columna de agua
- Monitoreo de comunidades bénticas y fitoplancton (en estudio)
- Monitoreo de sedimentos
- Monitoreo de peces (en estudio)

El análisis de la información obtenida a partir de las cinco componentes, permitirá obtener una evolución de los datos obtenidos y proporcionar información adicional a cualquier posible desvío del sistema, aportando precisiones a la variabilidad natural en un medio ambiente complejo como es la dinámica del Río de la Plata.

### 7.2.2 Fases del Plan de Monitoreo

El plan de monitoreo se ha concebido en dos etapas, caracterizadas cada una de ellas por la frecuencia de muestreo, se propone para la primera fase un monitoreo con mayor intensidad sobre todas las componentes durante los 18 meses iniciales de operación del emisario subfluvial; y a partir del análisis de la información de campo obtenida acordar una frecuencia de monitoreo duplicando el tiempo considerado inicialmente para cada componente; salvo que del análisis surja la necesidad de ajustar condiciones, técnicas



analíticas, y/ó cualquier otra variable que pueda ser determinante para asegurar la representatividad de la información requerida. (Figura 147)

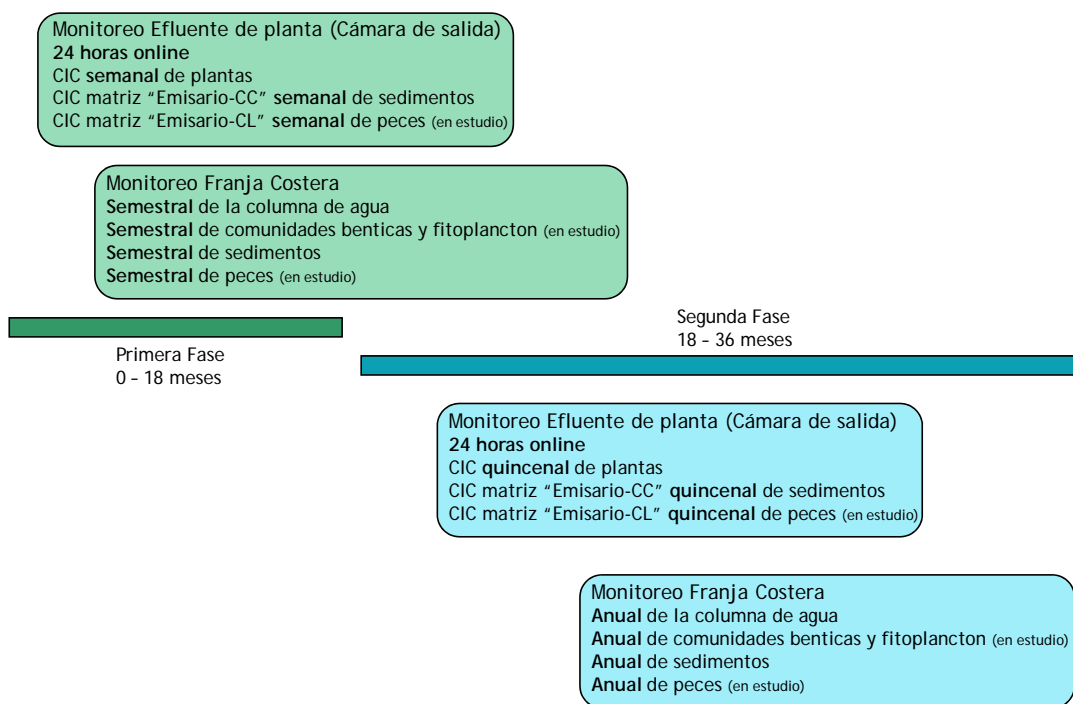


Figura 147: Fases de estudio para muestro

### 7.2.3 Metodología del Plan de Monitoreo

La implementación del plan de monitoreo, se realizará con equipamiento y recursos, dependientes de diferentes áreas de AySA que se describen a continuación (Figura 148):

- Dirección Técnica y Desarrollo Tecnológico - Control Integral de la Contaminación (CIC): Control directo sobre industrias dentro del área de cobertura de AySA, y control indirecto sobre micro y macro cuencas cloacales.
- Dirección Técnica y Desarrollo Tecnológico – Laboratorio Central: Apoyo técnico para el análisis de aguas, líquidos residuales (cloacales e industriales) y sedimentos.
- Dirección Técnica y Desarrollo Tecnológico - Dpto. de Procesos, Tableros de Calidad y Control del Recurso: Apoyo técnico y logístico en la recolección de datos hidrometeorológicos y de calidad en el Río de la Plata.



- Dirección de Saneamiento - Control de Calidad en plantas depuradoras: Control sistemático en parámetros del proceso de depuración cloacal.
- Dirección Medio Ambiente y Desarrollo - Campañas Franja Costera Sur y Descargas al Río de la Plata: Apoyo técnico y logístico en la recolección de datos sobre la franja costera sur y las descargas costeras al Río de la Plata. Elaboración de estudios especiales (modelizaciones relacionadas a verificar eventuales efectos ambientales).

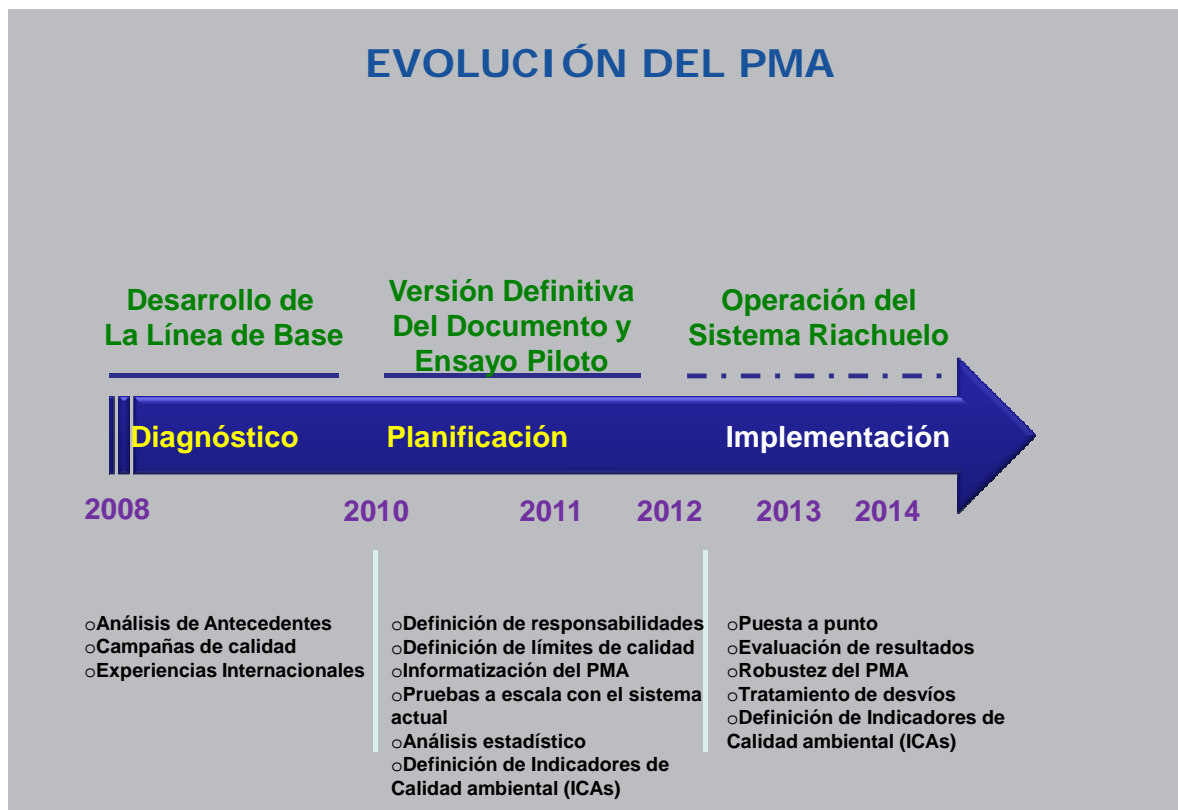


Figura 148: Evolución del Plan de Manejo Ambiental.

### 7.3 Implementación

En esta etapa se realizará la puesta a punto del PMA, evaluando los resultados que arroje, con el objetivo de analizar la robustez del sistema y la frecuencia, magnitud e importancia de los desvíos producidos.

### 7.3.1 Análisis de la información obtenida

La información de calidad obtenida será incorporada en un tablero de control, permitiendo detectar desvíos eventuales y/o crónicos que puedan transformarse en algún efecto ambiental negativo sobre el medio, que requiera medidas de contingencia, mitigación ó seguimiento y control. También será incorporada al modelo matemático, para enriquecer la base de datos de calidad.

La tendencia a nivel internacional es la definición de indicadores que agrupan diferentes parámetros característicos de la calidad de un efluente cloacal, con el objeto de establecer un método de diagnóstico integral.

Durante la etapa de implementación, a partir de los datos recopilados, se establecerán indicadores de calidad ambiental (ICAs) que permitirán analizar si la concentración detectada en alguno de los parámetros monitoreados en alguno de los puntos de control, según los ICAs definidos necesita acciones inmediatas, ó en el corto y mediano plazo.

La definición de los ICAs tiene por objeto brindar una herramienta analítica de diagnóstico ambiental, rápida y precisa para el monitoreo de los emisarios subfluviales.

Esta metodología permite con el análisis de laboratorio sumado al control on line en el sistema, compararlo con los ICAs definidos y así establecer límites de control, y límites de alerta para definir si es necesario intervenir ó realizar acciones puntuales sobre alguna zona de la red.

El sistema de desagües que se encuentra operando actualmente, cuenta con un monitoreo sistemático realizado desde diferentes áreas de la empresa, lo que permite contar con una importante base de datos de calidad, esta base se suma a nuevos monitoreos que se encuentran en curso diseñados específicamente para los nuevos emisarios subfluviales.

Actualmente se halla en estudio la definición sobre los aspectos de calidad relacionados a las comunidades bénticas y fitoplancton y al monitoreo de peces (tipo de especie a considerar, zona de muestreo, frecuencia de muestreo)

Cabe destacar que si bien existen indicadores de calidad ambiental a nivel internacional, no son exactamente comparables, ya que cada cuerpo receptor tiene su ecosistema y dinámica ambiental propia, y a pesar que el desarrollo de actividades humanas (cómo ejemplo operaciones de dragado para el mantenimiento de canales de navegación,

navegación comercial, entre otros) sea similar a otros sistemas fluviales del mundo cada uno posee características que lo distinguen de otros (por ejemplo el estuario del Río de la Plata, a pesar de ser un río se encuentra influenciado por el régimen de mareas del Mar Argentino, cómo así también por fenómenos meteorológicos propios de la zona con recurrencia anual, cómo es el caso del evento denominado “sudestada” – vientos fuertes y sostenidos del sudeste, que impulsan al Río de la Plata sobre la costa-).

### 7.3.2 Gestión del Plan de Manejo ambiental

La DMAyD a través de una base de datos verificará en tiempo real la operación de los emisarios subfluviales, el análisis de los resultados y las acciones a considerar en cada caso, con referentes de cada área involucrada. (Figura 149)

El PMA se realizará sobre una plataforma informática que recibirá información de calidad proveniente de:

- Análisis específicos desde el laboratorio central,
- Información de calidad industrial y de las microcuencas y macrocuencas cloacales,
- Información relacionada a la calidad del Río de la Plata (meteorológica, seguimiento satelital, calidad de las aguas, eventos de calidad),
- Información de calidad de proceso on line.

Este conjunto de información será almacenado, relacionado y procesado por el Sistema Integrado de Información Ambiental (SIIA). A partir del diseño de indicadores de calidad (ICAs), y de los límites de control, y límites de alerta el sistema generará frecuentemente un Informe de Desempeño Ambiental (IDA).

El SIIA tendrá inicialmente un referente de cada área específica, con acceso al sistema informático y se establecerán perfiles de operación, ingreso de datos y consulta.

Si a partir del IDA no se detecta anormalidad alguna, el SIIA emite un reporte mensual de operación vía mail a los referentes de cada área.

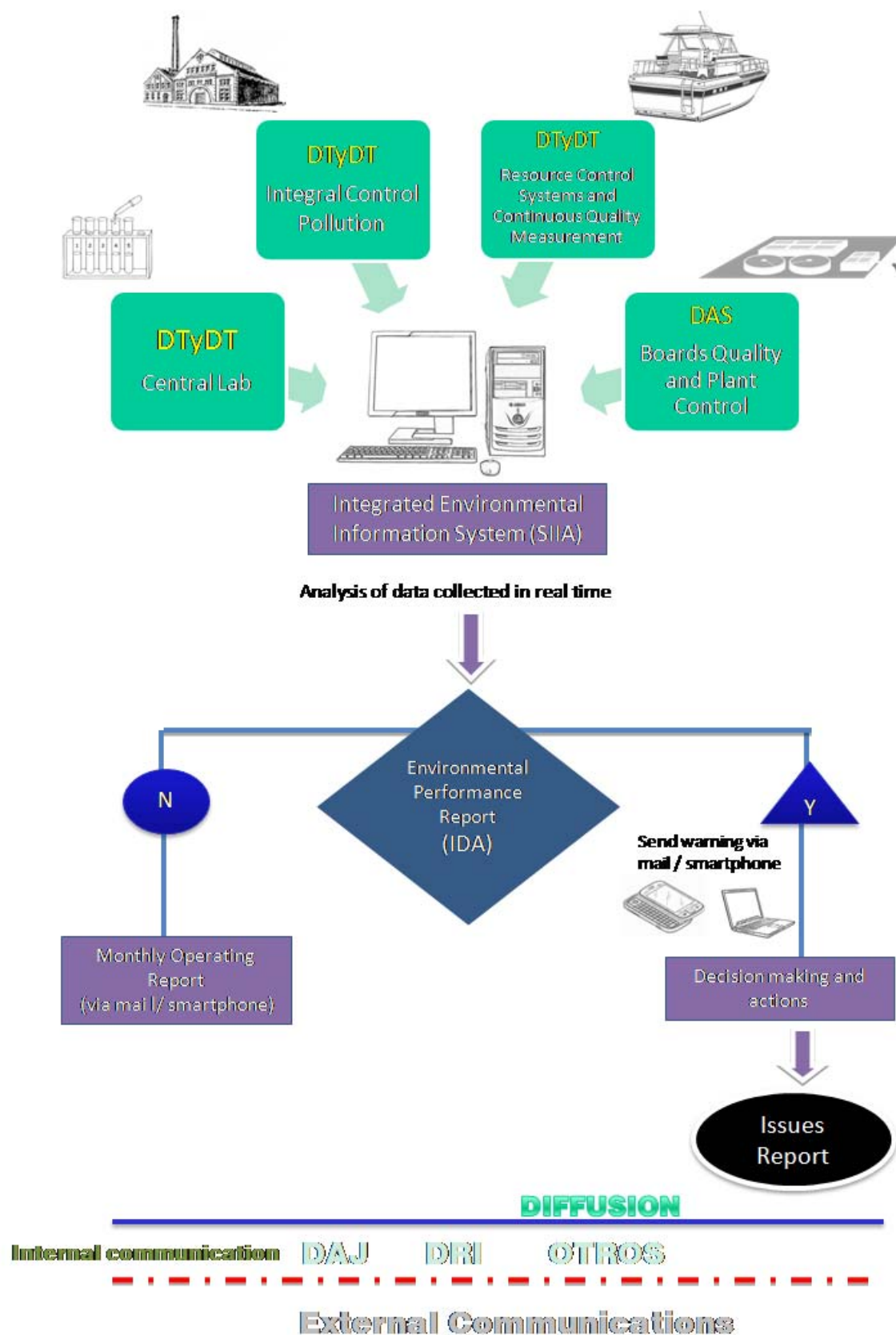


Figura 149: Gestión del Plan de Manejo Ambiental.

En cambio, si existiera algún desvío que por encontrarse dentro de la zona de control ó de alerta, el sistema emite un reporte de alerta vía mail/Smartphone, con una descripción del desvío y acciones sugeridas en función al protocolo de acciones definidas en el marco del EMP. A partir de esto los referentes evaluarán las decisiones ó acciones a tomar con el objeto de verificar la alerta.

De las acciones/decisiones evaluadas se emitirá un reporte que describirá las actividades realizadas a las áreas específicas que intervienen inicialmente en el EMP (Asuntos Legales, Relaciones Institucionales, Otros eventuales) dentro de la comunicación interna, si fuera necesario Relaciones Institucionales y Asuntos Legales coordinarán la comunicación externa al público de interés.

El SIIA tiene por función brindar una herramienta integral de diagnóstico y seguimiento operativo, accesible desde diferentes áreas de la empresa para el monitoreo y seguimiento del desempeño ambiental de los emisarios subfluviales, con la posibilidad de emitir Informes unificando información proveniente de diferentes áreas de la empresa generando un Informe de Desempeño Ambiental del sistema. (Figura 150)

Inicialmente en el SIIA se consideran cómo áreas estratégicas, a la Dirección de Asuntos Jurídicos para aspectos relacionados a presentaciones legales a diferentes organismos y entes de control, a la Dirección de Relaciones Institucionales quien coordina los aspectos relacionados a la comunicación interna y externa de la empresa; a la Dirección Técnica y Desarrollo Tecnológico por el importante rol que posee en aspectos técnicos cómo el análisis de datos en el laboratorio central y en el barco laboratorio “Orion”, como así también aspectos relacionados con la recopilación de datos hidrometeorológicos sobre el Río de la Plata; y a la Dirección de Saneamiento relacionada a aspectos de control on line sobre el proceso de tratamiento; eventualmente se puede considerar a otras áreas de la empresa (por ejemplo una Dirección Regional específica, si existiera algún desvío en el cuál tuvieran influencia aspectos referidos a la misma).

La función de la SIIA es proporcionar una herramienta de diagnóstico y de control operativo, accesible desde diferentes áreas de la empresa para monitorear y rastrear el desempeño ambiental de los sistemas de desagües, con la posibilidad de emitir informes de unificar la información de diferentes áreas de la empresa generando un desempeño ambiental.



## Sistema de informes

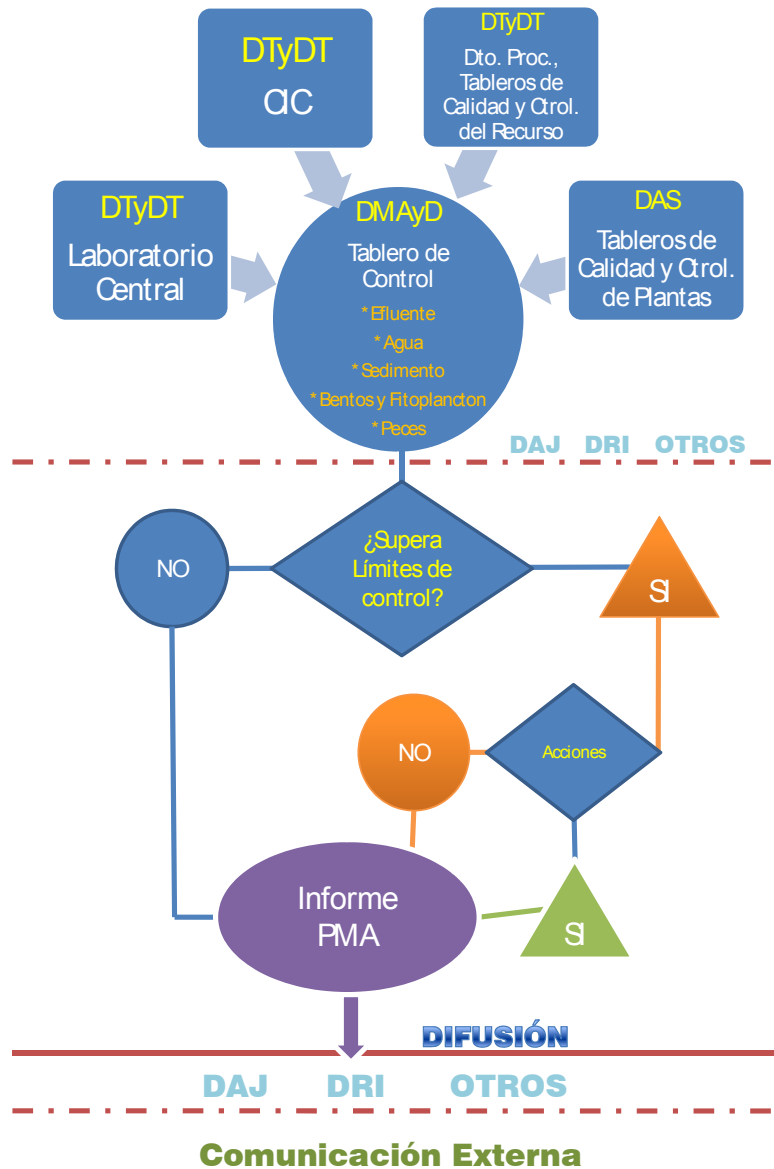


Figura150: Circuito de información.

La DMAyD deberá confeccionar:

- un informe resumido con los principales resultados del PMA (informe de desempeño ambiental, desvíos y estado)
- un informe interno conteniendo las posiciones de los sitios muestreados, actividades realizadas, hitos de importancia que merezcan ser incluidos como consideración por su probable influencia sobre algún desvío detectado.

## 8 CONCLUSIONES

En el presente estudio se analizaron los efectos en el entorno inmediato de la Estación de Bombeo de Salida Berazategui y del Emisario Berazategui, ya que los efectos que podrá generar el Sistema de Tratamiento Berazategui en su conjunto, ya fueron analizados en el EsIA “Sistema de Tratamiento por Dilución Berazategui. Etapa 1” aprobado mediante la Disposición 3820/10 del Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible de Buenos aires y mediante el Acto Resolutivo 42/09 del Municipio de Berazategui.

La evaluación ambiental de los Proyectos “Sistema de Tratamiento por Dilución de Efluentes Cloacales Berazategui. Etapa 2: Emisario Subfluvial y Estación de Bombeo de Salida” a desarrollarse en el Partido de Berazategui no sólo enfoca el punto de vista técnico ambiental sino también el socio – económico, que es también favorable para el desarrollo de estas obras, teniendo en cuenta que las mismas surgen como respuesta a la demanda del servicio en la zona sur del Conurbano Bonaerense y forman parte de la obras básicas del Plan Director de Saneamiento de AySA.

Puntualmente, Sistema de Tratamiento Berazategui en su conjunto, tiene como objetivo la incorporación al servicio de saneamiento a nuevas áreas, cómo así también el brindar flexibilidad operativa al sistema actual por el desdoblamiento de las cuencas cloacales.

Las obras estudiadas en el presente EsIA requerirán para su implementación de una adecuada organización con el fin de evitar inconvenientes que compliquen la ejecución de los trabajos y conspiran contra la continuidad de las obras.

Como conclusión, podemos decir que:

- Este tipo de obras asociadas a la expansión del servicio de saneamiento cloacal y a la flexibilización del sistema, son ambientalmente viables y no hay temas socioeconómicos, de higiene y seguridad y/o salud que puedan poner en duda su concreción en tiempo y forma;
- el balance de los impactos relacionados con este tipo de obra es netamente positivo tanto desde el punto de vista ambiental como socio – económico en tanto que permitirá responder a las demandas del servicio y tienden al mejoramiento de la calidad de vida de los vecinos,
- los impactos negativos que se pudieran presentar, se encuentran relacionados casi exclusivamente a la fase de construcción de las obras. Estos impactos potenciales por

las características de los Proyectos serán de intensidad leve o moderada, duración transitoria, dimensión localizada y reversibles o mitigables,

- durante la etapa constructiva, la implementación del Plan de Gestión Ambiental que presentará el Contratista asegurará el desarrollo normal de las obras.
- durante la etapa operativa se implementarán los procedimientos operativos vigentes en AySA para minimizar cualquier tipo de impacto que pudieran generar las nuevas instalaciones y para el monitoreo de la disposición de los efluentes cloacales en el Río de la Plata, se implementará una Gestión Ambiental Operativa, que permitirá detectar cualquier desvío de los estándares de calidad que se deben cumplir durante la operación.

En resumen, los Proyectos a desarrollarse en el Partido de Berazategui, no presentan impactos negativos significativos que no puedan ser controlados y/o minimizados, capaces de impedir su concreción.



# **Anexo I**

## **Marco Legal**





## Ley 26.221 – Marco Regulatorio- Convenio Tripartito

Caracteriza como servicio público a la prestación del servicio de provisión de agua potable y colección de desagües cloacales, se tiene como concesionaria a la sociedad Agua y Saneamientos Argentinos SA.

Disuelve el Ente Tripartito de Obras y Servicios Sanitarios creado por Ley 23.696. Crea al Ente Regulador de Agua y Saneamiento y a la Agencia de Planificación en el ámbito del Ministerio de Planificación Federal y Servicios Públicos.

Aprueba el Marco Regulatorio para la prestación del servicio.

### **Marco Regulatorio**

Seguidamente se elaboró una síntesis de las disposiciones relevantes para este estudio, motivo por el cual y a los efectos de obtener la visión integral y sistemática de la regulación de la prestación del servicio público, es aconsejable la remisión al texto del Marco Regulatorio.

Hecha esta salvedad, se detallan las disposiciones pertinentes:

Define al servicio público regulado como la captación y potabilización de agua cruda, transporte, distribución y comercialización de agua potable; la colección, transporte, tratamiento, disposición y comercialización de desagües cloacales, incluyéndose también aquellos efluentes industriales que el régimen vigente permita se viertan al sistema cloacal y su fiscalización.

Dentro de los objetivos se contemplan los siguientes:

- La prestación eficiente de los servicios,
- La protección de la salud pública, los recursos hídricos y el medio ambiente, en un todo de acuerdo a la normativa vigente e inherente al servicio regulado.

Se encuentran excluidas del alcance de la prestación del servicio las actividades de control de la contaminación y preservación de los recursos hídricos en todo lo que exceda el control de vertidos a sus instalaciones manteniéndose el derecho de la Concesionaria a requerir de la Autoridad competente la preservación de sus fuentes de provisión.

Por su parte y en lo que respecta a las Normas de Servicio, en el Capítulo II -art. 7, se prevé que el mismo debe ser prestado en condiciones que aseguren su continuidad, regularidad, calidad y generalidad, de manera tal que se asegure su eficiente prestación y cuidado del

medio ambiente, en los términos del marco Regulatorio y la Reglamentación técnica vigente. La Autoridad de Aplicación, con intervención del Ente Regulador del servicio de Agua y Saneamiento aprobará y/o intervendrá en las modificaciones a las mismas, las que podrán ser requeridas por la Concesionaria.

En materia de agua potable, en su art. 9, específicamente establece que en lo que respecta a calidad, AySA deberá cumplir con los requerimientos técnicos contenidos en los Anexos A y C del Marco Regulatorio y los que disponga el Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios.

A tal efecto, se deberá establecer, mantener, operar y registrar un sistema de muestreo regular y para emergencias, tanto de agua cruda como de agua en tratamiento y tratada.

En cuanto al servicio de provisión, el mismo, deberá en condiciones normales ser continuo.

En lo atinente a Normas de Calidad de Agua Cruda, según lo normado en el art. 12, la Concesionaria deberá contemplar en el Plan de Acción, todas las medidas necesarias para que el agua cruda que ingrese en la Plantas de Tratamiento sea de calidad aceptable a los efectos de ser sometida a los tratamientos de potabilización correspondientes.

Para el caso de ocurrencia de un accidente de contaminación que afecte el suministro de agua cruda, la Concesionaria deberá tomar todas las medidas necesarias para detectar e impedir la contaminación de las Plantas de Tratamiento o del sistema de distribución, informando en el plazo de dos horas a la Agencia de Planificación, al Ente Regulador y a los usuarios sobre las medidas adoptadas.

En este sentido, deberá preverse la instalación de un sistema automático de control y alarma en cada toma de agua superficial para controlar instrumentalmente parámetros físicos químicos en las Plantas de Potabilización.

A su vez se dispone que el agua que la Concesionaria provea deberá cumplir con los requerimientos técnicos establecidos en el Marco Regulatorio, (Anexo A) y contemplar las recomendaciones y Guías de la Organización Mundial de la Salud o la Autoridad de Aplicación.

En el Capítulo XIV se encuentra contemplada especialmente la protección al medio ambiente, estableciendo la obligación de realizar un Estudio de Impacto Ambiental para aquellas obras que ocasionen un impacto ambiental significativo.

En tal sentido, en el Art. 121 “Evaluación de Impacto Ambiental” establece que “Los Estudios mencionados serán presentados ante las Autoridades locales correspondientes a los efectos de su evaluación y posterior aprobación”.

Es obligación para la Concesionaria que la infraestructura física, las instalaciones y la operación de los equipos y máquinas relacionadas con la operación del servicio respondan a los estándares de emisión de contaminantes vigentes y los que se establezcan en el futuro.

En lo que a la contaminación hídrica se refiere, la Concesionaria estará sujeta a la regulación de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Es atribución de la Concesionaria captar aguas superficiales de ríos y cursos de agua nacionales o provinciales, y aguas subterráneas, para la prestación de los servicios concesionados sin otra limitación que su uso racional y sin cargo alguno con conocimiento de la Autoridad de Aplicación.

AySA tiene el derecho al vertido de los efluentes cloacales sin cargo alguno y de acuerdo a las normas de calidad indicadas en el Marco Regulatorio y las establecidas por la Autoridad de Aplicación.

## Ley 13.577 - Orgánica de Obras Sanitarias de la Nación – y sus modificatorias.-

Su aplicación es de carácter supletorio.

### **Régimen Jurídico Inherente a la Prestación del Servicio Público.**

La normativa que regula la concesión del servicio público de provisión de agua potable y desagües cloacales, que actualmente se encuentran a cargo de AySA, es la que seguidamente se detalla:

### **Decreto PEN Nro. 304/06**

Dispone la constitución de la sociedad Agua y Saneamientos Argentinos SA en la órbita de la Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios, bajo el régimen de la Ley 19.550 teniendo por objeto la prestación del servicio público de provisión de agua potable y desagües cloacales en el área atendida por la ex concesionaria, de acuerdo a las disposiciones que integran el régimen regulatorio de este servicio.

## **Régimen Legal**

Se regirá por las normas y principio del derecho privado, por lo que no le serán aplicables las disposiciones de la Ley 19.549 de Procedimientos Administrativos, del Decreto PEN Nro. 1023 de Contrataciones del Estado, de la Ley 13.064 de Obra Pública, ni en general, normas o principios del derecho administrativo sin perjuicio de los controles que resulten aplicables por imperio de la Ley 24.156 de Administración Financiera y de los Controles del Sector Público Nacional.

Se regirá por los Estatutos de su creación y por los arts. 163 a 307 de la Ley 19.550.

Establece que la sociedad podrá realizar aquellas actividades complementarias que resulten necesarias para el cumplimiento de sus fines y su objeto social, o bien que sean propias, conexas y/o complementarias a las mismas, tales como el estudio, proyecto, construcción, renovación, ampliación, y explotación de las obras de provisión de agua y saneamiento urbano.

## **Ley 26.100**

Ratifica las disposiciones contenidas en los Dtos. PEN Nros. 304/06 y 373/06 y en la Resolución del MPFIP y S Nro. 676/06.

## **Resolución MIPFIP y S 170/10**

Aprueba el modelo de “Instrumento de Vinculación entre el Estado Nacional y Agua y Saneamientos Argentinos.

## **Legislación Nacional**

### **Constitución Nacional**

Con relación a la prestación del servicio público de agua potable y desagües cloacales, se consideran en particular, los siguientes artículos:

Artículo 41: Establece el derecho a gozar de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. El daño ambiental generará prioritariamente el derecho a recomponer según lo establezca la ley. Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección (...)



Artículo 42: Los consumidores y usuarios de bienes y servicios tienen derecho, en la relación de consumo, a la protección de su salud, seguridad, intereses, educación, a una información adecuada y veraz, etc.-

Art. 124: Corresponde a las Provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio.

## Código Civil de la Nación

**Art. 2618:** Las molestias que ocasionen el humo, calor, olores, luminosidad, ruidos, vibraciones o daños similares por el ejercicio de actividades en inmuebles vecinos, no deben exceder la normal tolerancia teniendo en cuenta las condiciones del lugar.

**Art. 2628:** El propietario de una heredad no puede tener en ella árboles sino a distancia de tres metros de la línea divisoria con el vecino, o sea la propiedad de éste predio rústico o urbano, esté o no cercado, o aunque sean ambas heredades de bosques. Arbustos no pueden tenerse sino a distancia de un metro.

**Art. 2629:** Si las ramas de algunos árboles se extendiesen sobre las construcciones, jardines o patios vecinos, el dueño de éstos tendrá derecho para pedir que se corten en todo lo que se extendiesen en su propiedad; y si fuesen las raíces las que se extendiesen en el suelo vecino, el dueño del suelo podrá hacerlas cortar por sí mismo, aunque los árboles, en uno y otro caso estén a las distancias fijadas por la ley.

## Ley 20.645

Aprueba el “Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo y las notas reversales complementarias del mismo cuyos textos forman parte integrante de la Ley”. Fue suscrito por la República Argentina y la República Oriental del Uruguay en Montevideo, el 19/11/73.

## Ley 25.675 – Ley General del Ambiente

Es denominada “Ley General del Ambiente” (LGA) y establece los presupuestos mínimos y los principios de la política ambiental nacional. Estas disposiciones son operativas, de orden público y rigen para todo el territorio de la Nación. Las mismas se utilizarán para la interpretación y aplicación de la legislación específica sobre la materia.

Consagra, entre otros, los siguientes principios:

**Prevención:** Las causas y fuentes de los problemas ambientales deberán atenderse en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que pudieren tener sobre el ambiente.

**Precautorio:** Cuando exista peligro de daño grave e irreversible deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar su producción, sin que sea justificación la inexistencia de certeza científica o ausencia de información al respecto.

**Responsabilidad:** El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

En su art. 8 establece como instrumento de la política ambiental la evaluación de Impacto Ambiental<sup>71</sup>.

Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.

La información Ambiental, se encuentra prevista en el art. 16 y establece también la obligación de las personas jurídicas, públicas o privadas de proporcionar información ambiental.

Por otra parte, en los arts. 27 a 33 se define al daño ambiental como toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente.

## **Ley 24.051- Residuos Peligrosos. Reglamentarias y modificatorias**

Regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos quedarán sujetos a las disposiciones de la presente ley, cuando se tratare de residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional.

Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general y en particular, serán considerados peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en su Anexo II.

---

<sup>71</sup> En el mismo sentido, art. 121 del Marco Regulatorio aprobado por Ley 26.221

Regula también lo referente a la generación, transporte, operación y disposición final de los residuos, así como lo relativo a las responsabilidades, caracterización y categorías según los residuos de que se trate.

Introdujo una reforma al Código Penal, estableciendo que será reprimido con las mismas penas establecidas en el art. 200, el que utilizando los residuos a los que se refiere la Ley 24.051, envenenare, adulterare o contaminare de un modo peligroso para la salud, el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

### **Ley 24449 – Tránsito**

La Ley de Tránsito dispone en su “Anexo S” la aprobación de normas funcionales que conforman el Reglamento General de Transporte de Materiales Peligrosos por Carretera.

Determina las condiciones del transporte, condiciones de embalaje, documentación, procedimiento en caso de emergencias, deberes y obligaciones del transportista, del expedidor y del destinatario.

### **Resolución SOPYT Nro. 195/97 – Transporte Mercadería peligrosa**

Aprueba las Disposiciones Generales para el Transporte de Mercancías Peligrosas, aplicables al transporte de mercancías peligrosas de cualquier clase, constituyendo las precauciones mínimas que deben ser observadas para la prevención de accidentes, o bien para disminuir los efectos de un accidente o emergencia, debiendo ser complementadas con las disposiciones particulares aplicables a cada clase de mercadería.-

Las unidades de transporte comprenden a los vehículos de carga y vehículos cisterna o tanque de transporte por carretera, y a los contenedores de carga o contenedores cisterna o tanque para transporte multimodal.

Proporciona las características de los elementos identificatorios de riesgo para las unidades de transporte.

### **Ley 25688 – Régimen de Gestión Ambiental de Aguas**

Establece los presupuestos mínimos ambientales, para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional.

## Ley 25831 – Información Ambiental

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental, para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encontrare en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas.

### **Decreto PEN Nro. 674/89 – Protección de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos**

Establece como objetivos conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas subterráneas y superficiales, evitar cualquier acción que pudiera ser causa directa o indirecta de degradación de los recursos hídricos, favorecer el uso correcto y la adecuada explotación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y proteger la integridad y buen funcionamiento de las instalaciones de la ex empresa Obras Sanitarias de la Nación (hoy AySA).

Dentro de este régimen se encuentran incluidos los establecimientos industriales y/o especiales que produzcan en forma continua o discontinua vertidos residuales o barros originados por la depuración de aquéllos a conductos cloacales, pluviales o a un curso de agua.

### **Decreto PEN Nro. 776/92 – Poder de Policía**

Asigna a la entonces Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano (actual Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación) el ejercicio del poder de policía en materia de control de la contaminación hídrica, de la calidad de las aguas naturales, superficiales y subterráneas y de los vertidos en su jurisdicción.-

Dispone que la normativa será aplicable a Capital Federal y los partidos de la Provincia de Buenos Aires acogidos al régimen de Obras Sanitarias de la Nación (AySA).-

## Ley 19.587 – Seguridad e Higiene - Reglamentarias y modificatorias

Establece las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo que se aplicarán a todos los establecimientos donde se desarrollen tareas de cualquier índole o naturaleza, con la presencia de personas físicas.

En particular, dispone que el empleador deberá:

- Eliminar, aislar o reducir los ruidos y/o vibraciones perjudiciales para la salud de los trabajadores.
- Evitar la acumulación de desechos y residuos que constituyan un riesgo para la salud, efectuando la limpieza y desinfecciones periódicas pertinentes.
- Depositar con el resguardo consiguiente y en condiciones de seguridad las sustancias peligrosas.

## Ley 25916 – Gestión Integral de Residuos Domiciliarios

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas.

Define como residuo domiciliario a aquellos elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados.

## Ley 20284 – Plan de Prevención de Situaciones Críticas de Contaminación Atmosférica

Establece que será facultad de la Autoridad Sanitaria Nacional fijar las normas de calidad de aire y las concentraciones de contaminantes correspondientes a los estados del plan de prevención de situaciones críticas de contaminación atmosférica y que será atribución de las autoridades sanitarias locales fijar para cada zona límites de emisión de los distintos tipos de fuentes fijas y móviles.

En Anexos establece contaminantes, método de muestreo y de análisis, así como definiciones para los términos empleados en la norma de referencia.

## Legislación Provincial

### Constitución de la Provincia de Buenos Aires

Se contempla lo dispuesto en los siguientes artículos:



**Artículo 28:** Derecho a gozar de un ambiente sano y deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y en el de las generaciones futuras.

La Provincia ejerce el dominio eminente sobre el ambiente y los recursos naturales de su territorio incluyendo el subsuelo y el espacio aéreo correspondiente, el mar territorial y su lecho, la plataforma continental y los recursos naturales de la zona económica exclusiva, con el fin de asegurar una gestión ambientalmente adecuada.

En materia ecológica deberá preservar, recuperar y conservar los recursos naturales, renovables y no renovables del territorio de la Provincia; planificar el aprovechamiento racional de los mismos; controlar el impacto ambiental de todas las actividades que perjudiquen al ecosistema; promover acciones que eviten la contaminación del aire, agua y suelo; prohibir el ingreso en el territorio de residuos tóxicos o radiactivos; y garantizar el derecho a solicitar y recibir la adecuada información y a participar en la defensa del ambiente, de los recursos naturales y culturales.

Asimismo, asegurará políticas de conservación y recuperación de la calidad del agua, aire y suelo compatible con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva, y el resguardo de áreas de importancia ecológica, de la flora y la fauna.

Toda persona física o jurídica cuya acción u omisión pueda degradar el ambiente está obligada a tomar todas las precauciones para evitarlo.

**Artículo 38:** Consumidores y usuarios tienen derecho en la relación de consumo a la protección frente a los riesgos para la salud.-

## Ley 12.257- Código de Aguas

Establece un régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico en la Provincia de Buenos Aires.

Crea la Autoridad del Agua que tendrá a su cargo la planificación, el registro, la constitución y la protección de los derechos, la policía y el cumplimiento y ejecución de las demás misiones que este Código y las leyes que lo modifiquen, sustituyan o reemplacen.

A tales efectos, la ADA tendrá la facultad de:

- Reglamentar, supervisar y vigilar todas las actividades y obras relativas al estudio, captación, uso, conservación y evacuación del agua.

- Fijar y demandar la línea de ribera sobre el terreno, de oficio o a instancia de cualquier propietario de inmuebles contiguos o de concesionarios amparados por el Código de Aguas.
- Requerir en los casos que determine la reglamentación, un estudio de impacto ambiental y el otorgamiento de las garantías por eventuales daños a terceros.
- Otorgar permisos exclusivos para estudios sobre el agua y las cuencas.

## Ley 12.276 - Régimen Legal del Arbolado Público

Define el término de arbolado público.

Prohíbe la extracción, poda, tala, y daños de ejemplares del arbolado público, como así también cualquier acción que pudiere infligir cualquier daño a los mismos.

Establece las causas de justificación para la poda o extracción de ejemplares.

### **Ordenanza Gral. Nro. 27 – Régimen de Erradicación de Ruidos Molestos para todos los Partidos de la Provincia.**

Se prohíbe la producción de sonidos o ruidos molestos cualquiera sea su origen, cuando por razones de hora y lugar o por su calidad y grado de intensidad se perturbe o pueda perturbar la tranquilidad o reposo de la población o causar perjuicios o molestias de cualquier naturaleza.-



# **Anexo II**

## **Políticas de Salvaguarda Ambiental**





## Síntesis de las Políticas de Salvaguarda Aplicables del Banco Mundial

Todos los proyectos financiados por el Banco Mundial deben cumplir las condiciones y expectativas de las diez políticas de salvaguarda del banco. Estas políticas describen los requisitos del Banco Mundial en relación con la evaluación, mitigación o gestión de temas sociales y ambientales clave, e incluyen políticas de Evaluación Ambiental, Reasentamiento Involuntario, Hábitats Naturales, entre otras (véase lista completa en la Tabla 1). Si bien no es estrictamente una política de salvaguarda, también se espera que la política del Banco respecto de la divulgación de información sea considerada durante el proceso de preparación, evaluación e implementación del proyecto.<sup>1</sup>

Las políticas de salvaguarda ambiental y social del Banco Mundial son la piedra angular de su respaldo a la reducción de la pobreza sostenible. El objeto de estas políticas es prevenir y mitigar el daño indebido que puede provocarse a la gente y al medio ambiente en el proceso de desarrollo. Estas políticas brindan lineamientos al personal del banco y del prestatario en la identificación, preparación, e implementación de programas y proyectos. El impacto de efectividad y desarrollo de los proyectos y programas respaldados por el Banco ha crecido notablemente como resultado de la aplicación de estas políticas. Las políticas de salvaguarda a menudo han proporcionado una plataforma para la participación de grupos afectados en el diseño de proyectos, y han sido un importante instrumento a la hora de generar posesión entre las poblaciones locales.

La tabla 1 indica cuáles son las políticas de salvaguarda del Banco Mundial que se espera se disparen conforme a la operación propuesta. A continuación se ofrece una descripción de los motivos y las acciones tomadas para cumplir con dichas políticas.

---

<sup>1</sup> Si desea una descripción completa de las políticas de salvaguarda, visite el sitio web del Banco Mundial en <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTSAFEPOL/0,menu> PK:584441-PAGEpk:64168427-Plpk:64168435-theSitePK:584435,00.html

**Tabla 1 Políticas de salvaguarda disparadas por el proyecto**

<b>Políticas de Salvaguarda Disparadas por el Proyecto</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Evaluación Ambiental (OP/BP/GP4.01)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hábitats Naturales (OP/BP 4.04)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de Plagas (OP 4.09)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Propiedad Cultural (OPN 11.03, en revisión como OP 4.11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reasentamiento Involuntario (OP/BP 4.12)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poblaciones Indígenas (OP 4.10)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Silvicultura (OP/BP 4.36)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Seguridad de Presas (OP/BP 4.37)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyectos en Áreas en Disputa (OP/BP/GP 7.60)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyectos en Cursos de Agua Internacionales (OP/BP/GP 7.50)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

***Evaluación Ambiental (OP/BP/G 4.01).*** La Evaluación Ambiental suele ser considerada la política paraguas de las diez Políticas de Salvaguarda de naturaleza ambiental, social y jurídica del Banco Mundial. La Evaluación Ambiental es utilizada en el Banco Mundial para identificar, evitar, y mitigar los potenciales impactos negativos asociados con las operaciones de préstamo del Banco. En las operaciones del Banco Mundial, el objeto de la Evaluación Ambiental es mejorar la toma de decisiones, asegurar que las opciones de proyectos en estudio sean sólidas y sustentables, y que las personas potencialmente afectadas sean debidamente consultadas.

Esta política requiere la consideración de los riesgos y beneficios ambientales de las inversiones del proyecto de acuerdo con los procedimientos aplicables de control, definición del alcance y desarrollo de los Términos de Referencia de EIA en relación con su nivel de impacto esperado. Esta política requiere que todos los proyectos propuestos sean revisados por su nivel de impacto esperado y asignados una Categoría de Riesgo A, B o C, que a su vez determine en parte la amplitud y profundidad de los estudios requeridos.

De acuerdo con los términos de la Política Operativa 4.01 del Banco (Evaluación Ambiental), el proyecto Matanza-Riachuelo propuesto está clasificado como Riesgo Ambiental categoría “A” en función de los importantes impactos regionales de largo plazo que se esperan de las inversiones en obras civiles de saneamiento de gran escala conforme al Componente 1. Todos los proyectos de Categoría A requieren evaluaciones completas de los impactos ambientales en relación con los aspectos del proyecto que disparan la clasificación del riesgo. Por consiguiente, para el Componente 1 del proyecto (Saneamiento), se ha realizado una EIA completa. Como parte de la EIA, se requiere un Plan de Gestión Ambiental (PGA)

detallado que describa lo que se propone en términos de obras de mitigación, programas de monitoreo, capacitación y generación de capacidad, implicaciones de recursos humanos y financieros, y arreglos institucionales a los fines de la implementación.

Se espera que las obras a ser realizadas conforme a los Componentes 2 y 3 produzcan impactos mayormente positivos; y en caso que se produzcan impactos adversos, se espera que sean de pequeña escala, transitorios, de naturaleza local, y que puedan ser abordados a través de medidas de mitigación conocidas. Para estos componentes, el proyecto ha desarrollado Marcos de Gestión Ambiental (MGA) destinados a describir los posibles impactos y medidas de mitigación típicas.

Para todas las obras contempladas en la Fase I del Componente 1, se ha desarrollado una EIA exhaustiva y se ha sometido a la revisión y comentarios de la gente. La EIA de siete tomos realizada para el Componente 1 considera alternativas realistas a cada una de las obras propuestas y evalúa las obras propuestas en el contexto del Plan Maestro de AySA. AySA ha propuesto un Marco de Gestión Ambiental para este componente que define las responsabilidades institucionales de la implementación de los compromisos de mitigación y supervisión y monitoreo del cumplimiento de las medidas de mitigación acordadas.

Conforme al arreglo propuesto, todos los contratistas deberán seguir planes de gestión específicos del lugar establecidos en todos los contratos de construcción. La mitigación de las obras estará regida por un manual de construcción ambiental que describirá los métodos de mejores prácticas en cuestiones ambientales comunes tales como el control de sedimentos y erosión, la gestión de residuos sólidos, e inquietudes relacionadas con los ruidos y la seguridad.

Para los Componentes 2 y 3, se ha desarrollado un Marco de Gestión Ambiental (MGA) que describe los procedimientos de control y evaluación de cualquier sub-proyecto propuesto en función de los dos componentes. De ser necesario, se desarrollará un MGA específico del lugar para cualquier sub-proyecto que pudiera producir impactos adversos. Estos planes de cada sitio abordarán cuestiones específicas identificadas durante el control de los sub-proyectos. Los MGAs también describen los procedimientos y expectativas con respecto a la divulgación de información y consulta a las comunidades afectadas conforme a dichos componentes.

ACUMAR y AySA implementarán una estrategia de comunicaciones para el proyecto en forma conjunta, que definirá los métodos a ser utilizados para la divulgación pública de todos

los documentos relevantes, incluyendo los informes de monitoreo, durante la implementación.

**Hábitats Naturales (OP/BP 4.04).** Esta política tiene por objeto asegurar que los proyectos de infraestructura y otros relacionados con el desarrollo respaldados por el Banco Mundial tengan en cuenta la conservación de la biodiversidad, así como los numerosos servicios y productos ambientales que los hábitats naturales proveen a la sociedad. La política limita estrictamente las circunstancias bajo las cuales cualquier proyecto respaldado por el Banco pueda dañar hábitats naturales críticos u otros tales como las áreas terrestres y acuáticas donde la mayoría de las plantas nativas y especies animales aún están presentes.

Dentro del área de influencia del proyecto se encuentran dos reservas ecológicas terrestres conocidas y ninguna acuática. En base a los estudios realizados por el proyecto FREPLATA financiado por GEF, se han identificado las áreas prioritarias para la futura protección de la biodiversidad acuática, pero dichas áreas están alejadas de la zona de impacto inmediato y hay pocas probabilidades de que se vean afectadas por el proyecto.

Dado que el proyecto pretende contribuir a una significativa mejora de las condiciones de calidad del agua en la Cuenca Matanza-Riachuelo y en las áreas costeras del Río de la Plata, se espera que produzca importantes impactos positivos en los hábitats ribereños naturales ubicados en el área de influencia del proyecto. Existe una zona de las aguas receptoras del Río de la Plata que se verá degradada como resultado del vertido de contaminación proveniente de la planta depuradora. Los modelos de emisario desarrollados indican que es de esperar que la pluma de la descarga esté contenida dentro de un área relativamente pequeña de las aguas receptoras. No se espera que la contaminación afecte las áreas costeras río abajo que fueran designadas como áreas de conservación.

**Silvicultura (OP 4.36).** La gestión, conservación, y desarrollo sustentable de los ecosistemas forestales y sus recursos asociados es esencial para la sostenida reducción de la pobreza y desarrollo sustentable, ya sea en países con silvicultura abundante o en aquellos con recursos forestales naturalmente limitados o agotados. El objeto de esta política es asistir a los prestatarios en el aprovechamiento del potencial de los bosques para reducir la pobreza de manera sustentable, integrar los bosques de manera efectiva en el desarrollo económico sustentable, proteger los servicios ambientales vitales y los valores de los bosques a nivel local y global.

No existen bosques afectados por el proyecto Matanza-Riachuelo y no existe ninguna actividad propuesta que pueda promover una mejor gestión forestal. Por consiguiente, no se requiere acción alguna conforme a esta política.

**Gestión de Plagas (OP 4.09).** El objeto de esta política es asegurar que cuando un proyecto pretenda realizar una gestión de plagas que afecte la agricultura o la salud pública, el Banco y las contrapartes del proyecto empleen una estrategia que promueva el uso de métodos de control biológico o ambiental y reduzca la dependencia de pesticidas químicos sintéticos. En los proyectos financiados por el Banco, el prestatario aborda las cuestiones de control de plagas en el contexto de la evaluación ambiental del proyecto. A la hora de evaluar un proyecto que incluirá una gestión de plagas, el Banco evalúa la capacidad del marco regulatorio del país y las instituciones a fin de promover y respaldar una gestión de plagas segura, efectiva y ambientalmente sólida. Según sea necesario, el Banco y el prestatario incorporan en el proyecto componentes destinados a fortalecer dicha capacidad.

El proyecto Matanza-Riachuelo no financia pesticidas ni tampoco genera un mayor uso de pesticidas, por lo cual no se requiere acción alguna conforme a esta política.

**Propiedad Cultural (OP 4.11).** Los recursos culturales son importantes como fuentes de valiosa información histórica y científica, como activos para el desarrollo económico y social, y como parte integral de la identidad cultural y las prácticas de una población. La pérdida de dichos recursos es irreversible, pero afortunadamente esto suele ser evitable. El objeto de la OP/BP 4.11 sobre Recursos Culturales Físicos es evitar o mitigar los impactos negativos sobre los recursos culturales de los proyectos de desarrollo financiados por el Banco Mundial.

Las evaluaciones preliminares del sitio en relación con la construcción de las obras civiles propuestas no exhiben evidencia alguna de propiedad cultural que requiera medidas de mitigación o gestión. Sin embargo, dado que muchas de las obras propuestas son subterráneas o requieren excavación, todos los contratos de construcción incluirán una cláusula de “hallazgo accidental” que requerirá que los constructores detengan la construcción en caso de encontrar alguna propiedad cultural durante la construcción. Se desarrollarán planes de gestión específicos del lugar en relación con cualquier propiedad cultural identificada por los procedimientos de hallazgos accidentales, antes de que la construcción pueda ser retomada.

**Reasentamiento Involuntario (OP 4.12).** Esta política se aplica en situaciones que involucren la toma involuntaria de tierras y las restricciones involuntarias de acceso a



parques y áreas protegidas designadas por vía legal. La política pretende evitar el reasentamiento involuntario en la medida de lo posible, o minimizar y mitigar sus impactos sociales y económicos adversos. Promueve la participación de las personas desplazadas en el planeamiento e implementación del reasentamiento, y su objetivo económico fundamental es asistir a las personas desplazadas en sus esfuerzos por mejorar o al menos restaurar sus ingresos y nivel de vida luego del reasentamiento. La política describe la indemnización y demás medidas destinadas a lograr sus objetivos, y requiere que los prestatarios elaboren adecuados instrumentos de planificación del reasentamiento con anterioridad a la evaluación de los proyectos propuestos por parte del Banco.

Dado que gran parte de la construcción será subterránea o tendrá lugar en sitios que no requieren la adquisición de tierras o reasentamientos, el proyecto prevé una necesidad mínima de reasentamiento. Sin embargo, es posible que durante la implementación haya que tomar algunas decisiones sobre la modificación de la alineación de los puntos de acceso al túnel. Como medida precautoria, el proyecto ha desarrollado un Marco de Política de Reasentamiento (MPR) para el caso de alguna adquisición de tierras no prevista. Entre otros importantes principios, el marco define los criterios de elegibilidad, formas de indemnización, y mecanismos de resolución de disputas, que estarán a disposición de las personas potencialmente afectadas.

**Poblaciones Indígenas (OP 4.10).** El propósito de esta política destaca la necesidad de que el personal del Banco y del Prestatario identifique a las poblaciones indígenas, consulte con ellas, asegure su participación en y se beneficie con las operaciones financiadas por el Banco de manera culturalmente apropiada -además de evitar los impactos adversos sobre las mismas, o en su defecto, minimizarlos o mitigarlos.

Dado que no existen poblaciones indígenas afectadas por este proyecto según se define en la política del Banco Mundial, no se requiere acción alguna conforme a este proyecto.

**Proyectos en Áreas en Disputa (OP/BP/GP 7.60).** Los proyectos pueden afectar las relaciones entre el Banco y sus prestatarios, y entre los reclamantes de un área en disputa. Por consiguiente, el Banco solamente financiará proyectos en áreas en disputa cuando no existan objeciones de la otra parte reclamante o cuando las circunstancias especiales del caso respalden el financiamiento del Banco independientemente de la objeción. Esta política detalla dichas circunstancias especiales.

El proyecto Matanza-Riachuelo no está siendo implementado en ningún área que sea objeto de disputa internacional según se define en esta política. Por consiguiente, no se requiere acción alguna conforme a esta política.

**Seguridad de Presas (OP 4.37).** Esta política requiere que el diseño y supervisión de la construcción esté a cargo de profesionales experimentados y competentes, y que el prestatario adopte e implemente medidas de seguridad de las presas durante el ciclo del proyecto. Esta política también es aplicable a las presas existentes cuando afecten el desarrollo de un proyecto. En este caso, se debe realizar una evaluación de seguridad de la presa y se deben implementar las medidas adicionales de seguridad de presas que sean necesarias.

Dado que no existen presas a ser financiadas o rehabilitadas conforme a este proyecto, no se requiere acción alguna de acuerdo con las condiciones de esta política.

**Proyectos en Cursos de Agua Internacionales (OP/BP/GP 7.50).** El principal cuerpo receptor de la descarga de los emisarios es el Río de la Plata, un Curso de Agua Internacional según se define en los términos de esta política. Por consiguiente, conforme a los términos de esta política, Argentina deberá notificar a Uruguay su intención de construir el proyecto y obtener la no-objeción de Uruguay para proceder con el proyecto. Se ha cursado notificación a Uruguay de acuerdo con los términos de esta política.

## Políticas de Salvaguarda Aplicables de la Corporación Andina de Fomento

El conjunto de salvaguardas ambientales y sociales, son aplicables a todas las operaciones financiadas por la Corporación y establecen los referentes básicos para el desarrollo de una gestión ambiental y social sostenible y responsable de dichas operaciones:

- I. Legislación nacional.** Todos los proyectos financiados por la CAF se ajustan a la legislación ambiental del país donde se ejecuta el proyecto, así como a los acuerdos y compromisos internacionales suscritos por los países accionistas. No obstante, la CAF solicita la aplicación de precauciones adicionales o selecciona referentes técnicos aceptados internacionalmente, en los casos en que lo considere necesario.
- II. Evaluación de impactos, riesgos y oportunidades ambientales y sociales.** La CAF realiza, desde el inicio del ciclo de sus operaciones, un proceso de revisión y complementación de la evaluación ambiental y social y vela porque se diseñen, identifiquen y concreten las medidas de manejo y las oportunidades para el desarrollo ambiental y social, asociados a la operación. Cuando en una operación se presentan impactos ambientales y sociales considerables no previstos en el proceso de evaluación, la CAF, haciendo uso del principio de precaución, propende hacia la incorporación de las medidas de manejo que se requieren para la adecuada gestión de dichos impactos. Asimismo, cuando lo considera necesario, solicita la presentación de evaluaciones, estudios y análisis ambientales complementarios, tales como las Evaluaciones Ambientales Estratégicas, Planes de Manejo de Cuencas, Planes de Ordenamiento Territorial, entre otros.
- III. Medidas de manejo y presupuesto ambientales y sociales.** Como resultado de la revisión de la evaluación ambiental y social de las operaciones, la CAF propende por que se internalicen los costos del manejo ambiental y social requerido para atender los impactos y oportunidades de desarrollo ambiental y social, como parte de los presupuestos de la operación. Es responsabilidad del cliente adoptar las medidas que sean necesarias para evitar, controlar, mitigar y compensar los impactos y riesgos ambientales y sociales.
- IV. Fortalecimiento institucional, capacitación de recursos humanos e información.** La CAF apoya, a través de las operaciones que financia, el fortalecimiento de la

gobernabilidad y la generación de capacidades entre las instituciones, empresas y grupos sociales vinculados a dichas operaciones. Confiere especial relevancia al intercambio y difusión oportuna de información pertinente para la gestión ambiental y social de los entes gubernamentales, del sector privado y de las comunidades en atención a las políticas y estrategias que al respecto definen a la CAF sus países accionistas, a través del Directorio.

- V. Conservación de recursos hídricos.** La CAF estimula proyectos que se orienten a la conservación y al uso sostenible del recurso agua y demás recursos asociados (suelos y vegetación), y promueve el manejo integral de las cuencas hidrográficas.
- VI. Parques naturales y áreas naturales protegidas.** Es política de la CAF propiciar, a través de las operaciones que financia, la preservación de los parques nacionales y las demás áreas naturales protegidas como bienes públicos. Por lo tanto, ajustándose a la legislación pertinente del país en que se realice dicha operación, financia proyectos en áreas protegidas en la medida en que la operación contribuya al cumplimiento de los objetivos para los cuales el área protegida en cuestión haya sido creada.
- VII. Prevención de riesgos de desastres.** Cuando la CAF considera necesario, evalúa las operaciones desde el punto de vista de su vulnerabilidad frente a eventuales peligros de origen natural y de las probabilidades de las operaciones de potenciarlos, con el fin de considerar en los proyectos la reducción de riesgos por desastres naturales. Asimismo, considera cuando es oportuno, el fortalecimiento institucional de las capacidades de gestión de riesgos de desastres y de los análisis de vulnerabilidades, como parte del financiamiento.
- VIII. Prevención de la contaminación.** La CAF promueve en sus operaciones la introducción de medidas orientadas a la prevención de la contaminación. En las operaciones industriales, la Institución vela porque se integre al proceso de producción, la reducción de la contaminación y del consumo de recursos naturales, se promueva la utilización de energías limpias o renovables y se contribuya a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, en el marco de la producción más limpia.
- IX. Patrimonio cultural de la región.** La CAF supedita la aprobación de proyectos en áreas donde existan riquezas arqueológicas, históricas o sitios sagrados de pueblos indígenas, a la aprobación de las instituciones científicas y/o culturales competentes y a la legislación pertinente del país respectivo.

- X. Grupos étnicos y diversidad cultural.** La CAF vela por la preservación y el fortalecimiento de la diversidad cultural de la región. En este contexto, vela porque en las operaciones se haya cumplido adecuadamente el proceso de participación exigido por la ley del país respectivo; solicita, cuando lo considere necesario, la ejecución adicional de consultas públicas. Asimismo, solicita la ejecución de planes de manejo para atender los posibles impactos sobre territorios colectivos y culturas de pueblos indígenas y otros grupos étnicos reconocidos en la legislación nacional respectiva.
- XI. Participación y desarrollo comunitario.** Es prioridad de la CAF contribuir, a través de las operaciones que financia, a fortalecer la participación informada, activa y oportuna de los habitantes de las zonas de influencia en las operaciones que apoya. Cuando lo considera necesario, la CAF solicita la realización de consultas públicas adicionales a aquellas definidas por la ley del país correspondiente.
- XII. Reasentamiento y/o relocalización involuntarios.** En operaciones que requieran el reasentamiento y/o la reubicación de grupos humanos, la CAF solicita la formulación de planes que compensen u ofrezcan, a los grupos afectados, condiciones de vida similares o mejores a las que tenían previamente y que tengan en cuenta a las posibles comunidades receptoras. La CAF propende igualmente hacia la generación de capacidades y opciones para el desarrollo comunitario local, especialmente en los casos de pueblos indígenas o comunidades locales que, por sus condiciones de vulnerabilidad, puedan verse afectados directamente por la ejecución de una operación.
- XIII. Protección a la niñez.** La CAF no financia proyectos que impliquen la explotación directa y/o indirecta a menores de edad.
- XIV. Equidad de género.** La CAF vela por la equidad de género en las operaciones que financia.



## Políticas de Salvaguarda del Banco Interamericano de Desarrollo<sup>2</sup>

Las Directrices de esta Política se encuentran estructuradas en dos categorías principales: (i) transversalidad del medio ambiente (mainstreaming), y (ii) salvaguardias ambientales (safeguarding). Estas dos categorías son críticas para la sostenibilidad ambiental y se complementan y refuerzan mutuamente. Las directrices de política relativas a la transversalidad ambiental se aplican a las actividades de programación del

Banco, que por su naturaleza son enfocadas predominantemente en actividades del sector público del Banco. Estas directrices son de carácter proactivo y tienen por objeto mejorar el marco de incentivos para fomentar mayores oportunidades ambientales, nuevas oportunidades de negocio para el Banco y mayores beneficios de desarrollo para los países. Por su parte, las directrices de salvaguardia están definidas para establecer normas y procedimientos cuyo propósito es asegurar la calidad y la sostenibilidad ambiental de las operaciones del sector público y privado del Banco.

### A. TRANSVERSALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE (MAINSTREAMING)

El Banco abordará los temas ambientales como elementos integrales y transversales del desarrollo económico y social. El concepto de transversalidad del medio ambiente, tal como se emplea en esta Política, implica abordar los temas ambientales de manera estratégica como una dimensión internalizada en los diversos sectores que hacen parte del desarrollo. El principal objetivo de la transversalidad ambiental es fortalecer el enfoque de país al abordar estratégicamente los desafíos y oportunidades ambientales en el contexto de las prioridades de desarrollo de un país. Esta visión estratégica comienza con los procesos de preprogramación y programación del Banco y aborda temas de gobernabilidad, políticas e incentivos para la identificación y definición de prioridades para la gestión ambiental y el manejo racional de los recursos naturales, tomando en cuenta el refuerzo sinérgico e interfase de los aspectos ambientales con los motores sectoriales del desarrollo socioeconómico. El Banco centrará sus esfuerzos en fomentar la transversalidad ambiental en sus países miembros prestatarios a través de acciones que:

- Mejoren el desarrollo social y la calidad de vida en general, reconociendo que las inversiones en gestión ambiental y manejo de recursos naturales son fuentes de trabajo, de

---

<sup>2</sup> Política de medio ambiente y cumplimiento de salvaguardias. BID.  
<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=1442077>

ingreso sostenible y de mejores condiciones de salud y vida en general, especialmente entre los segmentos de población más pobres.

- Fortalezcan la gobernabilidad mediante la formulación de marcos efectivos de gestión ambiental y mecanismos transparentes de gestión que solidifiquen el desarrollo de capacidades institucionales, la participación de la sociedad civil, el acceso público a la información, el respeto y cumplimiento de la ley, el uso de instrumentos de mercado y el desarrollo de políticas.
- Mejoren la competitividad de los países al promover y mejorar la conservación del capital natural de la región, incrementando el valor de bienes y servicios ambientales, y facilitando la participación y la inversión privada en actividades relacionadas con el medio ambiente.
- Impulsen la integración regional mediante el apoyo a la formación de capacidad de carácter regional para proteger y administrar bienes y servicios ambientales regionales.

Las siguientes Directrices de Política referentes a la transversalidad del tema ambiental están definidas en relación con las estrategias y procesos de programación de país del Banco, con el

### ***A.1. Transversalidad ambiental en la programación y estrategias de país***

Como parte del proceso de programación, el Banco emprenderá un trabajo analítico a nivel de país encaminado a identificar los principales riesgos y oportunidades ambientales asociados con áreas clave del desarrollo económico y social, a evaluar el estado de las condiciones que favorezcan la gestión ambiental y a establecer un conjunto de acciones prioritarias estratégicas para el Banco, si las hubiere. En particular, este trabajo analítico se verá reflejado en el desarrollo de Documentos de Estrategia de País y contribuirá a orientar el proceso de programación. Los diagnósticos y estrategias de desarrollo del sector privado podrían contribuir y ser parte integral de esta fase programática y estratégica. Asimismo, el diálogo de carácter multisectorial con el gobierno, el sector privado y otras partes interesadas relevantes debería ser parte integral de este proceso.

El análisis ambiental de país será una herramienta principal para generar la información pertinente y para respaldar el desarrollo de los documentos de programación. Este análisis ambiental debería tener un carácter estratégico enfocado en sectores y áreas altamente relevantes en la relación del Banco con el país. En este contexto, este trabajo analítico debe considerar aspectos relevantes como: (i) identificación y análisis de desafíos y oportunidades

ambientales prioritarios a través de sectores, incluyendo sus nexos con los motores sociales y económicos con los objetivos de reducción de pobreza, así como sus implicaciones de carácter regional y mundial; (ii) estado de la gobernabilidad ambiental (por ejemplo, nivel de desarrollo institucional, participación de la sociedad civil, acceso a la información, idoneidad de los marcos jurídicos, normativos y de políticas, nivel de aplicación y cumplimiento de los estándares ambientales y capacidad de gestión ambiental del sector público); (iii) acciones pasadas y presentes del Banco y de otras instituciones y agencias financieras multilaterales (IFM); (iv) identificación de prioridades estratégicas para la acción del Banco, incluyendo retos y oportunidades asociados al financiamiento público y privado; y (v) indicadores pertinentes de desempeño y tendencias ambientales.

El Banco discutirá con el país miembro prestatario los objetivos estratégicos y las posibles acciones para abordar de manera transectorial los temas claves ambientales que se han identificado, incluyendo los aspectos sociales asociados al análisis ambiental. Los documentos de programación del caso deberán reflejar los acuerdos logrados entre el Banco y el gobierno que hayan surgido del proceso de programación. Las siguientes directrices de política, de la A.2 a la A.6, se formulan a partir del trabajo analítico y estratégico requerido que se especifica en la presente directriz.

## ***A.2. Apoyo dirigido al financiamiento de operaciones de gestión ambiental y de manejo de recursos naturales***

El Banco apoyará proactivamente a países miembros prestatarios y clientes a identificar y financiar operaciones diseñadas específicamente para: (i) mejorar la gobernabilidad, el desarrollo de políticas y la formación de capacidades institucionales de carácter ambiental; (ii) revertir el deterioro ambiental; y (iii) promover la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y sus servicios ecológicos. Dichas operaciones podrán incluir, sin que la siguiente enumeración sea restrictiva, actividades que: mejoren la legislación y las normativas ambientales, fortalezcan las instituciones, promuevan el entrenamiento y la educación ambiental y la gobernabilidad en todos los niveles. Asimismo, sobre la base de prioridades estratégicas acordadas con el país miembro prestatario, se podrán financiar inversiones destinadas a restaurar la calidad ambiental; promover la energía renovable y el uso limpio y eficiente de fuentes de energía; mejorar las condiciones ambientales urbanas, incluido el manejo de desperdicios sólidos; contribuir al manejo sostenible de los recursos naturales marinos y terrestres; proteger la biodiversidad y los sistemas ecológicos frágiles, incluyendo el financiamiento sostenible y manejo de áreas protegidas; preservar los sitios de

importancia cultural; combatir la desertización y revertir la degradación del suelo, el agua y la atmósfera; mejorar el manejo de los recursos hídricos; y promover actividades relacionadas con la fijación de carbono y la reducción y control de las emisiones de gases de efecto invernadero. En este contexto, el Banco asistirá a los países en el desarrollo de instrumentos financieros innovadores, así como instrumentos económicos y de mercado que incrementen el valor de los bienes y servicios ambientales y generen flujos sostenibles de recursos financieros asignados a la conservación y gestión de estos bienes y servicios. Estas operaciones deberán guiarse por los principios y criterios de sostenibilidad ambiental, y considerar su viabilidad, socioeconómica e institucional con el fin de maximizar los impactos de largo plazo en el desarrollo.

### ***A.3. Transversalidad ambiental en diferentes sectores***

El Banco, según solicitud de los países miembros prestatarios, financiará componentes o actividades ambientales y de recursos naturales en diferentes sectores a través de préstamos y asistencia técnica, más allá de las acciones requeridas de mitigación ambiental, con el fin de aumentar el valor agregado y la sostenibilidad de largo plazo. El Banco buscará mejorar la sostenibilidad ambiental en el contexto de operaciones y actividades públicas y privadas pertinentes en sectores como agricultura, turismo, desarrollo social, desarrollo urbano, transporte e infraestructura vial, energía y otros. Para ello, se discutirá y acordará con los prestatarios opciones innovadoras de asistencia técnica y financiación, según se requiera. Allí donde se incluyan tales componentes o actividades de mejora ambiental, será necesario incorporar en el diseño de la operación los indicadores pertinentes para medir la contribución del proyecto a los resultados de sostenibilidad ambiental esperados.

### ***A.4. Apoyo a iniciativas regionales y convenios internacionales***

El Banco apoyará iniciativas regionales y transfronterizas de gestión ambiental y de recursos naturales, incluidas las referentes a bienes y servicios ambientales regionales y mundiales de carácter público. Asimismo, el Banco ayudará a los países prestatarios, a su solicitud, a cumplir sus obligaciones nacionales adquiridas bajo convenios ambientales internacionales ratificados.

El Banco podrá apoyar *inter alia*: inversiones para manejar cuencas hidrográficas internacionales, corredores biológicos y áreas protegidas regionales o transfronterizas, y recursos marinos y costeros compartidos, entre otros; requisitos de evaluación y notificación como por ejemplo los definidos en el Protocolo de Kyoto; y cumplimiento de compromisos

adquiridos en virtud de acuerdos regionales destinados a fortalecer la protección ambiental. El Banco proporcionará, según se requiera, apoyo financiero y técnico a través actividades regionales de cooperación técnica en temas específicos, particularmente aquellos asociados con esfuerzos de inversión local o internacional, así como con actividades de financiación y desarrollo de capacidades en el ámbito nacional. En apoyo a la aplicación de esta directriz, el Banco trabajará a través de alianzas bilaterales y con fuentes multilaterales de financiación como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

#### ***A.5. Seguimiento de indicadores de sostenibilidad ambiental***

Las Estrategias de País u otros documentos de programación relevantes incorporarán, según se requiera, los indicadores pertinentes para hacer un seguimiento de la efectividad del Banco en el cumplimiento de metas ambientales, así como del desempeño ambiental general en el ámbito nacional. En el contexto del análisis ambiental de país, se recolectará y/o actualizará información ambiental relevante sobre indicadores seleccionados de tendencias reflejados en documentos de programación y/o estrategias de país subsiguientes, cuando así se requiera. Estos indicadores se podrán recolectar o desarrollar en coordinación y armonización con agencias especializada nacionales o internacionales. Se deberá prestar particular atención al seguimiento del desempeño de la gobernabilidad ambiental, institucional y de políticas, al estado de los recursos naturales y ecosistemas claves y al cumplimiento de objetivos y metas ambientales internacionalmente acordados.

#### ***A.6. Evaluación temprana de riesgos y oportunidades***

El Banco procurará identificar tempranamente en sus documentos operacionales de programación, incluidas Estrategias de País, aquellos programas/proyectos o sectores potencialmente sensibles considerados para posible financiamiento del Banco, con el fin de planificar posibles cursos de acción para el manejo de riesgos. El BID tendrá en cuenta el análisis ambiental de país descrito en el numeral A1 u otros diagnósticos derivados de procesos de revisión ambiental (*due diligence*) realizados en la etapa de identificación de proyectos/programas, para establecer anticipadamente riesgos y oportunidades ambientales significativos. En este contexto, el Banco podría adoptar un enfoque de gestión de riesgos para anticipar medidas precautorias y facilitar, en caso necesario, la formación de capacidades y la creación de condiciones que propicien una correcta gestión ambiental, como por ejemplo mejores diálogos de políticas con el prestatario, apalancamiento de alianzas público-privadas, armonización de procedimientos y participación de la sociedad civil. Esto se aplica particularmente cuando las propuestas de financiamiento contengan



operaciones públicas y privadas en sectores económicos o áreas geográficas que puedan ser ambiental o socialmente sensibles. Una vez las operaciones hayan entrado formalmente en trámite para su conceptualización y diseño, regirán las salvaguardias ambientales establecidas en esta política, tal como se exponen más abajo, según el caso.

### ***A.7. Responsabilidad ambiental corporativa***

Con respecto a sus propias actividades administrativas e instalaciones en la sede y en sus oficinas de país, el Banco promoverá acciones de responsabilidad ambiental corporativa, como por ejemplo mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía; mejorar las prácticas encaminadas a reducir, reutilizar y reciclar desperdicios y materiales; minimizar el consumo y las emisiones de sustancias peligrosas y brindar un entorno laboral seguro y saludable. Siempre que sea posible se utilizarán estándares comunes en materia de intensidad y eficiencia de los recursos como los que están siendo desarrollados a través de la Iniciativa Mundial de Notificación (GRI, por sus siglas en inglés). Los ajustes que se hagan a los manuales administrativos reflejarán los principios de la responsabilidad ambiental corporativa, en consonancia con las prácticas seguidas por otras IFM.

## **B. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: HACIA UNA GESTIÓN DE RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES**

Las salvaguardias rigen para todo el ciclo de proyecto, con el propósito de asegurar la viabilidad ambiental de las operaciones financiadas por el Banco. De acuerdo a las prácticas de desarrollo sostenible, el Banco adopta de manera general un enfoque precautelar frente a los impactos ambientales. El Banco busca evitar impactos ambientales negativos. Cuando éstos sean inevitables, las operaciones financiadas por el Banco requerirán medidas de mitigación. Para aquellos impactos que no puedan mitigarse completamente, será necesario implementar mecanismos de compensación o reposición. El Banco trabajará con los prestatarios para apoyar con efectividad la gestión de riesgos ambientales y ayudar a fortalecer capacidades, según se acuerde. En aquellas instancias en que el Banco considere que los riesgos para el medio ambiente son demasiado grandes, el Banco apoyará la inversión propuesta solamente cuando se haya acordado un plan de mitigación de riesgos.

## ***Políticas y directrices de salvaguardias***

### ***B.1. Políticas del Banco***

El Banco financiará únicamente operaciones y actividades que cumplan con las directrices de esta Política, y que sean consistentes con las disposiciones relevantes de otras Políticas del Banco.

### ***B.2. Legislación y regulaciones nacionales***

El Banco requerirá además que el prestatario garantice que la operación en cuestión se diseñe y se lleve a cabo en cumplimiento con la legislación y las normativas ambientales del país en el que se está desarrollando la operación, incluidas las obligaciones ambientales establecidas bajo los Acuerdos Ambientales Multilaterales (AAM).

En acuerdo con el prestatario, el Banco definirá medidas apropiadas para cumplir con las directrices B1 y B2.

### ***B.3. Preevaluación y clasificación***

Todas las operaciones financiadas por el Banco serán preevaluadas y clasificadas de acuerdo con sus impactos ambientales potenciales. La preevaluación se realizará en los comienzos del proceso de preparación, y considerará los impactos potenciales ambientales negativos, sean éstos directos o indirectos, regionales o de naturaleza acumulativa, incluyendo los impactos sociales y culturales ambientalmente relacionados tanto de la operación misma como de sus instalaciones asociadas, si fuera pertinente. Las operaciones del Banco serán evaluadas y clasificadas de acuerdo con su nivel de impacto potencial, de modo que se puedan definir las salvaguardias ambientales y los requisitos de revisión ambiental apropiados. Esta clasificación del impacto ambiental del proyecto se dará a conocer públicamente según la Política de Disponibilidad de Información (OP-102). El BID evaluará periódicamente el desempeño de sus procedimientos de preevaluación y categorización. Se aplicará la clasificación detallada a continuación:

- Cualquier operación que tenga el potencial de causar impactos ambientales negativos significativos y efectos sociales asociados, o tenga implicaciones profundas que afecten los recursos naturales serán clasificadas en la Categoría “A”. Estas operaciones requerirán una evaluación ambiental (EA), específicamente una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) cuando se trate de proyectos de inversión, u otros estudios ambientales como Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) para

aquellos programas u operaciones financieras que involucren planes y políticas. Se considera que las operaciones de Categoría “A” requieren salvaguardias de alto riesgo. En el caso de algunas operaciones de alto riesgo que en opinión del Banco generen una complejidad y sensibilidad especial en sus aspectos ambientales, sociales o de salud, el prestatario por lo general debería crear un panel de expertos que asesoren el diseño y/o la ejecución de la operación en cuestiones relativas al proceso de EA, incluidas salud y seguridad.

- Aquellas operaciones que puedan causar principalmente impactos ambientales negativos localizados y de corto plazo, incluyendo impactos sociales asociados, y para los cuales ya se dispone de medidas de mitigación efectivas serán clasificadas en la Categoría “B”. Estas operaciones normalmente requerirán un análisis ambiental y/o social centrado en temas específicos identificados durante el proceso de selección, así como un Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS).
- Aquellas operaciones que no causen impactos ambientales negativos, incluyendo sociales asociados, o cuyos impactos sean mínimos, se clasificarán en la Categoría “C”. Estas operaciones no requieren un análisis ambiental o social más allá de lo que implique su preselección y delimitación para determinar su clasificación. Sin embargo, en caso de que se considere pertinente, se establecerán requisitos de salvaguardia o supervisión.

#### ***B.4. Otros factores de riesgo***

Además de los riesgos que representan los impactos ambientales, el Banco identificará y manejará otros factores de riesgo que puedan afectar la sostenibilidad ambiental de sus operaciones. Entre los factores de riesgo figuran elementos como la capacidad de gestión de las agencias ejecutoras/patrocinado-res o de terceros, riesgos derivados del sector, riesgos asociados con preocupaciones sociales y ambientales muy delicadas, y la vulnerabilidad ante desastres. Dependiendo de la naturaleza y gravedad de los riesgos, el Banco diseñará, junto con la agencia ejecutora/patrocinador o terceros, las medidas apropiadas para manejar tales riesgos.

#### ***B.5. Requisitos de evaluación ambiental***

La preparación de las Evaluaciones Ambientales (EA), sus planes de gestión asociados y su implementación es responsabilidad del prestatario. El Banco exigirá el cumplimiento de estándares específicos para la realización de Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA),

Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE), Planes de Gestión Ambiental y Social (PGAS) y análisis ambientales, tal y como se definen en esta Política y como aparecen detallados en los Lineamientos de Implementación. La agencia ejecutora o el patrocinador deberán someter todos los productos de EA a revisión del Banco. La aprobación de la operación por parte del Banco considerará la calidad del proceso y la documentación de EA, entre otros factores.

- El proceso de EIA deberá incluir como mínimo: preevaluación y caracterización de impactos; consulta adecuada y oportuna y proceso de difusión de información; examen de alternativas, en las que se incluye como opción la alternativa sin proyecto. La EIA debe estar respaldada por los análisis económicos de las alternativas al proyecto y, si aplica, por evaluaciones económicas de costo-beneficio de los impactos ambientales del proyecto y/o de las medidas de protección relacionadas. Además, se le deberá prestar la atención del caso al análisis del cumplimiento de los requisitos legales pertinentes; a los impactos directos, indirectos, regionales o acumulativos utilizando líneas de base según sea requerido; a los planes de gestión y mitigación de impactos presentados en un PGAS; incorporación de los resultados de la EA en el diseño del proyecto; a las medidas para el adecuado seguimiento de la implementación de PGAS. Se deberá preparar un informe de EIA con su respectivo PGAS, el cual se pondrá a disposición del público previamente a la misión de análisis, de acuerdo con lo especificado en la Política de Disponibilidad de Información (OP-102).
- Los objetivos de la EAE incluyen: (i) asegurar que los riesgos y oportunidades de políticas, planes o programas hayan sido correctamente identificados; (ii) promover desde un comienzo la participación del gobierno y las partes potencialmente afectadas en la identificación y análisis de temas estratégicos, acciones y alternativas de desarrollo; (iii) definir y acordar una secuencia de acciones destinadas a abordar de manera sistemática y estratégica cuestiones ambientales y acciones prioritarias, resumidas en un plan de acción de la EAE para seguimiento y control adecuados; y (iv) garantizar que se ha reunido la información ambiental adecuada y que se encuentra disponible para la toma de decisiones. La EAE debería iniciarse a comienzos del proceso de toma de decisiones y efectuarse antes de la implementación de políticas, planes o programas. Las recomendaciones que de allí surjan deberían incorporarse en las actividades de la operación.

- Para aquellas operaciones que requieran una evaluación ambiental pero que no estén sujetas a una EIA o a una EAE, se deberá realizar un análisis ambiental que comprenda una evaluación de los potenciales impactos y riesgos ambientales, sociales y de salud y seguridad asociados a la operación, e indicar las medidas previstas para controlar dichos riesgos e impactos. Por lo general, el financiamiento de las instalaciones existentes exigirá de una evaluación ambiental con el objeto de ponderar los riesgos e impactos potenciales ambientales y sociales asociados resultantes de la construcción y operación de los proyectos o subproyectos.
- Los PGAS deben incluir: una presentación de los impactos y riesgos claves de la operación propuesta, tanto directos como indirectos; el diseño de las medidas ambientales/sociales que se proponen para evitar, minimizar, compensar y/o atenuar los impactos y riesgos claves, tanto directos como indirectos; las responsabilidades institucionales relativas a la implementación de tales medidas, incluyendo, si fuere necesario, formación de capacidades y adiestramiento; cronograma y presupuesto asignado para la ejecución y gestión de tales medidas; programa de consulta o participación acordado para el proyecto; y el marco para la supervisión de los riesgos e impactos ambientales y sociales a lo largo de la ejecución del proyecto, incluidos indicadores claramente definidos, cronogramas de supervisión, responsabilidades y costos. Los PGAS deberán estar listos para su revisión durante la misión de análisis/revisión ambiental.

### **B.6. Consultas**

Como parte del proceso de evaluación ambiental, las operaciones clasificadas bajo las Categorías “A” y “B” requerirán consultas con las partes afectadas 3 y se considerarán sus puntos de vista. También se podrá llevar a cabo consultas con otras partes interesadas para permitir un rango más amplio de experiencias y perspectivas. Las operaciones de Categoría “A” deberán ser consultadas por lo menos dos veces durante la preparación del proyecto, durante la fase de delimitación de los procesos de evaluación o revisión ambiental, y durante la revisión de los informes de evaluación. Para las operaciones de Categoría “B” se deberán realizar consultas con las partes afectadas por lo menos una vez, preferentemente durante la preparación o revisión del PGAS, según se acuerde con el prestatario. Para propósitos de la consulta se deberá suministrar la información en los lugares, idiomas y formatos que permitan consultas de buena fe con las partes afectadas, y se formen una opinión y hagan comentarios sobre el curso de acción propuesto.



Las EIA u otros análisis relevantes se darán a conocer al público de forma consistente con la Política de Disponibilidad de Información (OP-102) del Banco. Durante la ejecución del proyecto las partes afectadas deberían ser informadas sobre las medidas de mitigación ambiental y social que les afecte, según se defina en el PGAS

### ***B.7. Supervisión y cumplimiento***

El Banco supervisará el acatamiento de todos los requisitos de salvaguardia estipulados en el acuerdo de préstamo y en los reglamentos de crédito u operacionales del proyecto por parte de la agencia ejecutora/patrocinador. Los requisitos de salvaguardias, como es el caso de un PGAS, deberán ser incorporados a los documentos contractuales del proyecto, sus reglamentos de crédito u operacionales o a las bases de licitación del proyecto, según corresponda, a través de lo cual se establecerán los hitos, cronogramas y las correspondientes asignaciones presupuestarias que corresponda, de manera de implementar y supervisar el plan durante el curso del proyecto. Los indicadores de salvaguardia que corresponda deberán definirse con toda claridad en el marco lógico y de resultados, vigilados a través de los informes de supervisión, y revisados en los informes parciales y de finalización del proyecto. El acatamiento de los compromisos relativos a las salvaguardias y la identificación de problemas imprevistos será analizado, estudiado y notificado como parte de las misiones de administración y de revisión de portafolio del Banco. Los proyectos de Categoría “A” se revisarán por lo menos una vez al año para verificar el cumplimiento de las salvaguardias. Cuando quiera que se realicen evaluaciones ex post, allí se analizarán los resultados de sostenibilidad de la operación.

### ***B.8. Impactos transfronterizos***

En el proceso de evaluación ambiental se identificarán y abordarán, desde el principio del ciclo de proyecto, los temas transfronterizos asociados con la operación. El proceso de evaluación ambiental para operaciones que conlleven impactos y riesgos ambientales y sociales relacionados de carácter transfronterizo, como por ejemplo aquellas operaciones que afecten el uso que otro país haga de vías fluviales internacionales, cuencas, recursos marinos y costeros, corredores biológicos, acuíferos y cuencas atmosféricas regionales, deberán abordar los siguientes temas: (i) notificación al país o países afectados de los impactos transfronterizos críticos; (ii) implementación de un marco apropiado de consulta con las partes afectadas; y (iii) medidas apropiadas de mitigación y/o supervisión, a satisfacción del Banco.

### ***B.9. Hábitats naturales y sitios culturales***

El Banco no apoyará operaciones y actividades que en su opinión conviertan o degraden significativamente hábitats naturales críticos o que dañen sitios de importancia cultural crítica. Siempre que sea posible, las operaciones y actividades financiadas por el Banco se ubicarán en tierras y sitios previamente intervenidos. El Banco no respaldará operaciones que involucren una conversión significativa o la degradación de hábitats naturales tal y como se definen en la presente Política, a menos que: (i) no existan alternativas viables que el Banco considere aceptables; (ii) se hayan hecho análisis muy completos que demuestren que los beneficios totales derivados de la operación superan ampliamente sus costos ambientales; y (iii) se incorporen medidas de mitigación y compensación que el Banco considere aceptables—incluyendo, según se requiera, aquellas encaminadas a minimizar la pérdida de hábitat y a establecer y mantener un área protegida ecológicamente similar—y que estén adecuadamente financiadas, implementadas y supervisadas. El Banco no apoyará operaciones a través de las cuales se introduzcan especies invasoras.

A través del proceso de EA se identificarán y evaluarán los impactos en sitios de importancia cultural crítica. Para otros sitios o artefactos de importancia cultural no crítica se tomarán las medidas apropiadas encaminadas a proteger su integridad y funciones. Para aquellas operaciones donde se puedan presentar hallazgos arqueológicos o históricos durante la construcción u operación de instalaciones, el prestatario preparará y pondrá en práctica procedimientos sobre hallazgos fortuitos basados en buenas prácticas internacionales.

### ***B.10. Materiales peligrosos***

Las operaciones financiadas por el Banco deberán evitar los impactos adversos al medio ambiente, a la salud y a la seguridad humana derivados de la producción, adquisición, uso y disposición final de materiales peligrosos, entre ellos sustancias tóxicas orgánicas e inorgánicas, plaguicidas y contaminantes orgánicos persistentes (COP). La producción, adquisición, uso y disposición final de sustancias y materiales peligrosos deberían ser evitadas siempre que sea posible, y en otros casos, minimizada. En aquellas circunstancias en que no se pueda evitar su producción o uso significativos, se deberá preparar, en consulta con comunidades y trabajadores potencialmente afectados, un plan de manejo que cubra su transporte, manipulación, almacenamiento y disposición final, junto con prácticas relacionadas de manejo y notificación, lo cual incluye medidas preventivas y de contingencia.

Las operaciones y actividades del Banco deberán tomar en consideración las restricciones establecidas sobre el uso de sustancias tóxicas en acuerdos como la Convención de Basilea

sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, y la Convención de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo para ciertos plaguicidas y químicos peligrosos en el comercio internacional. Los préstamos de inversión del Banco no financiarán la producción, adquisición o uso de COP, a menos que tengan un propósito aceptable permitido bajo el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

El Banco promueve y fomenta las prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) y de manejo integrado de vectores (MIV) para reducir la dependencia de plaguicidas químicos sintéticos. Se deberá evitar el uso de plaguicidas dañinos. Cuando sea necesario utilizar agroquímicos, las operaciones deberán emplear preferiblemente aquellos que tengan los efectos menos adversos en la salud humana, en especies no destinatarias y en el medio ambiente. Asimismo su manufactura, empaquetado, rotulado, almacenamiento, manipulación, uso y disposición final deberán hacerse según los estándares adecuados. El Banco no financiará operaciones que involucren el uso de plaguicidas tóxicos—como los de clase Ia, Ib y II definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS)—, a menos que existan tanto las restricciones apropiadas como la capacidad suficiente en el contexto de la operación para que su manipulación, almacenamiento y aplicación sean adecuados. Cuando sea apropiado y como parte del fortalecimiento de las medidas de mitigación y salvaguardia, el Banco apoyará la capacidad de los países y agencias ejecutoras en el manejo de plaguicidas.

### ***B.11. Prevención y reducción de la contaminación***

Las operaciones financiadas por el Banco incluirán, según corresponda, medidas destinadas a prevenir, disminuir o eliminar la contaminación resultante de sus actividades.

- El Banco requerirá que sus clientes cumplan con los estándares de emisiones y vertimientos de fuentes específicas reconocidos por los bancos multilaterales de desarrollo. Con base en las condiciones locales y la legislación y normativas nacionales, el informe de evaluación ambiental o el informe de gestión ambiental y social justificarán, de manera consistente con esta Directiva, los estándares seleccionados para cada operación en particular.
- Como parte de las medidas de mitigación acordadas, el Banco podrá requerir que el prestatario adopte procesos de producción más limpia, eficiencia energética o energía renovable, cuando éstos sean factibles y costo-efectivos.

- El Banco promueve la reducción y control de emisiones de gases de efecto invernadero (GHG, por sus siglas en inglés) de modo que se ajusten a la naturaleza y escala de las operaciones. Para aquellas que produzcan emisiones significativas de estos gases, se cuantificarán anualmente las emisiones directas de GHG de acuerdo con las metodologías de estimación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) u otros métodos internacionalmente aceptados.

### ***B.12. Proyectos en construcción***

El Banco financiará operaciones que ya estén en construcción sólo si el prestatario puede demostrar que estas operaciones cumplen con todas las provisiones relevantes de esta Política. Si, como parte del análisis/revisión ambiental de una operación propuesta que esté en construcción, se identifica un incumplimiento de las Directrices de salvaguardias relevantes establecidas en esta Política, se deberá presentar al Banco un plan de acción, antes de que el Directorio apruebe la operación. El plan de acción deberá definir las acciones, junto con un calendario de ejecución para resolver oportunamente las cuestiones relativas al no cumplimiento, e incluir el financiamiento suficiente para su implementación.

### ***B.13. Préstamos de política e instrumentos flexibles de préstamo***

Tomando en cuenta que el Banco puede financiar préstamos con instrumentos que difieren de préstamos de inversión tradicional, para los cuales la clasificación de impactos ex ante no sea factible, estos instrumentos de préstamo pueden requerir herramientas alternativas de evaluación y gestión ambiental para determinar el nivel de riesgo asociados a las salvaguardias y los requisitos operativos, según se describen en los lineamientos de implementación de esta política.

Para préstamos de política, el Banco analizará durante la fase de diseño si las políticas específicas del país y/o los cambios institucionales respaldados por la operación ocasionan efectos significativos directos en el medio ambiente y los recursos naturales del solicitante. La secuencia de acciones y condiciones apropiadas para garantizar la sostenibilidad ambiental deberá verse reflejada en el plan de acción correspondiente, según se requiera.

Para operaciones de intermediación financiera (FI), incluyendo préstamos globales multisectoriales, el Banco evaluará la capacidad de gestión ambiental de la agencia ejecutora. Los intermediarios financieros demostrarán que cuentan con los procedimientos ambientales para requerir que los destinatarios finales del financiamiento del Banco adopten

e implementen medidas ambientales racionales y adecuadas. El prestatario y el Banco acordarán poner en práctica un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) diseñado según las necesidades particulares de la operación. Periódicamente se deberán realizar revisiones ambientales de una muestra representativa de proyectos.

- Los préstamos basados en criterios de desempeño, enfoques sectoriales o líneas de crédito condicionales para proyectos de inversión podrán requerir que se emprendan tempranamente, caso por caso, evaluaciones ambientales y de capacidades en los niveles sectoriales y de programa, según la naturaleza del programa y del sector.

#### ***B.14. Préstamos multifase o repetidos***

Todo caso que involucre problemas ambientales significativos resultantes de etapas previas de operaciones de varias fases o de una operación financiada por el Banco recién concluida por la misma agencia ejecutora/prestatario, esta última deberá emprender las acciones apropiadas para remediar dichos problemas o bien convenir con el Banco respecto de un curso de acción coherente con la responsabilidad de la agencia ejecutora/prestatario antes que el Banco tome su decisión referente a la fase o préstamo subsiguiente. Si la naturaleza de la operación así lo justifica, es posible que se requiera una auditoria ambiental para identificar los riesgos y las soluciones correspondientes.

#### ***B.15. Operaciones de cofinanciamiento***

En el caso de operaciones de cofinanciamiento, el Banco deberá colaborar con los prestatarios y agencias financiadoras participantes para que se adopte un único proceso de EA, así como requisitos unificados de documentación, consulta y disponibilidad de información congruentes con los requerimientos de esta política. En principio, el Banco respaldará los esfuerzos de convergencia y armonización entre instituciones financieras multilaterales, donantes bilaterales y otros socios de los sectores público y privado.

#### ***B.16. Sistemas nacionales***

En el contexto de operaciones individuales, el Banco considerará la utilización de los sistemas de salvaguardias existentes en el país miembro prestatario para identificar y manejar impactos ambientales y sociales. Esto regirá cuando el Banco haya determinado que los sistemas del país prestatario sean equivalentes o superiores a los requerimientos del Banco. Esta equivalencia será analizada de acuerdo con cada una de las salvaguardias



pertinentes a la operación seleccionada. El Banco será responsable de determinar tal equivalencia y su aceptabilidad, y de supervisar el cumplimiento de esta Política.

En casos donde el Banco considere el uso de un sistema de país, la verificación de equivalencia estará incluida como parte del informe de proyecto presentado para aprobación.

Si durante el proceso de verificación se revelan vacíos relacionados con requerimientos de salvaguardias específicos, el Banco y el prestatario podrán convenir en un plan de acción con asignación de recursos suficientes. El plan de acción, que será aprobado por el Directorio, demostrará las medidas necesarias para lograr y mantener la equivalencia con los estándares del Banco, consistente con las directivas de esta Política. El Banco podrá apoyar al país en el desarrollo de capacidades para asegurar la implementación de salvaguardia de manera aceptable y consistente con el plan de acción acordado. Si durante el curso de la implementación de un proyecto el Banco verifica la equivalencia de aspectos adicionales en los sistemas del país, de acuerdo con los lineamientos de la Administración, los cambios pertinentes podrán ser autorizados en las condiciones contractuales. El Banco usará su propio sistema de salvaguardias en casos donde los sistemas de país no sean considerados equivalentes, y la definición de salvaguardias, ya sea bajo el sistema del Banco o del país, estarán reflejados en las obligaciones contractuales del prestatario con el Banco.

La Administración informará al Directorio Ejecutivo del Banco sobre los resultados de las experiencias con el uso de los sistemas de país no más tarde de los tres años después de la vigencia efectiva de esta Política.

### ***B.17. Adquisiciones***

En acuerdo con el prestatario, y con el fin de asegurar que haya un proceso ambientalmente responsable de adquisiciones, las disposiciones aceptables de salvaguardia para la adquisición de bienes y servicios relacionados con proyectos financiados por el Banco podrán ser incorporadas en los documentos de préstamo específicos del proyecto, así como en sus normas operativas y en los pliegos de licitación, según sea el caso.

El Banco fomentará enfoques que contribuyan a que los bienes y servicios adquiridos para las operaciones financiadas por la institución se produzcan de manera ambiental y socialmente sostenible en lo que se refiere al uso de recursos, entorno laboral y relaciones comunitarias. Los procedimientos del Banco en materia de adquisiciones incluirán una lista de exclusión de productos dañinos al medio ambiente aprobada por el Banco. El Banco debería promover entre las agencias ejecutoras y los prestatarios la adquisición de obras, bienes y servicios ambientalmente responsables de manera que, según la opinión del Banco,

sea consistente con los principios de economía y eficiencia. Las experiencias y prácticas de adquisiciones ambientalmente responsables serán compartidas con los países miembros prestatarios y con otras instituciones financieras multilaterales a fin de identificar enfoques armónicos.



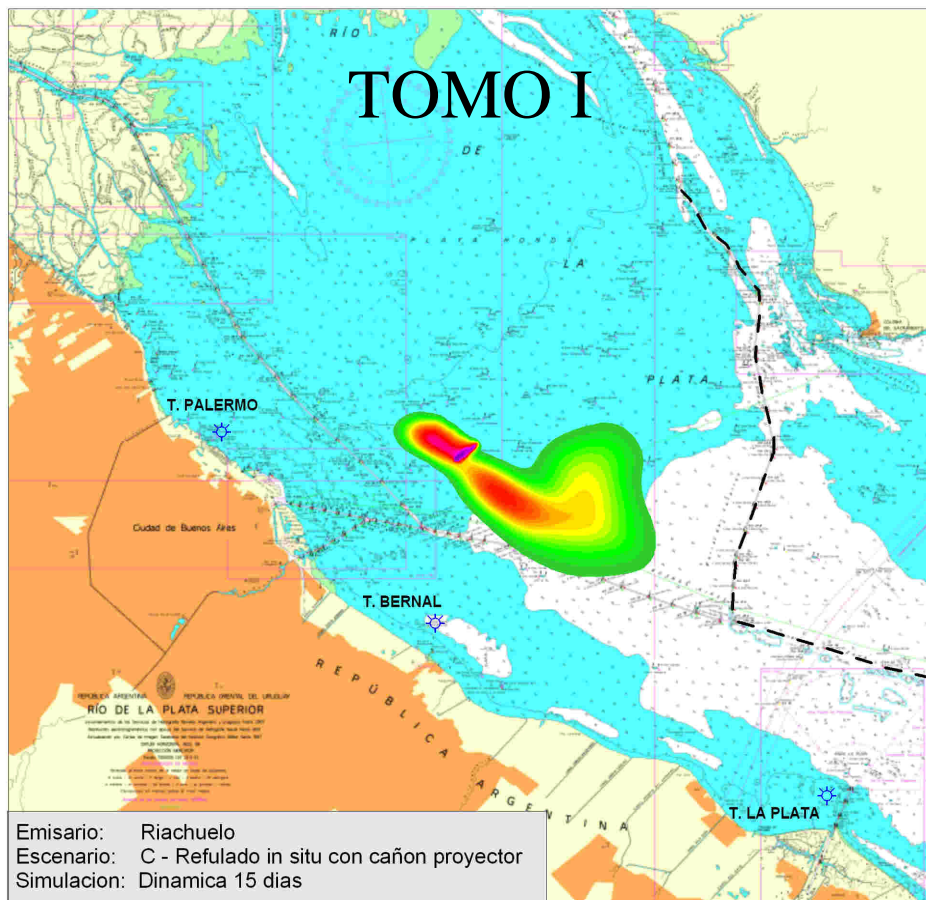
# **Anexo III**

## **Consideraciones ambientales sobre alternativas tecnológicas**





# Modelación Matemática de Dispersión de Sedimentos en el Río de la Plata por Construcción de los Emisarios Riachuelo y Berazategui



Realizado para



**Informe Final - Enero 2010**



## MARCO DEL TRABAJO

CcyA Ingeniería llevó a cabo el estudio con la participación de un equipo profesional integrado por expertos y especialistas, y complementado con personal de apoyo y técnicos.

Se trabajó en tareas tanto de campo como de gabinete.

Para las tareas de gabinete, se contó con un parque de computadoras de alto rendimiento de cómputo, debido a la envergadura del nivel de cálculo necesario para las corridas del modelo hidrodinámico tridimensional aplicado.

Las tareas de campo implicaron movimiento de equipos y personal, incluyendo navegación del Río de la Plata, recopilación de datos y muestras, fotografiado de línea de costa, evaluación de posicionamiento geográfico y mediciones de topografía de lecho fluvial mediante ecosonda. Estas tareas tuvieron lugar durante los 90 días corridos del estudio.

Para la realización de los estudios se contó con información del proyecto aportada por AySA, como así también ciertos datos de mediciones hidrodinámicas y de calidad de aguas superficiales, también aportadas por AySA. Otra información fue obtenida por elaboración propia, de referencias buscadas y de antecedentes disponibles por nuestra Empresa.

Los resultados presentados en este trabajo reflejan la mejor opinión técnica, basada en las reglas del arte, de los profesionales que han intervenido.

**CCyA Ingeniería**  
Junín 1804  
(1650) San Martín  
Provincia de Buenos Aires  
Telefax +54 11 4753 8660  
[info@ccyaingenieria.com.ar](mailto:info@ccyaingenieria.com.ar)  
[www.ccyaingenieria.com.ar](http://www.ccyaingenieria.com.ar)

## ORGANIZACIÓN DOCUMENTAL

<b>Proyecto</b>	Modelación Matemática de Dispersión de Sedimentos y Contaminantes en el Río de la Plata asociados a la Construcción/operación de los Emisarios Riachuelo y Berazategui
<b>Estudio</b>	Modelación Matemática de Dispersión de Sedimentos en el Río de la Plata por Construcción de los Emisarios Riachuelo y Berazategui
<b>Documento Principal</b>	AySA - Dragados Informe Final - v3 (versión electrónica)
<b>Versión</b>	3
<b>Fecha</b>	04ene10

Este informe consta de	
<b>195</b>	Hojas en el cuerpo principal
<b>665</b>	Hojas en Anexos
<b>860</b>	Hojas Totales

Distribución en la versión impresa	
<b>Tomo I</b>	Cuerpo principal, Anexos de dragas, datos y validación del modelo
<b>Tomo II</b>	Anexos de resultados para el Emisario Riachuelo
<b>Tomo III</b>	Anexos de resultados para el Emisario Berazategui

## EQUIPO DE TRABAJO

### AySA

**Responsable para el Presente Estudio:**

Lic. Carlos Palumbo

### CCyA Ingeniería

**Presidente:**

Arq. Roberto M. Tarela

**Director Técnico:**

Dr. Pablo A. Tarela

**Experto en dragados:**

Ing. Juan Hopwood

**Especialistas fluviales:**

Ing. Daniel Brea  
Ing. Pablo Spaletti

**Equipo de modelistas:**

Dr. Pablo Tarela  
Ing. Francisco van Avermaete  
Lic. Elizabeth Perone

**Referente externo:**

Patrick Lyuten, PhD.

**Informe producido por:**

Dr. Pablo A. Tarela





# INDICE

<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>8</b>
1.1	OBJETIVO.....	8
1.2	METODOLOGÍA .....	8
1.3	CONCLUSIONES.....	9
1.3.1	Sobre el estudio .....	9
1.3.2	Sobre el modelo matemático .....	9
1.3.3	Sobre las condiciones del estudio.....	10
1.3.4	Mitigación de impactos .....	10
1.3.5	Dragado en zanja del Emisario Riachuelo.....	10
1.3.6	Tapada de zanja del Emisario Riachuelo.....	12
1.3.7	Dragado en zanja del Emisario Berazategui.....	12
1.3.8	Tapada de zanja del Emisario Berazategui.....	13
1.4	RECOMENDACIONES .....	14
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO .....	15
2.2	EMISARIO RIACHUELO.....	15
2.2.1	Descripción del proyecto.....	15
2.2.2	Localización del emisario .....	16
2.3	EMISARIO BERAZATEGUI.....	18
2.3.1	Descripción del proyecto.....	18
2.3.2	Localización del emisario .....	19
<b>3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL RÍO DE LA PLATA.....</b>	<b>21</b>
3.1	INTRODUCCIÓN .....	21
3.2	FISIOGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	22
3.3	CONDICIONES AMBIENTALES DEL ÁREA.....	25
3.3.1	Vientos.....	25
3.3.2	Marea .....	27
3.3.3	Descarga continental .....	28
3.3.4	Salinidad y temperatura .....	30
3.3.5	Respuestas de la circulación a cambios en los forzantes .....	32
3.3.6	Patrones de circulación.....	34
3.3.7	Estructuras características de la circulación.....	37
3.4	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS .....	39
<b>4</b>	<b>DRAGADO: METODOS Y RESUSPENSION DE SEDIMENTOS.....</b>	<b>41</b>
4.1	FAMILIAS DE DRAGAS.....	41
4.2	TIPOS DE DRAGAS .....	42
4.2.1	Draga cortadora .....	42
4.2.2	Draga de succión por arrastre TSHD .....	47
4.2.3	Draga excavadora.....	48
4.2.4	Draga rosario a cangilones.....	49
4.2.5	Draga cuchara .....	50
4.3	LIMITES DE DRAGADO .....	50
4.3.1	Profundidad máxima de Dragado .....	50
4.3.2	Tolerancia de la sección de dragado .....	51
4.4	MECANISMOS DE RESUSPENSIÓN DE SEDIMENTOS .....	53
4.5	TASAS DE RESUSPENSIÓN DE SEDIMENTOS .....	54
4.5.1	Estudios de campo.....	54
4.5.2	Modelos de resuspensión.....	59
4.5.3	Resuspensión de sedimentos en la zona de dragado .....	62
4.5.4	Resuspensión de sedimentos en la zona de descarga .....	66

4.6	ANTECEDENTES DE DRAGADO .....	70
4.6.1	Re-dragado de los Canales de Acceso Norte y Sur .....	70
4.6.2	Dragado interior Puerto de Buenos Aires .....	72
4.6.3	Antecedentes de vaciado en Playa Honda .....	75
4.6.4	Dragado gasoducto Noruega – Francia .....	76
4.7	PRODUCCIÓN DE DRAGADO EN LA OBRA DEL EMISARIO RIACHUELO .....	76
4.7.1	Condiciones del suelo .....	76
4.7.2	Equipo de dragado .....	78
4.7.3	Producción de dragado para draga cortadora .....	78
4.7.4	Producción de dragado para draga de succión por arrastre .....	80
4.8	PRODUCCIÓN DE DRAGADO EN LA OBRA DEL EMISARIO BERAZATEGUI .....	81
<b>5</b>	<b>MODELO MATEMATICO .....</b>	<b>82</b>
5.1	MODELO COHERENS .....	82
5.2	ESTRATEGIA DE SIMULACION .....	84
5.3	ETAPA I .....	84
5.3.1	Características hidrodinámicas del Río de la Plata .....	85
5.3.2	Implementación del modelo hidrodinámico regional .....	86
5.3.3	Condiciones dinámicas de borde .....	90
5.3.4	Condiciones iniciales .....	98
5.3.5	Validación del modelo hidrodinámico regional con marea astronómica .....	98
5.3.6	Validación completa del modelo hidrodinámico regional .....	101
5.3.7	Descripción del modelo sedimentológico regional .....	115
5.3.8	Validación del modelo sedimentológico regional .....	116
5.4	ETAPA II .....	119
5.4.1	Implementación del modelo anidado .....	119
5.4.2	Validación del modelo anidado .....	122
<b>6</b>	<b>APLICACION DEL MODELO .....</b>	<b>128</b>
6.1	ESCENARIOS DE DRAGADO Y TAPADA .....	128
6.2	ACCIONES EN EL EMISARIO RIACHUELO .....	129
6.2.1	Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite .....	129
6.2.2	Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara .....	130
6.2.3	Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector .....	131
6.2.4	Tapada de zanja .....	132
6.3	ACCIONES EN EL EMISARIO BERAZATEGUI .....	133
6.3.1	Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite .....	133
6.3.2	Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara .....	134
6.3.3	Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector .....	135
6.3.4	Tapada de zanja .....	135
6.4	AMBIENTE DE TURBIDEZ .....	135
6.4.1	Fuentes de turbidez .....	135
6.4.2	Mediciones de AySA en el Río de la Plata .....	136
6.4.3	Mediciones de AySA en las tomas de agua .....	140
6.4.4	Relación con la concentración de sedimentos en suspensión .....	142
6.5	RESULTADOS PARA EL DRAGADO DEL EMISARIO RIACHUELO .....	144
6.5.1	Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite .....	148
6.5.2	Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara .....	150
6.5.3	Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector .....	152
6.5.4	Tapada de zanja .....	154
6.6	RESULTADOS PARA EL DRAGADO DEL EMISARIO BERAZATEGUI .....	156
6.6.1	Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite .....	158
6.6.2	Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara .....	161
6.6.3	Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector .....	163
6.6.4	Tapada de zanja .....	165
6.7	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	167
6.7.1	Draga cortadora y refulado por cañería .....	168
6.7.2	Draga de succión y vaciado lateral con cañón proyector .....	168
6.8	CALIDAD AMBIENTAL DE LAS AGUAS DURANTE LAS ACCIONES DE DRAGADO .....	169

6.8.1	Calidad en aguas abiertas del Río de la Plata.....	170
6.8.2	Calidad en tomas de agua para potabilización.....	172
<b>7</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACION.....</b>	<b>174</b>
7.1	MEDIDAS MITIGATORIAS PARA LAS OBRAS DE DRAGADO .....	174
7.2	PROPUESTA DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA.....	175
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>178</b>
8.1	GENERALES .....	178
8.1.1	Sobre el estudio.....	178
8.1.2	Modelo matemático.....	178
8.1.3	Condiciones del estudio.....	179
8.1.4	Mitigación de impactos.....	180
8.2	SOBRE LOS RESULTADOS .....	180
8.2.1	Consideraciones generales de la física del sistema .....	180
8.2.2	Dragado en zanja del Emisario Riachuelo.....	180
8.2.3	Tapada de zanja del Emisario Riachuelo.....	182
8.2.4	Dragado en zanja del Emisario Berazategui.....	182
8.2.5	Tapada de zanja del Emisario Berazategui.....	185
<b>9</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>186</b>
<b>10</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>188</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>192</b>



# **1 RESUMEN EJECUTIVO**

## **1.1 OBJETIVO**

El objetivo del presente estudio es determinar el impacto ambiental sobre la calidad de las aguas del Río de la Plata, como consecuencia de las obras de dragado para la construcción en zanja de la zona de difusión de los Emisarios Riachuelo y Berazategui.

## **1.2 METODOLOGÍA**

Los pasos seguidos para alcanzar este objetivo son los siguientes:

- Análisis preliminar de los emisarios: utilizando la información existente, desarrollo de ingeniería de obras y detalles técnicos disponibles.
- Evaluación del cuerpo receptor, mediante análisis de la información existente sobre las propiedades del Río de la Plata,
- Análisis de datos de campo: obtenidos de estaciones ADCP de AySA, estaciones hidro-meteorológicas de AySA, estaciones meteorológicas de Argentina y Uruguay, estaciones mareológicas de Argentina y Uruguay, y datos fluviales de los cursos afluentes principales,
- Relevamiento de campo, navegación de la zona de estudio, campañas de observación de línea de costa. Determinación de batimetría en zonas de dragado, refulado e interés para el desarrollo del modelo matemático.
- Estudio de alternativas de dragado: para el proyecto definido, análisis de posibles métodos de dragados para la zona de trabajo, equipos disponibles, modos de operación, tiempos de trabajo y puntos de refulado,
- Evaluación de la influencia en la resuspensión de sedimentos del río en las zonas de dragado y vaciado, mediante estudio de referencias internacionales y situaciones locales,

- Desarrollo de modelo hidrodinámico global del Río de la Plata, calibración y validación,
- Evaluación de impacto en el Río de la Plata, por aplicación de modelo matemático tridimensional de transporte de sedimentos para representar el impacto producido sobre la calidad de las aguas del río debido a las acciones de dragado.
- Comparación para 3 métodos de dragado seleccionados como los más probables de ser utilizados: determinación de valores temporales, medios y máximos de turbidez en las zonas de interés-
- Análisis del impacto de las tareas de tapada de zanja, para cada emisario.
- Confección de un plan de medidas de mitigación.
- Diseño conceptual de un sistema de alerta temprana de nivel de turbidez en el Río de la Plata y tomas de agua.
- Obtención de conclusiones y recomendaciones, las cuales se presentan en síntesis a continuación.

## **1.3 CONCLUSIONES**

### **1.3.1 Sobre el estudio**

- Se evaluaron diferentes métodos de dragado plausibles de aplicación en el Río de la Plata, y se determinó el aumento de turbidez que cada uno de ellos podría producir,
- Se determinaron los potenciales impactos que la operación de dragado pudiera producir sobre las tomas de agua de Palermo, Bernal y Ensenada,
- Se plantearon conceptualmente medidas mitigatorias y un plan de monitoreo/alerta para la etapa de dragado.

### **1.3.2 Sobre el modelo matemático**

- El modelo hidrodinámico y el de transporte de sedimentos representan el sistema bajo estudio a nivel del estado del arte internacional en la simulación computacional de este



tipo de fenómenos. En este trabajo, el modelo ha sido exhaustivamente validado con datos actuales, para un período de 3 meses.

- Los resultados fueron obtenidos para casos dinámicos y situaciones del lado de la seguridad, tanto desde el punto de vista de la operación como de las condiciones ambientales en el río.

### **1.3.3 Sobre las condiciones del estudio**

- Se consideraron dragas disponibles en la zona, de acuerdo a la experiencia previa y los equipos y empresas actualmente en operación en el Río de la Plata. Podrían existir otras alternativas de dragado plausibles, con impactos diferentes, que eventualmente deberán ser analizadas,
- Se optó por un cronograma realista de trabajo de dragado diurno de 12 horas día. Si se planteara extender el horario de trabajo, podría existir un aumento del impacto pronosticado, por lo cual será recomendable simular tal alternativa.

### **1.3.4 Mitigación de impactos**

- Se han establecido una serie de condiciones operativas para el trabajo de dragado y tapado de zanja, que permitirán minimizar el impacto ambiental de las obras, y mantener un control adecuado de acuerdo a los procedimientos habituales de AySA.
- Por su parte, se ha definido un sistema de alerta temprana que permitirá mantener un seguimiento del impacto permanente, y disparar acciones preventivas sobre las tomas de agua, constituidas en los puntos más sensibles a resguardar.

### **1.3.5 Dragado en zanja del Emisario Riachuelo**

- Ninguna de las alternativas de dragado estudiadas producirá impactos por incrementos elevados de turbidez en las tomas de agua de Palermo, Bernal o La Plata.

- Las variaciones en el nivel de turbidez de las áreas costeras del Río de la Plata serán entre nulas y bajas, independientemente del tipo de dragado a aplicar.
- Las tasas de sedimentación en la zona de influencia por transporte de sedimentos en suspensión, serán despreciables para cualquiera de las tecnologías de dragado estudiadas.
- Sobre los canales de navegación, las variaciones son pequeñas y estarán por debajo de las variaciones de concentración de sedimentos que naturalmente presenta el sistema fluvial.

Construcción con draga cortadora y vaciado satélite por cañería:

- El impacto en el límite internacional será inferior a 50 mg/l, esperándose picos de entre 20 y 40 mg/l al cabo de 2 semanas de dragado. Estos valores son inferiores al 25% de los valores normales de turbidez del río.

Construcción con draga de succión por arrastre y vaciado con cántara en zona alejada:

- El impacto en el límite internacional será imperceptible.
- Es la alternativa de dragado que produce el menor impacto relativo.

Construcción por dragado y refulado lateral con cañón proyector:

- El impacto en el límite internacional podrá alcanzar picos de hasta 80 mg/l al cabo de 2 semanas de dragado. Es decir, del orden del 40% del nivel de concentración normal del río.
- Es la alternativa de dragado que produce el mayor impacto relativo, sin ocasionar inconvenientes en las tomas de agua.

### **1.3.6 Tapada de zanja del Emisario Riachuelo**

- No producirá ningún impacto en las zonas de interés.
- Las variaciones de turbidez podrán ser observadas únicamente en el entorno de la zona de trabajo.

### **1.3.7 Dragado en zanja del Emisario Berazategui**

- Ninguna de las alternativas de dragado estudiadas producirá impactos por incrementos elevados de turbidez en la toma de agua de Palermo.
- Las tasas de sedimentación en la zona de influencia por transporte de sedimentos en suspensión, serán despreciables para cualquiera de las tecnologías de dragado estudiadas.
- Sobre los canales de navegación, los aumentos de concentración son muy pequeños y estarán bien por debajo de las variaciones normales del río.

#### Construcción con draga cortadora y vaciado satélite por cañería:

- No hay impacto sobre la toma de agua de Bernal.
- En la toma de agua de Ensenada, se esperan picos de turbiedad de entre 10 y 20 NTU al cabo de 10 días de tareas de dragado. Estos valores son bajos y comparables con las fluctuaciones periódicas del río.
- No hay impacto en el límite internacional.

Construcción con draga de succión por arrastre y vaciado con cántara en zona alejada:

- No hay impacto de las tomas de agua de Bernal ni Ensenada.
- No hay impacto en el límite internacional.
- Es la alternativa de dragado que produce el menor impacto relativo.

Construcción por dragado y refulado lateral con cañón proyector:

- En la toma de Bernal se esperan picos aislados de aumento de turbiedad de hasta 15 NTU. Estos valores son bajos.
- En la toma de Ensenada, luego de la primera semana de dragado podrían aparecer picos de entre 30 y 50 NTU, los cuales son del orden de magnitud de las variaciones típicas del río.
- No hay impacto en el límite internacional.
- Como en el caso del emisario Riachuelo, esta es la alternativa de dragado que produce el mayor impacto relativo, sin ocasionar inconvenientes en las tomas de agua.

### **1.3.8 Tapada de zanja del Emisario Berazategui**

- No producirá ningún impacto en las zonas de interés.
- Las variaciones de turbidez podrán ser observadas únicamente en el entorno de la zona de trabajo.

## 1.4 RECOMENDACIONES

- Incorporar las medidas mitigatorias, el plan de monitoreo y el sistema de alerta temprana presentados en este trabajo, al Plan de Gestión Ambiental de las obras de los emisarios.
- Realizar una auditoria permanente sobre el contratista de dragado, para asegurar la correcta implementación de las medidas mitigatorias propuestas. La auditoria podrá incluir seguimiento a bordo de las actividades.
- Realizar una simulación predictiva del impacto de la obra de dragado, una vez que se defina el tipo de draga, método de dragado y cronograma de tareas con el contratista adjudicatario, a los efectos de considerar posibles adaptaciones y cambios en el impacto proyectado aquí.
- Se ha mostrado que la forma y alcance de las plumas de turbidez que se desarrollen dependen de diversos factores, siendo sensibles a cambios de tecnología de dragado, tipo de sedimentos, área de dragado y puntos de refulado, condiciones ambientales, etc. Por ello, en el caso que la posición, orientación o extensión de la zona de difusores se modifique respecto de las posiciones aquí analizadas, será conveniente validar las conclusiones mediante la realización de corridas adicionales del modelo de transporte de sedimentos.

## **2 INTRODUCCIÓN**

### **2.1 OBJETIVO**

El objetivo del presente estudio es determinar el impacto ambiental sobre la calidad de las aguas del Río de la Plata, como consecuencia de las obras de dragado para la construcción en zanja de la zona de difusión de los Emisarios Riachuelo y Berazategui.

### **2.2 EMISARIO RIACHUELO**

#### **2.2.1 Descripción del proyecto**

El proyecto es conocido por AySA en todos sus detalles, por lo que aquí sólo se presentan unos breves comentarios sobre el mismo.

Dentro del plan de obras previsto por AySA, se encuentra la construcción de una Planta de Pre-tratamiento de líquidos cloacales que se ubicará sobre la costa del Río de la Plata, en las cercanías de la desembocadura del Riachuelo (Planta de Pre-tratamiento Riachuelo – PPR).

El líquido pre-tratado será vertido en aguas abiertas del Río de la Plata, a través de un emisario subfluvial de unos 15 km de extensión. El método constructivo para el emisario presenta 2 fases:

- El tramo desde la costa y hasta el km 13 de su recorrido, se construirá mediante tunelera, partiendo de la PPR,
- A la altura del km 13 se construirá una estación elevadora, y los restantes 2.3 km de recorrido, correspondientes a la zona de difusión, se realzarán mediante excavado del lecho del río, a los efectos de depositar la cañería y realizar una tapada posterior.

Al momento de realización del presente estudio, el método constructivo definido es por tuneleo subterráneo para la traza principal del emisario y únicamente dragado desde



embarcación en el tramo final, correspondiente a los difusores. El tipo de draga a utilizar no está definido, ya que posiblemente sea parte de las ofertas en la etapa de construcción.

En el tramo final se incorporarán una serie de difusores, que permitirán reducir el impacto del vertido sobre la calidad de las aguas.

Los trabajos de dragado del lecho, en el tramo final, implican que grandes cantidades de sedimentos del lecho entrarán en suspensión, con el consecuente impacto sobre la turbidez del cuerpo de agua, y potencial llegada a las tomas de aguas para potabilización (especialmente Palermo), zonas costeras y otros puntos sensibles.

## 2.2.2 Localización del emisario

La imagen que sigue indica la localización de la traza del emisario Riachuelo.

Las coordenadas geográficas de los extremos de la zona de dragado (difusión) son:

*Tabla 2.2.1 - Coordenadas geográficas de los extremos de la zona de difusión.  
Emisario Riachuelo.*

	LATITUD (S)			LONGITUD (W)		
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
INICIO	34	33	52.12	58	12	46.77
FIN	34	32	54.16	58	11	50.02

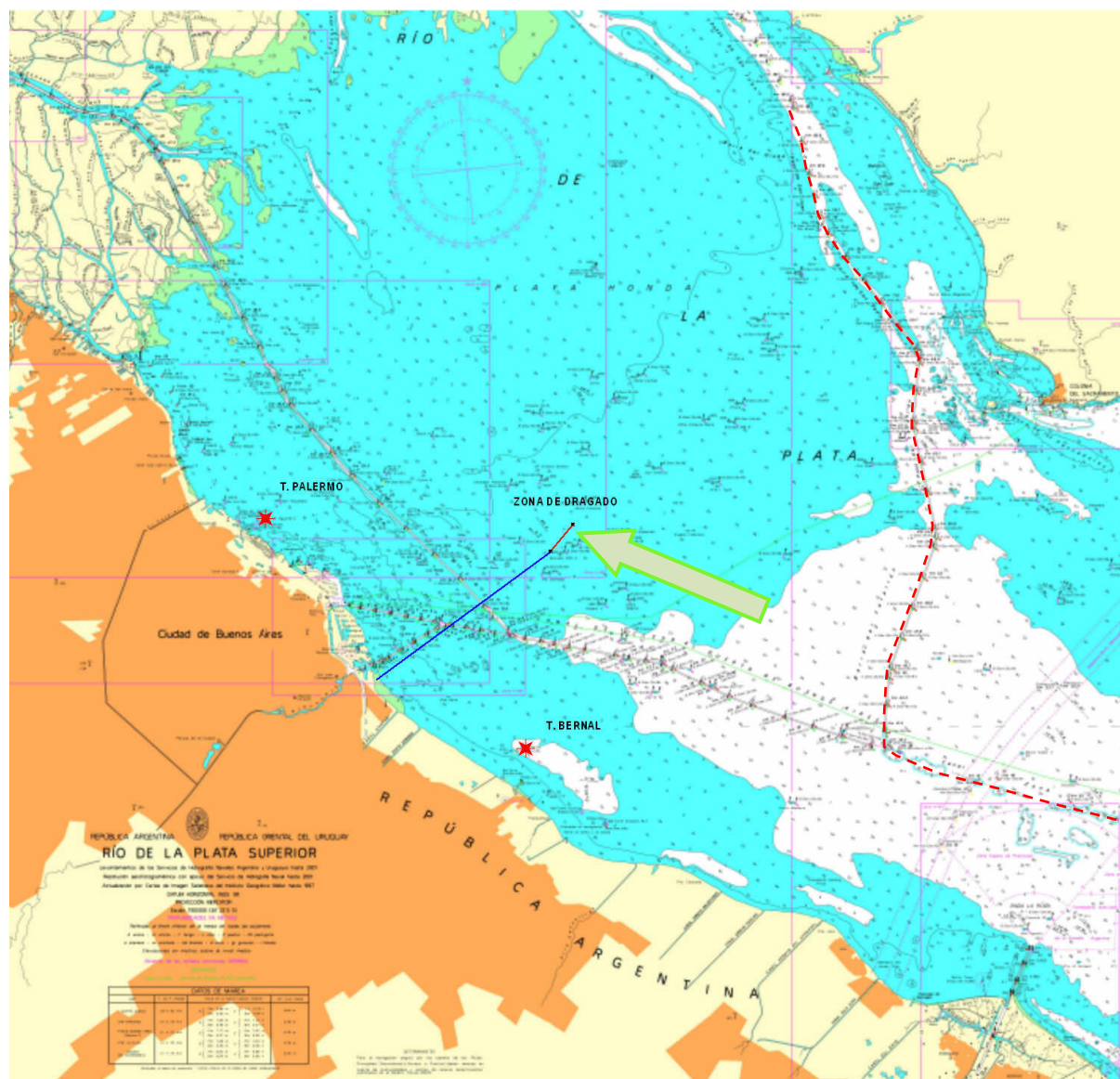


Figura 2.2.1 – Localización de la traza del Emisario Riachuelo.

La zona de excavación por tunelera está indicada en azul, y la de difusión a ser dragada, está indicada en rojo. Ambos símbolos rojos indican las tomas de agua más próximas.

La línea roja de trazos indica el límite internacional.

## **2.3 EMISARIO BERAZATEGUI**

### **2.3.1 Descripción del proyecto**

Actualmente se encuentra en construcción la Planta de Pre-tratamiento de líquidos cloacales Berazategui (PPB), que se ubica sobre la costa del Río de la Plata en la localidad homónima, entre la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la ciudad de La Plata.

En el sitio opera hoy en día un emisario de unos 3.5 km de extensión, con una pequeña zona de difusión del orden de los 200 m. En el proyecto en ejecución, el líquido pre-tratado será vertido en aguas abiertas del Río de la Plata, a través de un emisario subfluvial de unos 4.5 km de extensión, que partirá de un sitio próximo al del actual emisario.

Como en el caso del emisario riachuelo, el método constructivo en este caso presenta 2 fases:

- El tramo desde la costa y hasta el km 4.5 de su recorrido, se construirá mediante tunelera, partiendo de la PPB,
- A la altura del km 4.5 se construirá una estación elevadora, y los restantes 2.95 km de recorrido, correspondientes a la zona de difusión, se realizarán mediante excavado del lecho del río, a los efectos de depositar la cañería y realizar una tapada posterior.

El nuevo Emisario Berazategui, ubicado en la localidad de Berazategui, Provincia de Buenos Aires, tiene un diseño funcional elaborado por AySA, que consta de:

- Un conducto en túnel de aproximadamente 4.000 m de longitud y 3,80 m de diámetro nominal mínimo que se extenderá desde la salida de la Estación de Bombeo hasta una Cámara de Transición en el Río de la Plata.
- Un conducto ejecutado en zanja dragada y fundado sobre pilotes de aproximadamente 3.500 m de longitud y 3,80 m de diámetro nominal mínimo en su inicio y reduciéndose hasta 1,70 m de diámetro nominal en su extremo terminal, que se iniciará en la cámara de Transición y que contendrá la denominada zona de Difusión.
- Una chimenea de equilibrio y cámara de amortiguamiento ubicada a la salida de la Estación de Bombeo, que se conecta con el conducto en túnel.

Como obras complementarias están previstas la construcción de la Cámara de Carga de la Estación de Bombeo, las Cámaras para Acceso Intermedio y una Cámara de Transición en el Río de la Plata, que conecta el conducto en túnel con el conducto en zanja.

Actualmente, la ingeniería de detalle constructiva, no ha sido elaborada.

El diámetro del conducto difusor será:

- 3,80 m, los primeros 1.500 m
- 2,80 m, los 1.000 m siguientes
- 1,70 m, los 500 m últimos

La tapada mínima será de 1,20m.

El conducto difusor tendrá 61 “raisers” tipo roseta con un diámetro de 45 centímetros, con cuatro puertos con un diámetro de salida de 16,5 centímetros.

Al momento de realización del presente estudio, el método constructivo definido prevé únicamente dragado desde embarcación en el tramo final, correspondiente a los difusores. El tipo de draga a utilizar no está definido.

En el tramo final se incorporarán una serie de difusores, para adecuar mediante dilución el impacto del vertido sobre la calidad de las aguas.

Nuevamente, los trabajos de dragado del lecho producirán importantes cantidades de sedimentos resuspendidos, incrementando la turbidez del cuerpo de agua, y potencialmente alcanzando puntos sensibles como podrían ser las tomas de agua de Bernal y/o La Plata.

### **2.3.2 Localización del emisario**

La imagen que sigue indica la localización de la traza del emisario Berazategui.

Las coordenadas geográficas de los extremos de la zona de dragado (difusión) son:

Tabla 2.3.1 - Coordenadas geográficas de los extremos de la zona de difusión.

Emisario Berazategui.

	LATITUD (S)			LONGITUD (W)		
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
INICIO	34	42	24.00	58	9	28.00
FIN	34	40	56.00	58	8	42.00

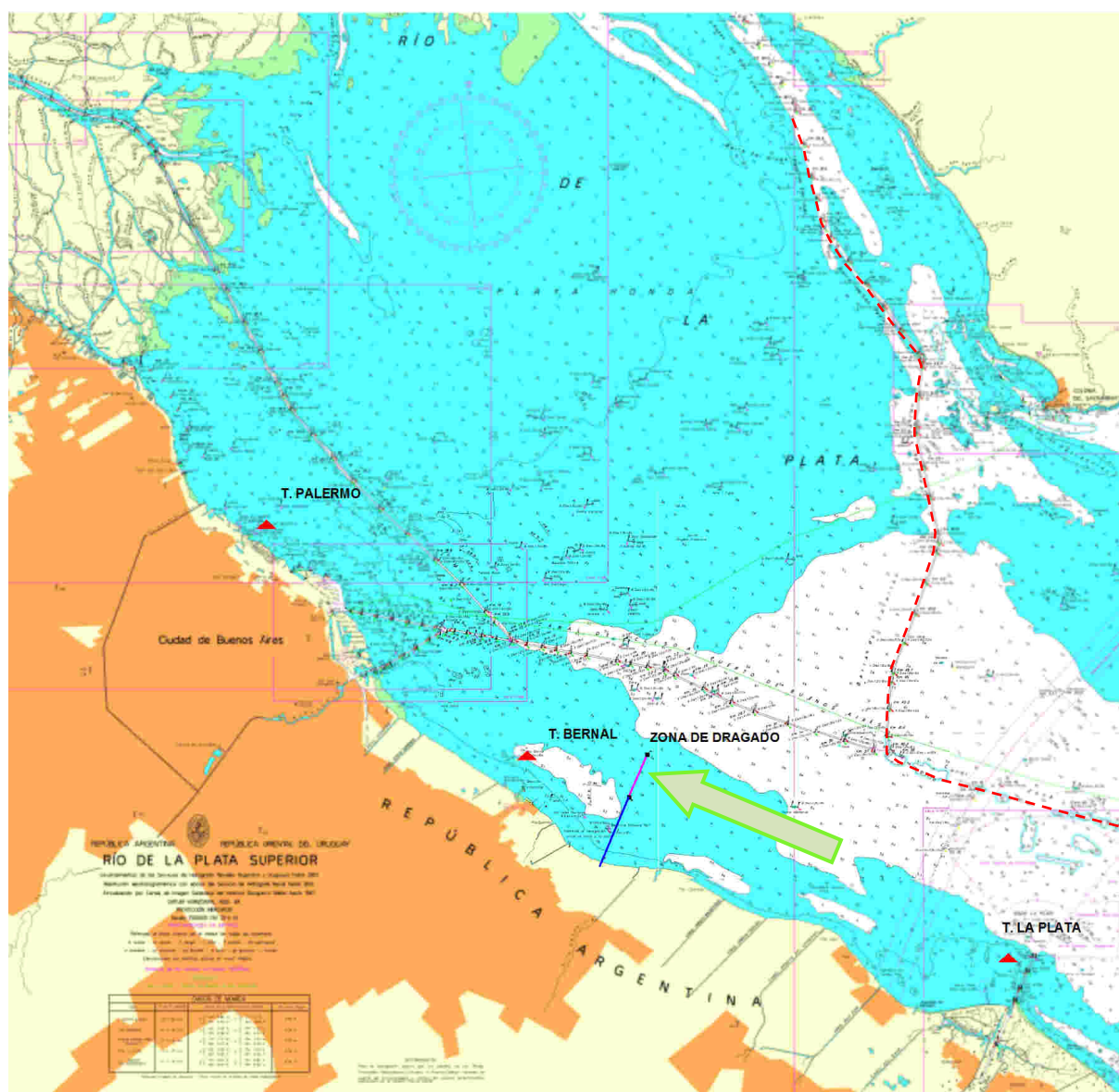


Figura 2.3.1 – Localización de la traza del Emisario Berazategui.

La zona de excavación por tunelera está indicada en azul, y la de difusión a ser dragada, está indicada en rosa. Los símbolos rojos indican las tomas de agua más próximas.

La línea roja de trazos indica el límite internacional.



### **3 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL RÍO DE LA PLATA**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

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.

### 3.2 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 3.2.1 – 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 (Fig. 3.2.2). 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 relictos 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.

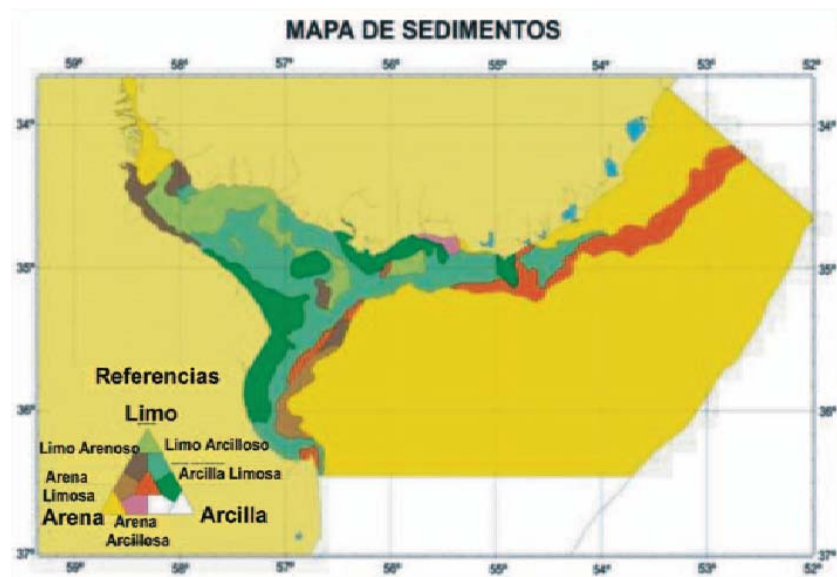
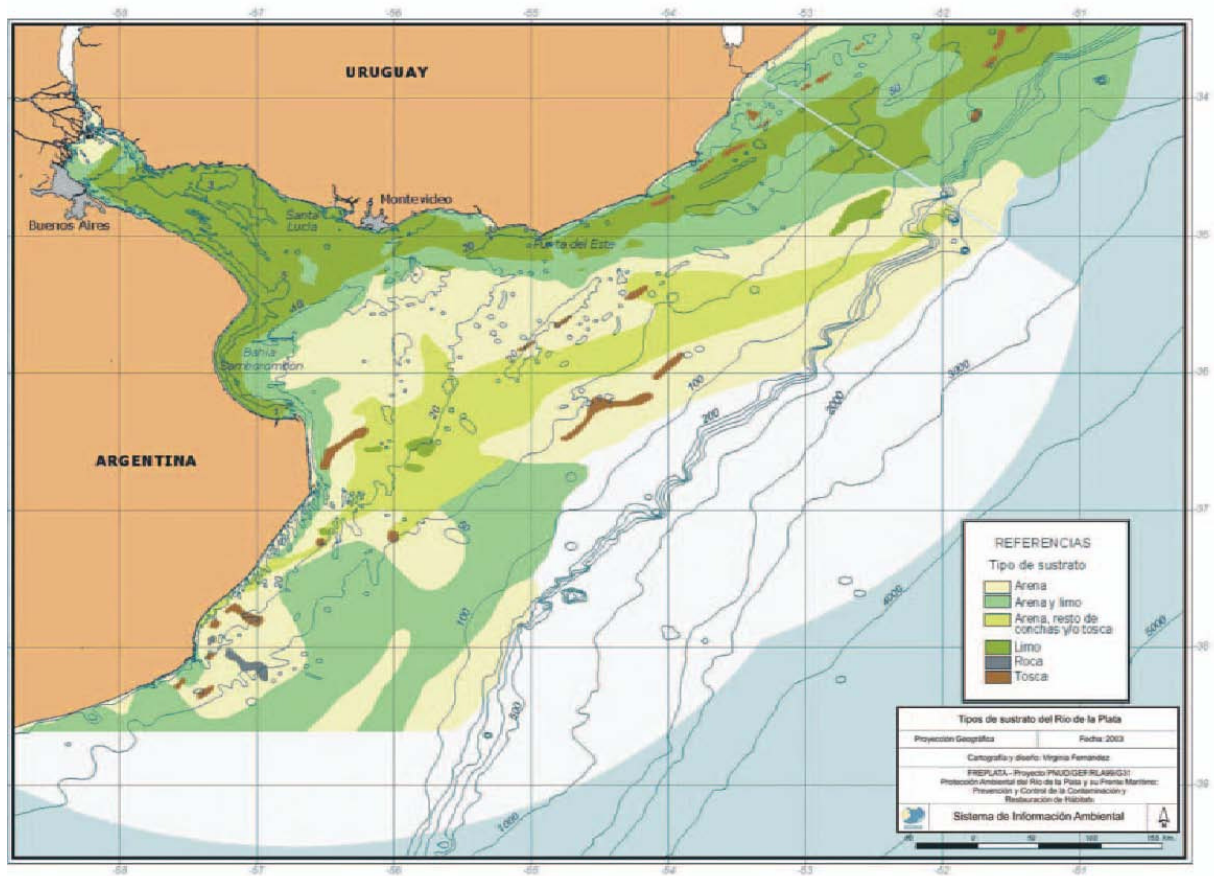


Figura 3.2.2 – Tipo de sustrato (arriba) y mapa de sedimentos (abajo).

### **3.3 CONDICIONES AMBIENTALES DEL ÁREA**

#### **3.3.1 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. 3.3.1).

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. 3.3.2).

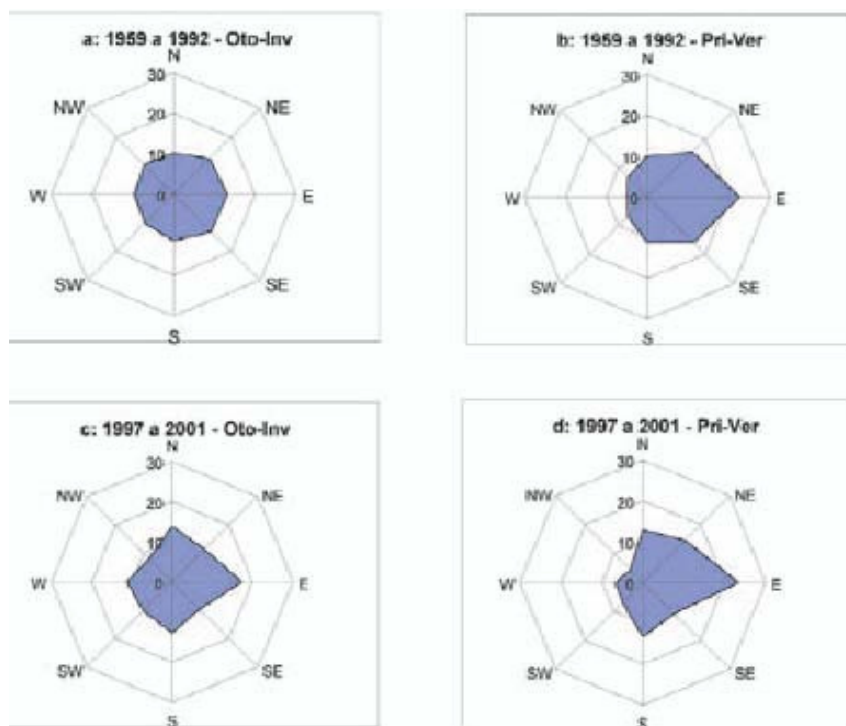


Figura 3.3.1 – Distribución estadística de vientos en Pontón Recalada.

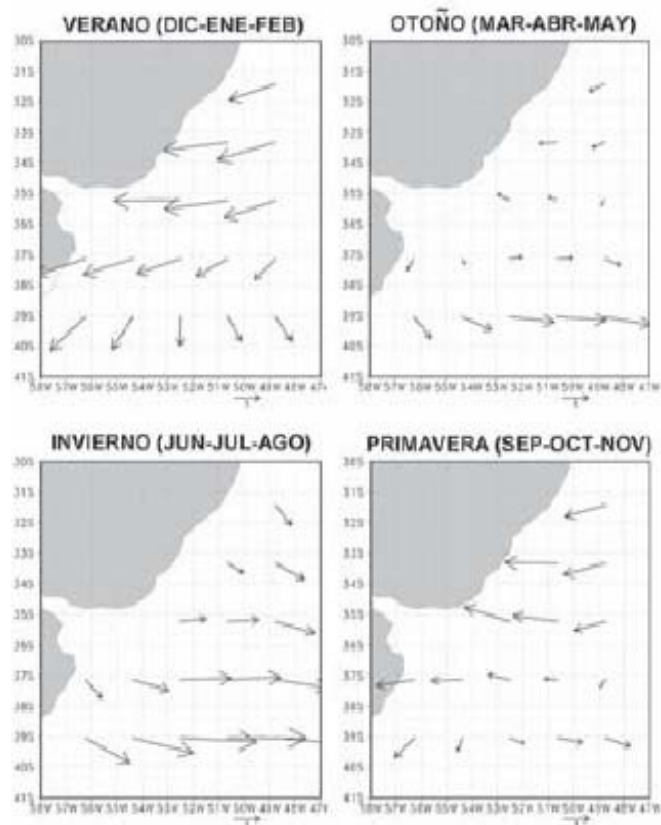


Figura 3.3.2 – Distribución espacial de vientos a lo largo del año.



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.

### 3.3.2 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. 3.3.3).

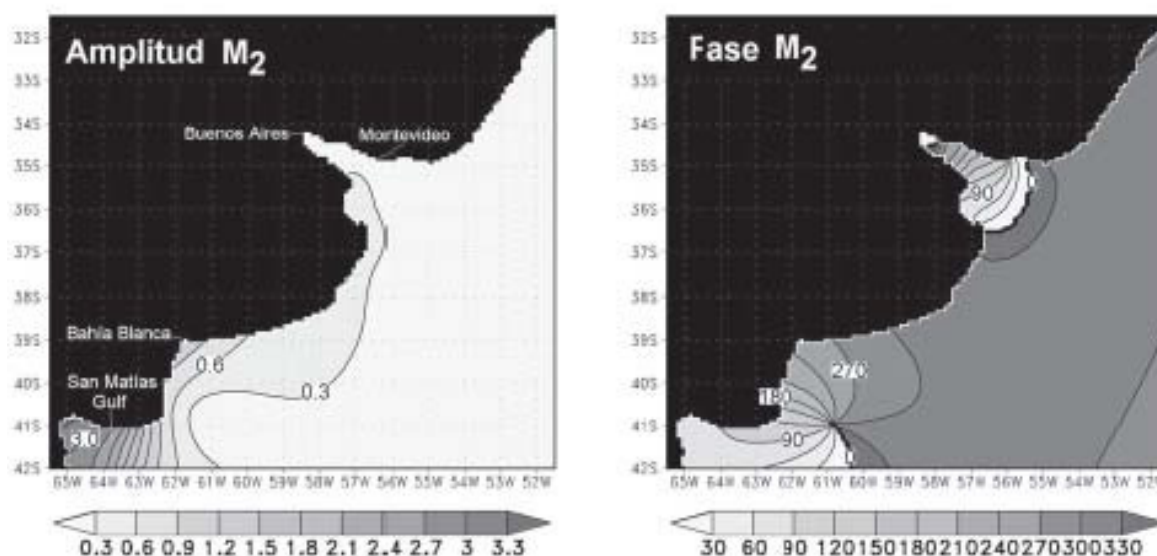


Figura 3.3.3 – Amplitud y fase de la marea en el Río de la Plata.

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.

### **3.3.3 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.3.3.4).

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.

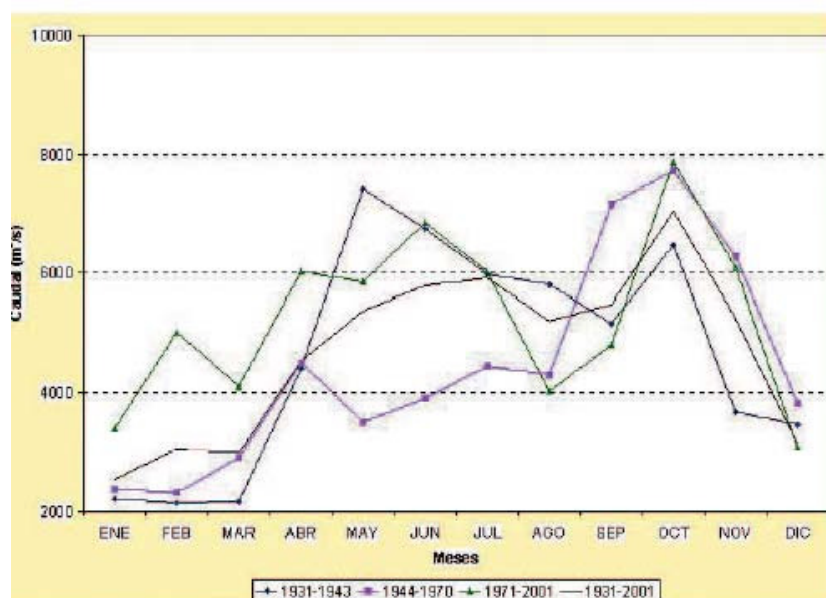
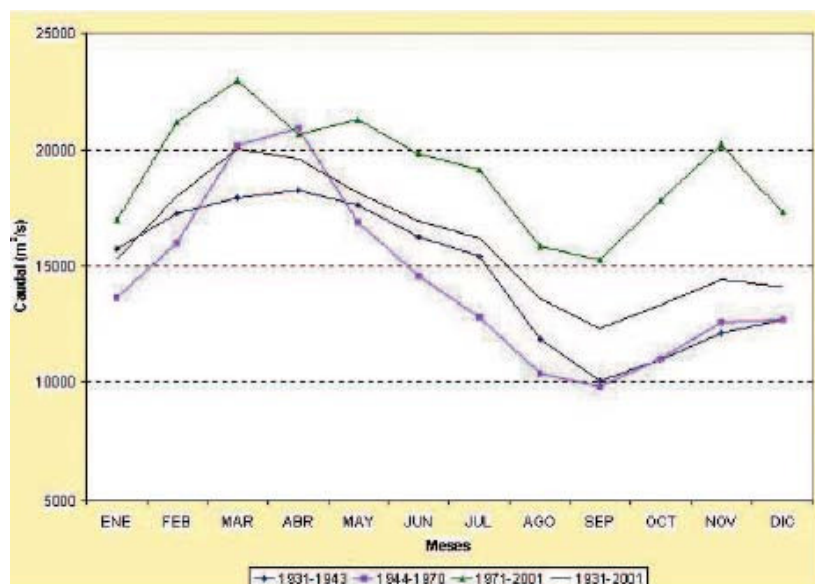


Figura 3.3.4 – Descarga de los principales tributarios al Río de la Plata.

Arriba: Paraná, Abajo: Uruguay.

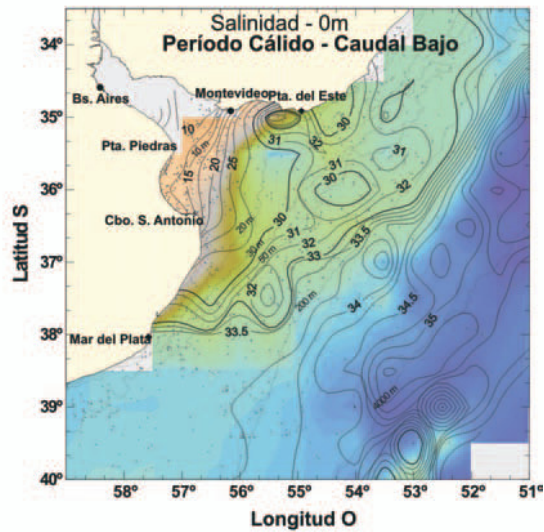
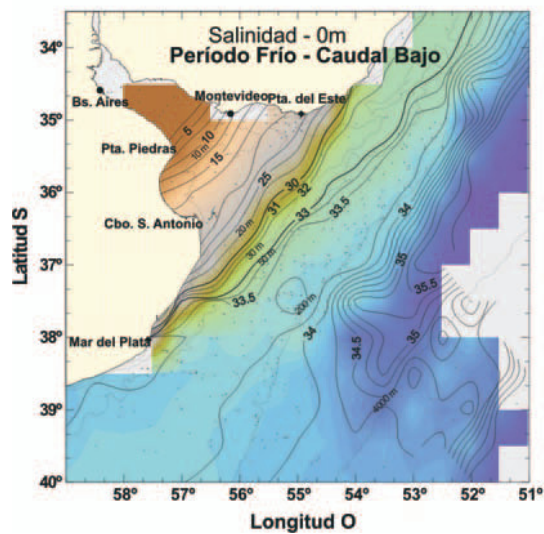
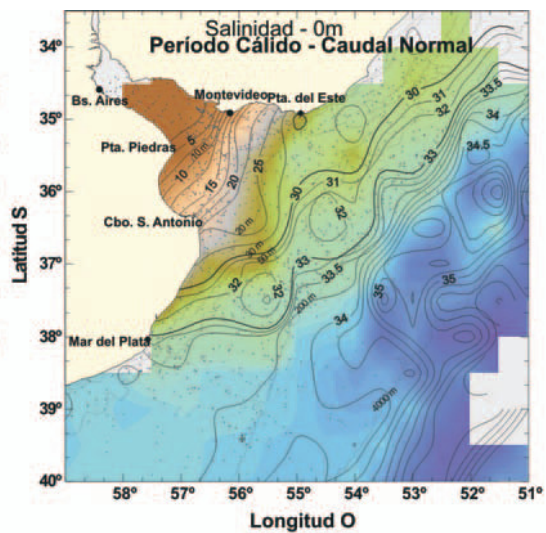
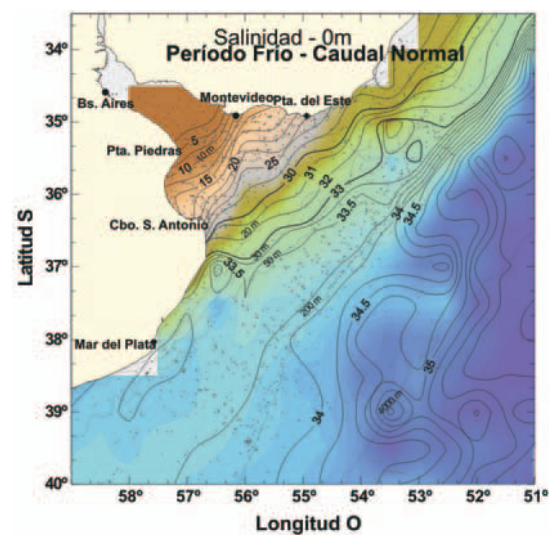
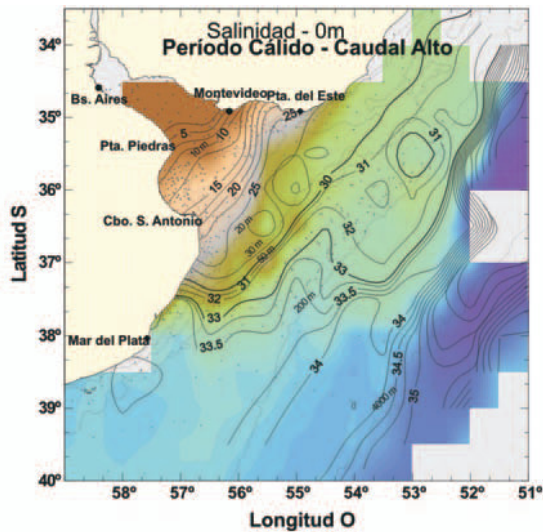
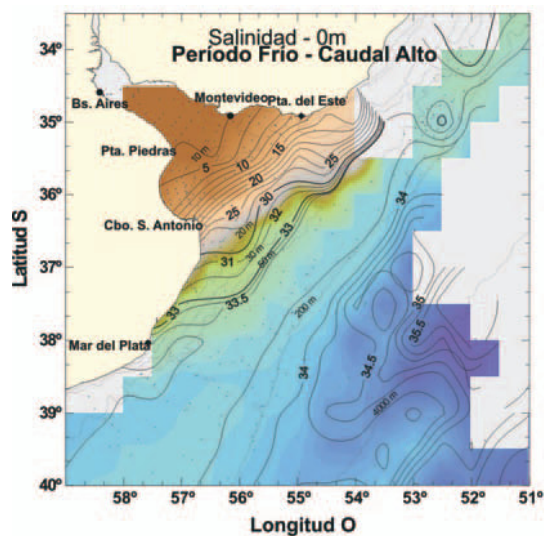
### **3.3.4 Salinidad y temperatura**

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 septiembre) fueron analizadas por Guerrero et al. (2003), y se presentan en la Figura 3.3.5.

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 período 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 3.3.5 - 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).

### **3.3.5 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

misimos 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.

### **3.3.6 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.3.3.6) y con vientos medios de distintas direcciones (Fig. 3.3.7). 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.

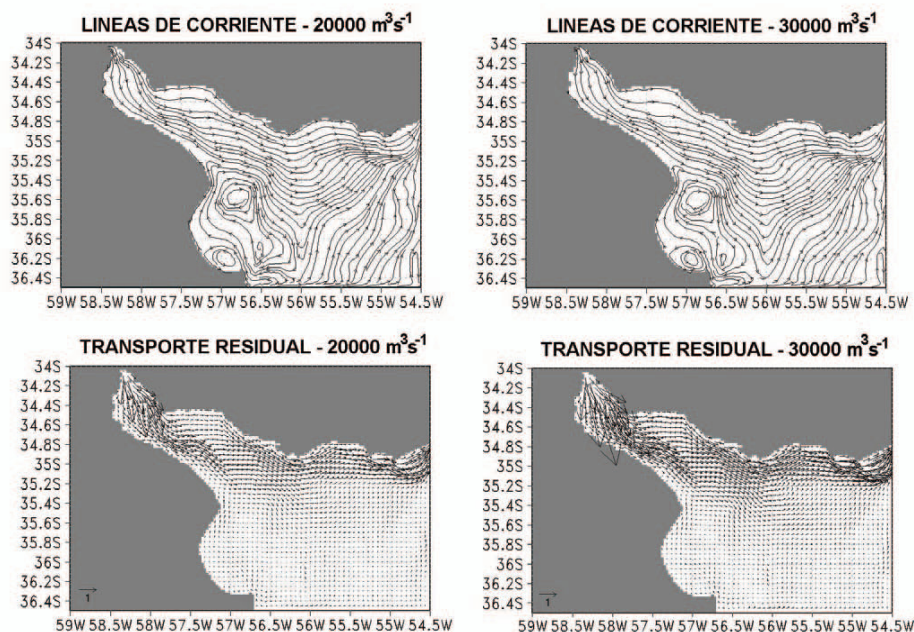


Figura 3.3.6 – Trayectorias sin viento.

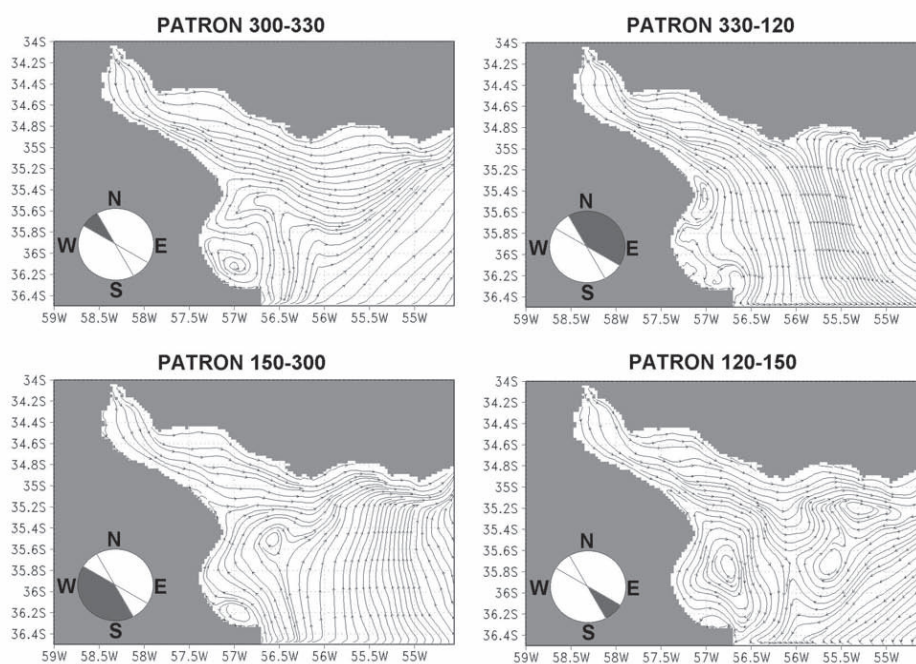


Figura 3.3.7 – Trayectorias con viento.

### 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”, desagando 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. 3.3.7, 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. 3.3.7, 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. 3.3.7, 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. 3.3.7, 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.

## **3.3.7 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.

### **3.4 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 iguales 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. Entre los antecedentes existentes se destaca el trabajo de van Avermaete y Tarela (2000), en el cual se realizó la simulación del patrón de transporte de sedimentos completo en el Río de la Plata, correlacionando los resultados de modelado matemático con datos de campañas de monitoreo y relavamiento satelital.

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

## **4 DRAGADO: METODOS Y RESUSPENSION DE SEDIMENTOS**

### **4.1 FAMILIAS DE DRAGAS**

Los dos principales métodos para realizar dragados son los hidráulicos y los mecánicos, eligiéndose en general en función de los volúmenes a remover, la forma en que deben disponerse los volúmenes extraídos, la naturaleza de los sedimentos y las condiciones locales.

Los métodos hidráulicos son típicamente usados para sedimentos no consolidados, mientras que las dragas mecánicas en general se utilizan para materiales consolidados.

Las dragas hidráulicas son unidades que permiten realizar las fases de dragado y disposición de los materiales, ya que no sólo levantan el material sino que también lo disponen ya sea mediante el bombeo del material a través de una cañería flotante o mediante el almacenamiento en tanques o tolvas para su posterior vaciado en las zonas de descarga.

Dentro de esta clasificación de dragas se tienen las de cabezal de corte y las de tolva. Las dragas hidráulicas de succión con cabezal de corte y cañería son muy usadas por su eficiencia y versatilidad. En este tipo de dragas una cabeza de corte rotatoria en el extremo de un brazo excava el sedimento de fondo y lo guía dentro de la succión. El material excavado es levantado y bombeado como una mezcla de agua con sedimentos con un contenido típico de sólidos de entre 10 y 20 por ciento en peso.

Las dragas a tolva consisten en barcos con tolvas internas para almacenar el material dragado del fondo y que es llevado a la superficie a través de una tubería de succión y cabezas de corte, y descargado en tolvas construidas en el casco de la embarcación. La draga se mueve a lo largo del canal avanzando con velocidades de hasta 3 mph. Las capacidades típicas de las tolvas están en un rango de entre varios cientos de metros cúbicos, hasta 33000 m<sup>3</sup> (en EEUU). Una vez llenas, son llevadas a la zona de descarga. Estas dragas son mayormente utilizadas para dragados de mantenimiento en recintos portuarios y canales de navegación,

donde el tráfico y las condiciones de operación no permiten el uso de equipos estacionarios. Su uso es más eficiente en la excavación de materiales sueltos y no consolidados.

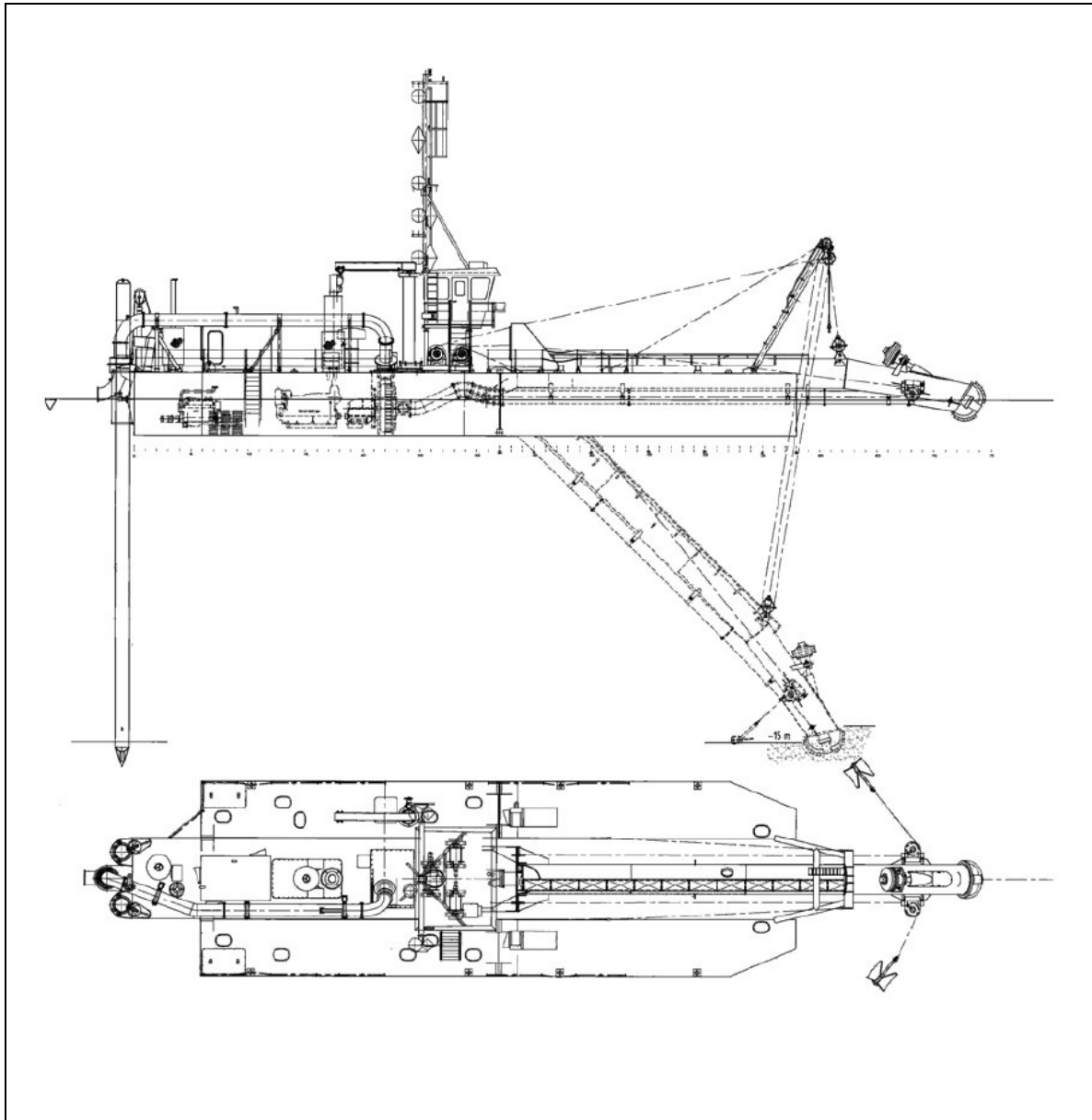
Las dragas mecánicas son típicamente utilizadas en sitios donde las dragas hidráulicas no pueden operar por la proximidad de estructuras u otras cuestiones operativas. Estas dragas pueden utilizarse para excavar una gran variedad de materiales, siendo excepciones los suelos cohesivos muy consolidados o la roca sólida. Durante la operación de estos equipos, los sedimentos son extraídos con una densidad cercana a la in-situ, pero sin embargo, las tasas de extracción de material son bajas.

## **4.2 TIPOS DE DRAGAS**

Se describen a continuación, en forma sintética, los tipos de draga usualmente empleados en tareas fluviales. En el Anexo 4.2, se presentan ejemplos de dragas que pueden estar disponibles en el mercado local.

### **4.2.1 Draga cortadora**

La draga cortadora (ver figura 4.2.1) es la draga de mayor difusión en el mercado Argentino y es un tipo de draga ampliamente conocido. Se utilizaron dragas cortadoras en las operaciones de dragado de apertura de los Canales Norte y Sur y Canal Costanero de Buenos Aires.



*Figura 4.2.1 - Draga Cortadora para 15 metros de profundidad de dragado.*

El método típico de trabajo de la draga cortadora se indica en la figura siguiente. La mayor parte de la turbidez generada por el cortador durante la operación del dragado (con la salvedad de la descarga) generalmente se encuentra en la vecindad del cortador.

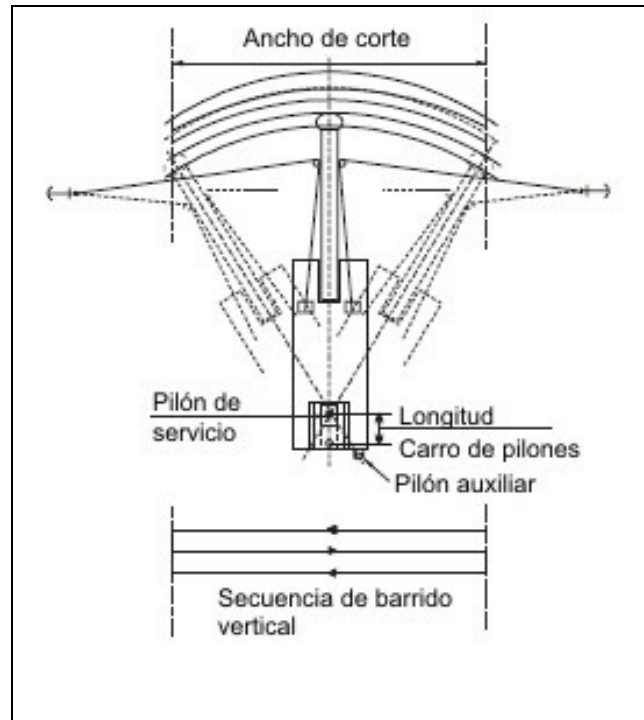


Figura 4.2.2 - Esquema de trabajo de una draga cortadora

En este tipo de draga, un cabezal cortador rotativo (indicado en la figura 4.2.3) ubicado en el extremo de la escalera, es el responsable de realizar la excavación del suelo y a su vez lo guía al tubo de succión. El material excavado es impulsado en forma de mezcla líquida por una bomba centrífuga a una zona seleccionada de vaciado a través de una tubería de impulsión. La secuencia de barrido se indica en la Figura 4.2.5.

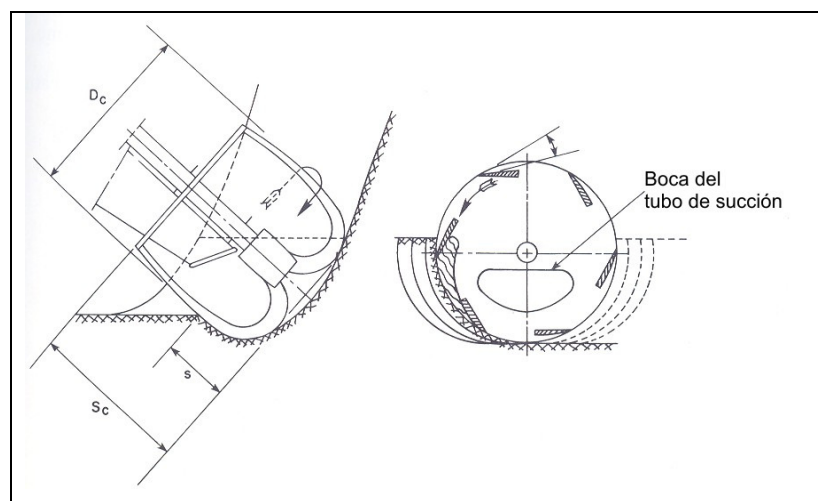


Figura 4.2.3 - Cabezal cortador.

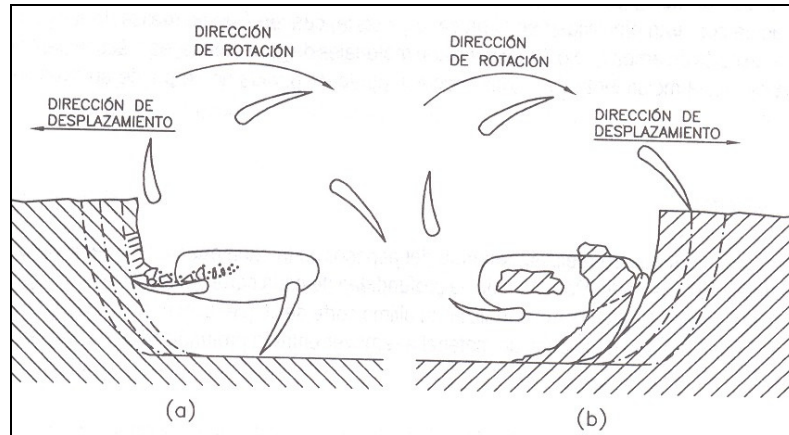


Figura 4.2.4 - Sentidos de giro del cabezal cortador.

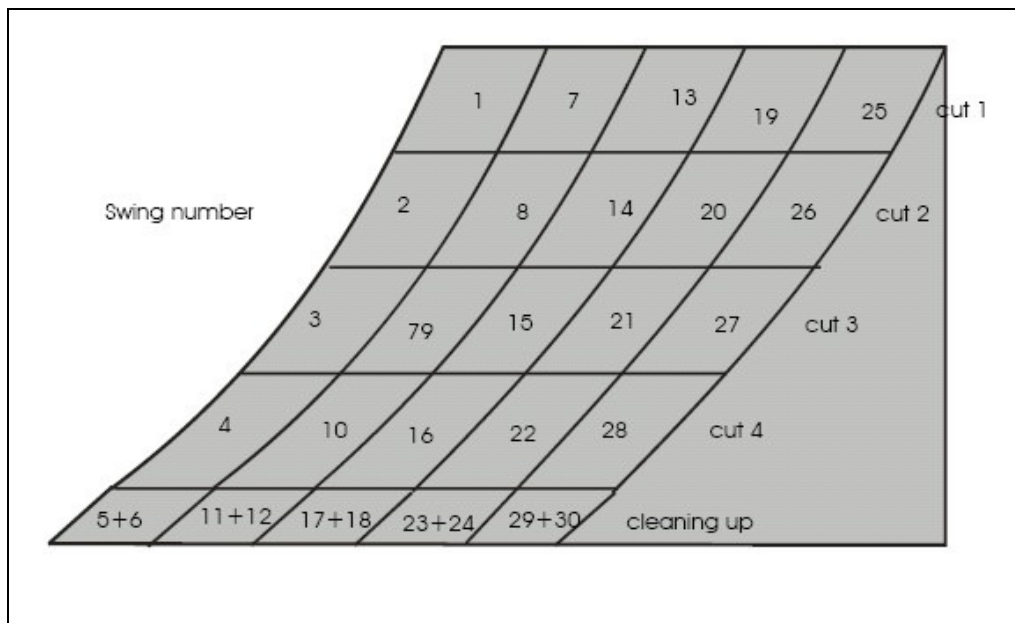


Figura 4.2.5 – Secuencias de barrido de draga cortadora.

Se observa en la secuencia de barridos 1, 2, 3, 4, 5+6, etc. que se completa la profundidad total del frente de dragado antes de avanzar la draga, dado que el paso hacia delante de la draga insuere tiempo de movimiento de pilones y de anclas.

Los niveles de turbidez están directamente relacionados al tipo y a la cantidad de material cortado, pero que no es captado por la boca de succión. La cantidad de material suministrado



a la boca de succión está controlado en primer lugar por la velocidad de rotación del cortador, el espesor vertical que es la altura del corte y la velocidad horizontal del cortador en su desplazamiento transversal al corte. En forma adicional al equipo de dragado utilizado y su modo de utilización, la turbidez también puede ser la consecuencia del deslizamiento del material de los taludes de los cortes verticales y por técnicas operativas inapropiadas.

Existen datos de campo que están disponibles referentes a la concentración de los sedimentos en suspensión en las zonas próximas a dragas cortadoras en varios sitios de obras. Los datos obtenidos en condiciones de baja velocidad (similares al Río de la Plata) indican que las concentraciones altas de material suspendido se encuentran en la vecindad inmediata del cortador que efectúa barridos del frente de corte, Dentro de un entorno de 3 metros las concentraciones de sedimentos suspendidos son altamente variables, alcanzando decenas de gramos por litro. En las proximidades del lecho las concentraciones medidas son del orden de centenares de miligramos por litro a distancias de algunos centenares de metros del cortador. En general se encuentra que los efectos del dragado sobre la turbidez están limitados a un entorno de algunos centenares de metros alrededor de la draga. En las zonas cercanas a la superficie del agua los niveles de concentración del medio se encuentran a menores distancias de la draga.

En el Río de la Plata las corrientes en la actualidad son de baja velocidad, en el rango de 0 durante la estoa hasta un máximo de 0.25 - 0.35 m/s dependiendo de la marea y las condiciones meteorológicas.

La selección de las dragas de corte se basa en las condiciones locales del suelo y las características de operación técnica y ambiental de las dragas para asegurar la mínima generación de turbidez

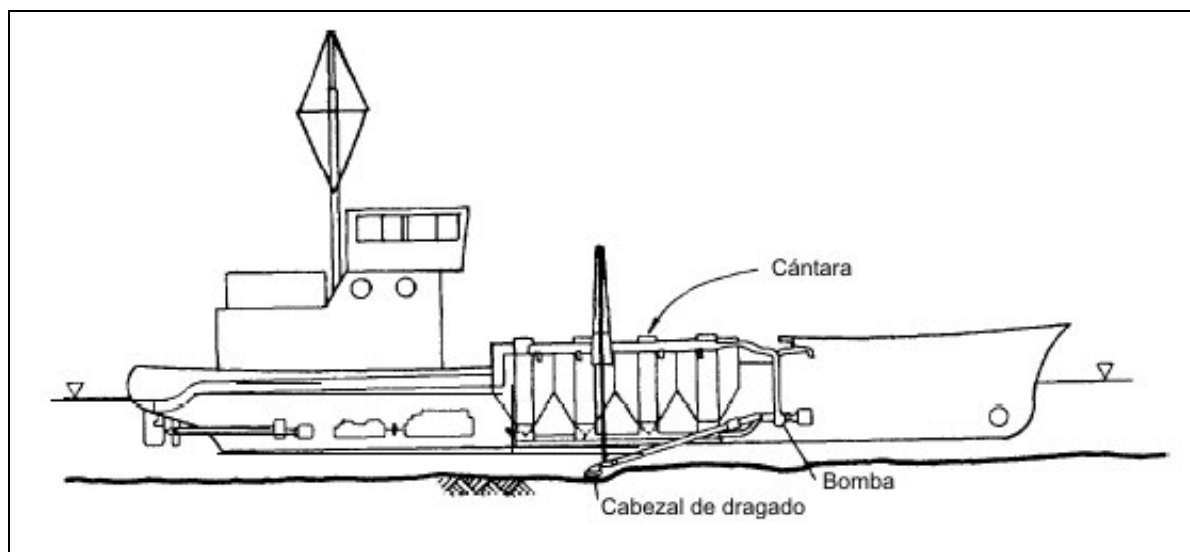
Los cabezales de corte utilizados en el proyecto serán apropiados para el material a dragar y serán diseñados para minimizar la rotura excesiva del suelo y la sedimentación alrededor del cortador. La selección del número de revoluciones del cortador es un aspecto clave en este aspecto (Hayes 2000, Palermo 2008).

#### 4.2.2 Dragas de succión por arrastre TSHD

El dragado de las zonas de difusores de puede realizarse mediante una draga de succión normal (TSHD).

En este tipo de draga la tubería de succión aspira directamente el sedimento del lecho. El material excavado es aspirado y es bombeado como mezcla por una bomba centrífuga a la zona prevista del relleno mediante una tubería de impulsión. Este tipo de draga puede trabajar en trincheras de hasta 30 metros de profundidad y causa relativamente poca turbidez.

En el Anexo 4.2 se presentan referencias técnicas para dragas cortadoras.



*Figura 4.2.6 - Dragas de succión por arrastre.*

### 4.2.3 Dragadora excavadora

La dragadora excavadora es una dragadora mecánica que en este caso puede encontrar limitaciones operativas debido a que la obra se encuentra en aguas abiertas, o sea donde no existe protección contra la acción del oleaje.

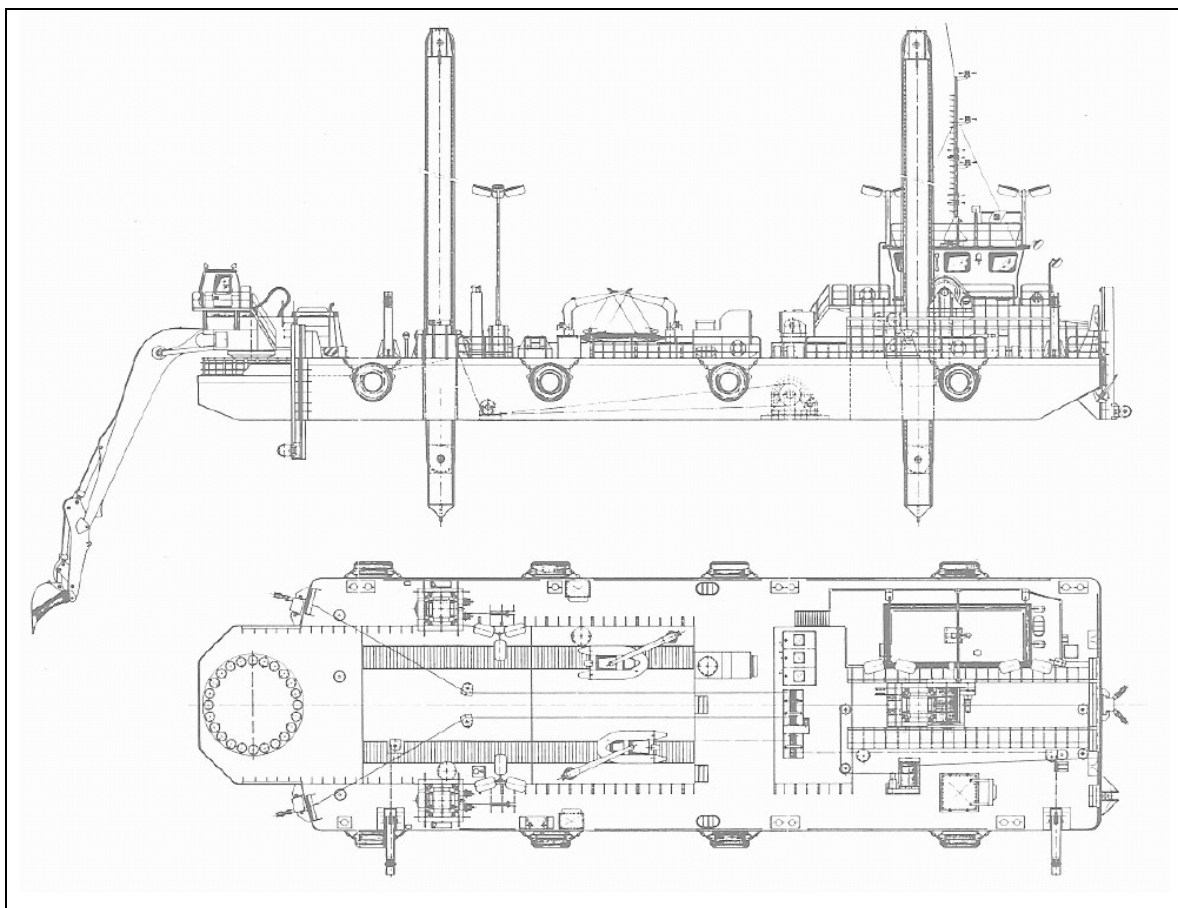


Figura 4.2.7 - Dragadora excavadora.

#### 4.2.4 Dragas rosario a cangilones

La draga de rosario de cangilones es una draga mecánica que en este caso puede encontrar limitaciones operativas debido a que la obra se encuentra en aguas abiertas, o sea donde no existe protección contra la acción del oleaje.

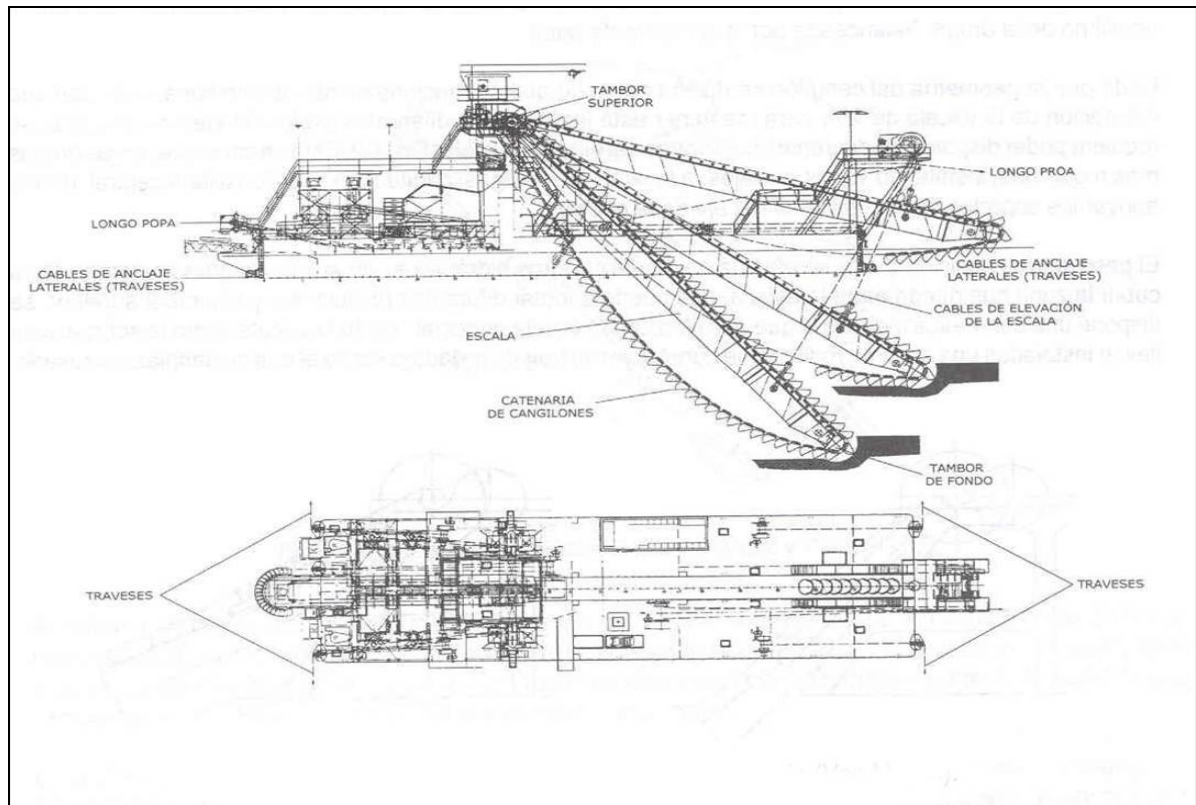


Figura 4.2.8 - Dragas rosario a cangilones.

#### 4.2.5 Dragadora cucharas

La dragadora de cucharas es una dragadora mecánica que en este caso puede encontrar limitaciones operativas debido a que la obra se encuentra en aguas abiertas, o sea donde no existe protección contra la acción del oleaje.

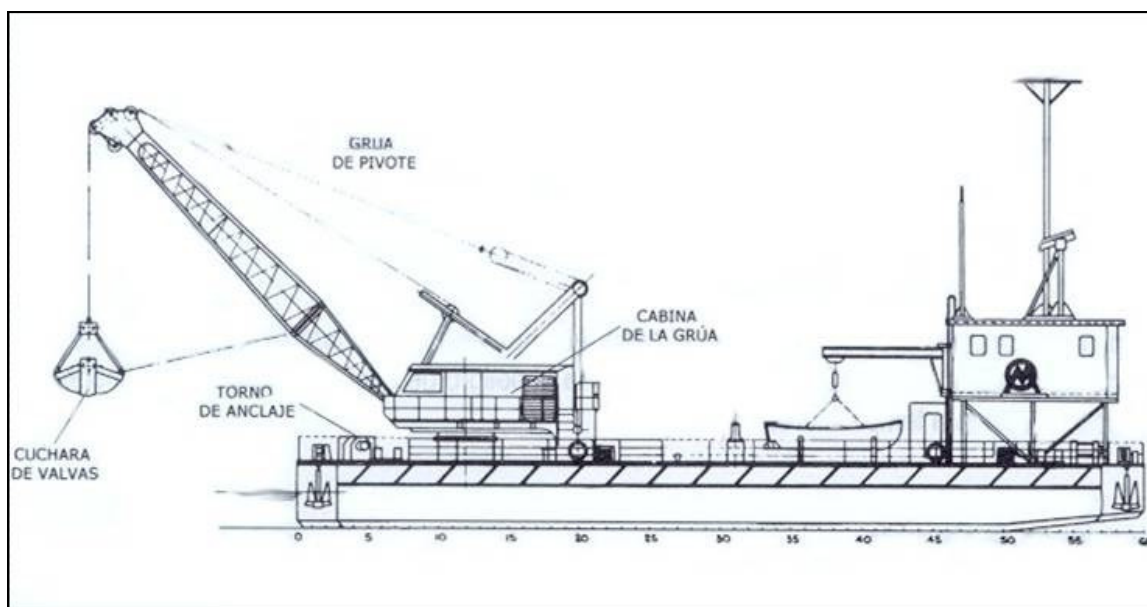


Figura 4.2.9 - Dragadora rosario a cangilones.

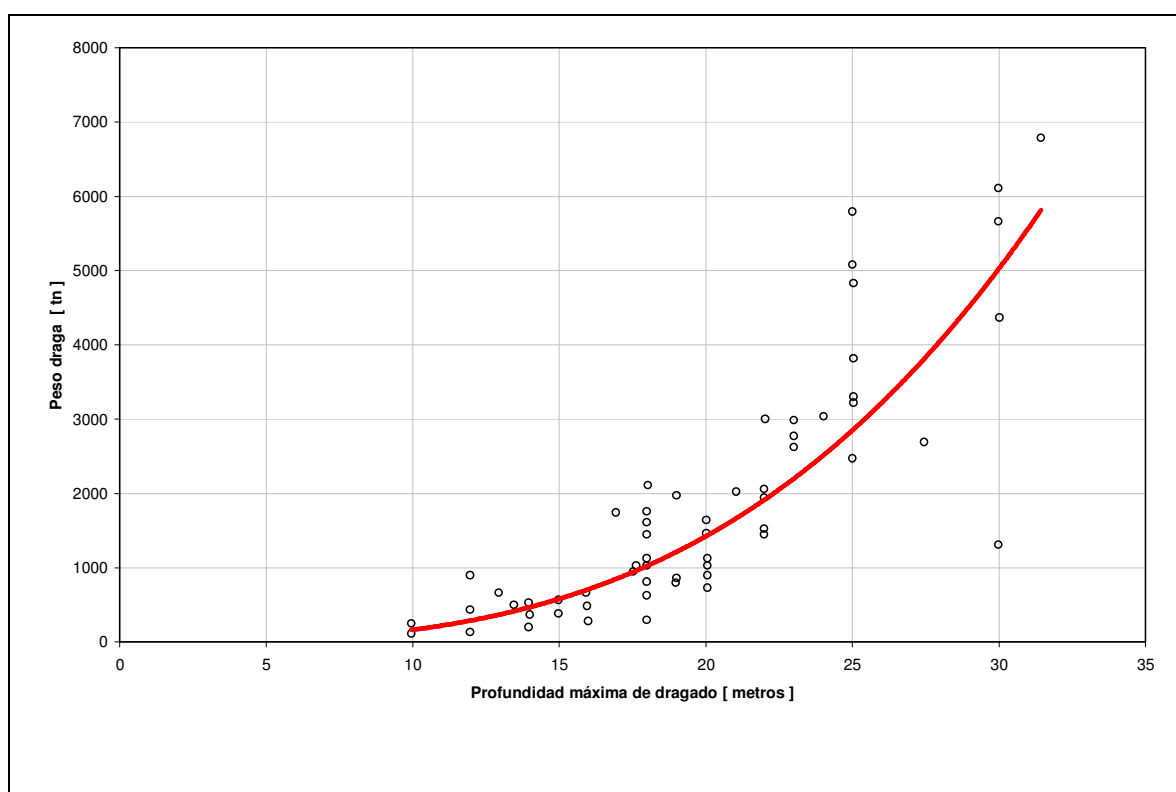
### 4.3 LIMITES DE DRAGADO

#### 4.3.1 Profundidad máxima de Dragado

La profundidad de dragado es la distancia vertical desde la línea de flotación del equipo hasta el nivel más bajo de la excavación. En la Figura 4.3.1 se indican las profundidades máximas de dragado de dragadoras cortadoras existentes. La mayor parte de las dragadoras cortadoras existentes están construidas para dragados desde 10 hasta 20 metros de profundidad. Los equipos para dragados de 20 a 30 metros de profundidad son bastante excepcionales.

Consecuentemente, el proyecto de dragado deberá ajustarse a las profundidades posibilidades para el parque de dragas disponible.

Desde un punto de vista estructural la profundidad máxima de dragado está directamente relacionada con la longitud de la escalera (o viga) que sostiene el cabezal de corte y el tubo de succión.



*Figura 4.3.1 - Profundidad máxima de dragado – Draga Cortadora.*

#### 4.3.2 Tolerancia de la sección de dragado

En el caso del pago de obras donde la medición del ítem dragado es por metro cúbico de volumen del lecho, la práctica habitual es establecer una sección máxima de pago. La sección de pago es la sección de proyecto del canal o trinchera mas una tolerancia dimensional horizontal y vertical. La tolerancia es



función del tipo de draga, características del material dragado y las condiciones hidrodinámicas en la obra.

En la Tabla 4.3.1 se transcriben las tolerancias para una draga cortadora.

En el presente caso la tolerancia vertical para limo blando, equipo de porte medio en zona de obra no protegida (aguas abiertas) y corrientes moderadas resulta:

- Tolerancia vertical =  $200 + 350 + 0 = 550$  mm
- Tolerancia horizontal =  $500 + 1000 + 500 = 2000$  mm

*Tabla 4.3.1 - Tolerancia Vertical y Horizontal de dragado.*

Material	Tolerancia Vertical mm	Tolerancia Horizontal mm
Limo blando	200	500
Limo cohesivo	150	500
arena fina	150	500
arena mediana	150	500
grava	150	500
arcilla blanda	150	500
arcilla media	150	500
arcilla dura	150	500
roca muy blanda	300	500
roca blanda	300	500
roca resistencia media	300	600
roca pretratada	350	1000
<b>Ajuste por condiciones de la zona</b>		
<b>Zonas protegidas</b>		
Equipo pequeño	150	700
Equipo medio	125	500
Equipo grande	100	500
<b>Zonas abiertas</b>		
Equipo pequeño	n/a	n/a
Equipo medio	350	1000
Equipo grande	300	1000
<b>Corrientes</b>		
Moderadas (0.5 m/s)	0	500
Fuertes (1.0 m/s)	50	1500

#### **4.4 MECANISMOS DE RESUSPENSIÓN DE SEDIMENTOS**

La resuspensión de sedimentos causada por el dragado se define como las partículas de sedimento suspendido en la columna de agua durante la operación de dragado, que no pueden decantar rápidamente, permaneciendo en suspensión. La cantidad de material resuspendido depende de muchas variables relativas al sitio y a los mecanismos de dragado, como ser:

- Características de la zona de dragado: forma del dragado, profundidad, presencia de estructuras.
- Características de material dragado: granulometría, densidad, contenido de materia orgánica, etc.
- Tipo de operación de dragado: tipo de draga, tamaño de la draga, tasa de producción, método de dragado (profundidad de corte, movimiento del cabezal, etc.)
- Condiciones hidráulicas en la zona: corrientes, mareas, oleaje.
- Características del agua en la zona: salinidad, temperatura, concentración base de sedimentos suspendidos.

Estudios de campo en relación a la resuspensión de sedimentos bajo una gran variedad de condiciones de dragado muestran que en la mayoría de los casos, aunque no siempre, las concentraciones de sedimentos suspendidos son mayores cerca del fondo, decrecen con la distancia a la draga, son mayores cuando los tamaños de partículas son más pequeños y son mayores cuando las corrientes son suficientemente grandes para movilizar los sedimentos puestos en suspensión.

En la mayoría de los casos reportados, una gran parte de los sedimentos resuspendidos se redepositan cerca de la draga durante la primer hora y sólo una fracción pequeña permanece suspendida más tiempo antes de depositarse.

Dada la gran cantidad de variables que tienen relevancia en la determinación de las concentraciones de sedimentos resuspendidos durante el dragado, la generalización de las tasas de producción de material debe analizarse con precaución. Teniendo en cuenta lo antes indicado a continuación se hace una caracterización de las tasas de resuspensión de sedimentos observadas bajo diversas condiciones de dragado.

## **4.5 TASAS DE RESUSPENSIÓN DE SEDIMENTOS**

Para las dragas hidráulicas con disposición mediante tubería, la mayor parte de los sedimentos resuspendidos se producen en cercanías del punto de remoción en el fondo. Las dragas tolva a veces son operadas de forma tal de permitir desbordes de parte de la mezcla de sedimentos y agua cargados, con el objeto de incrementar la capacidad de almacenamiento de los compartimientos, y en estos casos, las concentraciones de sedimentos suspendidos cerca de la zona de descarga pueden ser elevadas, en particular en la parte superior del tirante.

### **4.5.1 Estudios de campo**

Varios autores han desarrollado estudios para estimar las tasas de resuspensión de sedimentos asociadas a operaciones de dragado hidráulicas y mecánicas. Estos estudios han utilizado mediciones de concentraciones de sedimentos suspendidos en la zona muy cercana a los sitios de dragado. Los parámetros o tasas de resuspensión resultantes son una medida de la cantidad de sedimento dragado que está disponible para movilizarse y ser transportado en la columna de agua.

En la Tabla 4.5.1 (Anchor Environmental, 2003) se indican los sitios donde los autores disponían de información para la realización de sus estudios. En particular el parámetro R es el factor de resuspensión (% peso seco) da la cantidad relativa de material dragado resuspendida en la columna de agua.

Las tasas de resuspensión antes citadas dan una medida de la cantidad de sedimentos inicialmente resuspendidos por el dragado, permitiendo en forma relativa comparar los

valores de resuspensión para tipos de dragas hidráulicas y mecánicas. Esto se muestra en la Figura 4.5.1 en términos del factor R.

Tabla 4.5.1 – Factores de resuspensión.

Dredge Type	Data Source	Classification	% fines	Reported TGU (kg/m3)	K (R74/R0,5)	S (kg/m3)	Submerged Density (psub; gms/cm3)	Resuspension Rate (R; % dry basis)
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Sand	2.5%	0.3	1.0 - 1.7	0.2 - 0.3	0.8 - 1.4	0.01% - 0.04%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Sand	3.0%	0.2	1.0 - 1.0	0.2 - 0.2	0.8 - 1.4	0.01% - 0.03%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Sand	8.0%	0.1	1.0 - 4.0	0.0 - 0.1	0.8 - 1.4	0.00% - 0.01%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Sandy loam	31.8%	1.4	1.0 - 2.8	0.5 - 1.4	0.9 - 1.3	0.04% - 0.16%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Clayey loam	69.2%	45.2	1.0 - 2.0	23.1 - 45.2	0.9 - 1.3	1.81% - 5.14%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Sandy loam	74.5%	12.1	1.0 - 1.5	8.2 - 12.1	0.9 - 1.3	0.64% - 1.38%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Silty clay	94.4%	9.9	1.0 - 2.7	3.6 - 9.9	0.9 - 1.3	0.28% - 1.13%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Silty clay	98.5%	22.5	1.0 - 2.7	8.2 - 22.5	0.9 - 1.3	0.64% - 2.56%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Silty clay	99.0%	5.3	1.0 - 2.5	2.1 - 5.3	0.9 - 1.3	0.17% - 0.60%
Hydraulic cutterhead	Nakai (1978)	Clay	99.0%	36.4	1.0 - 2.1	17.5 - 36.4	0.9 - 1.3	1.36% - 4.14%
Hydraulic cutterhead	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0 - 0.1	0.9 - 1.3	0.00% - 0.01%
Hydraulic cutterhead	Hayes and Wu (2001)	Clay/silt	74.0%	N/A	N/A	N/A	0.8	0.08%
Hydraulic cutterhead	Hayes and Wu (2001)	Clay/silt	75.0%	N/A	N/A	N/A	1.5	0.13%
Hydraulic cutterhead	Hayes and Wu (2001)	Silty loam	83.0%	N/A	N/A	N/A	1.1	0.00%
Hydraulic cutterhead	Hayes and Wu (2001)	Clay/silt	98.0%	N/A	N/A	N/A	1.8	0.02%
Hydraulic cutterhead	Hayes and Wu (2001)	Clay/silt	99.0%	N/A	N/A	N/A	N/A	0.04%
Mechanical	Nakai (1978)	Sand	10.2%	17.6	1.0 - 6.8	2.6 - 17.6	0.8 - 1.4	0.18% - 2.29%
Mechanical	Nakai (1978)	Sandy loam	22.7%	55.8	1.0 - 2.2	25.2 - 55.8	0.9 - 1.3	1.97% - 6.34%
Mechanical	Nakai (1978)	Silty loam	45.0%	15.8	1.0 - 12.9	1.2 - 15.8	0.9 - 1.3	0.10% - 1.80%
Mechanical	Nakai (1978)	Clayey loam	54.8%	84.2	1.0 - 1.3	63.3 - 84.2	0.9 - 1.3	4.95% - 9.57%
Mechanical	Nakai (1978)	Silty clay	58.0%	89.0	1.0 - 1.7	53.1 - 89.0	0.9 - 1.3	4.15% - 10.11%
Mechanical	Nakai (1978)	Silty loam	62.0%	11.9	1.0 - 11.3	1.1 - 11.9	0.9 - 1.3	0.08% - 1.35%
Mechanical	Nakai (1978)	Silty loam	87.5%	17.1	1.0 - 14.6	1.2 - 17.1	0.9 - 1.3	0.09% - 1.94%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	3.0	0.9 - 1.3	0.23% - 0.34%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	3.0	0.9 - 1.3	0.23% - 0.34%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	3.0 - 5.0	0.9 - 1.3	0.23% - 0.57%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	6.0	0.9 - 1.3	0.47% - 0.68%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	9.0	0.9 - 1.3	0.70% - 1.02%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	11.0	0.9 - 1.3	0.86% - 1.25%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	11.0	0.9 - 1.3	0.86% - 1.25%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	13.0	0.9 - 1.3	1.02% - 1.48%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	18.0 - 21.0	0.9 - 1.3	1.41% - 2.39%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	19.0	0.9 - 1.3	1.48% - 2.16%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	21.0	0.9 - 1.3	1.64% - 2.39%
Mechanical	Pennekamp et al. (1996)	N/A	N/A	N/A	N/A	54.0	0.9 - 1.3	4.22% - 6.14%

TGU - Turbidity Generation Unit (Nakai 1978)  
R - Resuspension Factor (Hayes and Wu 1991)  
K - % of particles too fine to settle in site currents  
S - Suspension Parameter (Pennekamp et al. 1996)

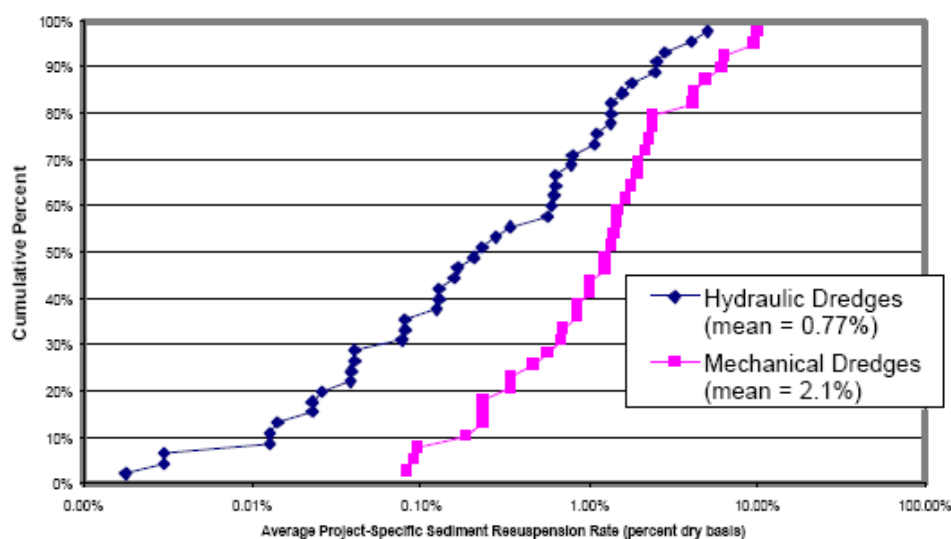
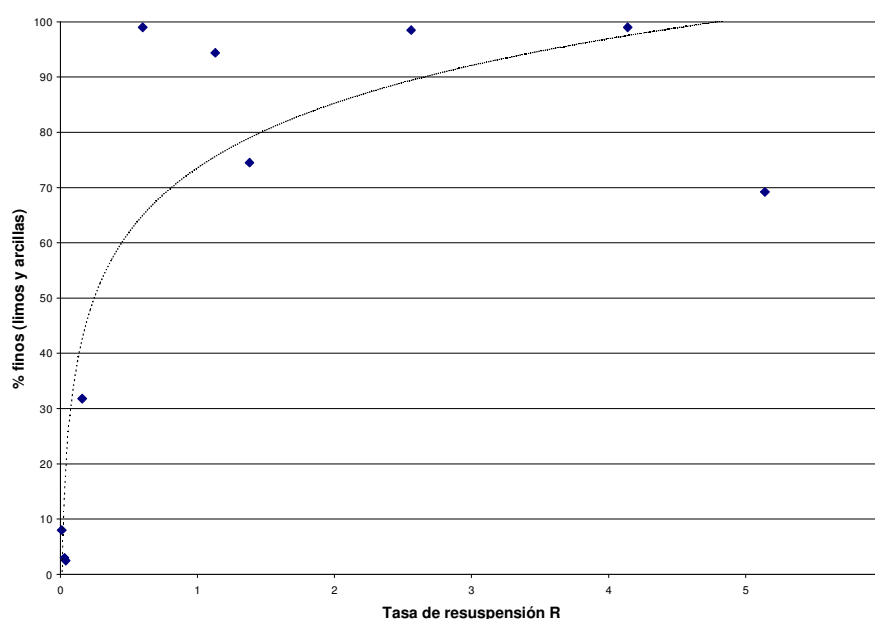


Figura 4.5.1 - Distribución de probabilidades de tasas de resuspensión por dragado, para dragas hidráulicas y mecánicas. Fuente: Anchor Environmental, 2003.

La tasa de resuspensión promedio para los datos referidos es de 0,77% para las dragas hidráulicas y de 2,10% para las mecánicas.

Graficando en la Figura 4.5.2 los datos reportados por Nakai en la Tabla 4.5.1, se observa que los valores mayores de resuspensión se corresponden con altos porcentajes de materiales finos. En la citada figura también se indica una línea de tendencia para los datos del gráfico.



*Figura 4.5.2 – Factor de resuspensión por dragado.*

Los valores de concentración de sedimentos resuspendidos son útiles cuando se desea estudiar los efectos del dragado sobre el entorno. Hay numerosos estudios que adicionalmente a los citados antes, disponen de mediciones de concentración de sedimentos suspendidos en sitios muy cercanos de los sitios de dragado. Estos datos se resumen en las Tablas 4.5.2 y 4.5.3 (Anchor Environmental, 2003) que se presentan a continuación.

En las tablas previas los valores de concentraciones están expresados en miligramos por litro. Cuando en las citadas Tablas se hace referencia a “background” se refiere a las condiciones naturales o de base de los escurrimientos si no hubiera dragado.

Tabla 4.5.2 – Concentración de sedimentos en las proximidades de la zona de dragado para el caso de dragas hidráulicas.

Study	Location	Distance From Dredge Feet	Dredge Type	Dredge TSS Mid-Range	Dredge TSS Max	Background TSS Mean/Min	Background TSS Max	VAB Mean	VAB Max
Pennekamp et al. 1996	Delfzijl	Nearfield	Hopper	80	N/AV	65	N/AV	15	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Rotterdam	Nearfield	Hopper	83	N/AV	23	N/AV	60	N/AV
Collins 1995	Grays Harbor	Nearfield	Hopper	146	N/AV	12	60	134	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Rotterdam	Nearfield	Hopper	190	N/AV	40	N/AV	150	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Rotterdam	Nearfield	Hopper	475	N/AV	75	N/AV	400	N/AV
Herbich and Brahme 1991	San Francisco Bay	N/AV	Hopper	3000	N/AV	38	28	2962	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Yokkaichi Port Japan	N/AV	Hydraulic	3	4	N/AV	N/AV	3	4
Herbich and Brahme 1991	Tokyo Bay Japan	N/AV	Hydraulic	4.5	N/AV	N/AV	N/AV	4.5	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Osaka Japan	N/AV	Hydraulic	5	10	N/AV	N/AV	5	10
Collins 1995	Calumet Harbor	Nearfield	Hydraulic	5.4	N/AV	1	4	4	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Yokkaichi Port Japan	96	Hydraulic	8	10	N/AV	N/AV	8	10
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	50	Hydraulic	12	N/AV	21	N/AV	0	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	100	Hydraulic	16	N/AV	11	N/AV	5	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Cape Fear River	N/AV	Hydraulic	20	36	N/AV	N/AV	20	36
Pennekamp et al. 1996	Hook of Holland	Nearfield	Hydraulic	25	N/AV	25	N/AV	0	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Hook of Holland	Nearfield	Hydraulic	25	N/AV	25	N/AV	0	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	Nearfield	Hydraulic	32	64	30	N/AV	2	34
Herbich and Brahme 1991	James River	Nearfield	Hydraulic	40	N/AV	N/AV	N/AV	40	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Delfzijl	Nearfield	Hydraulic	50	N/AV	50	N/AV	0	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Hellevoetsluis	Nearfield	Hydraulic	50	N/AV	20	N/AV	30	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Heusden	Nearfield	Hydraulic	55	N/AV	45	N/AV	10	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Ohio River	100	Hydraulic	55	N/AV	40	N/AV	15	N/AV
Herbich and Brahme 1991	James River	Nearfield	Hydraulic	71	N/AV	N/AV	N/AV	71	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Osaka Japan	160	Hydraulic	80	N/AV	N/AV	N/AV	80	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Rotterdam	Nearfield	Hydraulic	95	N/AV	35	N/AV	60	N/AV
Barnard 1978	Mobile Bay Ship Channel	96	Hydraulic	125	336	25	30	100	311
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	Nearfield	Hydraulic	150	N/AV	175	N/AV	0	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	N/AV	Hydraulic	163	N/AV	155	N/AV	8	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Tokyo Bay Japan	N/AV	Hydraulic	200	N/AV	N/AV	N/AV	200	N/AV
Barnard 1978	Corpus Cristi Channel	6	Hydraulic	209	580	39	N/AV	170	541
Pennekamp et al. 1996	Rotterdam	Nearfield	Hydraulic	295	N/AV	45	N/AV	250	N/AV
Collins 1995	James River	Nearfield	Hydraulic	411	N/AV	42	90	369	N/AV
Collins 1995	Savannah River	Nearfield	Hydraulic	594	N/AV	17	67	577	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Tokyo Bay Japan	Nearfield	Hydraulic	5000	N/AV	N/AV	N/AV	5000	N/AV
Barnard 1978	Yokkaichi Harbor Japan	192	Hydraulic	N/AV	305	1	18	N/AV	304
Herbich and Brahme 1991	Yokkaichi Harbor Japan	3	Hydraulic	N/AV	30	1	18	12	29
MEC 2002	Los Angeles River	80	Mechanical	14	48	6	14	8	42
Herbich and Brahme 1991	Cumberland River	Nearfield	Mechanical	15	51	15	38	0	36
Herbich and Brahme 1991	Portland Harbor	Nearfield	Mechanical	15	23	8	N/AV	7	15

Tabla 4.5.3 – Concentración de sedimentos en las proximidades de la zona de dragado para el caso de dragas mecánicas.

Study	Location	Distance From Dredge Feet	Dredge Type	Dredge TSS Mid-Range	Dredge TSS Max	Background TSS Mean/Min	Background TSS Max	VAB Mean	VAB Max
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	100	Mechanical	21	N/AV	21	N/AV	0	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	100	Mechanical	22	N/AV	12	N/AV	10	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	150	Mechanical	23	26	15	39	8	11
Herbich and Brahme 1991	Upper Mississippi	N/AV	Mechanical	25	58	24	52	1	34
Herbich and Brahme 1991	Jacksonville	Nearfield	Mechanical	27	N/AV	N/AV	N/AV	27	N/AV
MBC 2000	Long Beach Pier F	300	Mechanical	28	37	N/AV	N/AV	28	37
MBC 2000	Long Beach Pier D	300	Mechanical	30	39	N/AV	N/AV	30	39
MBC 2001f	Los Angeles Berth 212-21	100/300	Mechanical	30	44	13	38	4	6
Barnard 1978	Patapasco River, MD	70	Mechanical	30	N/AV	10	N/AV	20	N/AV
MBC 2001b	Los Angeles Berth 71	300	Mechanical	41.8	73	28	65	9	30
MBC 2001c	Los Angeles Berth 167-16	100/300	Mechanical	42	62	13	35	16	49
MBC 2001d	Los Angeles Berth 148-15	100/300	Mechanical	42	63	18	23	21	36
MBC 2001e	Los Angeles Berth 261-26	100/300	Mechanical	44	64	27	44	14	38
MBC 2000	Long Beach Pier B ('97)	300	Mechanical	49	92	N/AV	N/AV	49	92
Herbich and Brahme 1991	Pautuxent River	N/AV	Mechanical	50	70	N/AV	N/AV	50	70
Pennekamp et al. 1996	a/d IJssel	Nearfield	Mechanical	55	N/AV	35	N/AV	20	N/AV
MBC 2000b	Long Beach Pier T Ph 1	300	Mechanical	57.8	140	17	330	24	101
MBC 2000	Long Beach Pier B ('99)	300	Mechanical	60	150	N/AV	N/AV	60	150
MBC 2000	Long Beach Pier A	300	Mechanical	65	170	N/AV	N/AV	65	170
Pennekamp et al. 1996	Rotterdam	Nearfield	Mechanical	65	N/AV	30	N/AV	35	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Florida Keys	Nearfield	Mechanical	66	N/AV	1	N/AV	65	N/AV
MBC 2000	Long Beach Pier E	300	Mechanical	68	110	N/AV	N/AV	68	110
MBC 2001a	Long Beach Pier T Ph 2	300	Mechanical	68.4	230	10	330	25	230
Pennekamp et al. 1996	a/d IJssel	Nearfield	Mechanical	70	N/AV	35	N/AV	35	N/AV
Collins 1995	Calumet River	Nearfield	Mechanical	72	75	9	18	63	86
Herbich and Brahme 1991	New York Harbor	N/AV	Mechanical	73.4	126.3	N/AV	N/AV	73.4	126.3
Collins 1995	Duamish	Nearfield	Mechanical	80	N/AV	11	26	69	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Schevermingen	Nearfield	Mechanical	83	N/AV	48	N/AV	35	N/AV
Barnard 1978	San Francisco Bay	160	Mechanical	90	200	40	N/AV	50	160
Pennekamp et al. 1996	Rotterdam	Nearfield	Mechanical	100	N/AV	20	N/AV	80	N/AV
MBC 2000	Long Beach Pier B ('00)	300	Mechanical	109	140	N/AV	N/AV	109	140
Herbich and Brahme 1991	Ohio River	100	Mechanical	115	N/AV	9	10	106	N/AV
Barnard 1978	Thames River CN	<320	Mechanical	115	168	5	N/AV	110	163
Pennekamp et al. 1996	Amsterdam	Nearfield	Mechanical	125	N/AV	15	N/AV	110	N/AV
Pennekamp et al. 1996	a/d IJssel	Nearfield	Mechanical	135	N/AV	35	N/AV	100	N/AV
Pennekamp et al. 1996	Zierikzee	Nearfield	Mechanical	140	N/AV	50	N/AV	90	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Jacksonville	Nearfield	Mechanical	146	N/AV	N/AV	N/AV	146	N/AV
Herbich and Brahme 1991	Hori River, Japan	22	Mechanical	150	300	40	N/AV	110	280
Collins 1995	Lake City	Nearfield	Mechanical	150	N/AV	2	27	148	N/AV



Tabla 4.5.3 – Continuación.

Study	Location	Distance From Dredge Feet	Dredge Type	Dredge TSS Mid-Range	Dredge TSS Max	Background TSS Mean/Min	Background Max	VAB Mean	VAB Max
Pennekamp et al. 1996	Zierikzee	Nearfield	Mechanical	155	N/A/V	50	N/A/V	105	N/A/V
Herbich and Brahme 1991	Lower Thames, CN	100	Mechanical	168	N/A/V	N/A/V	N/A/V	168	N/A/V
Herbich and Brahme 1991	Jacksonville	Nearfield	Mechanical	233	N/A/V	N/A/V	N/A/V	233	N/A/V
Collins 1995	St. Johns River	Nearfield	Mechanical	250	265	47	72	203	238
Collins 1995	Black Rock Harbor	Nearfield	Mechanical	449	520	45	69	404	475

VAB - Values shown are levels Values Above Background where background available - otherwise same as measured value

Mean used instead of minimum wherever possible for background concentration.

Mechanical = clamshells, buckets, but not excavators or backhoes

TSS - Total Suspended Solids

A partir de los datos de los estudios antes indicados, se dispone de la Figura 4.5.3 que resume dicha información, que muestra que las concentraciones de sedimentos suspendidos en cercanías de la zona de dragado presenta un percentil 50 de 15 mg/l para dragas hidráulicas y de 66 mg/l para las mecánicas.

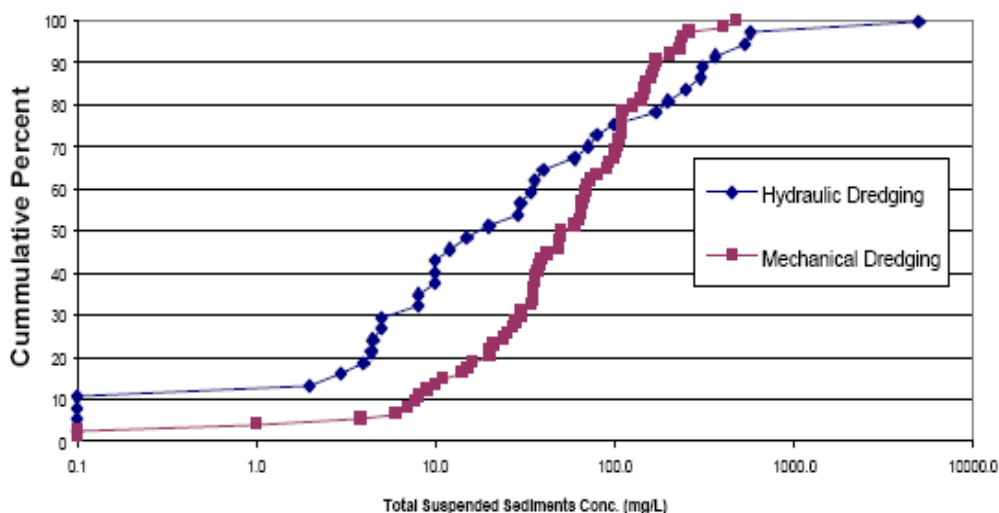


Figura 4.5.3 - Porcentaje acumulado de concentraciones totales de sedimentos suspendidos (exceso en relación a las condiciones naturales o de base), para dragas hidráulicas y mecánicas. Fuente: Anchor Environmental, 2003.

En las Tablas cuya información fue utilizada para la construcción de la Figura 4.5.3 no se indican los diámetros ni el tipo de material, aunque del mismo modo que lo observado para la tasa de resuspensión, sería esperable que los máximos valores de concentración registrados se

correspondan con operaciones de dragado de sedimentos finos, con valores máximos de hasta algo más de 500 mg/l, y un importante número de casos con concentraciones entre 50 y 200 mg/l.

#### 4.5.2 Modelos de resuspensión

Algunos autores han desarrollado expresiones empíricas para la estimación de las tasas de resuspensión por operaciones de dragado. Así Hayes (2000) presenta fórmulas para dragas hidráulicas con cabezal de corte que tienen en cuenta la profundidad y el espesor de corte, el ángulo del brazo, el tamaño del cabezal, la velocidad de rotación, la velocidad de movimiento del brazo, la velocidad del flujo en la succión, las propiedades de los sedimentos y las condiciones del sitio de dragado. Para ello utiliza información de cuatro sitios de dragado. Del análisis surgen relaciones a partir de modelos dimensionales (DM) y no dimensionales (NDM) para la determinación de la tasa de sedimento suspendido por el cortador y escapado de la zona de dragado “g” en kg/h.

DM:

$$g = 1.3147 |V_z \pm \alpha \pi d_c|^{1.864} \left( \frac{A_E}{d_c L_c} \right)^{14.143}$$

NDM:

$$g = \frac{C_s t_c d_c^{1.966} L_c^{2.966} V_z^{2.804} A_E^{1.804} |V_z \pm \alpha \pi d_c|^{1.966}}{30.5 Q^{3.770}}$$

La tasa de sedimento suspendido por el cortador y escapado de la zona de dragado “g” como fracción de la masa de sedimento dragado en % puede escribirse como:

DM:

$$\hat{g} = \frac{|V_z \pm \alpha \pi d_c|^{1.864}}{27.4 C_s V_z t_c L_c^{15.143}} \left( \frac{A_E}{d_c} \right)^{14.143}$$

NDM:

$$\hat{g} = \frac{(L_c d_c)^{1.966} |V_z \pm \pi d_c \alpha|^{1.966} (V_z A_E)^{1.804}}{1.099 Q^{3.770}}$$

En estas fórmulas  $V_s$  es la velocidad del movimiento transversal del cortador,  $\alpha$  es la velocidad de rotación del cortador (rps),  $Q$ : escurrimiento a través de la draga,  $t_c$ : espesor de corte,  $L_c$ : longitud del cabezal de corte,  $d_c$ : diámetro del cabezal de corte,  $C_s$ : concentración de sedimentos in-situ,  $A_e$ : superficie total expuesta al lavado.

La sensibilidad de los modelos a las variables independientes de la operación de las dragas puede apreciarse en las Figuras 4.5.4 a 4.5.7.

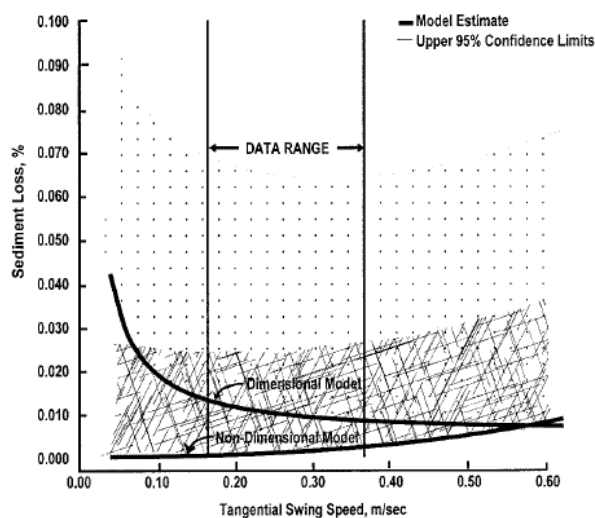


Figura 4.5.4 - Sensibilidad de los modelos a la velocidad del movimiento transversal del cortador. Hayes, 2000.

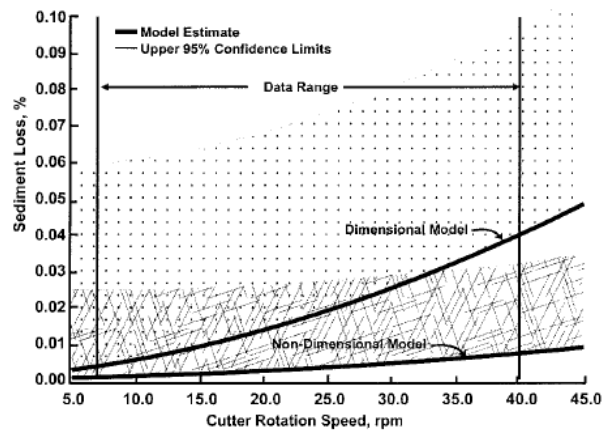


Figura 4.5.5 - Sensibilidad de los modelos a la velocidad de rotación del cortador. Hayes, 2000.

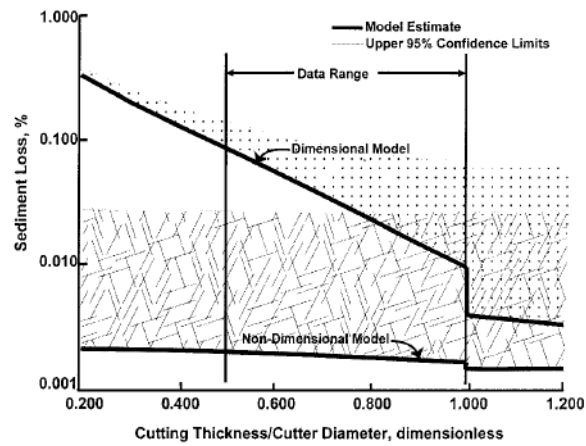


Figura 4.5.6 - Sensibilidad de los modelos a la relación espesor de corte – diámetro del cortador. Hayes, 2000.

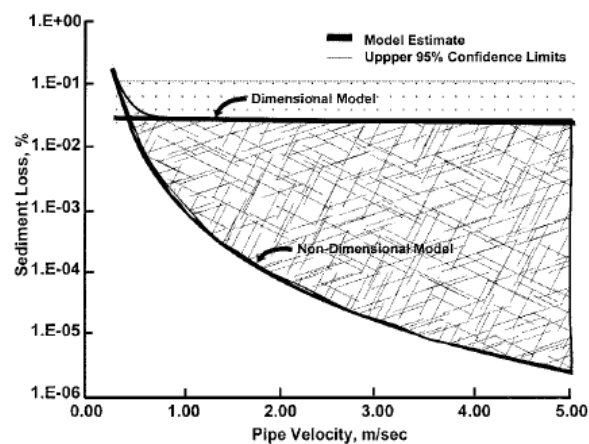


Figura 4.5.7 - Sensibilidad de los modelos a la velocidad de la conducción. Hayes, 2000.

Las estimaciones de “g” pueden ser convertidas a concentraciones de sedimentos suspendidos medias en la vertical a partir de ciertas hipótesis simplificadoras indicadas en los estudios antecedentes.

#### **4.5.3 Resuspensión de sedimentos en la zona de dragado**

Los antecedentes disponibles de resuspensión de sedimentos en la zona de dragado para equipos cortadoras en suelos finos (limo fino y arcillas) es del orden de 0.5 % del material removido. En el caso de dragas mecánicas con baldes cerrados la resuspensión es del orden de 1% (Palermo, 2008).

En el caso del uso de las dragas de succión por arrastre ese porcentaje es de 0.2 a 4.5 %. Las técnicas de operación utilizadas y las características locales juegan un papel importante.

Los datos obtenidos en condiciones de baja velocidad (similares al Río de la Plata) indican que las concentraciones altas de material suspendido se encuentran en la vecindad inmediata del cortador que efectúa barridos del frente de corte. Dentro de un entorno de 3 metros las concentraciones de sedimentos suspendidos son altamente variables, alcanzando decenas de gramos por litro. En las proximidades del lecho, las concentraciones medidas fueron del orden de centenares de miligramos por litro a distancias de algunos centenares de metros del cortador. En general se encuentra que los efectos del dragado sobre la turbidez están limitados a un entorno de algunos centenares de metros alrededor de la draga.

Cabe destacar que la resuspensión de sedimentos solo será de importancia en oportunidad del dragado de las capas superiores del sedimento. La capa superior en la zona de la trinchera está constituida por una capa de limo de origen fluvial de aproximadamente 5 metros de espesor superpuesta a un manto de arcilla marina.

Si bien las cantidades de sedimentos resuspendidos son reducidos, es sensato analizar el tiempo de dragado efectivo y el tiempo de permanencia en suspensión y no solamente la trayectoria de los sedimentos suspendidos en el medio acuático.

Los antecedentes generales disponibles indican que aproximadamente el 70% de las partículas del sedimento tienen un diámetro superior a 30  $\mu\text{m}$ . La velocidad de caída de las partículas de 30  $\mu\text{m}$  de diámetro es de aproximadamente 0.075 cm/s. El tiempo requerido para una caída de 4 metros es de aproximadamente 90 minutos. De modo que aun en el caso de este limo, la masa principal del sedimento resuspendido no podrá desplazarse muy lejos de la draga (a una velocidad máxima de la corriente de 35 cm/s esta distancia estará limitada a aproximadamente 2000 metros).

El material arcilloso subyacente (cota -17.21 AySA = cota -5.18 metros IGN) es más cohesivo y en consecuencia tendrá mas resistencia a la resuspensión que en el caso de los estratos superiores. Consecuentemente, solamente una parte muy pequeña de este material puede ser resuspendido, con un comportamiento similar al indicado anteriormente. Solamente la fracción de partículas muy finas (menores a 5  $\mu\text{m}$ ) podrá permanecer en suspensión un tiempo suficiente para poder dispersarse en una zona más amplia.

Es esperable que las concentraciones de los materiales puestos en suspensión disminuyan a medida que aumenta la distancia a la draga. Como ejemplo, en la Figura 4.5.8 se muestran registros correspondientes a Gray Harbor en Washington, EEUU, donde se indican las concentraciones de sedimentos resuspendidos aguas abajo de una draga tolva donde también se analizan los comportamientos con y sin desbordes, que se corresponden con dos situaciones de operación de la draga. Las concentraciones de sedimento observadas en proximidades de dragas de succión por arrastre con desborde alcanzan valores de aproximadamente 600 mg/litro según Collins (1995), ver siguiente figura.

En la Figura 4.5.9 que se corresponde con la disminución de la concentración de sedimentos suspendidos con la distancia a una draga mecánica. Puede notarse en estos casos que la velocidad de disminución de la concentración es mayor, lo que puede deberse a las características de los materiales que en general se dragan con este tipo de métodos, con menores proporciones de finos como limos y arcillas.

Las concentraciones de sedimento observadas en proximidades de dragas cortadoras alcanzan valores de 500 mg/litro según (Collins, 1995), ver figura 4.5.10.



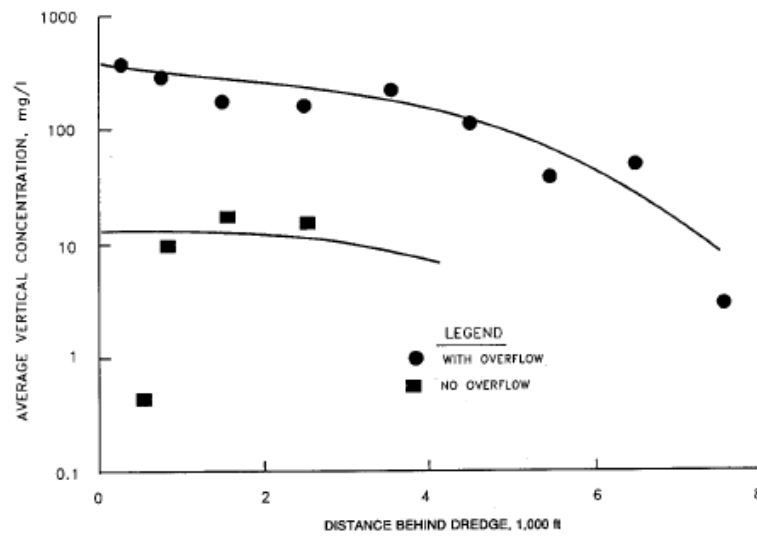


Figura 4.5.8. Concentraciones de sedimentos resuspendidos aguas abajo de dragas de succión por arrastre. Collins, 1995.

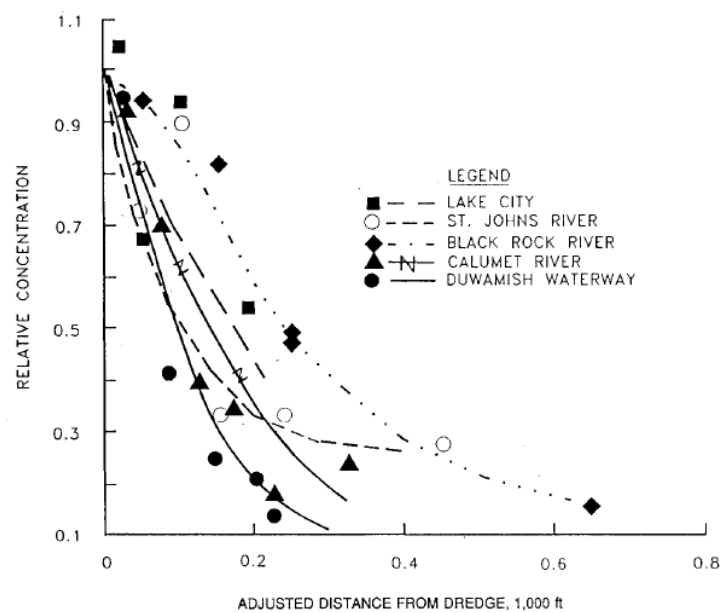


Figura 4.5.9 - Concentraciones relativas de sedimentos resuspendidos en función de la distancia para dragas mecánicas. Collins, 1995.

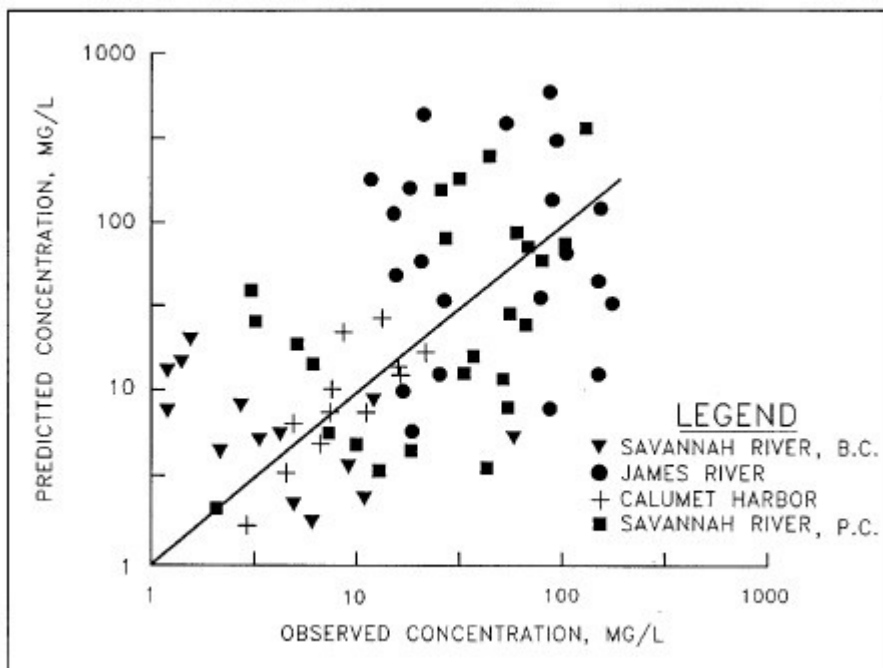


Figura 4.5.10 - Concentraciones relativas de sedimentos resuspendidos en función de la distancia para dragas mecánicas. Collins, 1995.

En términos generales las plumas de material suspendido creadas por las actividades de dragado, aumentarán las concentraciones de sedimentos suspendidos para luego decaer hasta las concentraciones de base que tiene el agua en las condiciones naturales. El tiempo requerido para que las concentraciones vuelvan a su nivel base son función de la velocidad de las corrientes y de la velocidad de caída de las partículas. En la Tabla 4.5.4 (Marine Aggregate Mining – U.K., 1999) se presentan valores característicos de velocidad de caída para distintos tamaños de partículas. Para las partículas más grandes que las indicadas en la Tabla puede asumirse que la deposición es prácticamente inmediata.

Tabla 4.5.4 – Velocidad de sedimentación para distintos tipos de partículas.

Particle Description		Size ( $\mu\text{m}$ )	Settling Velocity ( $\text{cm s}^{-1}$ )
Sand	Fine	200	2.1417
	Very fine	100	0.67
Silt	Coarse	50	0.1816
	Medium	20	0.0298
	Fine	10	0.00749
Clay	Very fine	5	0.00187
		1	0.0000748

Utilizando las tablas presentadas en la sección anterior, se observa que a unos 30 metros, aproximadamente, del sitio de dragado con dragas hidráulicas, la concentración de sedimentos resuspendidos alcanza valores medios de 47 mg/l (rango 3 a 125 mg/l), mientras que el promedio de los valores máximos ronda los 215 mg/l (rango 4 a 336).

Por su parte, a unos 100 metros, aproximadamente, del sitio de dragado con dragas mecánicas, la concentración de sedimentos resuspendidos alcanza valores medios de 55 mg/l (rango 23 a 109 mg/l), mientras que el promedio de los valores máximos ronda los 110 mg/l (rango 26 a 230).

#### **4.5.4 Resuspensión de sedimentos en la zona de descarga**

En la zona de vaciado se distinguen tres tipos de escurrimientos:

- Las fracciones mas pesadas, incluyendo los rodados de arcilla de todas las dimensiones, se depositan directamente en el sitio de la descarga.
- Una gran parte de la mezcla descargada fluye directamente al lecho debajo del punto de descarga formando una corriente de densidad que se esparce sobre un área mayor.
- Finalmente, la parte remanente, incluyendo las partículas finas resuspendidas, serán dispersadas en forma mas amplia en el medio acuático, ya sea en suspensión o como una capa de fondo que inicialmente es móvil.

Se deben adoptar cuidados especiales en la operación de vaciado para minimizar la resuspensión de sedimentos (descarga cerca del fondo).

Los valores de sólidos suspendidos en la zona donde se opera la descarga pueden variar entre algunas decenas y algunos cientos de partes por mil. Estas concentraciones son mayores en el punto de descarga y disminuyen rápidamente con el aumento de distancia aguas abajo del punto de disposición y lateralmente en relación al punto central de la pluma, debido a la deposición y a la dispersión de los sólidos suspendidos. En ríos donde el flujo es unidireccional, la longitud de la pluma es controlada por la fuerza de la corriente y las

propiedades de caída del material suspendido, de la misma forma que antes se indicó para los materiales resuspendidos por las operaciones de dragado.

Del total de la mezcla del material dragado que es descargado durante la disposición en aguas abiertas, sólo un pequeño porcentaje de los sedimentos más finos es dispersado en la columna de agua como una pluma de turbidez, y por ejemplo para dragas hidráulicas con tubería, aproximadamente entre el 1 y el 3 % del material descargado sale de la parte exterior del chorro de la mezcla mientras desciende por la columna de agua y queda en suspensión. La mayor parte desciende rápidamente al fondo de la zona de disposición, donde se acumula bajo el punto de descarga en la forma de un cúmulo de baja pendiente de barro fluido que cubre el sedimento de fondo existente, tal como puede apreciarse en la Figura 4.5.11.

Bajo condiciones de quietud más del 98 % de los sedimentos en el flujo de barro permanece en el fondo con concentraciones mayores a 10 ppt (estas unidades son partes por mil que son las utilizadas en la Referencia: Engineer Manual, 1983), mientras que el restante 2 % puede ser resuspendido al mezclarse con el agua que se encuentra en contacto con la superficie del barro fluido.

En relación a las concentraciones, estudios en relación a la disposición de dragas tolva en la Bahía de San Francisco muestran concentraciones menores a 0,2 ppt en la columna de agua y que persisten por sólo unas decenas de minutos, pero entre 3 y 8 pies sobre el fondo las concentraciones alcanzan 20 ppt en la capa de barro fluido. Observaciones similares en relación a la variación de las concentraciones de sedimentos suspendidos en la vertical se tienen para el caso de descargas de dragados por tuberías, lo que puede apreciarse en la Figura 4.5.12.

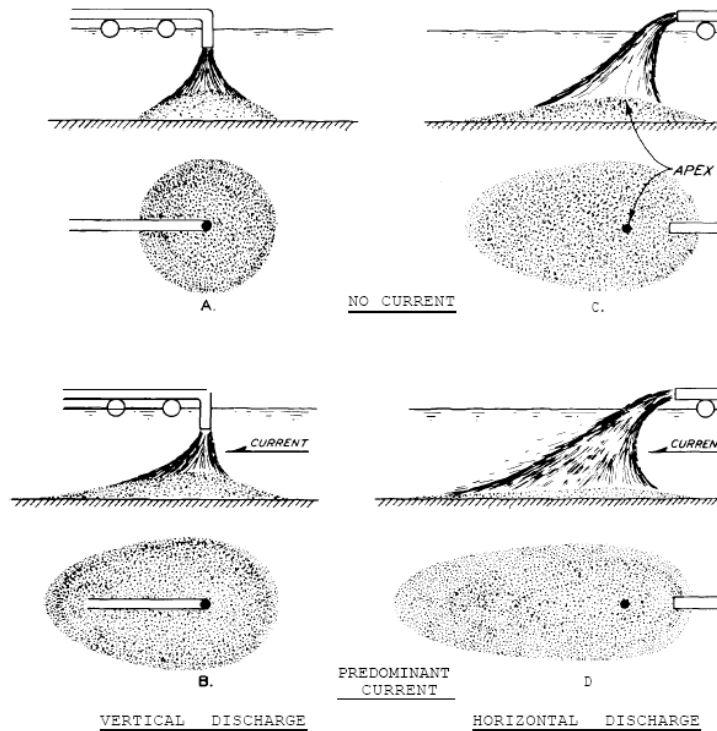


Figura 4.5.11. Efecto del ángulo de descarga y la velocidad de las corrientes en la forma de los depósitos. *Engineer Manual*, 1983.

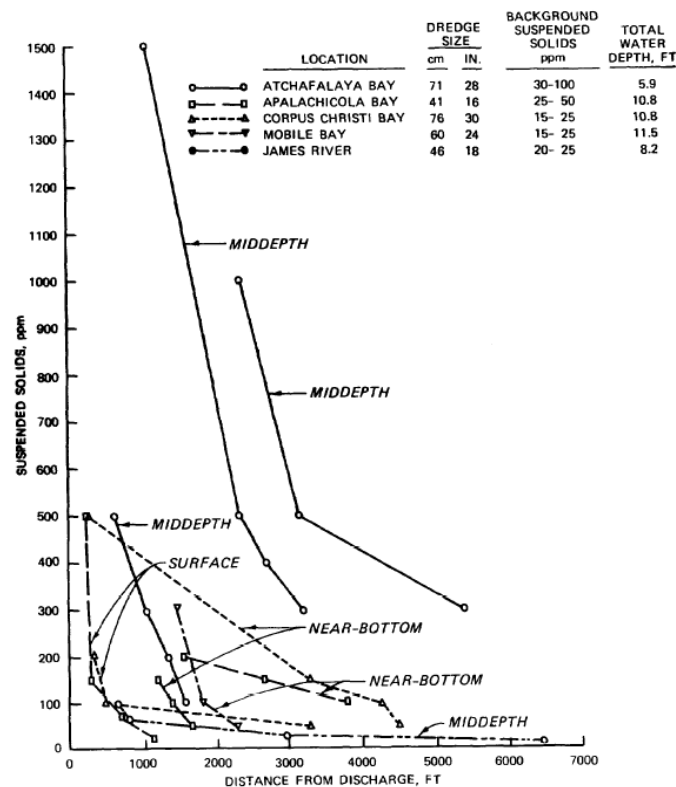


Figura 4.5.12. Relaciones entre concentraciones de sólidos suspendidos y la distancia al punto de descarga a distintas profundidades. *Engineer Manual*, 1983.

Si las pendientes de fondo no son suficientes para mantener los flujos de barro, el barro fluido se detendrá y comenzará a consolidarse. Cuando las concentraciones de sedimentos suspendidos exceden las 200 ppt el barro no puede seguir escurriendo y se acumula en torno al punto de descarga formando acumulaciones de baja pendiente (que pueden ser del orden de 1:500). En la interfase columna de agua-barro fluido, la concentración de sólido crece rápidamente de quizás unas pocas decenas de ppt en el agua a aproximadamente 200 ppt en el barro fluido. La concentración de sólidos dentro del barro crece por sobre las 200 ppt a una tasa más lenta con la profundidad, hasta alcanzar las densidades normales de los sedimentos.

El conocimiento del comportamiento de la descarga de los sedimentos dragados, permite controlar la dispersión del material en la zona de disposición.

Se adjunta un interesante ejemplo de la pluma de sedimentos suspendidos debido al vertido de una draga cortadora en el Río Mississippi aguas arriba de Nueva Orleans, (USACE EM 1110-2-5025, 1983). Obsérvese que existe una zona de unos 500 m de extensión con concentraciones por sobre 1,000 ppm, y la pluma con más de 300 ppm se desarrolla por sobre una zona de más de 1 km de extensión.



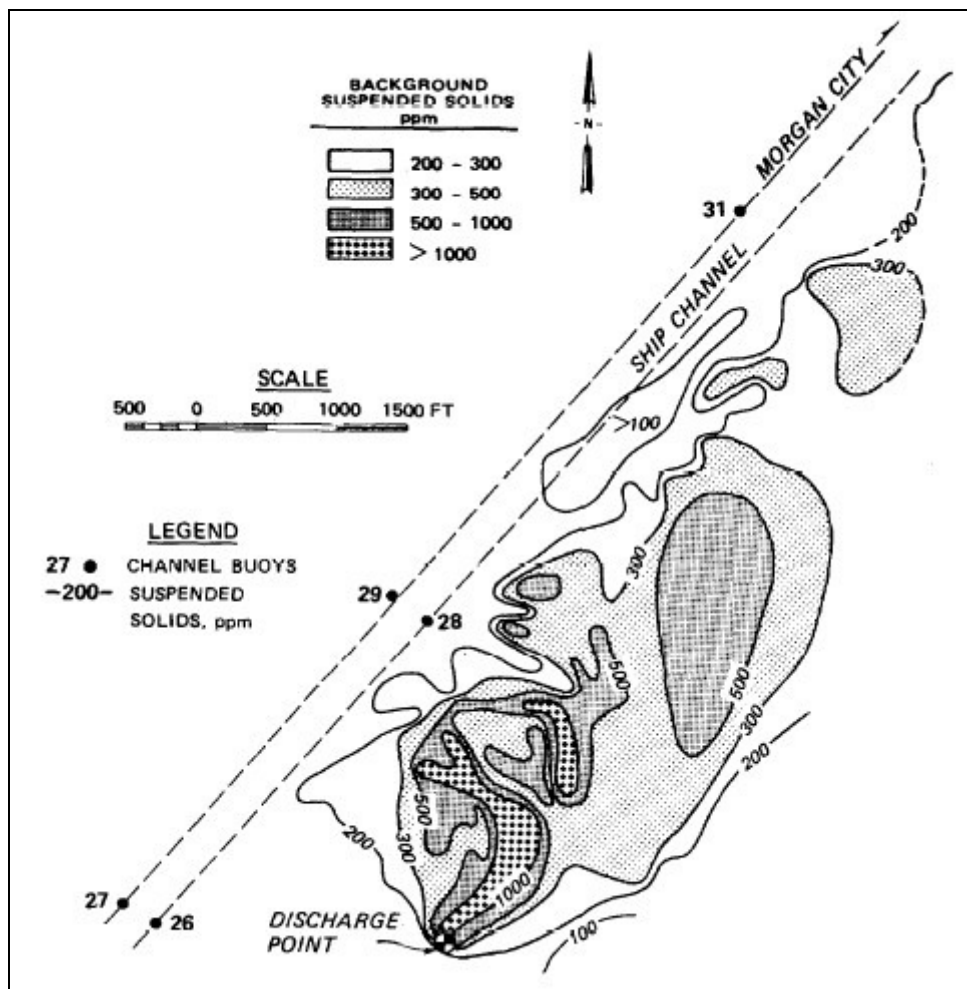


Figura 4.5.12 - Pluma de vaciado draga cortadora.

## 4.6 ANTECEDENTES DE DRAGADO

### 4.6.1 Re-dragado de los Canales de Acceso Norte y Sur

En el período desde Noviembre de 1981 hasta Diciembre de 1983 se tomaron muestras en tres tomas de agua del Río de la Plata para determinar si las obras de dragado en los canales de Acceso, Norte y Sur tenían un impacto negativo en la turbidez y en la concentración de sedimento suspendido del Río de la Plata. Se tomaron muestras en las siguientes tomas:

- toma de agua potable en Bernal.

- toma de agua de Dársena E, agua para enfriamiento;
- toma de agua de Costanera Sur, agua para enfriamiento.

Las muestras fueron obtenidas con periodicidad mensual. En cada toma se obtuvieron dos muestras; una en bajamar y otra en la pleamar. Desde abril de 1983 también se tomó agua de una estación de referencia ubicada 2 kilómetros afuera de la costa frente al puerto de Buenos Aires. Entre otros parámetros se analizó la turbidez de las muestras. En total se analizaron 158 muestras. La turbidez fue medida en unidades Jackson y en concentración de sedimentos suspendidos.

Los valores máximos y mínimos registrados de concentración del material suspendido como así mismo los niveles de turbidez, tomados de las tablas presentadas en el informe de la obra, se detallan en las tablas que siguen.

En esa referencia, se describen los resultados de esta campaña de muestreo, y se concluye que la concentración del sedimento y la turbidez fue mayor en las muestras en la estación de referencia que en las muestras obtenidas en las tomas de agua. Cabe agregar además, que ninguno de los valores registrados dio indicaciones de que las tomas de agua estuvieran afectadas por las obras de dragado.

*Tabla 4.6.1 – Resultados de las mediciones durante obras de dragado.*

		<b>Pleamar</b>		<b>Bajamar</b>	
Sitio	Valor	Conc. ppm	Turbidez J	Conc. ppm	Turbidez J
Bernal	Max	225	200	190	150
	Min	10	25	40	25
Costanera Sur	Max	160	100	140	130
	Min	25	25	35	25
Dársena E	Max	140	110	130	170
	Min	20	30	20	30
		<b>Pleamar</b>		<b>Bajamar</b>	
Sitio	Valor	Conc. ppm	Turbidez J	Conc. ppm	Turbidez J
Bernal	Max	140	95	170	140
	Min	10	25	30	25
Costanera Sur	Max	150	95	120	80
	Min	35	25	40	25

		Pleamar		Bajamar	
Dársena E	Max	90	80	120	65
	Min	35	30	25	25
Estación referencia	Max	190	135	230	135
	Min	20	25	25	25

#### 4.6.2 Dragado interior Puerto de Buenos Aires

En el boletín informativo “Apuntes de Navegación”, ([www.bienvenidoabordo.com.ar](http://www.bienvenidoabordo.com.ar)), junio 2009 se informa que la Administración General de Puertos (AGP) realizará una obra para ensanchar el canal de pasaje y la zona de giro en dársena Norte del Puerto de Buenos Aires.

Con estas obras se ensanchará el canal de pasaje de ingreso a las dársenas. Se logrará así un ancho de 180 metros frente a las Dársenas A y B; y de 250 metros frente a las Dársenas C y D. Asimismo, se ensanchará la zona de giro, situado en el antepuerto para conseguir un diámetro de 500 metros.

Para uniformar la profundidad del interior del puerto con los canales que desembocan en la vía troncal de navegación, la profundidad de diseño llegará a los 33 pies al cero del hidrómetro del Riachuelo, para que los mega cruceros y los buques Post Panamax puedan maniobrar, ingresar, atracar y egresar dentro de las dársenas en óptimas condiciones. Los equipos a utilizar en las obras, que se iniciarán próximamente, son el multi-pontón DN 28, la draga de succión en marcha Niña, y la draga Elepele IV.

Las cañerías, boyadas y señalizadas, dejarán una amplia zona de prohibición para navegar en el Río de la Plata. Para la ejecución de dicha obra la Prefectura Naval Argentina ha emitido las Disposiciones 192 y 193: por intermedio de las mismas se informa que se procederá a posicionar 8 tramos de cañerías sumergidas de 600 metros cada uno y 90 cm de diámetro, ubicados desde la escollera exterior del Puerto de Buenos Aires en dirección al km 20/25 del canal Ingeniero Emilio Mitre, circunstancia que determinará una zona de trabajo y un área de vertido que obstruirá completamente la navegación en el lugar.

Dadas las particulares características de la navegación en la zona mencionada, la cantidad de embarcaciones y especificidad de la actividad, es necesario dar amplia difusión de las tareas que se llevarán a cabo, debiendo realizar asimismo una adecuada gestión del tráfico. Previo a la instalación de las tuberías sumergidas de refulado, el área de trabajo deberá encontrarse delimitada según los lineamientos informados por la empresa a la autoridad marítima, consistente en la colocación de diez boyas amarillas de marcas especiales.

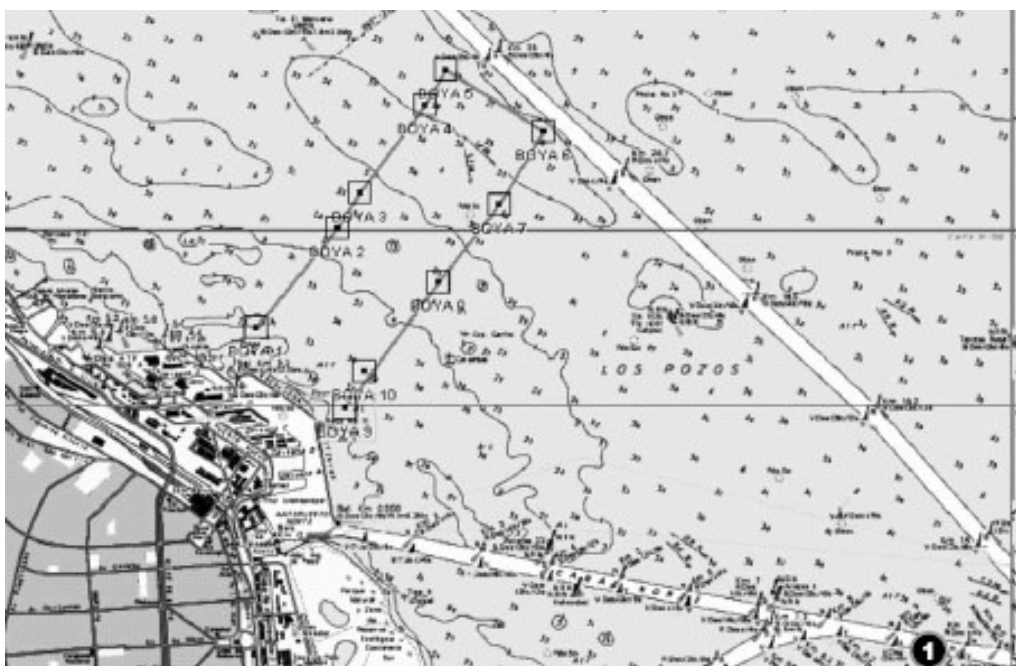


Figura 4.6.1 - Zona vertido draga cortadora zona Mitre km 22.

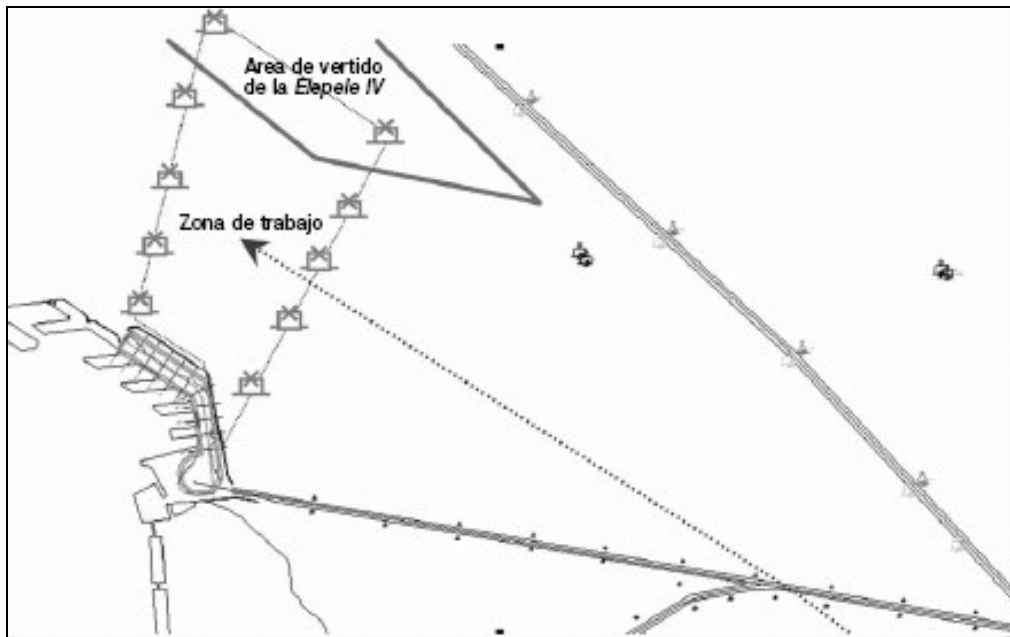


Figura 4.6.2 - Croquis área vertido en zona Mitre km 22.

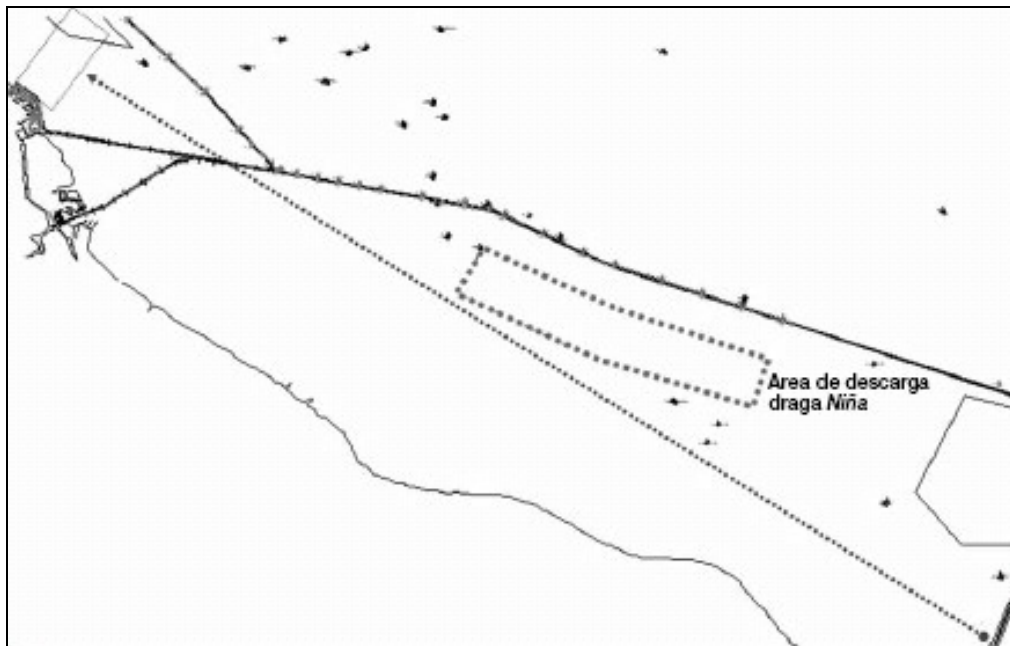


Figura 4.6.3 - Zona vertido draga de succión por arrastre.

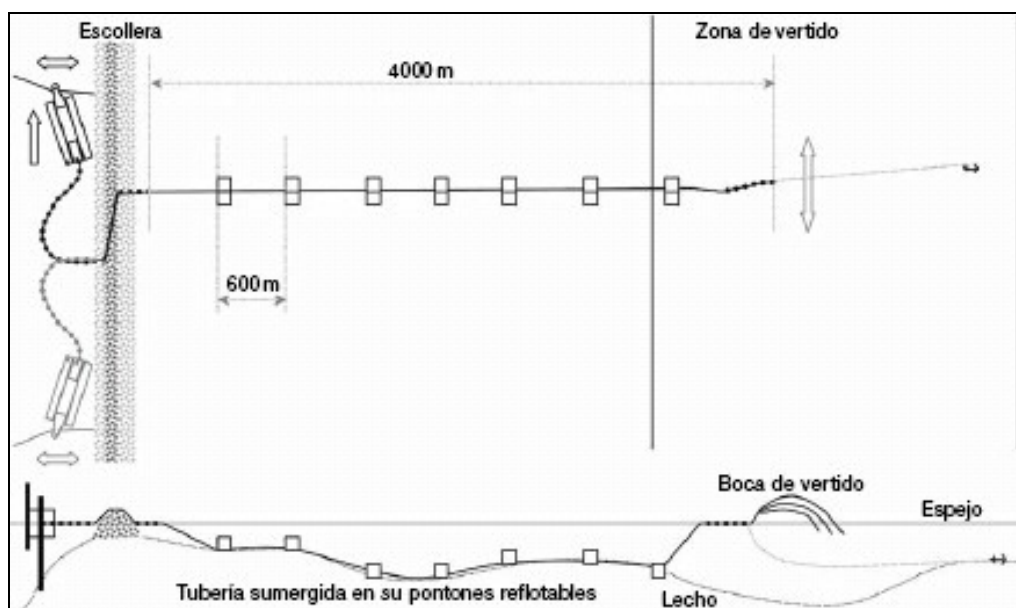


Figura 4.6.4 - Tubería de descarga hacia zona canal Mitre km 22.

### 4.6.3 Antecedentes de vaciado en Playa Honda

Las zonas de vaciado en la Playa Honda, donde las autoridades anteriormente han autorizado el vaciado de materiales, están ubicadas a más de 2,5 km del Canal Emilio Mitre para asegurar que el material dragado no será transportado por las corrientes naturales hacia este canal navegable.

Los sedimentos se dragan con una draga cortadora y el material se bombea en forma de mezcla hidráulica hasta la zona de vaciado.

Las características de esta mezcla hidráulica y consecuentemente las características de la descarga de sedimentos de la tubería, dependen en gran medida de la densidad in-situ de los sedimentos y la cantidad de agua agregada para formar la mezcla adecuada para el bombeo.

En general se espera que la mezcla bombeada se asemejara a un fluido denso. En el caso de los sedimentos más pesados (densidades superiores a 1,4 ton/m<sup>3</sup>) el material se conduce en forma de rodados de arcilla.



#### **4.6.4 Dragado gasoducto Noruega – Francia**

Se hace referencia al gasoducto de 1 metro de diámetro y 835 Km de longitud (Ref Norfra 1997) en el Mar del Norte y canal de la mancha que transporta gas de Noruega a Francia.

Dicha obra fue construida en arcillas con cohesión de hasta 120 kPa. El equipo principal utilizado fue una draga de succión por arrastre “Gerardus Mercator”.

Dicha draga tiene la bomba sumergida en el brazo de succión para mejorar el ANPA (altura neta de aspiración positiva) y tiene un calado que no le permite operar en el Río de la Plata en la zona de la obra analizada.

De todos modos, es un antecedente de procedimientos técnicos y contractuales de posible aplicación a la obra de los emisarios.

### **4.7 PRODUCCIÓN DE DRAGADO EN LA OBRA DEL EMISARIO RIACHUELO**

El cálculo de la producción (tasa) de dragado en la obra propuesta depende de las condiciones del suelo a dragar y el equipo a utilizar.

#### **4.7.1 Condiciones del suelo**

Las propiedades del suelo según el Sondeo SE 16 del informe geotécnico de fecha 19/03/2009 de Incociv Consultora son las siguientes:

- Desde el lecho (cota -3,84m) y hasta una profundidad de 12m se presenta un suelo clasificado como limo (MI) con consistencia muy blanda (1 golpe para 40cm a 1 golpe para 25cm de penetración) Con plasticidades por debajo del 12% y de color grisáceo. Son los sedimentos de origen fluvial.

- Por debajo, y hasta los 17m se encontraron arcillas grasas (CH) y limos elásticos (MH), de plasticidad comprendidas entre 38% y 43%. La coloración es grisácea. La consistencia es muy blanda a medianamente compacta (N entre 1 y 5 golpes). Sedimentos probablemente de origen marino.
- Debajo de los 17m y hasta los 28m de profundidad se encontró arcilla grasa (CH) o limo elástico (MH) de consistencia medianamente compacta a compacta (N= 5 a 8 golpes). Sedimentos de origen marino.
- Debajo de los 28m de profundidad se encuentra una arcilla magra (CI) de consistencia compacta a muy compacta.
- A continuación y hasta el fin de los sondeos, se encontraron arenas pobremente graduadas (SP), o limosas pobremente graduadas (SM-SP) de densidad relativa densas. El color es grisáceo y amarillento. Arenas del Puelchense.

De antecedentes generales del Río de la Plata se obtiene los valores de los diámetros del limo fluvial al cual el refiere el estudio geotécnico, según se detalla en la siguiente tabla:

*Tabla 4.7.1 – Diámetros de sedimentos de antecedentes generales.*

Muestra	d10 μm	d50 μm	d90 μm
1	4	19	85
2	8	39	77
3	26	67	90
4	5	25	57
5	5	35	108
Promedio	10	37	83

#### 4.7.2 Equipo de dragado

En cuanto a los equipos de dragado que se usen en el Río de la Plata, los contratistas locales en general tienen dragas cortadores Tipo Beaver 1600 o Ellicott Dragon (ver Anexo 4.2).

Dragas de succión por arrastre solo tienen Hidrovia/Jan de Nul, la China Check y la Ucraniana Perekopski que operaba en Quequen. De todos modos el dragado por arrastre esta limitado a suelos blandos con cohesión inferior a 0.5 kg/cm<sup>2</sup> y en general sería una zanja bastante mas irregular.

Ambos tipos serían factibles en el caso de los emisarios, y según se presentó en la sección 4.6.2.

#### 4.7.3 Producción de dragado para draga cortadora

A modo de ejemplo se supone el uso de una draga Ellicott serie Dragon similar al equipo descripto en la ficha técnica del Anexo 4.2.

El equipo es una draga cortadora con una potencia del motor principal para la bomba de 1280 HP. La profundidad máxima de dragado es 15 metros y el calado es de 1.2 metros. Dado que la profundidad natural en la zona de obra es del orden de 4 metros se comprueba no hay limitaciones al desplazamiento de la draga en la zona de obra.

La producción de la draga cortadora se estima mediante la metodología de cálculo de Bray (1979), en adelante BBL 1979. La producción nominal se considera una función de la potencia de la bomba de dragado:

$$P_{nom} = f_m \times P_{dragado} [Hp]$$

Donde el coeficiente  $f_m$  para arcillas con N golpes [spt] < 20 se indica en la siguiente figura. El cálculo de la producción de dragado y detalle de los parámetros utilizados consta en la tabla 4.7.2.

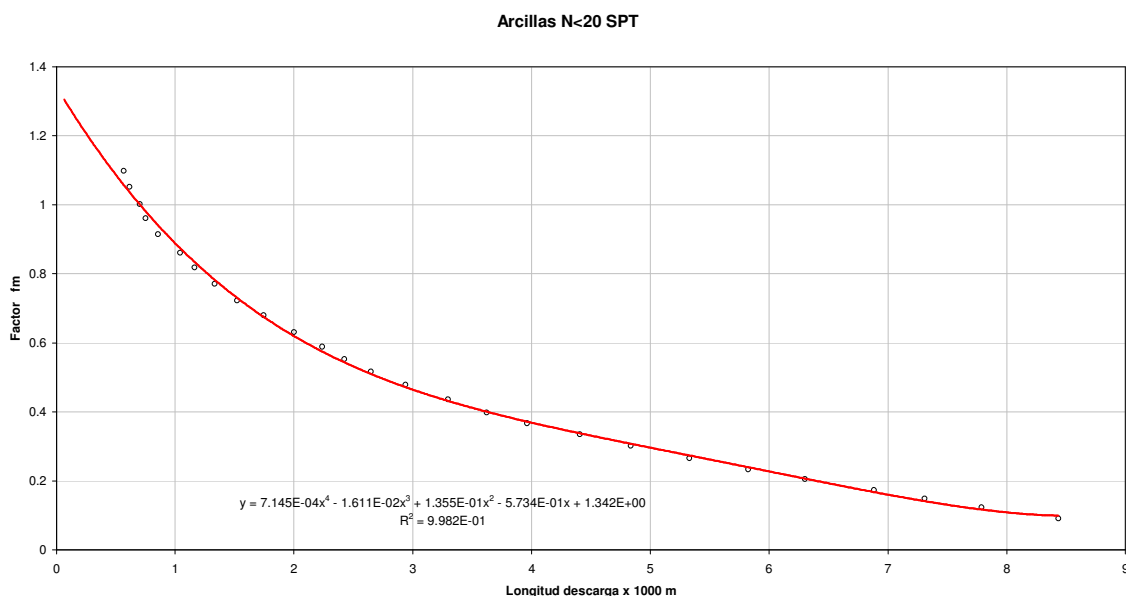


Figura 4.7.1 – Factor para arcillas con N golpes (draga cortadora).

Tabla 4.7.2 – Parámetros utilizados para determinar la producción de dragado.

Draga cortadora 500mm				
Parámetro	Símbolo	cantidad	unidad	Observaciones
Potencia Motor Principal para la Bomba	HPd	1280	HP	Valor de ficha técnica del equipo
Bomba sumergida		NO		Ficha técnica
Potencia Motor del Cortador	HPc	250	HP	Valor de ficha técnica del equipo
Velocidad rotación cortador	Vc	18--27-36	rpm	Valor de ficha técnica del equipo
Diámetro Cortador		1372	mm	
Diámetro Tubería de descarga	Dd	500	mm	Valor de ficha técnica del equipo
Diámetro Tubería de succión	Ds	500	mm	Valor de ficha técnica del equipo
Eslera con escalera levantada		35	m	aprox.
Borneo		40	grados	Valor de ficha técnica del equipo
Ancho de dragado a profundidad máxima		37.2	m	Valor de ficha técnica del equipo
Ancho de dragado a profundidad mínima		46.3	m	Valor de ficha técnica del equipo
Velocidad de barrido lateral		29	m/min	Valor de ficha técnica del equipo
Carrera horizontal pilón de dragado		0	m	Valor de ficha técnica del equipo
Longitud tubería de descarga	L	2000	m	Dato de proyecto
Profundidad de dragado (medio)	d	12	m	Dato de proyecto
Profundidad de dragado (max)	d max	15.2	m	Valor de ficha técnica del equipo
Espesor del manto a dragar	z	5	m	Dato de proyecto
Altura mínima de cada corte	h min	1.05	m	h min = 2.1xDd
Resistencia del suelo	N	5	# SPT	Dato de estudio geotecnico INCOCIV
Diámetro arena	d50	37	µm	Dato antecedentes Río de la Plata
Verificación potencia del cortador requerido	HPc req	115	HP	Cumple verificación de potencia del cortador
Paso del avance de anclas	a	50	m	50 < a < 100 metros depende del tamaño de la draga
Ancho del corte	b	35	m	20 < b < 90 metros depende de la eslora de la draga
Coefficiente avance	Cp	3	m	1xDd < Cp < 6xDd BBL 1979
Avance con cada movimiento de pilón	p	1.5	m	p = Cp x Dd BBL 1979
Tiempo para mover anclas	ta	0.33	horas	Dato de operación del equipo
Tiempo para avanzar pilón	tp	0.05	horas	Dato de operación del equipo
Longitud tubería de descarga / 1000 m	Lo	2		
Coefficiente de fricción descarga	fm	0.62	#	Abaco BBL 1979
Relación profundidad de dragado	Rd	0.79	#	Rd = d/dmax
Altura de corte aplicado	hd	1.05	m	hd = 2.1 x Ds BBL 1979
Relación alturas de corte	Rz	1	#	Rh = hd/hmin
Coefficiente de paso	fa	0.98	#	
Coefficiente profundidad y altura del corte	ft	0.98	#	Abaco BBL 1979
Producción Nominal	Pnom	780	m3/hora	Pnom = fm x ft x HPd
Producción Nominal según fabricante	P'nom	600	m3/hora	Valor de ficha técnica del equipo (ARENA FINA)
Coefficiente eficiencia cambio posición pilones	fp	0.87	#	fp=1/(1+(Pnom x tp)/(z x p x b))
Coefficiente eficiencia cambio posición anclas	fa	0.98	#	fp=1/(1+(Pnom x fp x ta)/(z x a x b))
Producción máxima potencial	Pmax	662	m3/hora	Pmax = fa x fp x Pnom

Las producciones correspondientes a longitudes de impulsión de 500 a 4000<sup>1</sup> metros se indican en la siguiente tabla:

*Tabla 4.7.3 – Producción de dragado en función de la longitud de la tubería de impulsión.*

Produccion Draga 500 mm	
Longitud impulsión m	Producción m <sup>3</sup> /hora
500	1043
1000	891
1500	765
2000	662
2500	580
3000	516
3500	463
4000	419

La resuspensión de sedimentos se considera un porcentaje marginal de la producción (tasa) de dragado.

De la tabla anterior se desprende que a mayor longitud de la tubería de descarga a la zona de vertido, se permite alejar la pluma de turbidez debido al vertido y a la vez disminuye la tasa de material aportado a la pluma.

#### **4.7.4 Producción de dragado para draga de succión por arrastre**

En este caso, la producción estará dada por la capacidad de la draga y la distancia al punto de vertido.

Estas dragas trabajan en general a una velocidad de dragado de 2 o 3 nudos. Se tomó como ejemplo la draga Niña de Jan de Nul (ver Anexo 4.2), cuyas especificaciones técnicas principales son:

---

<sup>1</sup> Esta longitud se refiere a la cañería de descarga de la draga, para bombear los sedimentos fuera de la zona de trabajo.

Tabla 4.7.4 – Especificaciones técnicas draga de succión por arrastre.

Draga	257 C - 261 C	
Año construcción	1978	
Eslora	110	m
Manga	18.9	m
Peso	4940	tn
Vol. cántara	2000	m3
Capacidad de carga	3600	tn
N° tubos succión	2	#
Potencia instalada	7914	Kw
Potencia bombeo	1200	Kw
Bombas inyectoras	0	
Potencia propulsión	4680	Kw
Velocidad naveg.	8	nudos
Velocidad naveg.	14.8	Km/h
Velocidad dragado	3.2	nudos
Velocidad dragado	6.0	Km/h
Consumo comb.	950	kg/hora
Tripulación	15	pers.

Considerando una longitud hasta la zona de vaciado de 10 km, surge la siguiente producción de dragado:

Tabla 4.7.4 – Producción de dragado para draga de succión por arrastre.

Tiempo de carga	0.38	hora
Longitud de carga	2.30	Km
Tiempo navegación	1.35	hora
Tiempo de vaciado	0.13	hora
Tiempo de giros	0.08	hora
Tiempo Total ciclo dragado	1.95	hora
Eficiencia de carga cántara	0.4	#
Volumen carga en cantara	800	m3
Producción	410	m3/h
Peso seco suelo (prom. SE 15)	1260	kg/m3
Producción	516815	kg/h

## 4.8 PRODUCCIÓN DE DRAGADO EN LA OBRA DEL EMISARIO BERAZATEGUI

La similitud de las obras de este emisario, en relación al emisario Riachuelo, y la cercanía de los sitios de dragado, dejan en claro que los métodos analizados en la sección anterior son también aptos para el caso de las acciones de dragado y tapada del emisario Berazategui. Luego, se aplican los mismos conceptos, y en el Capítulo 6 se realizan las adaptaciones necesarias para tener en cuenta las diferencias entre ambos casos.



## 5 MODELO MATEMATICO

### 5.1 MODELO COHERENS

Para cuantificar el impacto de la resuspensión de sedimentos en el Río de la Plata, se aplicó un modelo matemático hidrodinámico y otro de dispersión de sedimentos.

Hidrodinámicamente, el Río de la Plata está sujeto a distintos forzantes:

- La acción de las mareas,
- La acción de los vientos locales y el oleaje,
- La descarga de los ríos tributarios,
- La penetración de una cuña salina, como consecuencia de las diferencias de densidad entre las aguas dulces de los tributarios y el agua salada del mar.

Es sabido que, debido al último fenómeno enumerado, se produce un gradiente de salinidad entre la boca del Río y el interior del mismo, lo cual tiene influencia directa sobre la hidrodinámica del estuario y la calidad de sus aguas.

Esto implica que el modelo más adecuado para representar la hidrodinámica del Río de la Plata completo es uno de tipo 3D (tridimensional), es decir, aquel que resuelve el campo horizontal y vertical de velocidades. El uso de un modelo tridimensional resulta indispensable en el caso en que se desea simular el comportamiento del estuario en su conjunto, en virtud de que el flujo en la ría es consecuencia del encuentro de las aguas dulces de los ríos afluentes y las aguas saladas que ingresan desde el mar.

Para este estudio se utilizó el modelo hidrodinámico 3D *Coherens*, de origen europeo y especialmente desarrollado para el estudio de problemas ambientales en zonas costeras:

- *Coherens Model*, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea (1999)

El modelo es tridimensional, y especialmente apto para representar el flujo en zonas como las del Río de la Plata, afectadas por un régimen de mareas y vientos que dan lugar a corrientes localizadas. En su desarrollo inicial, el modelo fue aplicado en el Mar del Norte, pero la física que representa es de carácter universal, por lo cual se puede extender a otros lugares.

***Coherens*** es un modelo hidrodinámico tridimensional para plataformas continentales y áreas costeras. Está acoplado con modelos biológicos y de transporte de sedimentos y de contaminantes. Resuelve procesos de mesoescala y variaciones estacionales.

Este modelo es una herramienta en pos de la mejor comprensión de los procesos físicos y ecológicos, de la predicción y del monitoreo en zonas costeras. Algunas ventajas relevantes del modelo son la transparencia debida a su estructura modular y la flexibilidad provista por la posibilidad de seleccionar distintos procesos, esquemas y tipos de forzantes.

El programa computacional ***Coherens*** consta de cuatro componentes principales:

- Una parte física cuyo módulo general resuelve las ecuaciones de advección-difusión.
- Una parte microbiológica que trata la dinámica del microplankton, de los detritus, del nitrógeno inorgánico disuelto y del oxígeno inorgánico disuelto.
- Un modulo Euleriano de sedimentos que trata la deposición y la resuspensión de partículas tanto orgánicas como inorgánicas.
- Un modelo de transporte de contaminantes con ambas componentes, Euleriana y Lagrangiana.

***Coherens***, de novedosa aplicación en el país, ha sido utilizado con éxito en estudios previos:

- **Tarela, P.A. Perone, E.A. and van Avermaete, F.J.,** *Improving the Coastal environment at the End of the World*, 7th International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, Dubai (2008)
- **Tarela, P.A., van Avermaete, F., Calamante, A., Perone, E., Kuriyagawa, M. y Hirai, R.,** *Diseño ambiental del emisario submarino de la ciudad de Río Gallegos* (2005)

- **van Avermaete, F. y Tarela, P.A.,** *Transporte de sedimentos en el Río de la Plata: uso combinado de modelación numérica e imágenes sensoriales* (2005)
- **Destuynder, V. y Tarela, P.A.,** *Modelación Hidrodinámica Tridimensional del Río de la Plata* (2002)
- **Destuynder, V. y Tarela, P.A.,** *Modelación de la cuña salina del Río de la Plata* (2002)

## 5.2 ESTRATEGIA DE SIMULACION

En función de los objetivos perseguidos y debido a que el problema bajo estudio tiene un alcance local (del orden de algunos kilómetros a pocas decenas de kilómetros), se requiere una simulación de detalle para la zona de potenciales impactos. A su vez, esto necesita la correcta imposición de las condiciones de borde hidrodinámicas, a los efectos de minimizar los errores de simulación.

Siendo así, se optó por seguir la siguiente estrategia de simulación, basada en 2 etapas consecutivas:

- Etapa I: simulación del sistema completo del Río de la Plata (modelo regional),
- Etapa II: simulación de la zona de potenciales impactos (modelo local).

En las secciones siguientes se describen las características de los modelos para ambas Etapas.

## 5.3 ETAPA I

Para la Etapa I, se implementó un modelo completo del Río de la Plata, hidrodinámico y de transporte de sedimentos.

En esta fase, debido a la existencia de los nuevos datos obtenidos por AySA en su red de monitoreo hidrodinámico del Río de la Plata, se procedió a generar una nueva calibración y validación del modelo.

### 5.3.1 Características hidrodinámicas del Río de la Plata

El Río de la Plata es el mayor contribuyente de agua dulce, sedimentos, contaminantes y nutrientes de la región. Es un estuario poco profundo ubicado a 35° S en la costa Atlántica de Sudamérica. Drena la segunda cuenca más importante de América del Sur, con una descarga media anual de 22,000 m<sup>3</sup>/s. El régimen de marea es mixto, pero domina la componente semidiurna.

El estuario se divide en dos regiones principales: el río superior y el río inferior. Las dos regiones están separadas por la Barra del Indio, un área poco profunda que une Montevideo (Uruguay) con Punta Piedras (Argentina). El río superior tiene un régimen fluvial con salinidad muy baja. En el río inferior interactúan las aguas dulces con las aguas de la plataforma continental.

La cercanía de dos anfidrómicas en el Atlántico Sur implica que las amplitudes de marea en el estuario sean relativamente débiles. Al entrar en el estuario, la marea se modifica por la batimetría (poco profunda), y las longitudes de onda se achican. Este fenómeno y el tamaño del estuario permiten que se pueda ver en un instante dado una longitud de onda de marea completa dentro del mismo (Jaime, 1999).

En el río superior, el cociente amplitud de marea/profundidad es grande durante las bajamares, por lo cual los efectos no lineales empiezan a actuar deformando la onda de marea. Se observó así que la marea menguante es más lenta que la marea creciente, efecto que se nota desde Buenos Aires (Balay, 1961).

A la onda de marea se suma una onda planetaria de Kelvin que se apoya en la costa argentina (en el hemisferio sur las ondas de Kelvin se recuestan sobre el oeste). Se extiende hacia el lado uruguayo en una distancia del orden del rayo de deformación:

$$R_0 = \frac{c}{|f|} = \frac{\sqrt{g \cdot H_m}}{|f|}$$

donde  $c$  es la celeridad de onda barotrópica (m/s),  $H_m$  la profundidad media (m), y  $f$  el parámetro de Coriolis (1/s).

En ausencia de viento, estas dos ondas (marea y Kelvin) rigen la circulación en el estuario.

### 5.3.2 Implementación del modelo hidrodinámico regional

El modelo regional considera el estuario completo del Río de la Plata. Como es conveniente que la malla de discretización sea paralela a las direcciones de los bordes entrantes y salientes, el recinto de cálculo fue rotado un ángulo de  $46^\circ$  respecto de la dirección W-E, alrededor de San Clemente y en sentido horario. La desembocadura del Río de la Plata coincide, entonces, con el eje de abscisas del modelo.

De esta manera la frontera sudeste que es abierta al mar se ubica al sur del dominio computacional y la frontera noroeste, en la que desembocan tres ríos: el Paraná Guazú, el Paraná de las Palmas y el Río Uruguay, que queda ubicada al norte del dominio (ver Figura 5.3.1).

Las ecuaciones del modelo se resuelven en una grilla cartesiana. El área de estudio varía aproximadamente entre  $34^\circ$  S y  $36^\circ$  S, lo cual se traduce en una variación relativa del parámetro de Coriolis del 5%. Por ello se desprecia la variación de éste parámetro con la latitud.

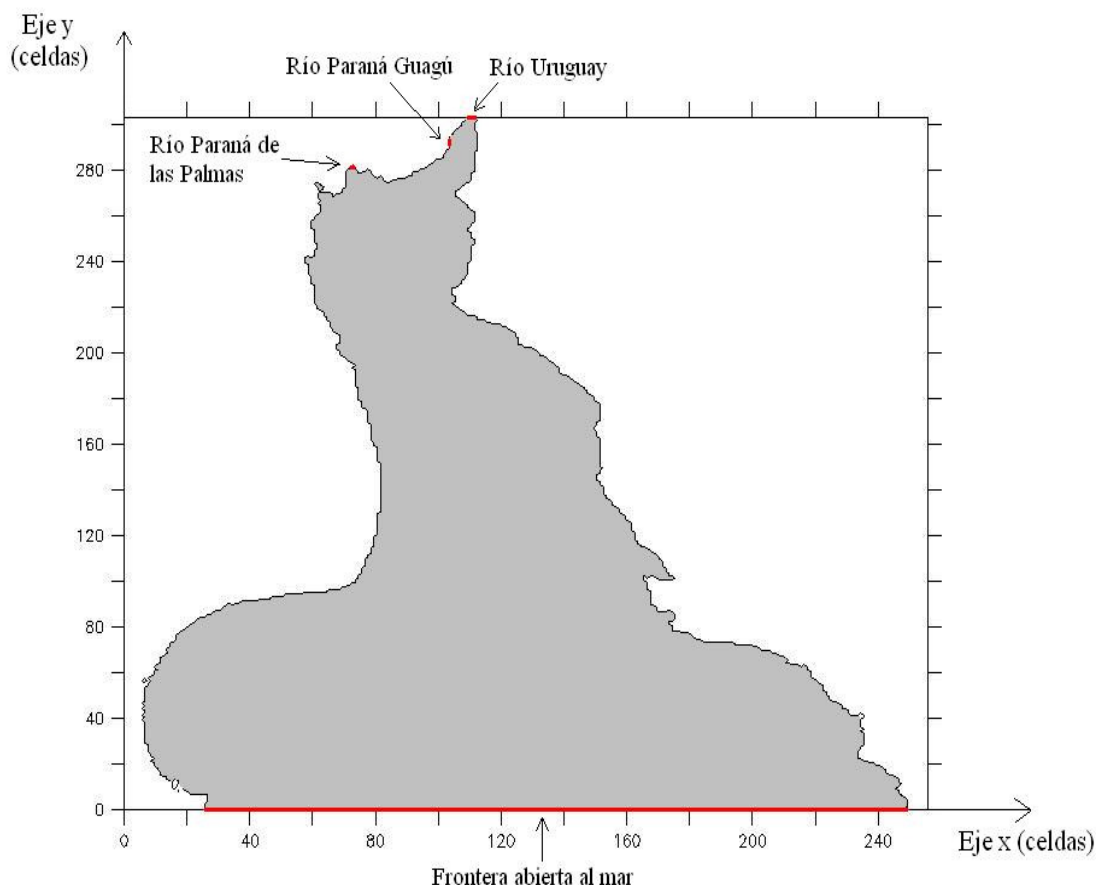
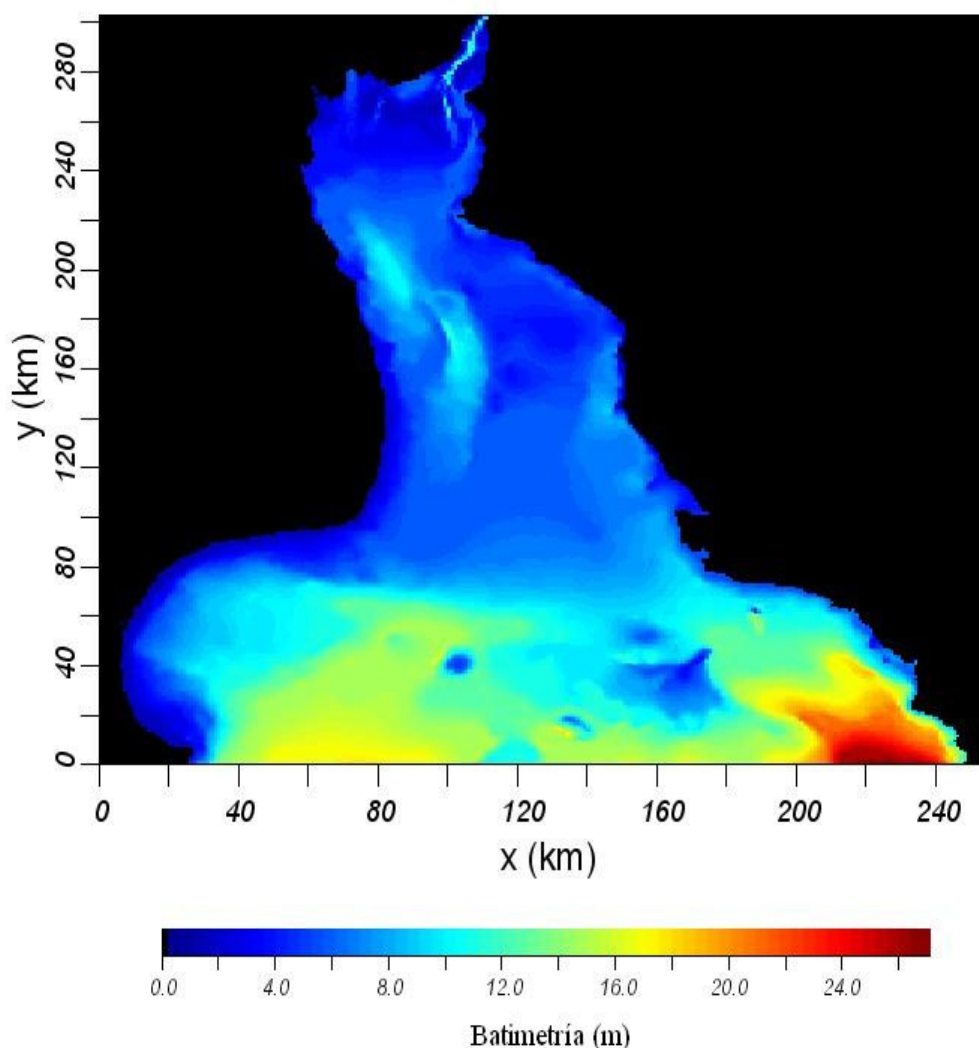


Figura 5.3.1 - Dominio computacional del modelo regional.

La batimetría se obtuvo a partir de la digitalización de las cartas náuticas del SIHN (Servicio de Información de Hidrografía Naval de la Argentina) y se presenta en la Figura 5.3.2. Las profundidades se dan en metros con respecto al plano de reducción (límite inferior de la media de todas las bajamares). Se sumó a estas profundidades un nivel medio del mar de 0.9 m, correspondiente al nivel medio en el río superior según los ensayos de sensibilidad realizados por Destuynder (2002).

Estos datos fueron actualizados, utilizando la información provista por AySA y referida a detalles batimétricos en las zonas de obras.





*Figura 5.3.2 - Batimetría del Río de la Plata*

La resolución horizontal de la grilla es de 1 km. x 1 km. En la vertical, las capas del modelo tienen espesor que varía localmente y en el tiempo, ya que el tamaño del paso vertical se adapta a la profundidad local (coordenadas  $\sigma$ ).

Los pasos de tiempo para los modos barotrópico y baroclínico son de 20 seg. y 5 minutos, respectivamente. Estos pasos permiten respetar la condición de Courant-Friedrichs-Levy, que impone un paso de tiempo barotrópico máximo de 31 seg.

La densidad de referencia y los coeficientes de expansión por salinidad y temperatura ( $\beta_s, \beta_T$ ) se consideran constantes. La densidad  $\rho$  se calcula mediante la siguiente ecuación lineal:

$$\rho = \rho_0 \cdot [1 + \beta_s \cdot (S - S_0) - \beta_T \cdot (T - T_0)]$$

donde  $\rho_0, S_0, T_0$  son una densidad, una salinidad y una temperatura de referencia. Se utilizaron los siguientes valores:

- $\beta_s = 7,6 \cdot 10^{-4} \text{ PSU}^{-1}$
- $\beta_T = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- $\rho_0 = 1025 \text{ kg/m}^3$
- $S_0 = 30 \text{ PSU}$
- $T_0 = 16^\circ \text{ C}$

La turbulencia sigue un esquema de una ecuación. La longitud de mezcla se da por la fórmula de Blackadar (1962), y se utilizan condiciones limitantes de tipo  $k - \epsilon$ .

El esquema de estabilización elegido en el modelo regional para la advección es el upwind. Esta decisión se basa en los ensayos de sensibilidad realizados por Destuynder (2002), quien encontró que la diferencia entre los resultados de elevaciones y de corrientes para un esquema TVD y upwind para la advección de momento es despreciable. Además, éste esquema cuenta con la ventaja de ser poco costoso desde el punto de vista computacional: aproximadamente la mitad que el esquema TVD

No se considera en este trabajo la utilización de difusión numérica horizontal dado que aumenta los tiempos de trabajo sin modificar sensiblemente los resultados (Simionato, 2003).

Se eligió una altura efectiva de rugosidad constante en el dominio, siguiendo los análisis de sensibilidad de Jaime (1999) y Destuynder (2002). Suponiendo un coeficiente de Manning ( $n$ ) de 0.015, se calculó la altura de rugosidad efectiva de la siguiente manera (Tarela, 2000):

$$K_s(n) = 15 \cdot H \cdot e^{-\left(\frac{1}{3} + \frac{K \cdot H^{1/6}}{n \cdot \sqrt{g}}\right)}$$

con  $H$  la profundidad local (m),  $n$  el coeficiente de Manning,  $K$  la constante de Von Karman y  $g$  la aceleración de la gravedad ( $\text{m}^2/\text{s}$ ). Se obtuvo  $K_s = 0.4 \text{ mm}$ .

La tensión vectorial de corte superficial producida por el viento se determinó aplicando el siguiente modelo:

$$(\tau_{s1}, \tau_{s2}) = 0.5 \rho_a C_{sD} (U_{2,10} + V_{2,10})(U_{10}, V_{10})$$

donde  $U_{10}$  y  $V_{10}$  son las componentes de la velocidad del viento al nivel de referencia de 10 m,  $\rho_a$  es la densidad del aire y  $C_{sD}$  es el coeficiente de arrastre superficial, para el que se aplicó el modelo de Large and Pond (1981):

$$C_{sD} = 0.0012 \quad \text{si } |U_{10}| < 11 \text{ m/s}$$

$$C_{sD} = 10^{-3}(0.49 + 0.065|U_{10}|) \quad \text{si } |U_{10}| \geq 11 \text{ m/s}$$

### 5.3.3 Condiciones dinámicas de borde

El modelo requiere diversa información de mediciones para ser alimentado tanto con datos de entrada como con datos para su calibración y validación. Esto implica recurrir a distintas fuentes de información, todas ellas relacionadas a mediciones de variables ambientales.

Esta base de datos no está disponible en forma completa para cualquier período deseado. Por ejemplo, analizando los datos disponibles para el año 2009, resultó que las series truncadas y lapsos no medidos son frecuentes e implican descartar la mayoría de los meses del año. Al momento de realizar el presente estudio, se seleccionó el período de datos 15jun09 a 15sep09 (3 meses) como aceptablemente completo, y por ello fue utilizado para las simulaciones del modelo general.

A continuación se presentan los datos utilizados como condiciones de borde. En un esfuerzo por completar las series disponibles, se realizaron interpolaciones, llenado de vacíos y se consistieron los valores de acuerdo a las reglas del arte.

### Mareas

En el borde oceánico se imponen los niveles de marea como sobre elevaciones respecto del nivel medio del río. Se dispone de las siguientes mediciones de marea:

- del SHN en el extremo argentino (San Clemente), con frecuencia de 3 datos a la hora (1 dato cada 20 minutos)
- de la DNH (Dirección Nacional de Hidrografía del Uruguay) en el extremo uruguayo (Punta del Este), con frecuencia horaria

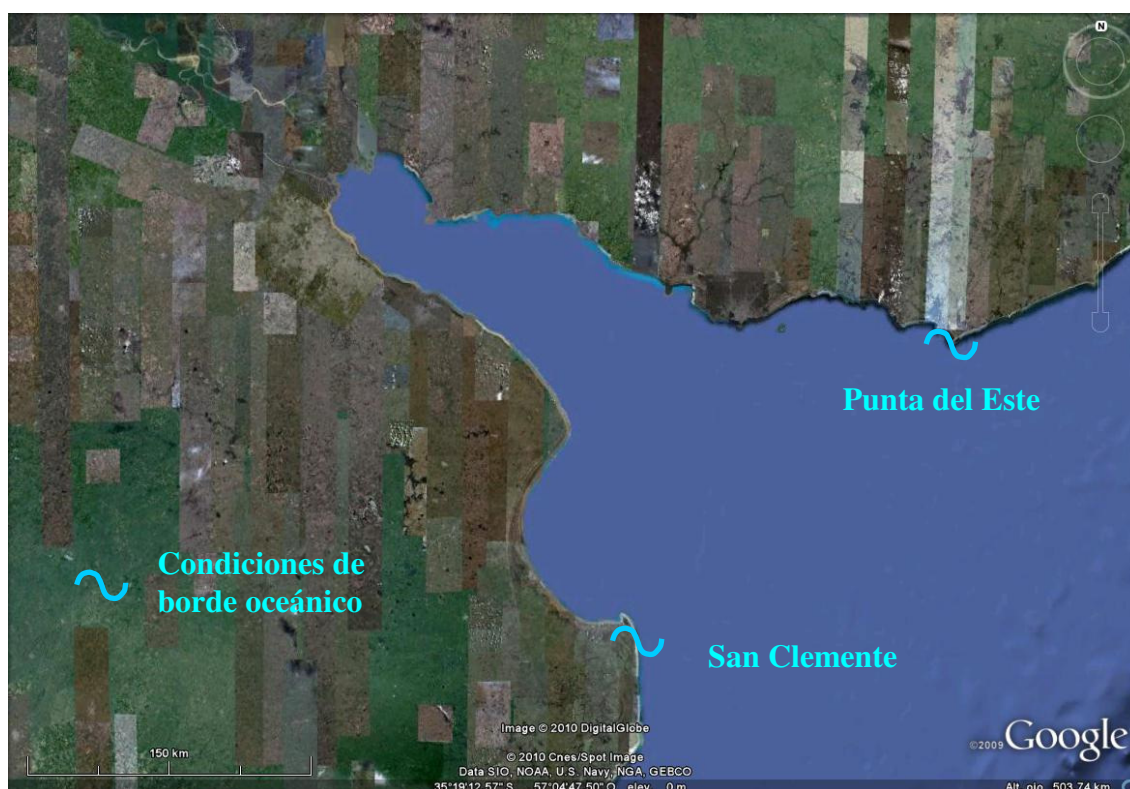
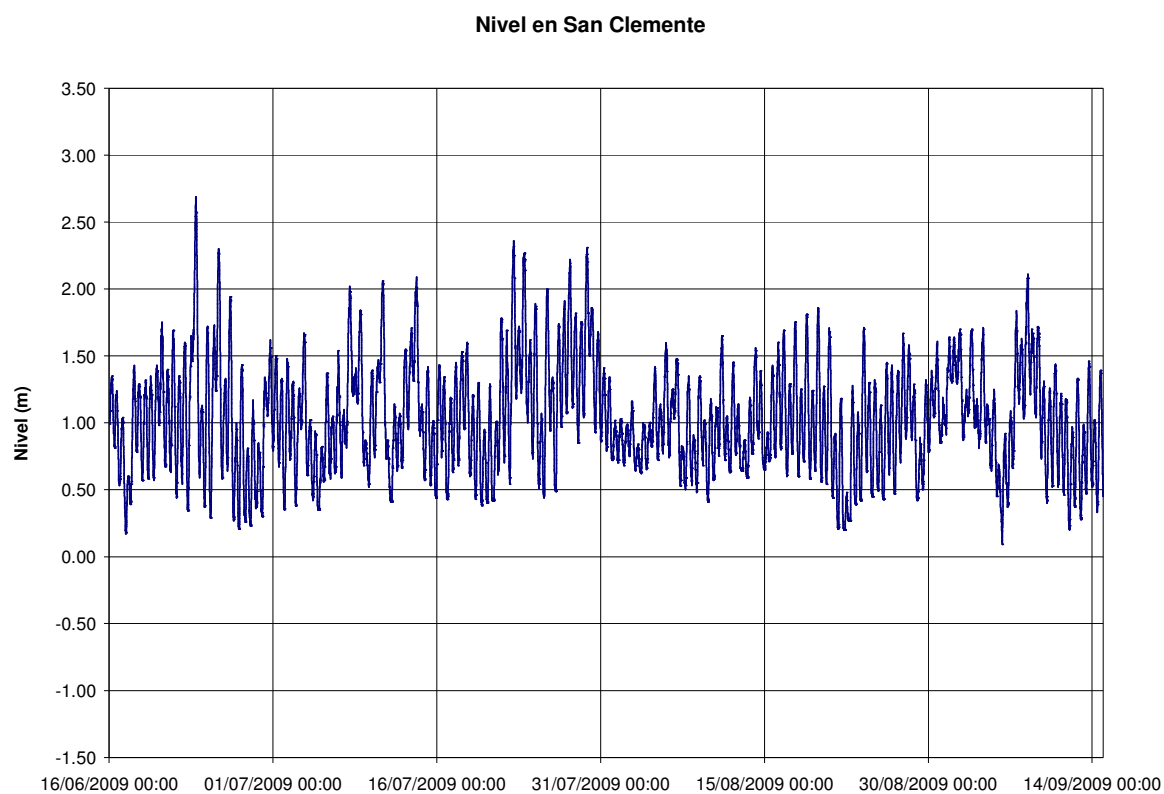
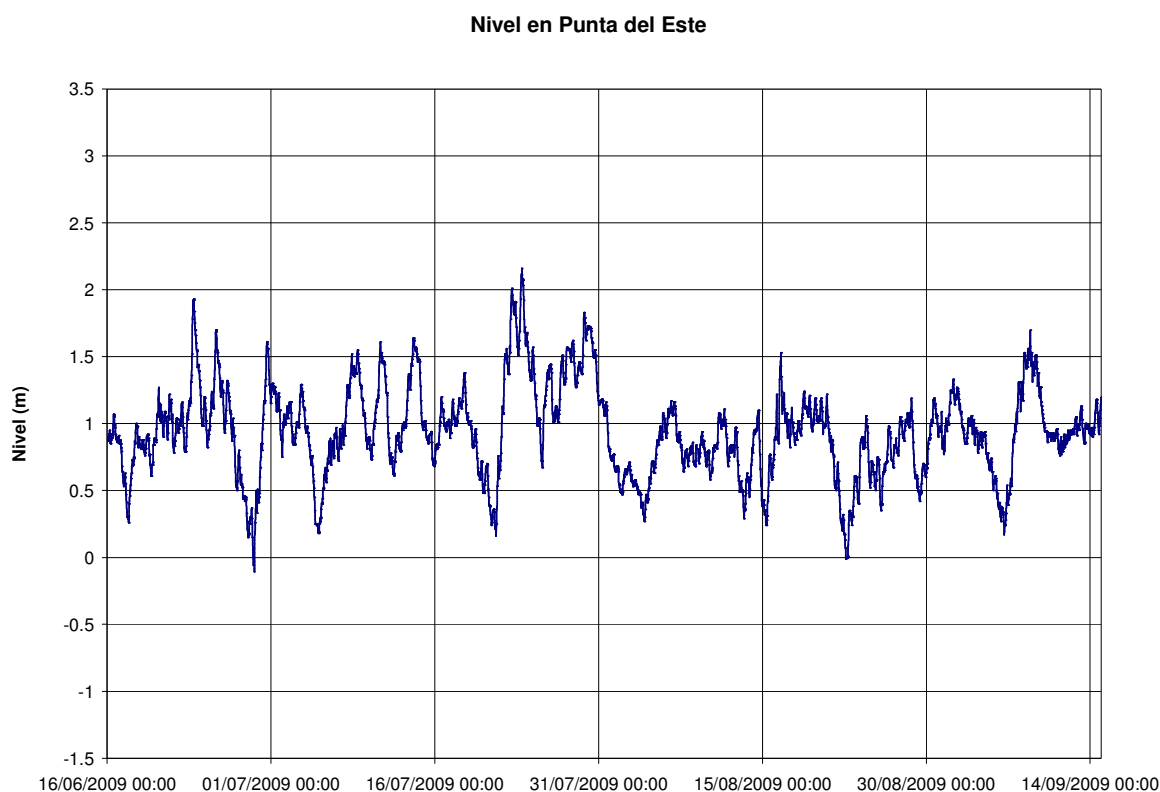


Figura 5.3.3 – Esquema de localización de datos de marea en el borde oceánico.

Las figuras que siguen presentan los datos disponibles. Todos los resultados están referenciados al cero MOP. En el Anexo 5.3.3.1 se presenta un detalle de las mareas para los 3 meses simulados.



*Figura 5.3.4 – Nivel de marea en San Clemente. Fuente: SHN.*



*Figura 5.3.5 – Nivel de marea en Punta del Este. Fuente: DNH.*

### Vientos

Para los datos meteorológicos, se dispone de las siguientes fuentes de información:

- de AySA en la estaciones hidro-meteorológicas San Martín y Bernal, instaladas sobre el río en las tomas de agua respectivas, y con disponibilidad de vientos con frecuencia de 4 datos horarios (1 dato cada 15 minutos)
- del SMN en Villa Gesell, con disponibilidad de vientos con frecuencia horaria (para ciertos períodos del día: 9 a 13 horas, 15 hs y 21 hs)
- del Servicio Meteorológico de Uruguay, con disponibilidad de vientos en Punta del Este (datos horarios de 06 a 20 hs), Carrasco (aeropuerto de Montevideo, datos horarios) y Colonia. (datos horarios de 9 a 15hs)



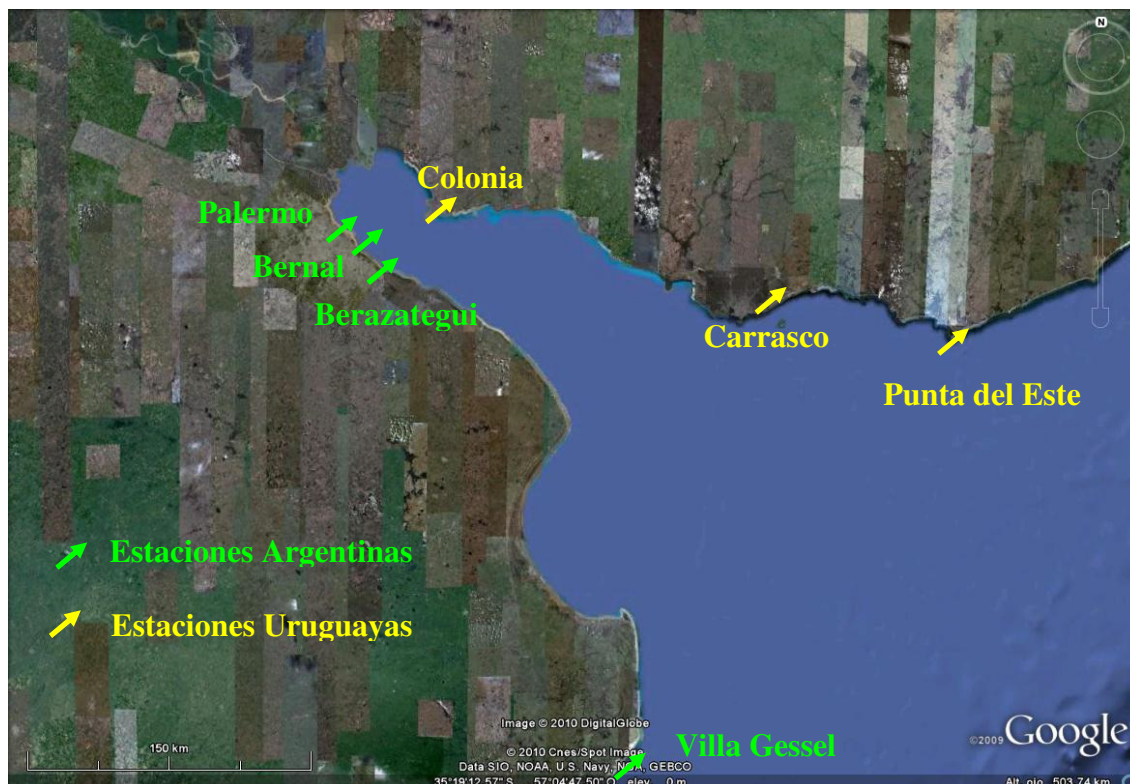


Figura 5.3.6 – Esquema de localización de datos de vientos.

En todos los casos, los registros medidos de viento corresponden a intensidad y dirección.

Para el esquema de vientos en el modelo, se utilizan estas mediciones de intensidad y dirección y un método de interpolación areal que permite reconstruir el campo de vientos en todo el dominio computacional.

Se presentan a continuación los registros de datos de intensidad de viento obtenidos de las fuentes citadas, para 2 estaciones del Río de la Plata interior (Palermo y Colonia, con acción más directa sobre la zona de estudio) y 2 estaciones del Río de la Plata exterior (Villa Gesell y Punta del Este, con influencia sobre el modelo regional). Los datos corresponden el período de 3 meses simulado en el modelo regional.

Debido a la ausencia de ciertos datos horarios y períodos sin mediciones, se realizó un análisis de consistencia de datos con frecuencia horaria, cuyo detalle luce en el Anexo 5.3.3.2.

Viento en Palermo

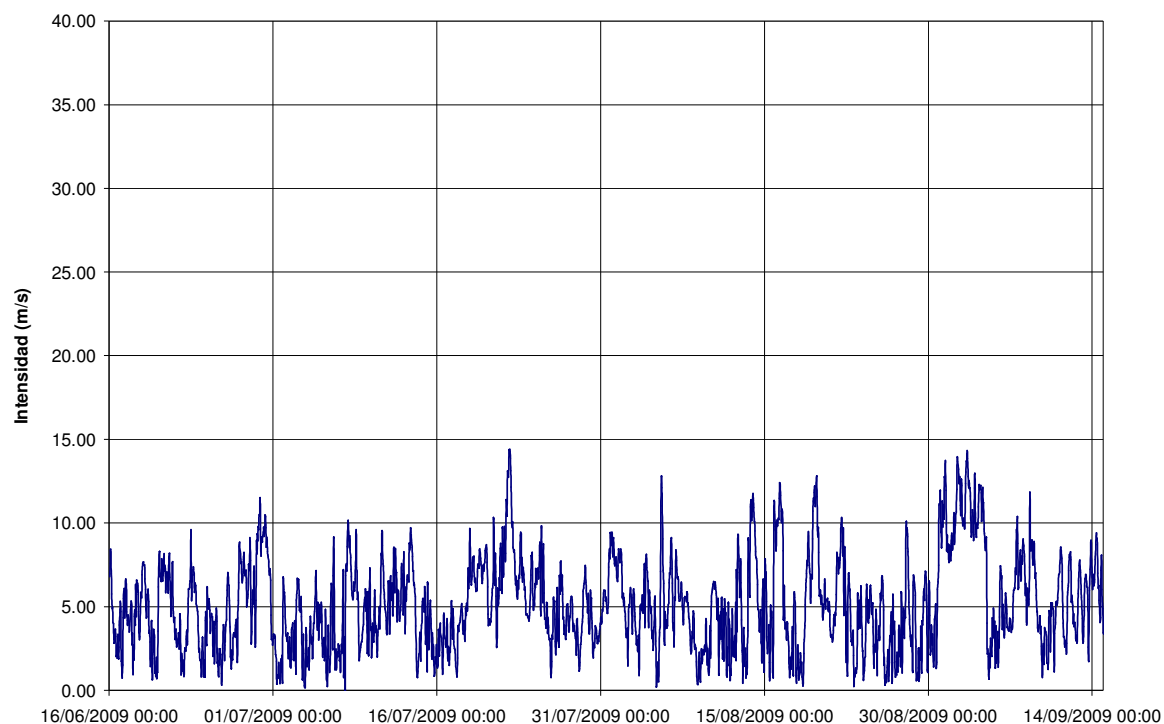


Figura 5.3.7 – Registro de viento en estación Palermo. Período 16jun09 a 15sep09.

Viento en Colonia

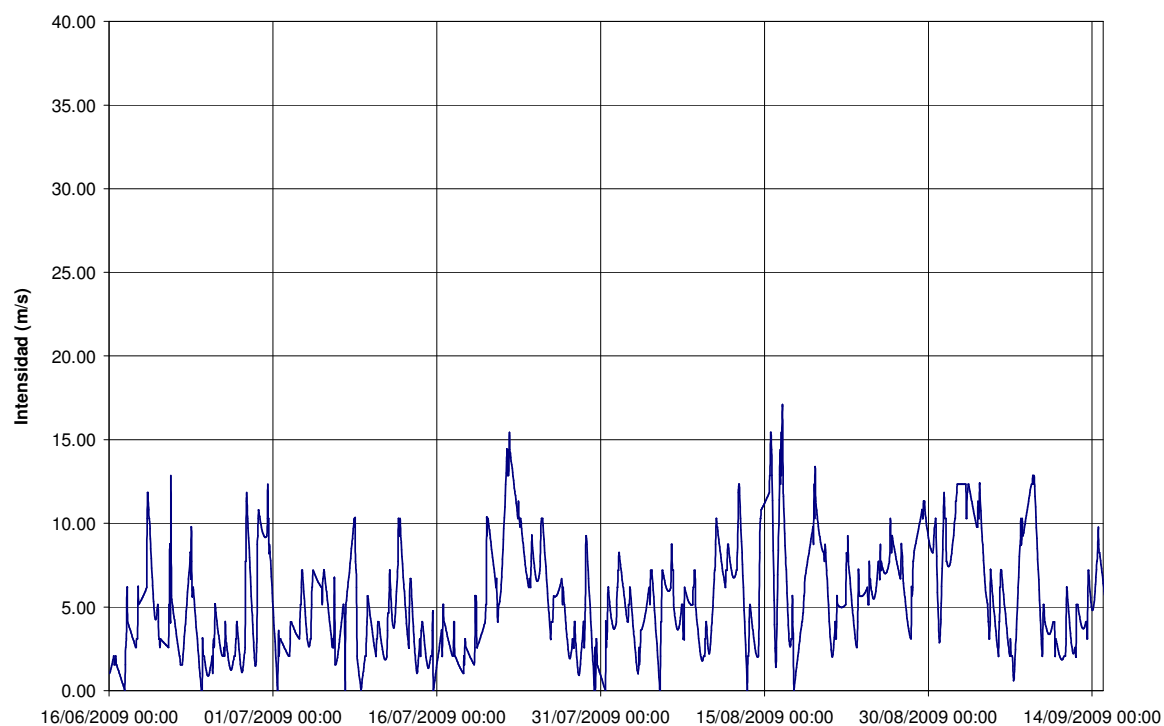


Figura 5.3.8 – Registro de viento en estación Colonia. Período 16jun09 a 15sep09.

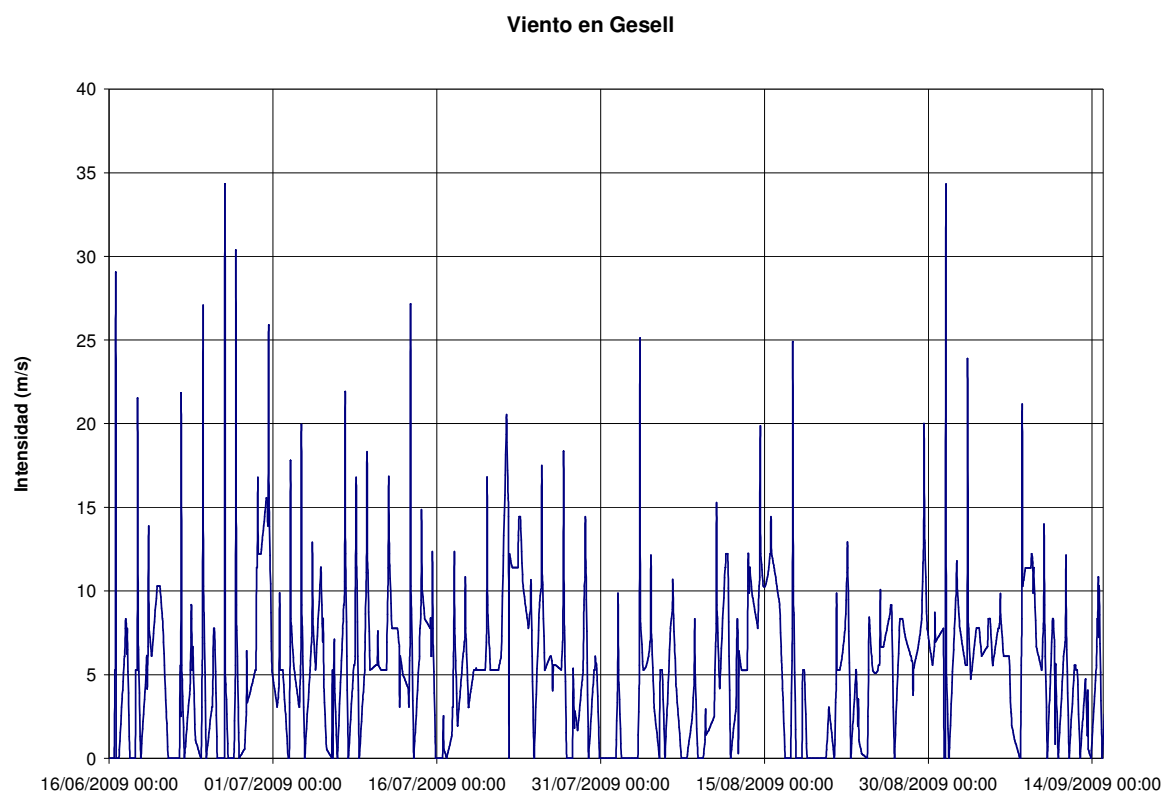


Figura 5.3.9 – Registro de viento en estación Villa Gesell. Período 16jun09 a 15sep09.

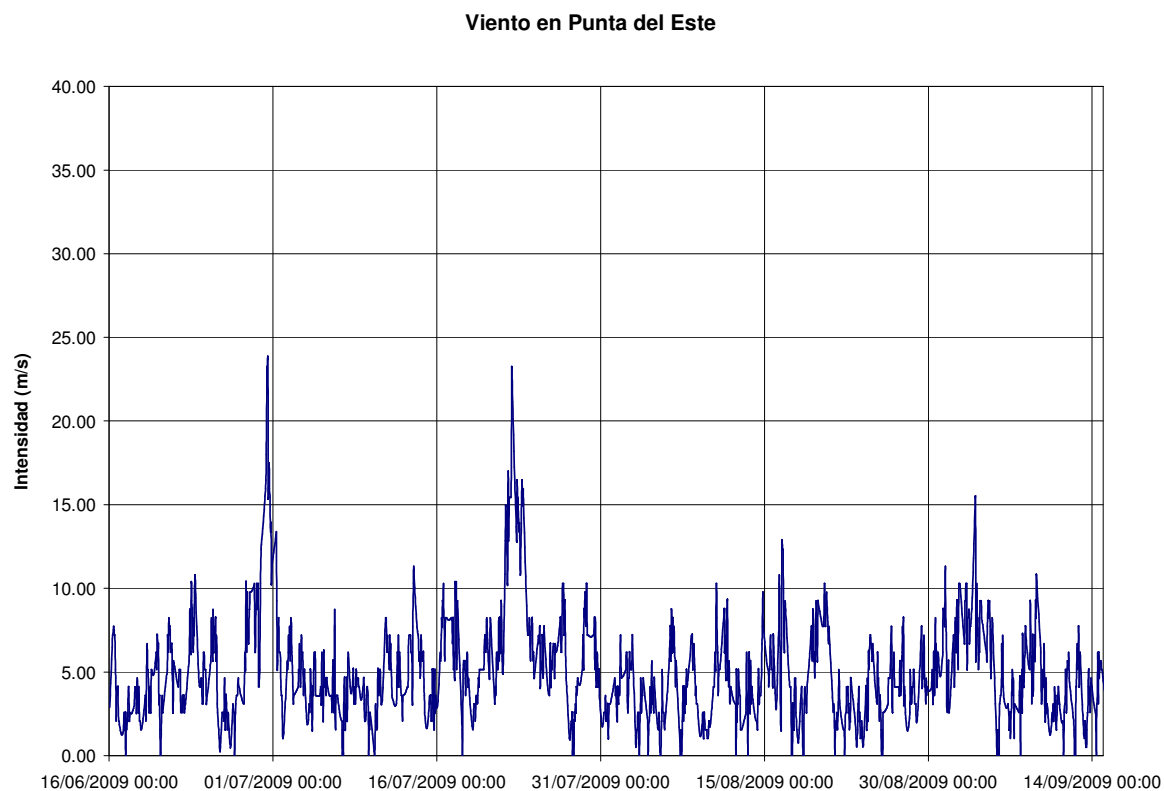


Figura 5.3.10 – Registro de viento en estación Punta del Este. Período 16jun09 a 15sep09.

### Caudales de ríos tributarios

Para los caudales de los tributarios principales, se ha obtenido información de:

- INA, datos diarios de caudales en los ríos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú y Uruguay<sup>2</sup>

y para los datos secundarios, información histórica propia y datos del 2009 aportados por AySA.

Para los ríos no se conocen las alturas de agua en la desembocadura sino los caudales medios. Por lo cual, en estos bordes se imponen los invariantes de Riemann correspondientes.

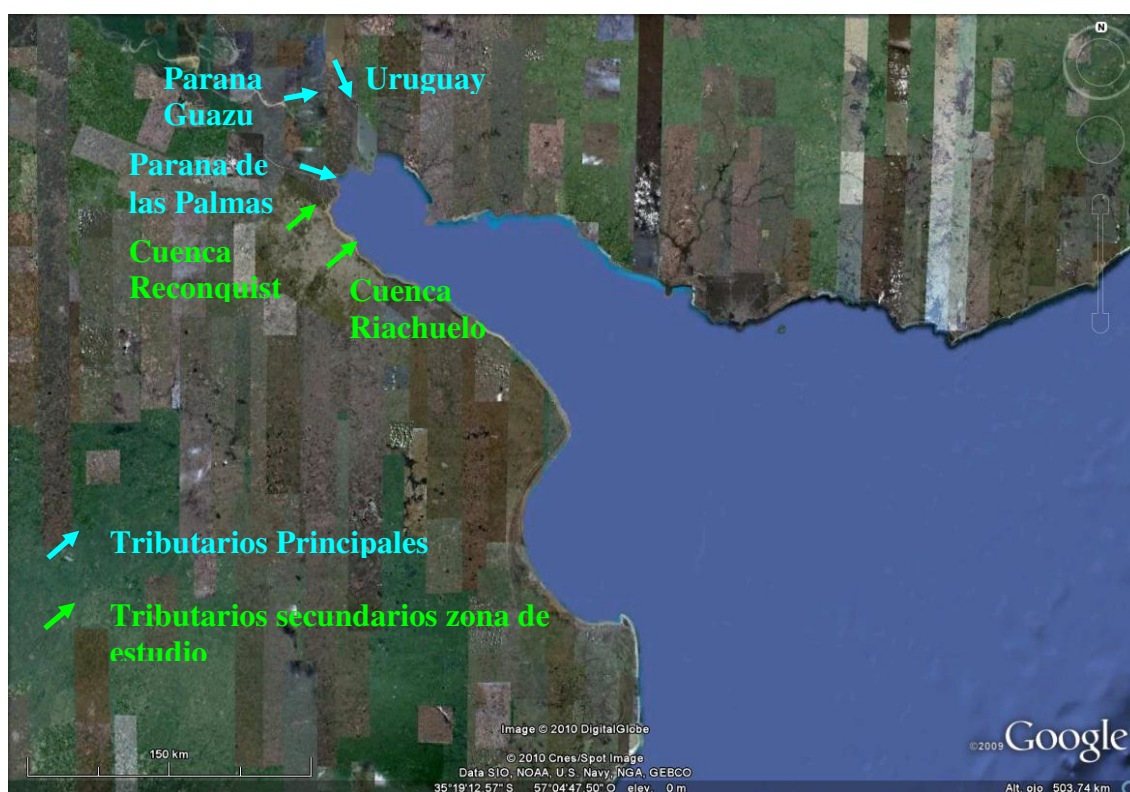


Figura 5.3.11 – Esquema de localización de los tributarios principales y secundarios.

<sup>2</sup> Los datos son obtenidos indirectamente, y no provienen de mediciones de caudal directas.

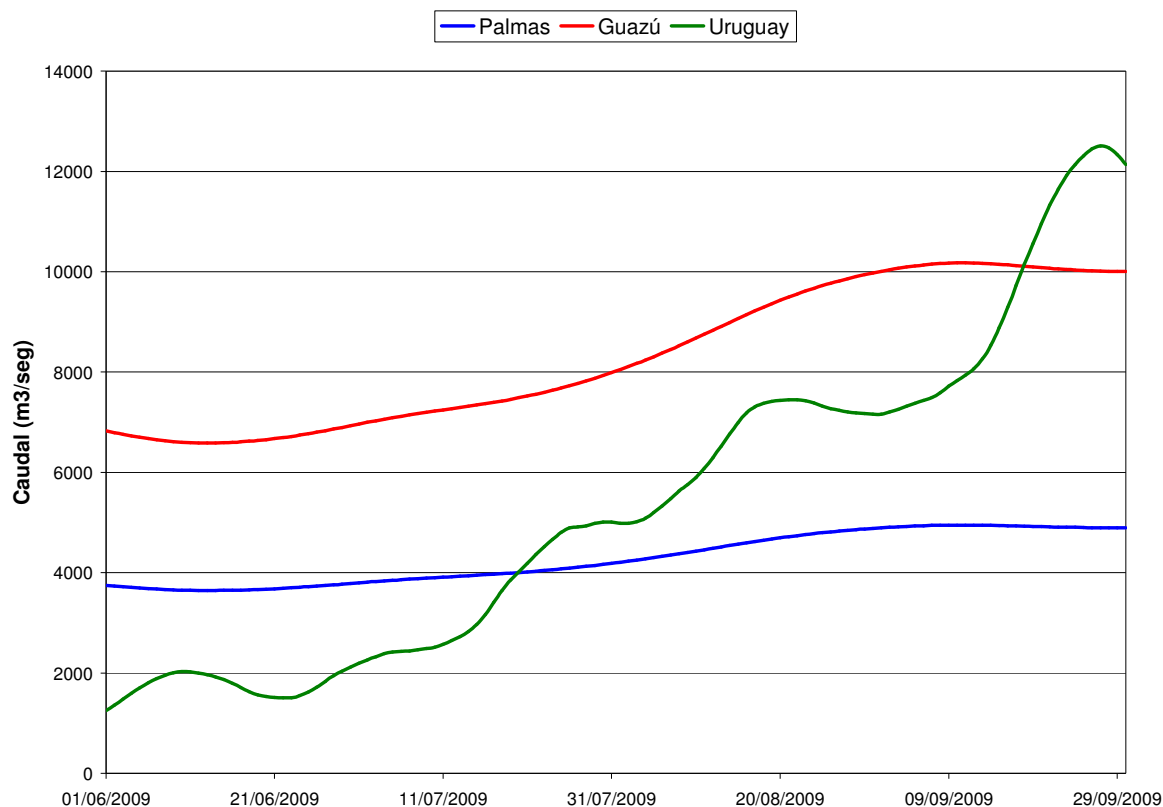


Figura 5.3.12 – Series de caudal de los principales tributarios. Fuente: INA.

#### 5.3.4 Condiciones iniciales

Como condición inicial, las corrientes y la elevación de la superficie se toman nulas en todo el dominio de cálculo.

En las simulaciones existe un período inicial de estabilización del modelo y adaptación de las condiciones iniciales (ficticias) a las reales de flujo, que no se considera a los efectos de las comparaciones de validación, pues se simula a los solos efectos de estabilizar la solución.

#### 5.3.5 Validación del modelo hidrodinámico regional con marea astronómica

El modelo ha sido validado detalladamente en trabajos previos (Destuynder y Tarela, 2002a,b). Se presenta aquí una breve síntesis para el caso de marea astronómica, mostrándose resultados de las amplitudes y fases en el estuario. En las referencias se presentan validaciones para casos con vientos, ondas de tormenta y corrientes de flujo.



Esta parte de la validación se realizó en diversas estaciones puntuales fijas, para las cuales se contó con información a partir de las predicciones de amplitud y fase de la marea publicados por el SHN (Argentina) y el SOHMA (Uruguay). Los resultados obtenidos con el modelo se compararon con las predicciones de dichas tablas durante el período estudiado.

Las predicciones consistieron en series de tiempo de elevaciones en 7 estaciones, ubicadas en todo el estuario según muestra la figura siguiente

- San Fernando
- Torre Oyarbide
- Martín García
- Buenos Aires
- Colonia
- La Plata
- Montevideo



Figura 5.3.13 - Estaciones usadas en la validación con marea astronómica.



Se compararon las amplitudes y las fases aplicando el procedimiento utilizado por otros autores con anterioridad (Jaime, 1999; Destuynder, 2002).

Se presentan, en las figuras siguientes, algunas salidas de la evolución de la elevación de la superficie libre en un par de estaciones. La forma general de las oscilaciones es respetada por el modelo. Existe alguna tendencia a reducir la diferencia entre pleamares (respecto de las bajamares) de mayor y menor amplitud, en algunas estaciones, mientras que en otras prácticamente las conserva.

Con respecto a las fases de los resultados, el modelo Coherens tiende a ser levemente adelantado, aunque estas diferencias de fase no se traducen como una traslación en el tiempo de la señal, sino que se nota una sucesión de retrasos/adelantes de las pleamares o bajamares que hacen que el modelo se encuentre adelantando la onda por momentos y en otros momentos se encuentre en fase.

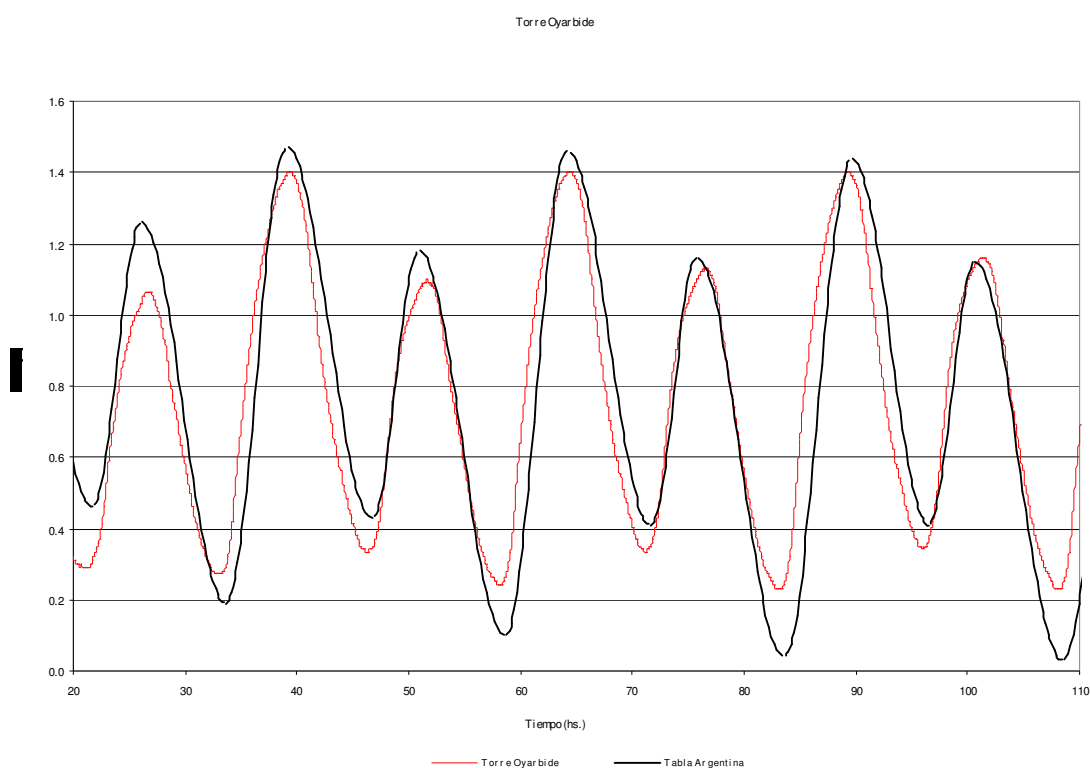


Figura 5.3.14 – Comparación entre modelo y marea astronómica en Torre Oyarbide.

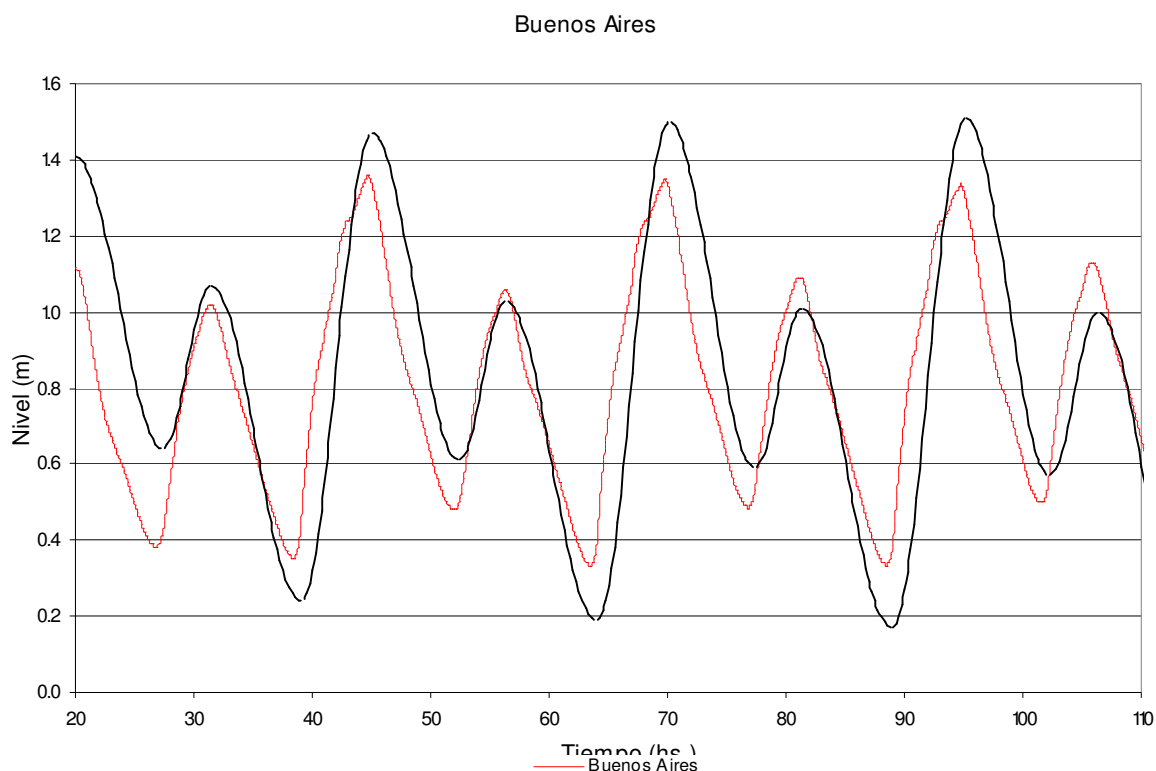


Figura 5.3.15 – Comparación entre modelo y marea astronómica en Buenos Aires.

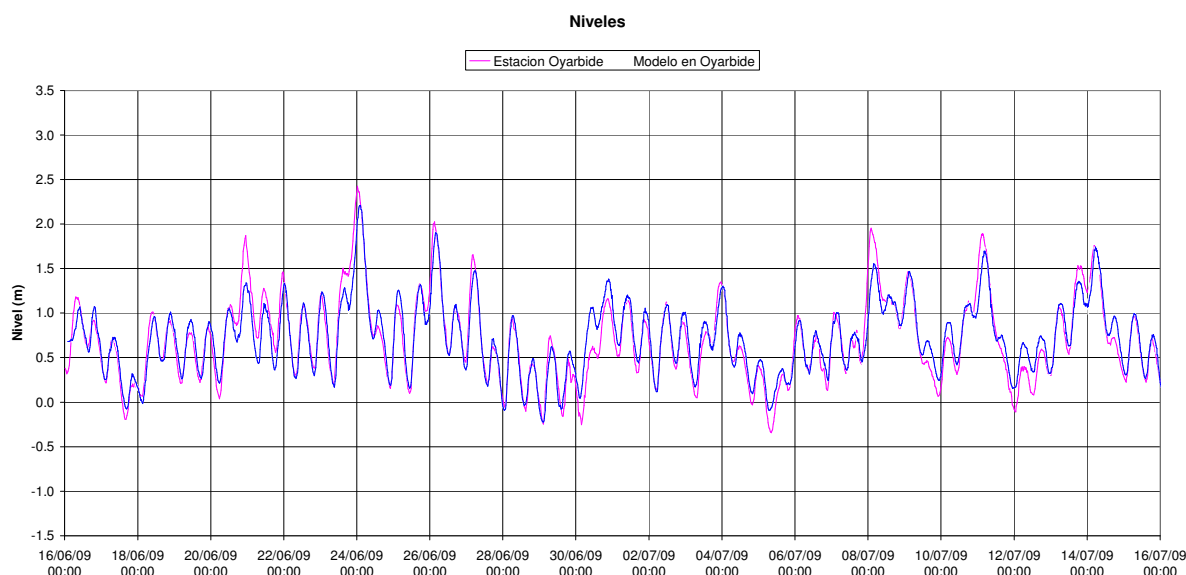
### 5.3.6 Validación completa del modelo hidrodinámico regional

#### Niveles

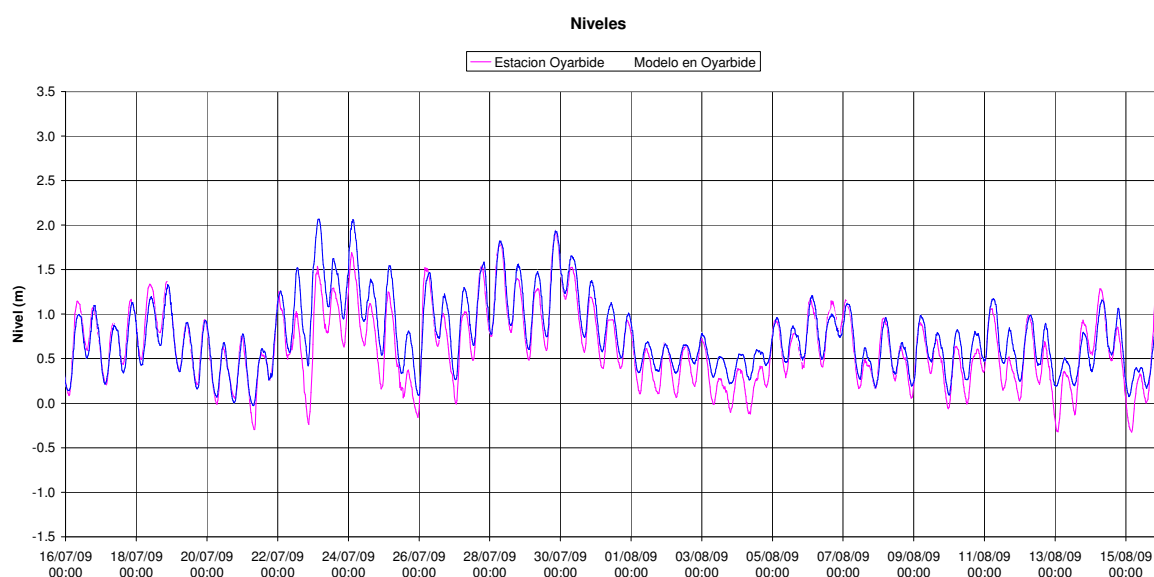
Se realizó un nuevo proceso de validación utilizando las nuevas mediciones hidrodinámicas disponibles por AySA, y la base de datos obtenida para este proyecto: nuevos datos meteorológicos, de mareas y de caudales fluviales, actualización de batimetría, etc. Como se mencionó anteriormente, se trabajó sobre una ventana temporal de 3 meses, desde mediados de junio a mediados de septiembre del 2009.

Se cuenta con datos de altura de marea en el Río de la Plata superior en la estación Torre Oyarbide, con frecuencia de 3 datos a la hora (1 dato cada 20 minutos). A continuación se presentan 3 figuras comparando los resultados del modelo en niveles en la estación Torre Oyarbide, respecto de los valores medidos allí. Las figuras se reproducen en el Anexo 5.3.6.1, a los efectos de una mejor visualización. Se observa que el modelo sigue muy fielmente el patrón medido. El modelo puede representar perfectamente las variaciones de

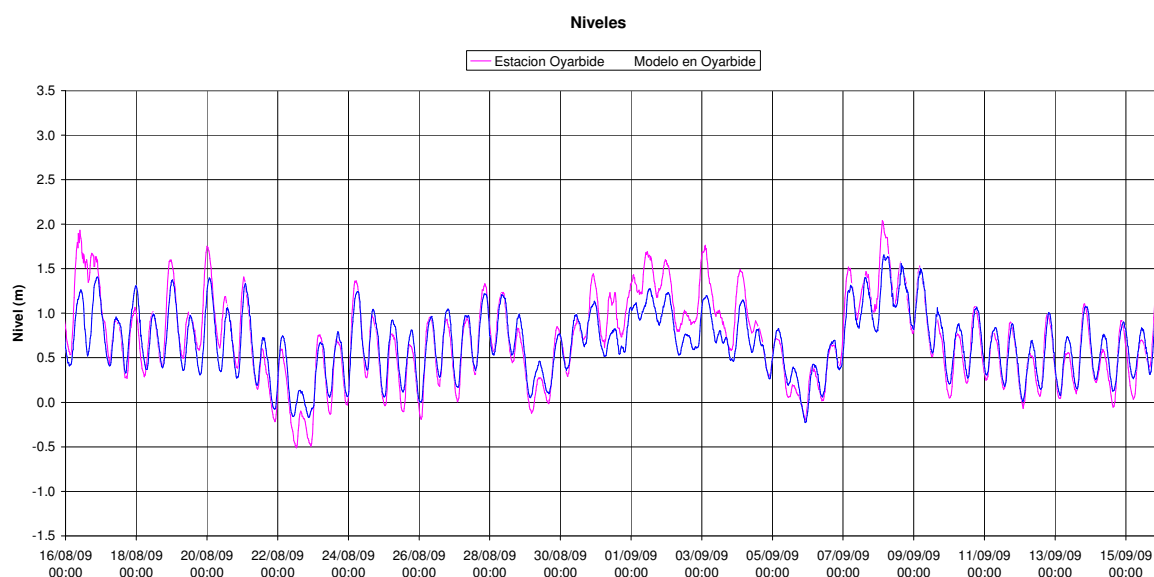
nivel por efecto de marea, tanto en amplitud como en fase: estos resultados muestran un acuerdo superador respecto de lo presentado en la sección anterior, indicando una mejora en el modelo. Los efectos de crecidas y bajantes que se suceden por efectos de marea meteorológica, son también perfectamente seguidos por el modelo. El acuerdo global es sumamente satisfactorio.



*Figura 5.3.16 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en Torre Oyarbide, Mes 1.*



*Figura 5.3.17 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en Torre Oyarbide, Mes 2.*

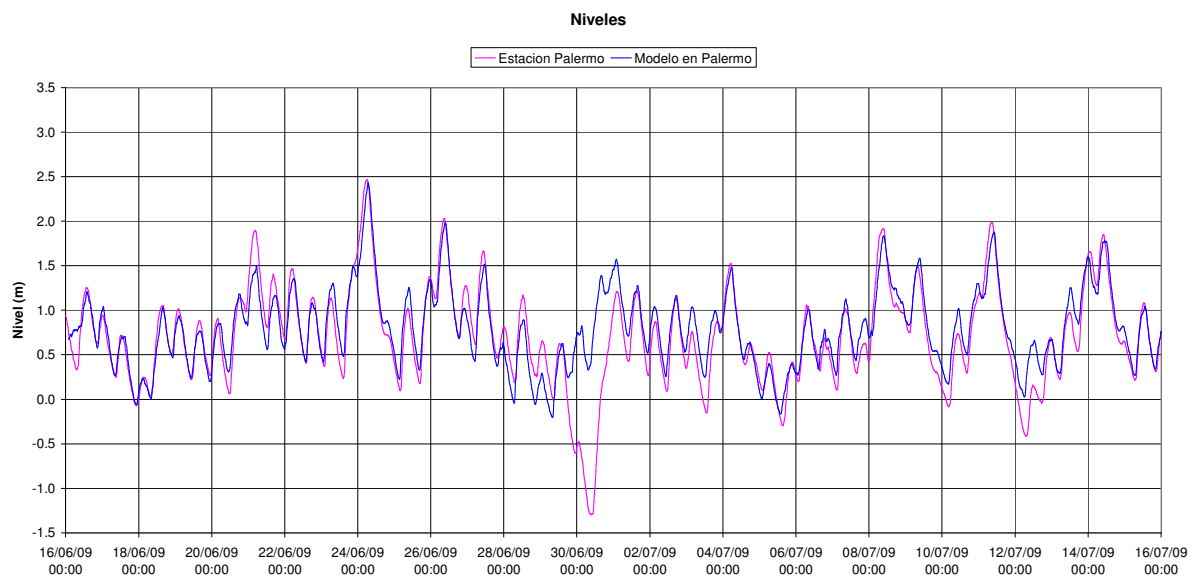


*Figura 5.3.18 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en Torre Oyarbide, Mes 3.*

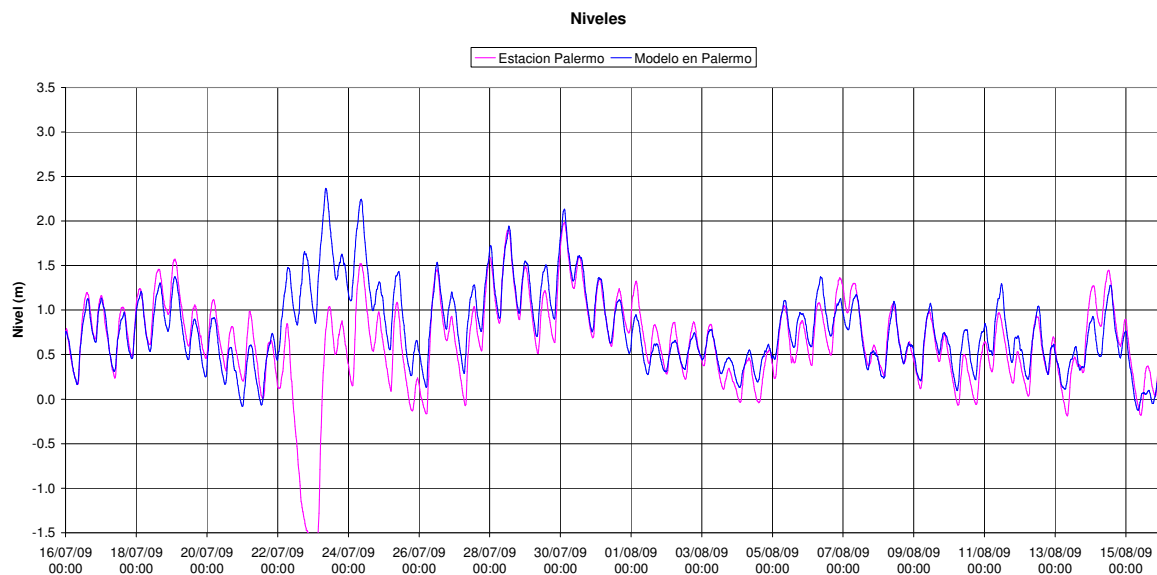
En segundo término, se muestra la comparación entre los resultados del modelo y las mediciones en la estación hidro-meteorológica de AySA en Palermo, siempre para el período de 3 meses.

Los resultados generales son muy satisfactorios. Nuevamente, el modelo sigue las ondas de marea astronómica y meteorológica con gran acuerdo. Se representan perfectamente las fases, con muy buen acuerdo en pleamares y bajamares (ver Anexo 5.3.6.1).

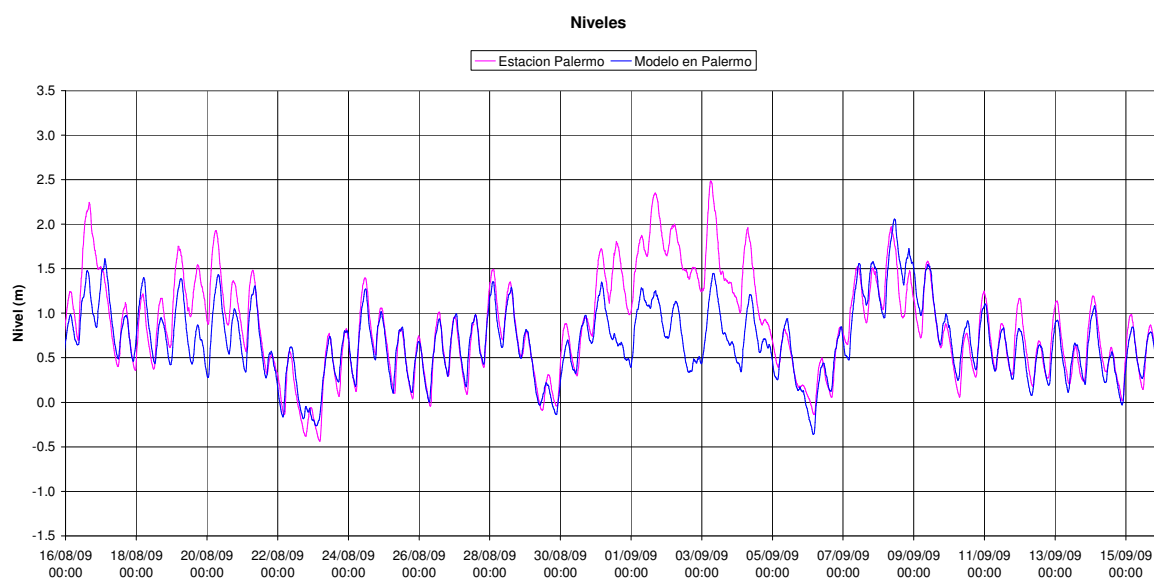
Para un par de eventos de bajantes bruscos del río en esta zona interior (fines de junio y segunda quincena de julio), se observan desvíos entre el modelo y los datos. Estas bajantes no se manifestaron en el río superior (ver Torre Oyarbide), por lo cual podrían haber sido causadas por cambios bruscos en la descarga de los ríos tributarios principales, las cuales no necesariamente están representadas en los datos de caudales utilizados. Como no se han registrado eventos de viento críticos en las estaciones meteorológicas de la zona en esos períodos, se atribuyen estas diferencias a una potencial falta de detalle en los datos de caudales utilizados.



*Figura 5.3.19 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en Palermo, Mes 1.*



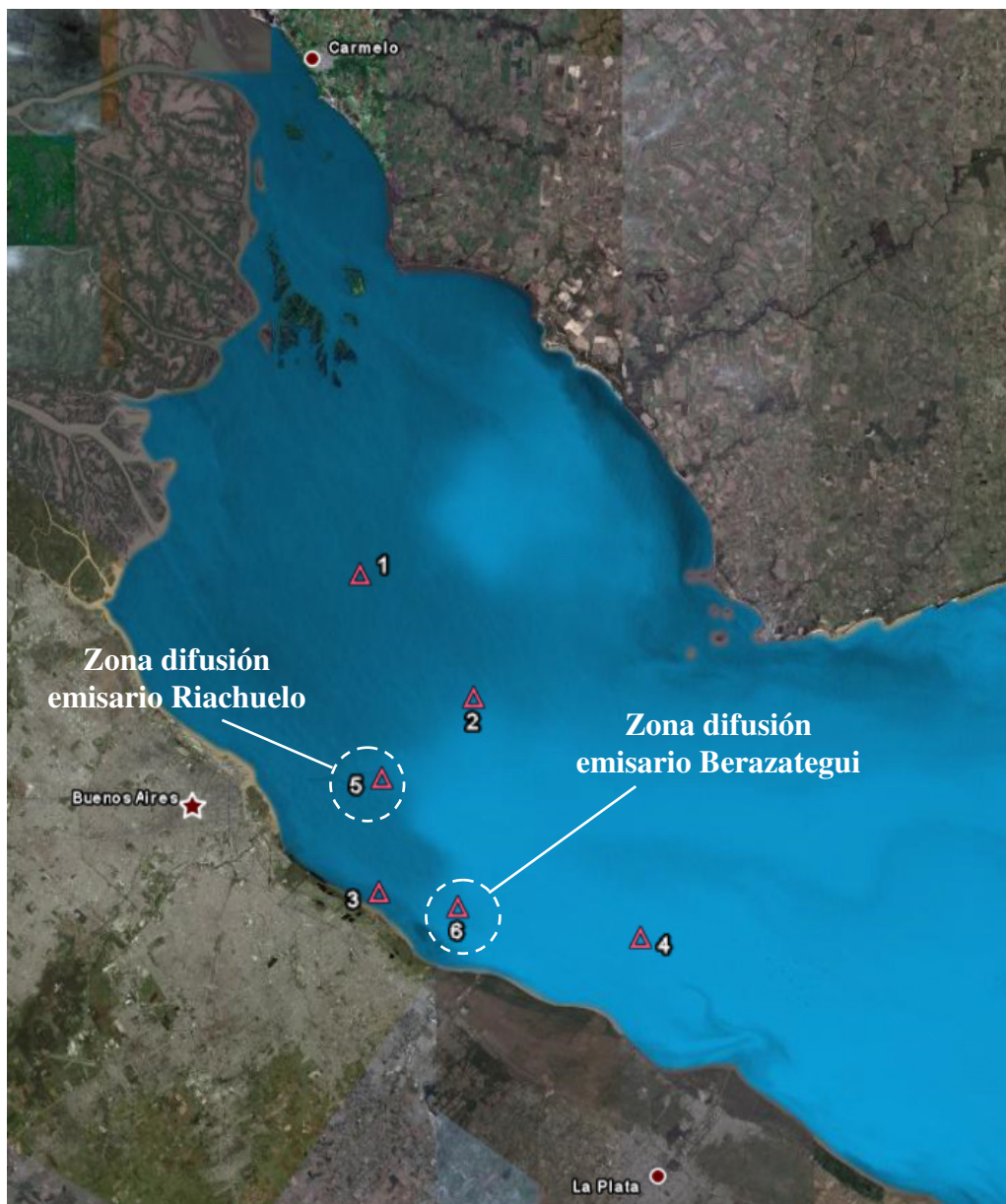
*Figura 5.3.20 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en Palermo, Mes 2.*



*Figura 5.3.21 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en Palermo, Mes 3.*

También se utilizaron los datos de nivel de la superficie libre del río en la red de sensores de AySA para validar el modelo. Se trata de las 6 estaciones localizadas según muestra la figura siguiente:



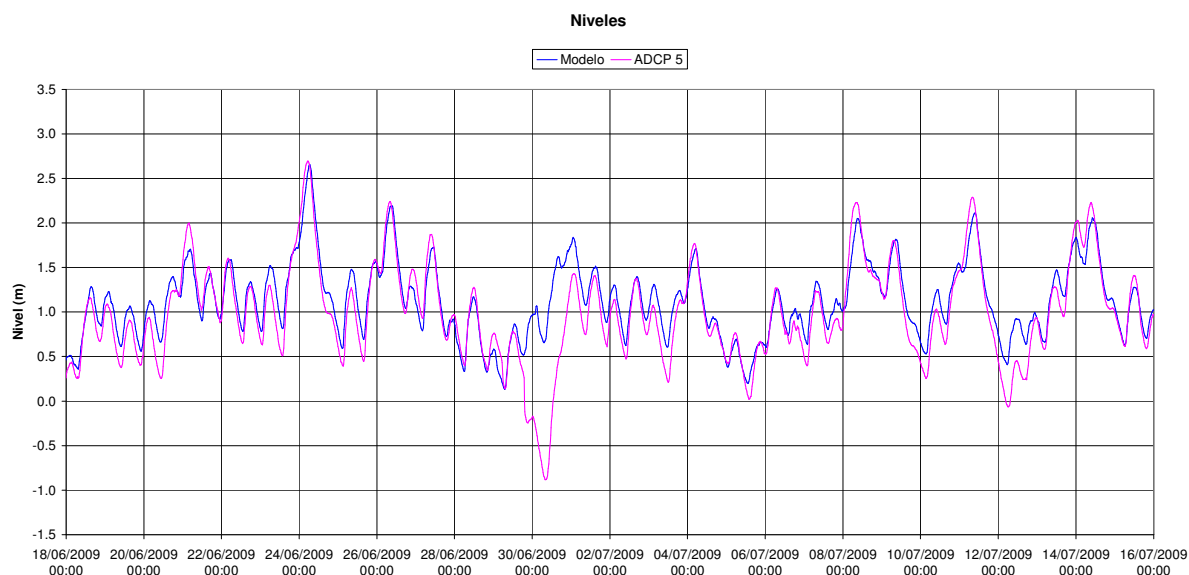


*Figura 5.3.22 – Localización de las 6 estaciones ADCP de la red de monitoreo de AySA.  
Se destacan los correspondientes a las zonas de dragado.*

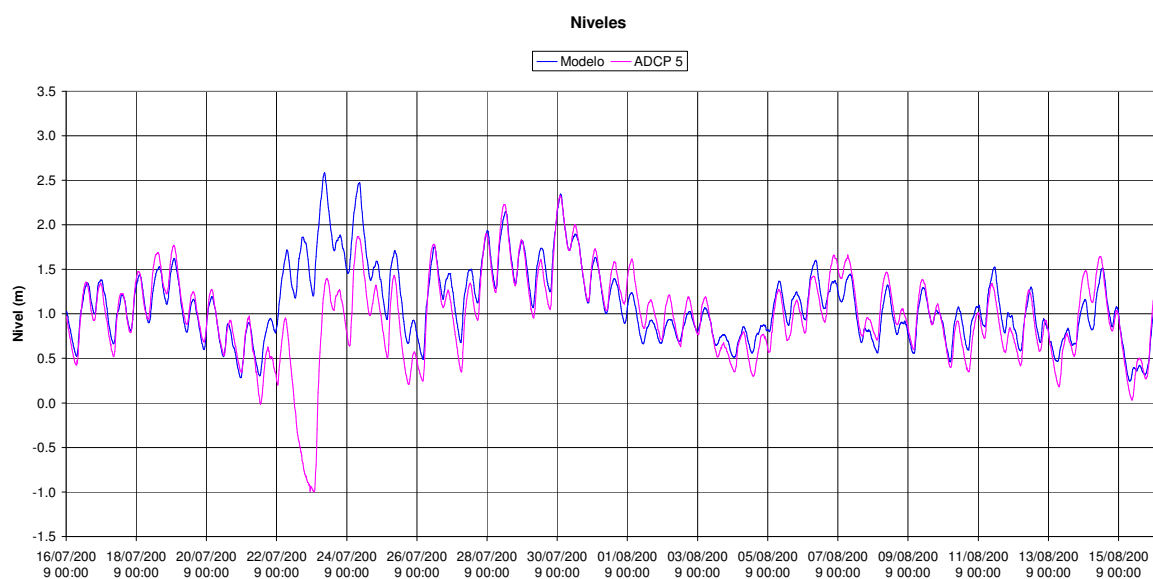
A modo de ejemplo, se reproducen aquí las comparaciones entre valores medidos y simulados, para los 2 ADCP localizados en las zonas de mayor interés del este estudio, esto es, las áreas de difusión de ambos emisarios, correspondientes a los sensores # 5 y 6 (ver figura anterior).

Se obtienen las mismas conclusiones que aquellas expresadas previamente, en cuanto a que el modelo sigue, en términos generales, muy fielmente a los registros medidos, mostrando un muy buen poder de representación en esta variable.

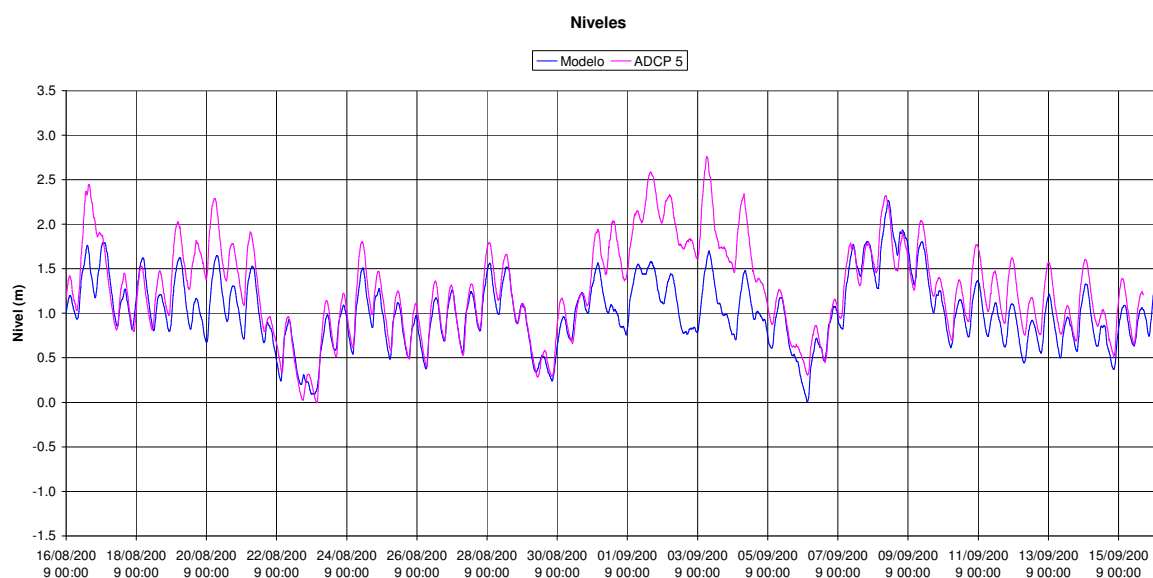
En el Anexo 5.3.6.1 se reproducen estas figuras en mayor escala, y se completa el análisis con las comparaciones en el resto de los ADCP.



*Figura 5.3.23 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 5 (zona difusión emisario Riachuelo), Mes 1.*



*Figura 5.3.24 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 5 (zona difusión emisario Riachuelo), Mes 2.*



*Figura 5.3.25 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 5 (zona difusión emisario Riachuelo), Mes 3.*

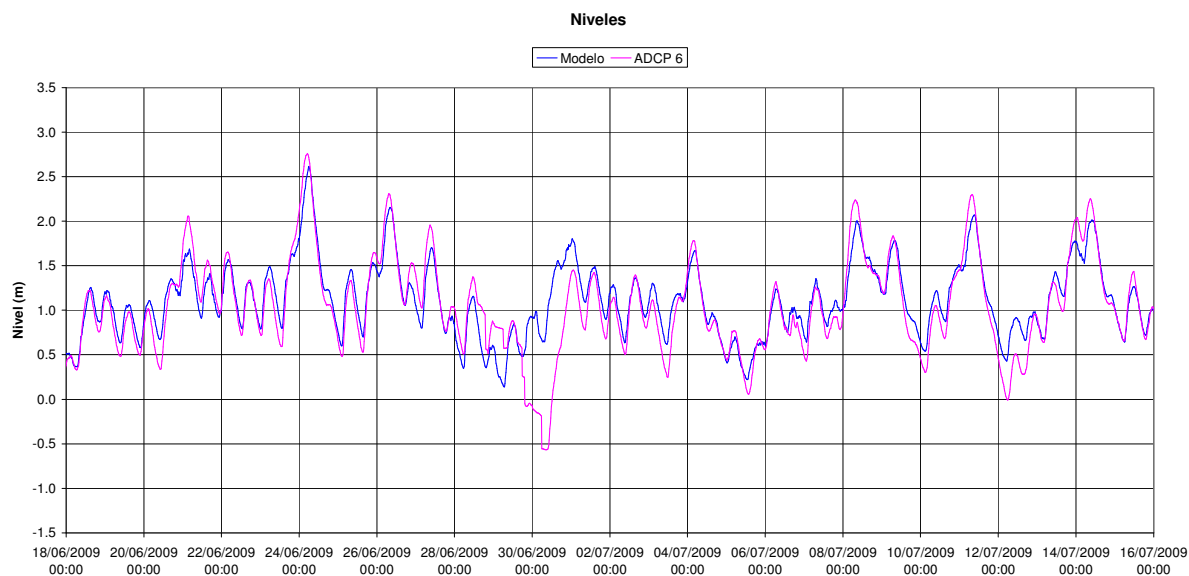


Figura 5.3.26 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 6 (zona difusión emisario Berazategui), Mes 1.

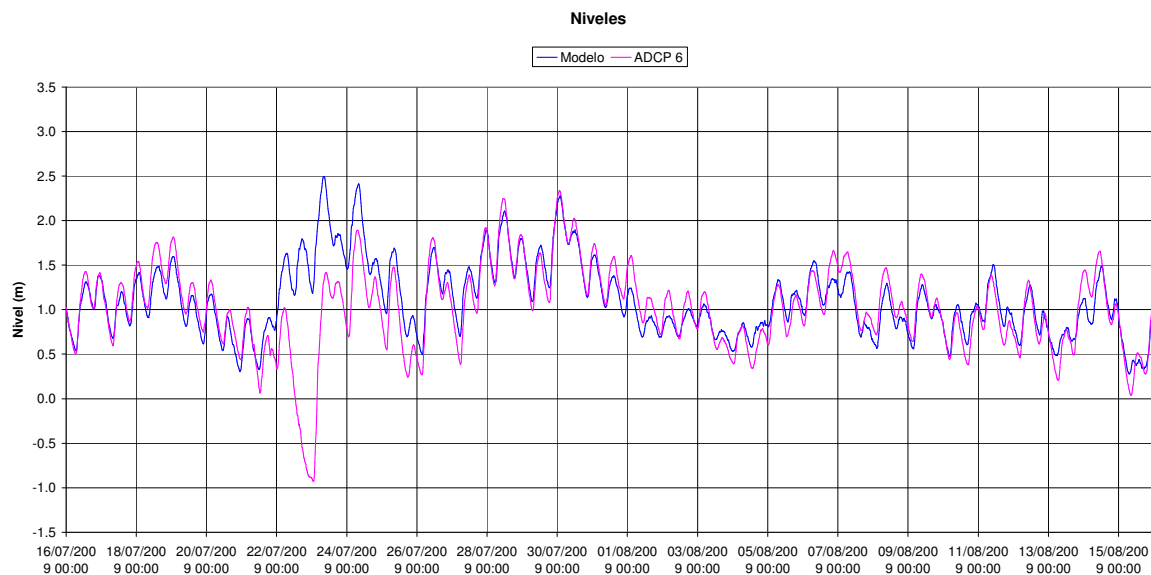
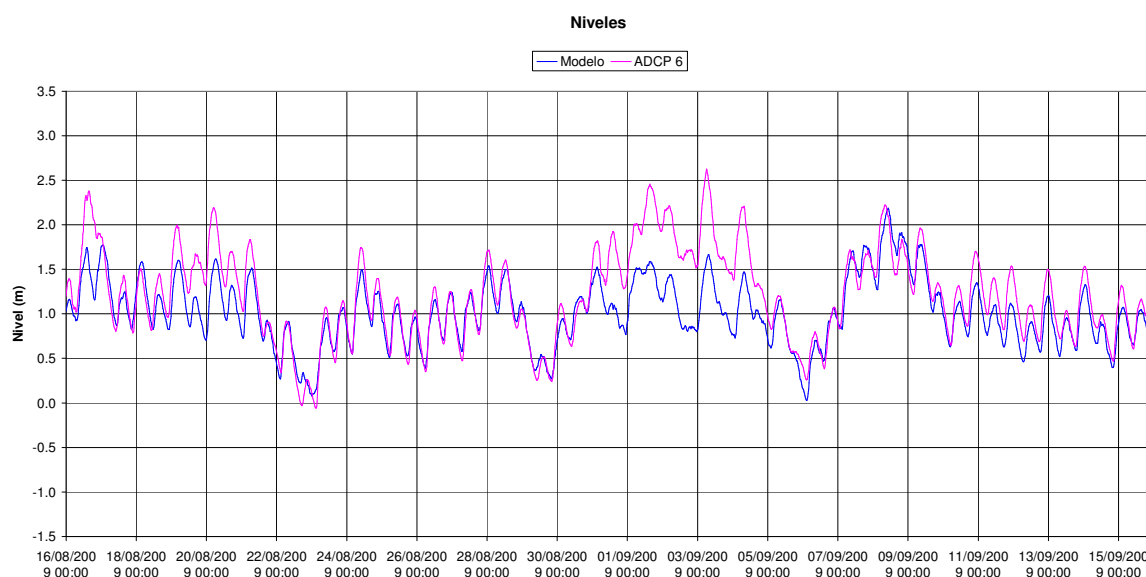


Figura 5.3.27 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 6 (zona difusión emisario Berazategui), Mes 2.



*Figura 5.3.28 – Comparación entre modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 6 (zona difusión emisario Berazategui), Mes 3.*

### Velocidades

En cuanto a las velocidades, se compararon los resultados del modelo hidrodinámico con las mediciones de la red de correntómetros ADCP de AySA (ver figura 5.3.22), para el período de 3 meses simulado.

Aprovechando las posibilidades del modelo Coherens 3D, se realizaron comparaciones para las mediciones a distintas profundidades, en particular en la capa superficial de flujo, y en la capa intermedia.

Nótese que los sensores ADCP fueron montados a cierta altura sobre el nivel del lecho del río (típicamente 40 cm), por lo cual los datos de fondo de estos sensores no representan la capa límite turbulenta. Consecuentemente, no son directamente comparables con los datos del modelo en su capa de fondo, de allí que no se presenta la comparación en esta zona de flujo (donde los datos sobreestiman las velocidades, cosa que queda de manifiesto si se pretende realizar tal comparación con los datos del modelo).

En el Anexo 5.3.6.2 se presentan las siguientes comparaciones para el período de simulación de 3 meses (más de 2.200 horas), a partir de las componentes vectoriales de la velocidad medida y simulada con el modelo:

- Módulo de la velocidad vs. tiempo, para cada ADCP y en la capa superficial de flujo,
- Dirección de la velocidad vs. tiempo, para cada ADCP y en la capa superficial de flujo,
- Módulo de la velocidad vs. tiempo, para cada ADCP y en la capa media de flujo,
- Dirección de la velocidad vs. tiempo, para cada ADCP y en la capa media de flujo,

Para una mejor visualización, se preparó una figura por cada mes de simulación, esto es, 72 figuras en total considerando que se trata de 6 correntómetros ADCP.

El análisis de este importante volumen de información concluye una muy satisfactoria correlación entre registros de campo y predicciones del modelo matemático hidrodinámico.

Es importante destacar que las correlaciones son consistentes para el conjunto completo de estaciones de registro, las cuales se distribuyeron en zonas con distintas propiedades hidrodinámicas, a saber:

- Zona media del Río de la Plata interior, equidistante aproximadamente de las costas Argentina y Uruguay (ADCP 1 y 2),
- Zona costera de Buenos Aires (ADCP 3)
- Zona alejada de la costa en el área de La Plata (ADCP 4)
- Zona de difusión del emisario Riachuelo (ADCP 5)
- Zona de difusión del emisario Berazategui (ADCP 6)

En honor a la brevedad, y a los efectos de condensar las conclusiones que se obtienen en el proceso de validación del modelo regional, se consideran los resultados en los sitios de los ADCP 5 y 6, ubicados sobre las zonas de tareas de dragado, entonces los más representativos para el presente estudio. Se observa que:

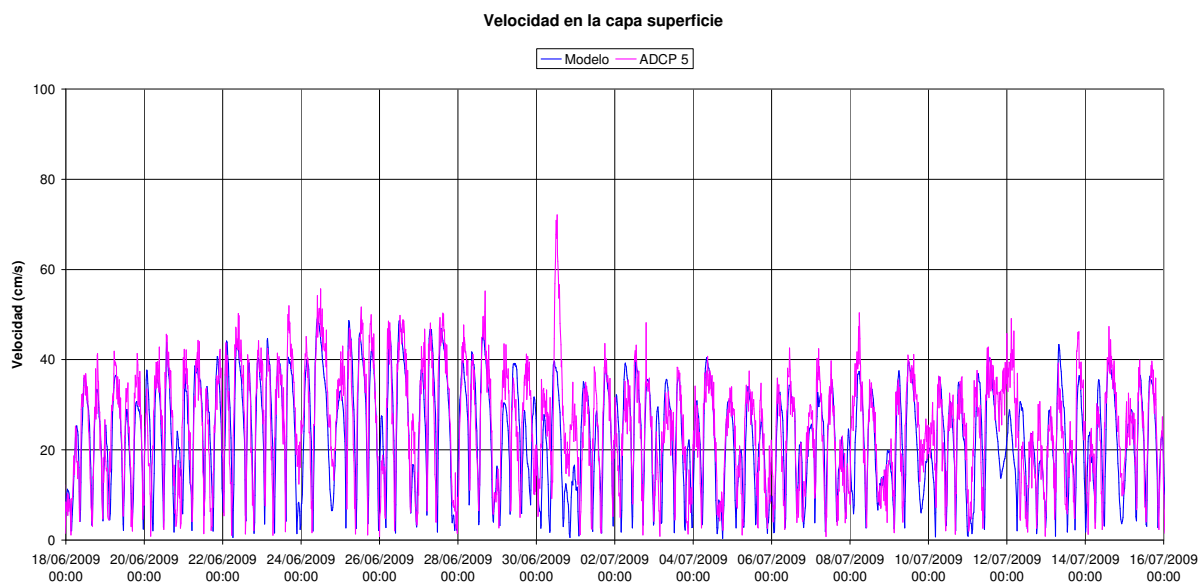


- La forma ondulatoria de la intensidad de la velocidad, sigue en el modelo perfectamente a los registros medidos, coincidiendo en los momentos de máximos (bajamar y pleamar) y en los mínimos (estoa). Ver figuras A.5.3.6.2.49 a 51, 55 a 57, 61 a 63 y 67 a 69.
- En las mismas figuras se aprecia que el modelo representa con muy razonable precisión el valor de intensidad de la corriente, coincidiendo en picos máximos y variaciones a lo largo de los meses simulados. Excepcionalmente, las mediciones presentan algunos picos de corta duración que no son capturados por el modelo, posiblemente por acciones de descarga de los tributarios que no son contempladas en los datos de entrada disponibles.
- Existe una pequeña pero visible diferencia entre las intensidades medidas por los correntómetros en superficie y en la capa intermedia de flujo. La misma es capturada por el modelo, que presenta valores de velocidad inferiores en la capa intermedia respecto de la superficie, cuyo orden de magnitud coincide con las mediciones.
- La forma típicamente cíclica de la dirección de la corriente en el tiempo, registrada en los ADCP, es seguida con singular precisión por el modelo. Se observa que el modelo representa perfectamente las direcciones de flujo neto en ambos ADCP, la cual se mantiene por varias horas en cada ciclo.
- Del mismo modo, el modelo sigue los cambios de dirección con exactitud, lo cual queda de manifiesto al ver que los cambios de dirección, de corta duración, ocurren típicamente en el mismo momento en que se han registrado en campo. Ver figuras A.5.3.6.2.52 a 54, 58 a 60, 64 a 66 y 70 a 72.
- También se remarca que los registros presentan algunas situaciones en las cuales no hay inversión del sentido de flujo: los mismos son capturados por el modelo, que muestra el mismo comportamiento.

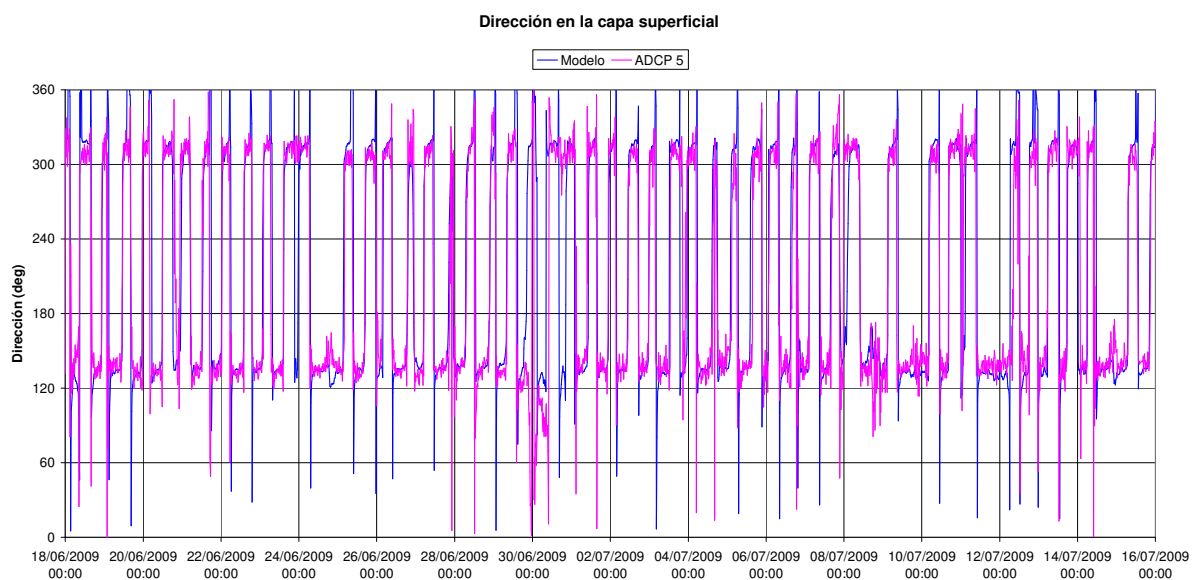
En síntesis, el nivel de correlación entre los registros medidos, provenientes de distintos instrumentos ubicados en diversos sitios, y las predicciones del modelo, es altamente satisfactoria.

No debe dejar de destacarse la importancia crucial de los datos obtenidos en la red de monitoreo de AySA, que han permitido un nivel de análisis con una profundidad pocas veces lograda para la simulación de problemas ambientales en el Río de la Plata.

A continuación se presentan algunas figuras seleccionadas del Anexo 5.3.6.2.



*Figura 5.3.29 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 5, Mes 1. Capa superficial.*



*Figura 5.3.30 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 5, Mes 1. Capa superficial.*

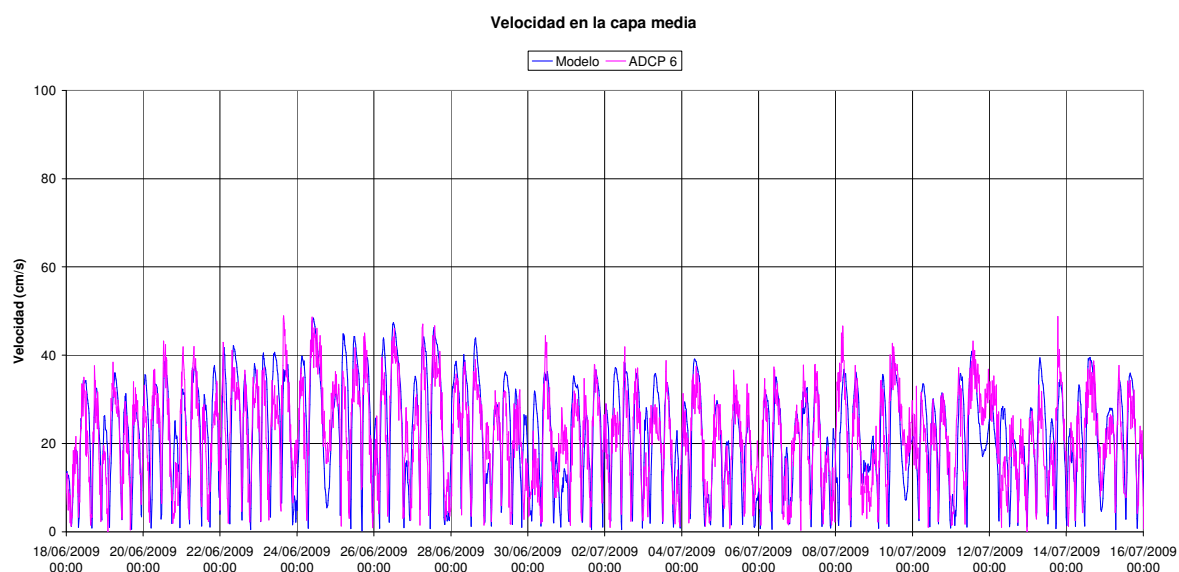


Figura 5.3.31 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 6, Mes 1. Capa intermedia.

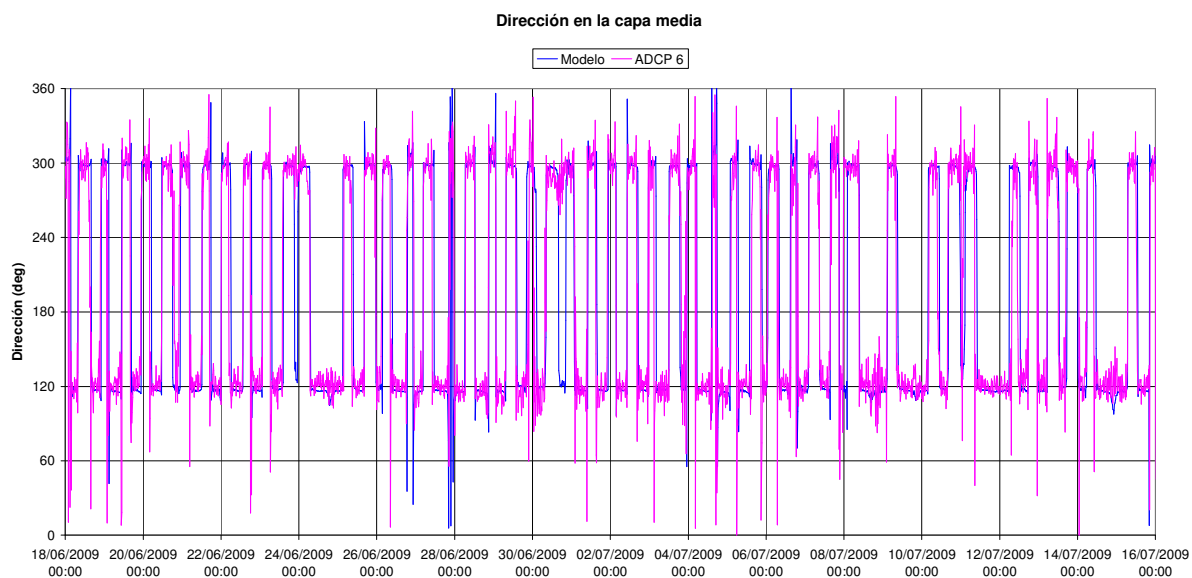


Figura 5.3.32 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 6, Mes 1. Capa intermedia.

### 5.3.7 Descripción del modelo sedimentológico regional

El modelo de transporte de sedimentos se implementó sobre el modelo hidrodinámico, aprovechando la capacidad modular del software **Coherens**. La salida hidrodinámica es completamente compatible y asimilable por el módulo de transporte de sedimentos, cuya descripción completa luce en la referencia citada (MUMM; 1999).

El proceso de sedimentación se contempla mediante la velocidad promedio de caída de las partículas. Considerando partículas individuales cayendo en agua limpia, se utiliza la relación de Stokes, en función del diámetro  $D_s$ , para determinar la velocidad de caída:

$$W = \frac{(\rho_s - \rho) g D_s^2}{18\mu}$$

donde  $\rho_s$  es la densidad del sedimento ( $\text{kg/m}^3$ ),  $D_s$  el diámetro medio del sedimento (m) y  $\mu$  es la viscosidad dinámica del agua ( $\text{kg/m s}$ ).

Se puede complementar esta fórmula con los datos de referencia para sedimentos de la tabla 4.5.4.

Las partículas cohesivas están sujetas a la acción de fuerzas electroquímicas superficiales debido a su pequeño tamaño, de modo que bajo ciertas condiciones pueden flocular. En esos casos, los agregados de partículas pueden tener velocidades de caída varias veces superior a la de una partícula aislada. Existen diversas teorías para estimar estas velocidades diferenciales. Tales teorías dependen de parámetros complejos (Tarela, 2000). Por ello, y dado que la zona de interés está alejada del frente oceánico donde se produce la floculación, para este trabajo se utilizará la relación de Stokes para partículas aisladas.

Ahora bien, el modelo puede transferir parte o todo el material de arrastre de fondo a la capa inferior de la columna de agua de cada punto de la grilla. Estas partículas quedarán sujetas de esta forma a los fenómenos de advección, difusión y sedimentación, re-integrándose con la población de sedimentos inorgánicos existente.

El flujo de partículas erogado o ingresado del material de arrastre de fondo y de la columna de agua viene dado por la siguiente expresión (Jones, 1995):

$$E(\psi) = F(\psi) \alpha_s \left| \frac{\tau_{100}}{\tau_{b,ref}} \right|^{n_s}$$

donde  $\tau_{100}$  es la tensión de corte a una altura de referencia de 1m,  $\alpha_s$  y  $n_s$  son parámetros de ajuste y  $\tau_{b,ref}$  es una tensión nominal de referencia de 0.1 N/m<sup>2</sup>.  $F(\psi)$  es una función que depende del tipo de sedimento, para el caso de sedimentos inorgánicos toma un valor unitario. Adoptando una ley cuadrática para la fricción de fondo,  $\tau_{100}$  se calcula según:

$$\tau_{100} = \rho_0 C_{100} (u_{100}^2 + v_{100}^2)$$

donde  $(u_{100}, v_{100})$  son los valores de la corriente horizontal (m/s) interpolados a una altura de 1 metro por sobre el fondo, y  $C_{100}$  es el coeficiente de fricción de fondo a la altura de referencia, que se calcula, si no se considera la interacción con las olas, según:

$$C_{100} = \frac{k_z^2}{\ln^2 \left( \frac{z_r}{K_s} \right)}$$

donde  $k_z$  es el paso vertical adoptado,  $z_r$  es la longitud de referencia y  $K_s$  es la altura de rugosidad de fondo efectiva (m).

### 5.3.8 Validación del modelo sedimentológico regional

Para la validación del modelo se trabajó en el período febrero-marzo del año 1992 debido a que se disponía de información de campo tomada durante el mes de marzo de dicho año.

La información consiste en una serie de muestreos tomados en distintos puntos correspondientes al canal Mitre, canal de Acceso y canal Intermedio, a partir de los cuales se

obtuvieron los valores de concentración de sedimentos en suspensión que se presentan en la Figura 5.3.33 y algunos valores de los diámetros medios ( $d_{50}$ ) asociados.

Se puede observar cómo la concentración parte de un valor medio de  $400 \text{ g/m}^3$ , comienza a disminuir hasta alcanzar un valor de  $100 \text{ g/m}^3$  para la progresiva 92, a partir de la cual comienza a aumentar nuevamente, posiblemente debido a una fuerte resuspensión de las partículas en la zona de progresivas 100 a 150 aproximadamente.

Como aporte de los ríos tributarios se consideraron los caudales medios mensuales del período de análisis. Según mediciones tomadas sobre Paso Alvear, Rosario, la carga de sedimentos sobre el Río Paraná se compone de  $100 \text{ g/m}^3$  de arcilla,  $300 \text{ g/m}^3$  de limo y  $50 \text{ g/m}^3$  de arena. No se dispone de información de los  $d_{50}$  asociados.

Se obtuvo el acuerdo presentado en la figura 5.3.33, que muestra la gran capacidad del modelo para representar la distribución de sedimentos en la zona interior, y la tendencia a la resuspensión en la zona exterior.

Se puede observar como el comportamiento representado por el modelo es equivalente al medido. Primero una disminución fuerte en la concentración, luego un tramo casi constante y finalmente un aumento hasta alcanzar un máximo relativo en la progresiva 147, a partir del cual se observa otra disminución muy fuerte. Dicha zona se encuentra muy cercana al límite del Río superior, donde cambian en forma notable las características hidrodinámicas del río.

Adicionalmente, en el desarrollo original del modelo regional se realizó una validación entre datos de campo, modelo e imágenes sensoriales de satélite (van Avermaete y Tarela, 2005). A modo de resumen se presenta aquí la figura 5.3.34, que muestra como el modelo es capaz de reproducir el campo regional completo de distribución de sedimentos, incluso con notable detalle en algunas zonas.



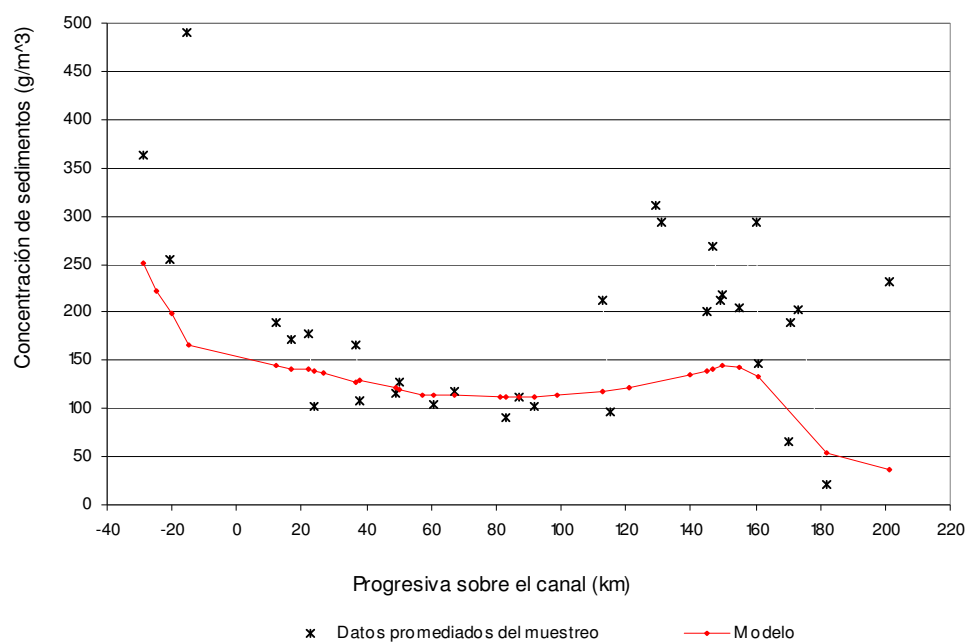


Figura 5.3.33 - Concentraciones a lo largo de la progresiva del canal

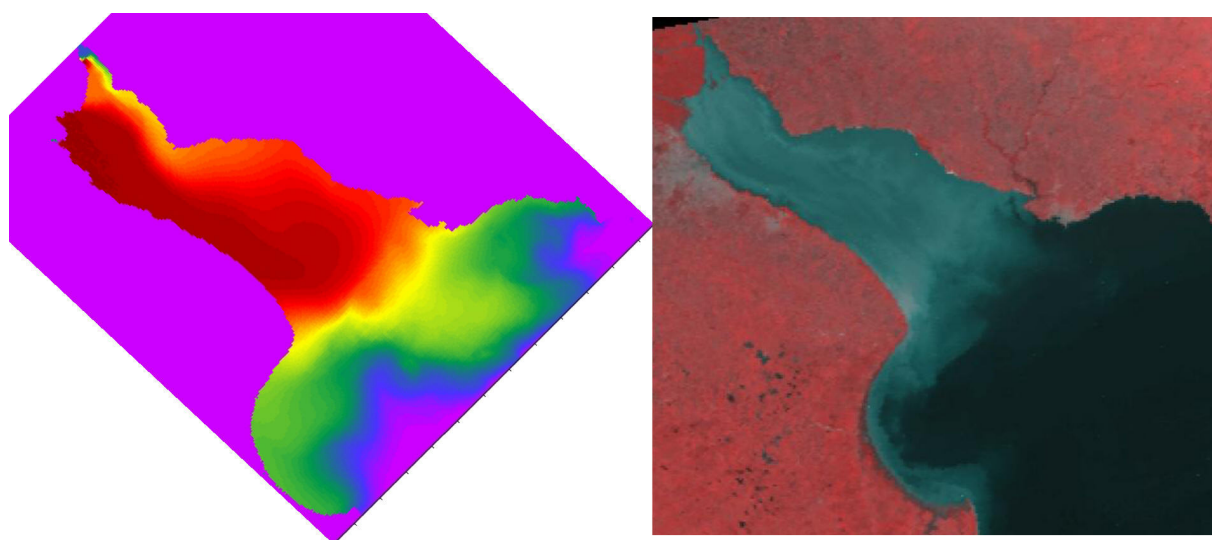


Figura 5.3.34 - Comparación entre la distribución de sedimentos obtenida por el modelo y la imagen satelital correspondiente a la misma fecha

## **5.4 ETAPA II**

### **5.4.1 Implementación del modelo anidado**

El modelo anidado se construyó sobre la zona de potencial impacto local del trabajo de dragado. A partir de la experiencia previa en la zona y el conocimiento del alcance de las plumas generadas en el entorno del futuro emisario, se estableció como recinto de cálculo el presentado en la figura 5.4.1.

En los tramos de bordes del nuevo recinto que aparecen sobre el Río de la Plata, se aplican como condiciones de contorno las soluciones de niveles y velocidades obtenidas con el modelo regional. En el resto de los bordes (tributarios o costas) se mantienen las condiciones anteriores.

El nuevo recinto tiene dimensiones de 31 km x 88 km.

Los pasos de tiempo barotrópico y baroclínico son de 4 y 40 segundos, respectivamente.

La batimetría en la zona fue actualizada a partir de datos aportados por antecedentes propios y mediciones de AySA, resultando el cuenco hidráulico en la zona de estudio que presenta la figura 5.4.2.

Las simulaciones finales, realizadas en base al modelo anidado, tienen un lapso de representación de 15 días reales, en virtud de que:

- El tiempo de operación continua de una acción de dragado difícilmente supere las 2 semanas, en virtud de tiempos de parada para mantenimiento operativo y/o la aparición de vientos y oleaje que requieran detener el trabajo,
- Se encontró un período que contiene etapas de marea regular (astronómica) y meteorológica, con crecidas y bajantes, y existencia de vientos de distinta magnitud, incluso con persistencias,

- El modelo anidado presenta un detalle de resolución del orden de 100 veces superior al del modelo regional. Debido a ello, el costo computacional crece significativamente.

Por las características buscadas, se eligió el período que va desde las 0 horas del 01jul09 a las 24 hs del 15jul09 (360 horas) debido a la completitud de la base de datos, y a que presenta una dinámica del río suficientemente rica en eventos como para ser representativa de un período de dragado típico.

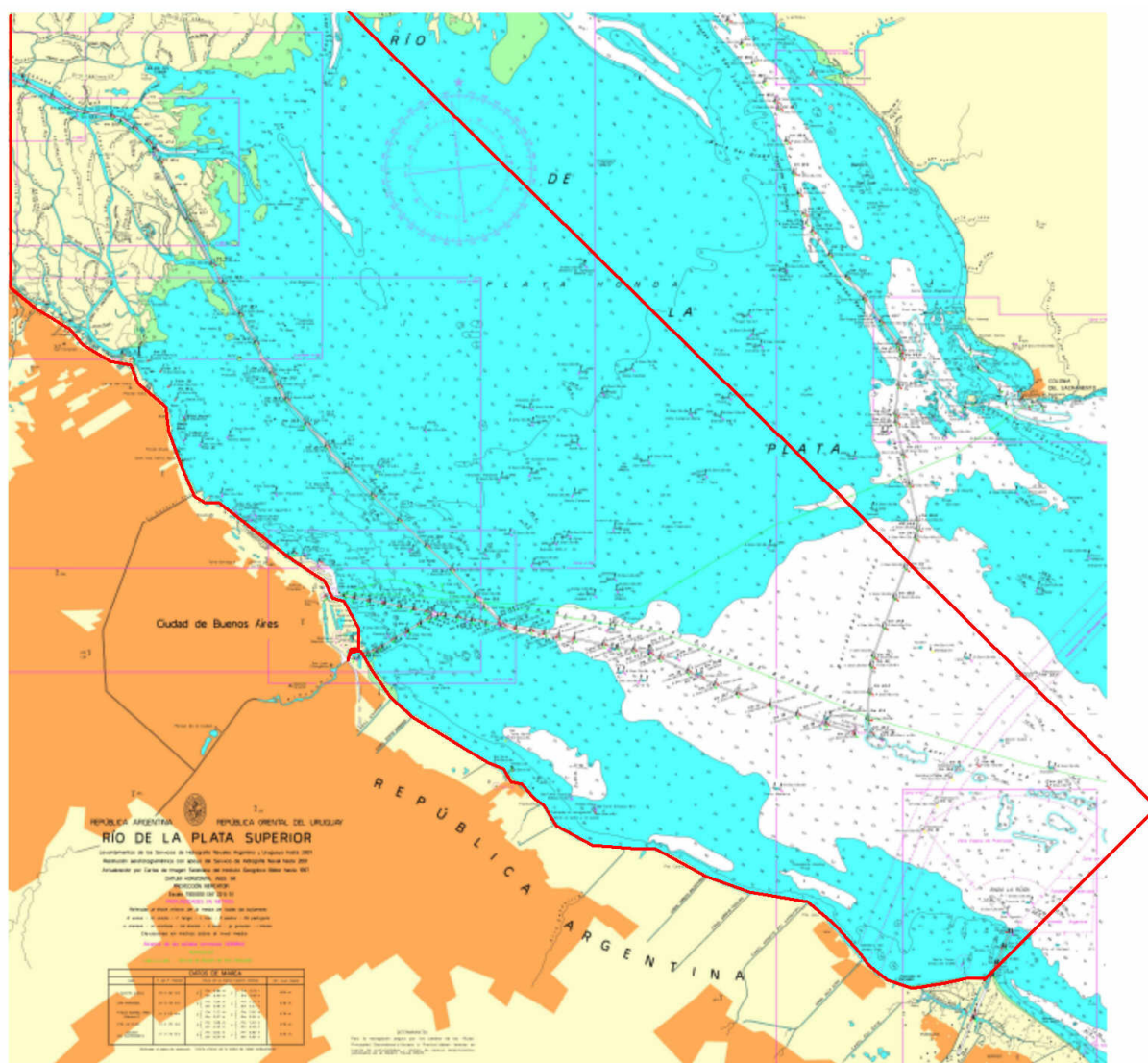


Figura 5.4.1 – Esquema del recinto computacional del modelo anidado (en línea roja).

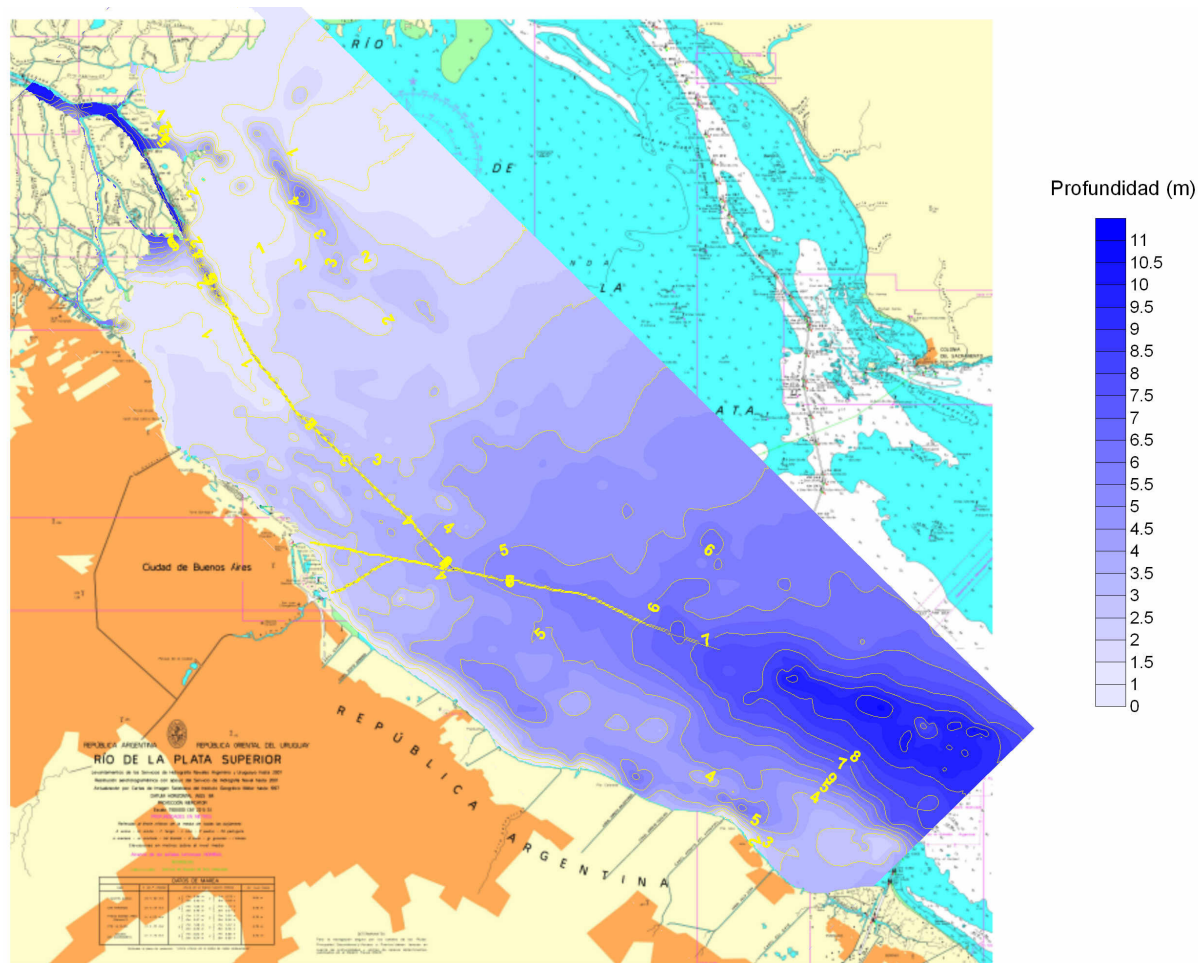


Figura 5.4.2 – Batimetría del modelo anidado.  
Curvas de nivel en metros.

### 5.4.2 Validación del modelo anidado

Se realizaron comparaciones del mismo tipo que las presentadas en la validación del modelo regional, siendo en este caso de 15 días de duración, de acuerdo al período de simulación elegido.

En honor a la brevedad, y habiéndose mostrado la validación del modelo regional en las 2 estaciones hidro-meteorológicas, en las 6 estaciones ADCP y para 3 meses, se presentan en este parte del informe las comparaciones en las estaciones más significativas para el estudio en su zona de modelo anidado, a saber:

- Hidro-meteorológica de Palermo,
- ADCP 5: zona de difusión del emisario Riachuelo,
- ADCP 6: zona de difusión del emisario Berazategui,
- ADCP 4: zona de influencia sobre toma de agua de La Plata.

#### Niveles

Se prepararon gráficos de nivel versus tiempo para las 4 estaciones citadas recién, los cuales se pueden ver en el Anexo 5.4.2.1.

En Palermo el modelo copia perfectamente la tendencia general del río: mareas regulares y efectos meteorológicos, ciclos típicos y casos de creciente o bajante prolongados. Se observa que los picos más significativos de amplitud de nivel del río, 4 en este período, son reproducidos con gran exactitud.

El modelo muestra habilidad tanto para representar las amplitudes como las fases de las ondas de marea que fueron medidas en el lugar.

Las comparaciones en los ADCP 4, 5 y 6 muestran ajustes semejantes y permiten concluir básicamente lo mismo.

Si se compara con la validación histórica (sección 5.3.5), se aprecia que se ha ganado en precisión, lográndose una representación de la hidrodinámica aún mejor.

A continuación se presentan algunas figuras seleccionadas del Anexo 5.4.2.1, en el cual se pueden apreciar con mayor detalle.

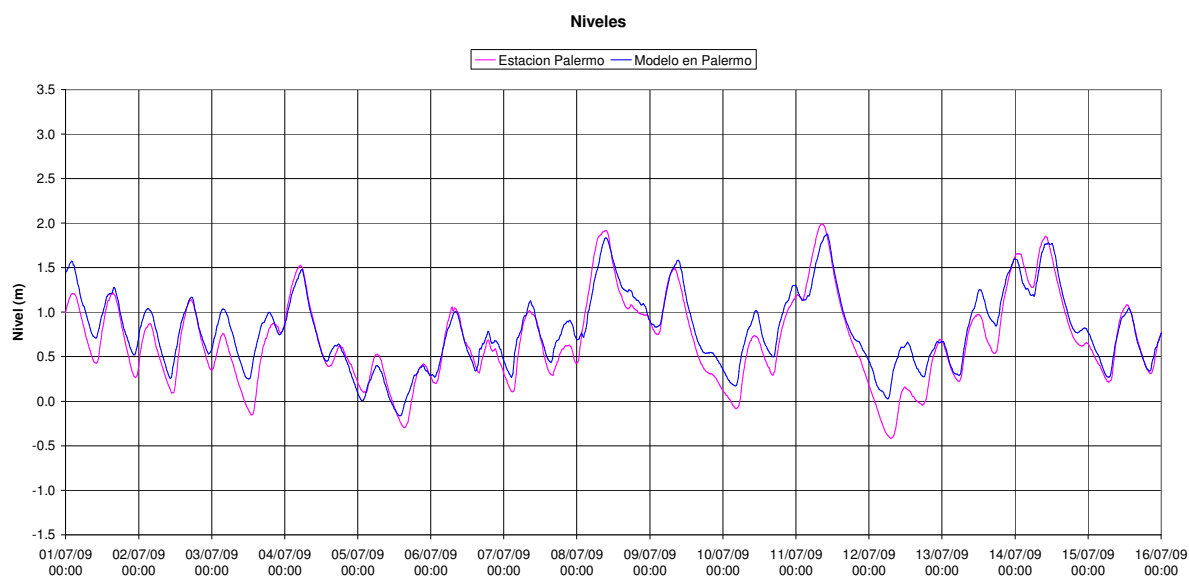


Figura 5.4.3 – Comparación entre resultados del modelo anidado y mediciones de nivel del río en Palermo.

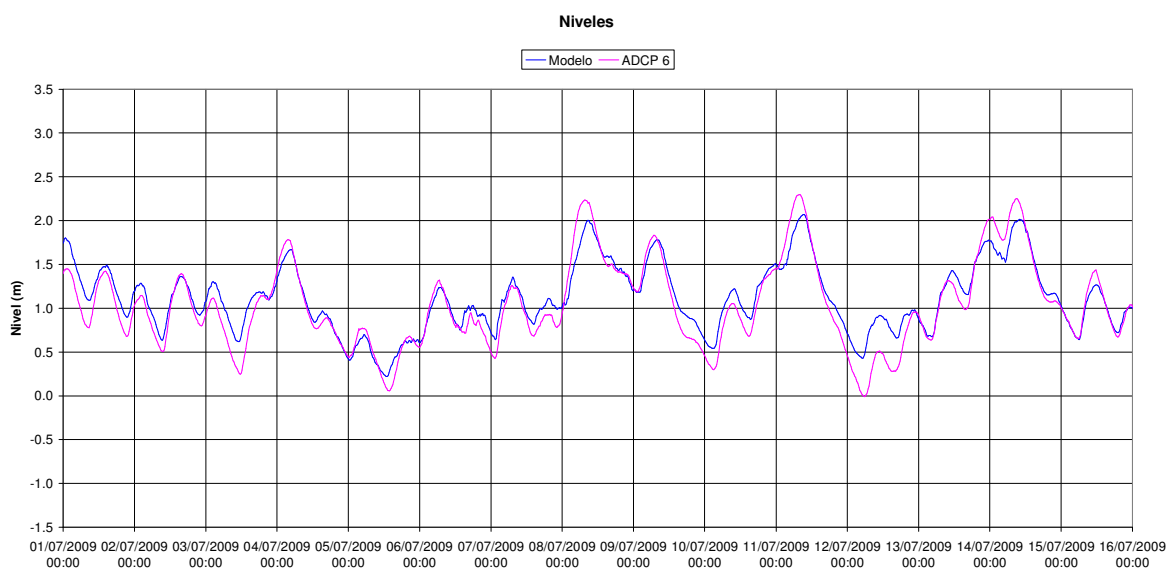


Figura 5.4.4 – Comparación entre resultados del modelo anidado y mediciones de nivel del río en estación ADCP 6.



### Velocidades

Para evaluar el comportamiento del modelo de detalle en las corrientes, se realizaron las comparaciones presentadas en las figuras del Anexo 5.4.2.2.

El módulo de la velocidad superficial en el ADCP 4 es ajustado con excelente detalle por el modelo, tanto en amplitudes como en fases. Hay coincidencia en los instantes donde ocurren los extremos de velocidad, esto es, tanto en creciente y bajante como en estoas.

En algunos casos, el sensor ADCP 4 registró que no se produce exactamente una estoa, con velocidades que no se acercan a cero. Se observan 3 casos en el período simulado, y el modelo puede representar este singular efecto sin problemas. Ocurre lo propio en la capa intermedia.

En cuanto a la dirección, para la capa superficial se nota un ajuste extraordinario. Las direcciones principales de flujo calculadas con el modelo coinciden con las medidas. Los momentos de cambios de dirección, que son bastante cortos, también son capturados por el modelo muy fielmente.

Nótese, siempre para la dirección en la capa superficial, que durante este período simulado se observan 5 situaciones donde no ha cambiado la dirección de la corriente al pasar de un ciclo de marea al siguiente. Cuatro de ellas son representadas con gran sincronización por el modelo, y en una aparece una pequeña diferencia, pero que no es de ciclo completo. Este efecto es menos notorio en la capa intermedia.

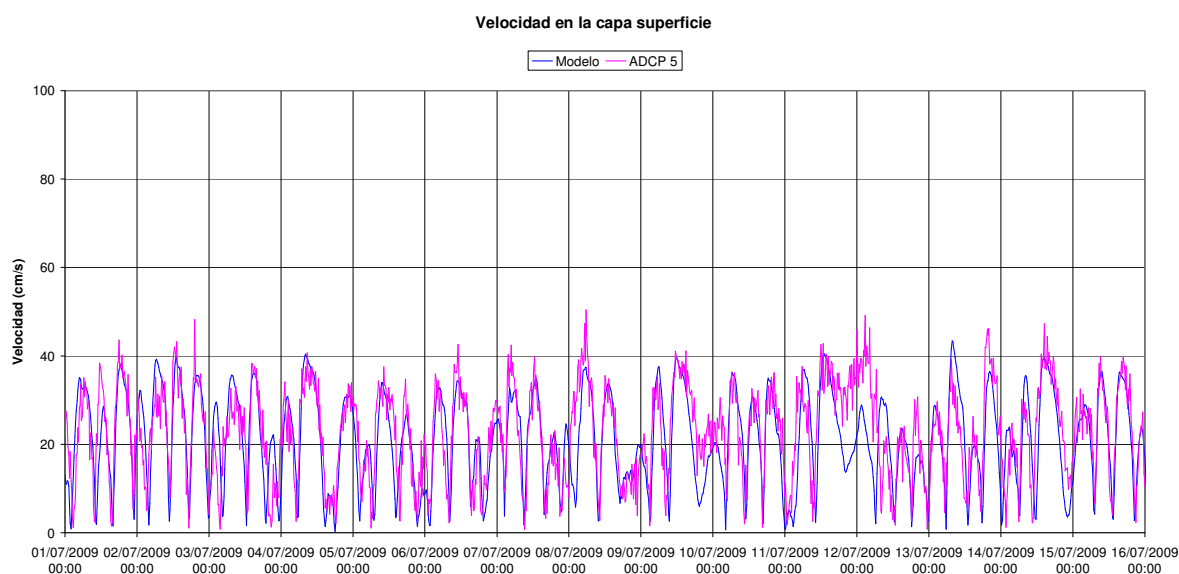
En la capa intermedia se aprecian las mismas características, en cuanto al poder de representación del modelo frente a los registros medidos.

El sensor ADCP 5 ha registrado velocidades sensiblemente inferiores a las del ADCP 4: el modelo ha capturado esta diferencia y presenta una disminución relativa de la misma magnitud. Las direcciones en el ADCP 5 resultan algo diferentes a las del caso anterior, y el modelo sigue la tendencia con precisión.

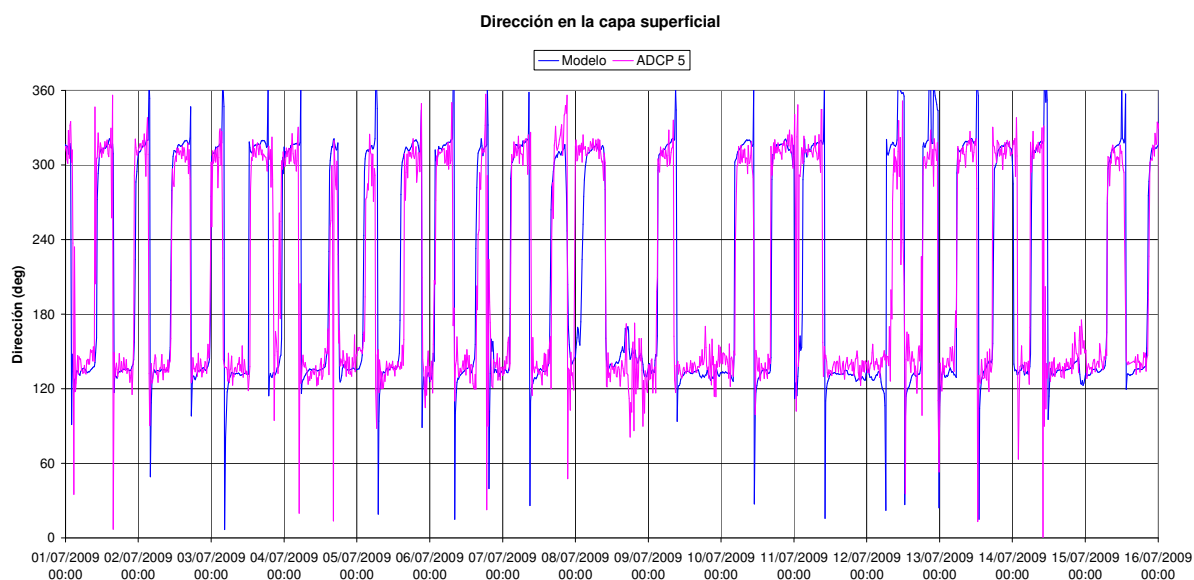
Nótese que las velocidades medidas en la capa intermedia del ADCP 5, respecto de las superficiales, son inferiores. Nuevamente, debido a su carácter 3D el modelo captura esta tendencia y lo pone de manifiesto en la comparación respectiva.

Finalmente, la comparación en el correntómetro ADCP 6 es nuevamente muy buena, tanto para velocidades como direcciones, en superficie y a media profundidad.

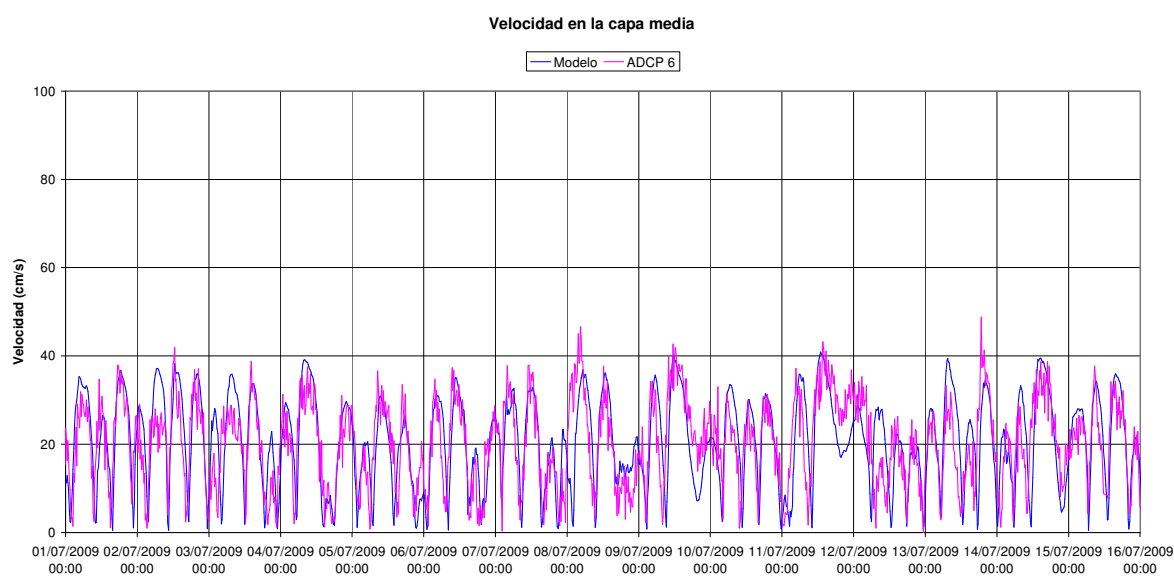
A continuación se presentan algunas figuras seleccionadas del Anexo 5.4.2.2, en el cual se pueden apreciar con mayor detalle.



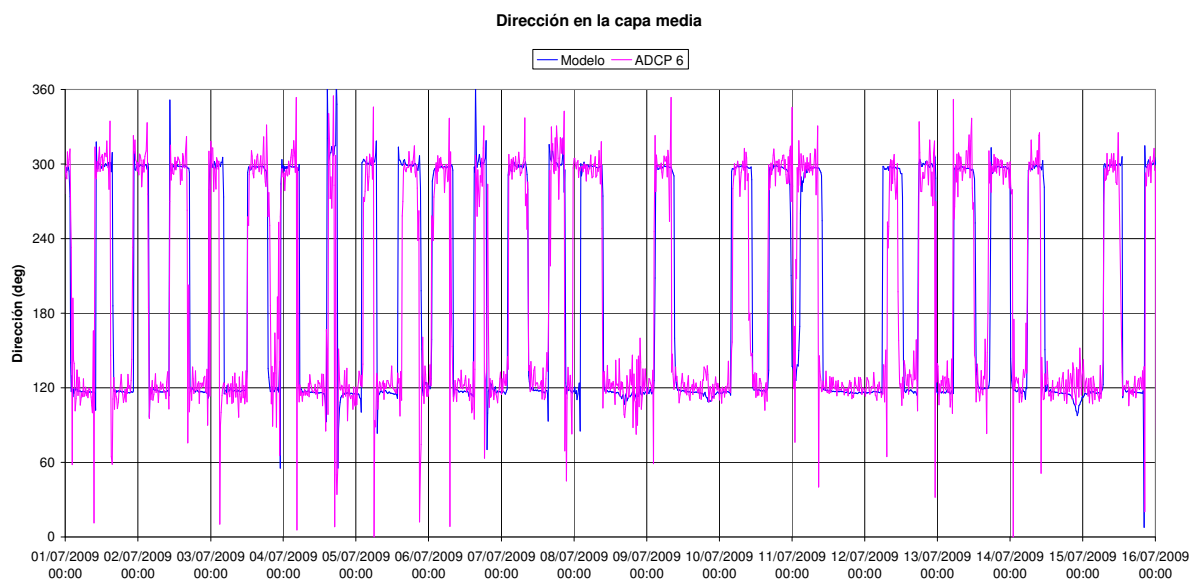
*Figura 5.4.5 – Comparación entre resultados del modelo anidado y mediciones de velocidad del río en estación ADCP 5, capa superficial.*



*Figura 5.4.6 – Comparación entre resultados del modelo anidado y mediciones de dirección de corriente del río en estación ADCP 5, capa superficial.*



*Figura 5.4.7 – Comparación entre resultados del modelo anidado y mediciones de velocidad del río en estación ADCP 6, capa media de flujo.*



*Figura 5.4.8 – Comparación entre resultados del modelo anidado y mediciones de dirección de corriente del río en estación ADCP 6, capa media de flujo.*

## 6 APLICACION DEL MODELO

En este Capítulo se presentan los escenarios que se han simulado para evaluar el impacto en concentración de sedimentos suspendidos, tanto por las acciones de dragado como de tapada de zanjas.

En primer lugar se muestra como se han definido los escenarios de evaluación, y luego se presentan los resultados obtenidos con el modelo matemático.

### 6.1 ESCENARIOS DE DRAGADO Y TAPADA

Se han analizado distintos escenarios de trabajos de dragado y tapada. Para todos ellos, se realizaron las siguientes suposiciones básicas de trabajos a realizarse en el Río de la Plata, con ciertas consideraciones que colocan al análisis de cada escenario del lado de la seguridad, en cuanto a maximizar el impacto producido:

- Las tareas de dragado y refulado se llevan a cabo durante 12 horas al día, en el horario de 06 hs a 18 hs,
- Se trabaja 7 días a la semana,
- Se simulan 15 días consecutivos de trabajo, considerados suficientes para obtener la tendencia general de dispersión de sedimentos <sup>3</sup>,
- Se espera que en ese período deban ocurrir eventos meteorológicos que requieran suspender por al menos 12 horas las tareas de dragado (aumento de vientos locales, olas de envergadura),
- Las tareas de tapada de zanja se realizan durante 12 horas al día, en el horario de 06 hs a 18 hs.

El resto de las condiciones depende el tipo de método estudiado, y de la zanja de cada emisario, y se describen a continuación.

---

<sup>3</sup> De acuerdo a los tiempos característicos de transporte del Río de la Plata en esta zona local de estudio.

Según los resultados presentados en el Capítulo 4, en cuanto a posibilidades y métodos aptos para las tareas previstas en el Río de la Plata, se definieron los siguientes escenarios de dragado, a partir de la metodología empleada:

- A. Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite,
- B. Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara
- C. Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector

Respecto del tapado de zanja, se considera el caso de menor relevancia y seguramente será resuelto de la siguiente manera:

- D. Tapado de zanja mediante vuelco desde cántara

A continuación se analiza cada uno de los escenarios, para cada emisario.

## **6.2 ACCIONES EN EL EMISARIO RIACHUELO**

### **6.2.1 Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite**

La draga cortadora trabaja fija en un sitio, mientras draga una sección del orden de los 50 metros de largo en la dirección de la traza de la zanja. Una vez completada la sección longitudinal, levanta anclas y se desplaza hasta la sección siguiente.

El material dragado se refula a través de un caño de 0.5 m de diámetro y 2 km de longitud, en un punto fijo localizado según presenta la figura siguiente (coordenadas 34°33'42.46"S, 58°11'28.38"O). Este punto se definió considerando que la cañería fuera en todo momento suficientemente larga, apartando el lugar de la zona de trabajo lo más posible, y considerando el efecto de deriva neta del río hacia el océano, de forma de minimizar el impacto en las zonas de interés.

Se ha considerado que las tareas de dragado comienzan por el extremo más cercano a la costa.



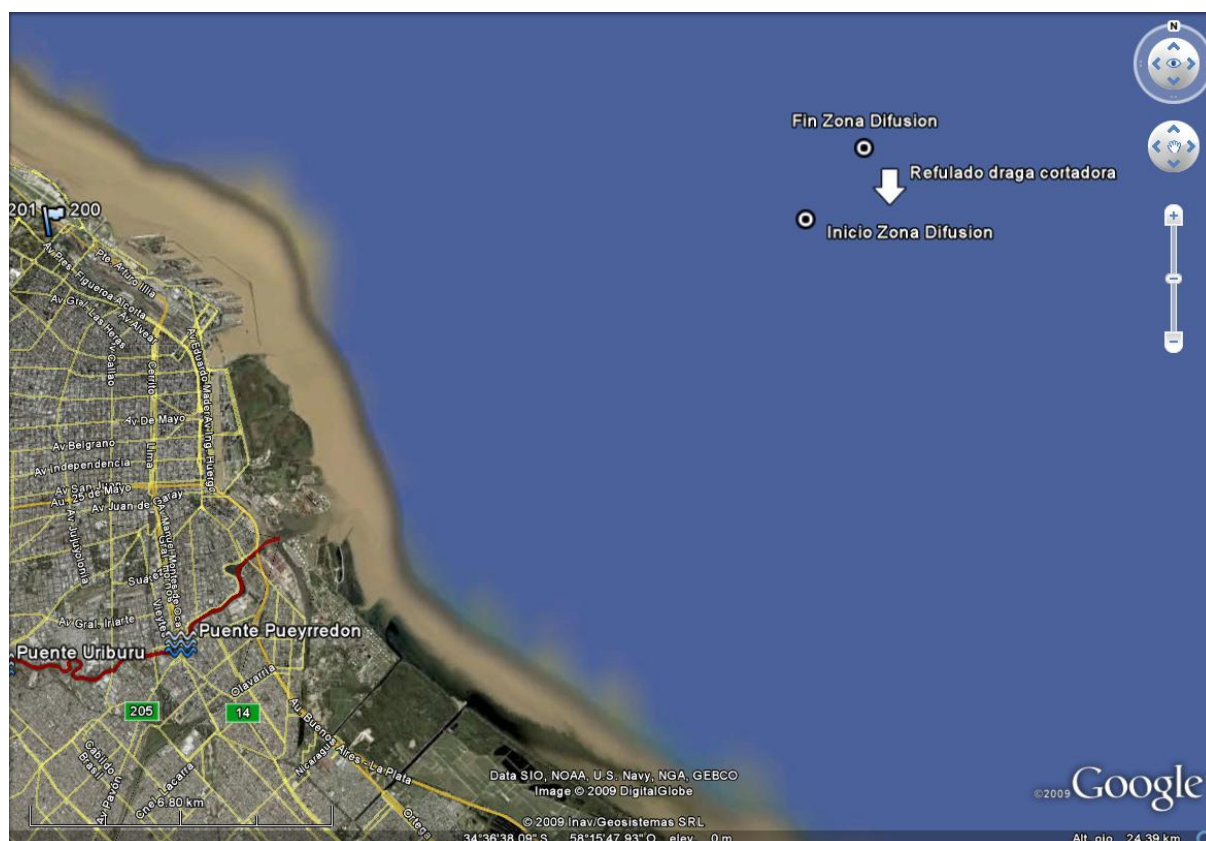


Figura 6.2.1 – Punto de vaciado de la draga cortadora.

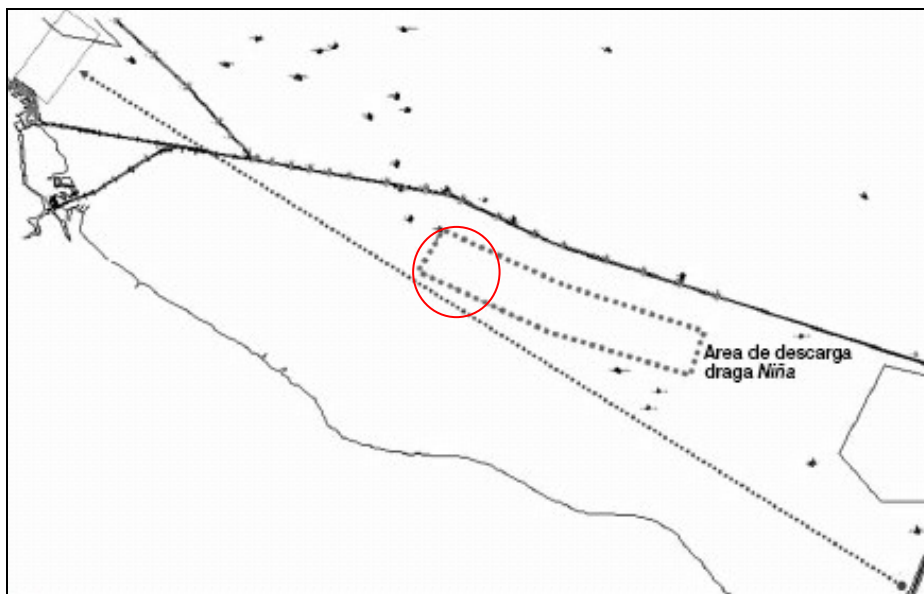
## 6.2.2 Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara

Este equipo empieza a dragar desde el punto más próximo a la costa, y avanza hacia el otro extremo a velocidad de 3.2 nudos = 6.0 km/h. Los 2300 metros del recorrido los usa para llenar la cantara, en 23 minutos.

Una vez que llegó al otro extremo, finaliza la operación de dragado de esta pasada. El equipo se dirige a la zona de refulado permitido que dista unos 10 km, según figura que sigue. La velocidad de la embarcación en este caso asciende a 8 nudos.

La descarga dura 8 minutos.

Terminado el vaciado, la draga vuelve al punto inicial, comenzando un nuevo ciclo. Para los equipos disponibles, se ha estimado que se pueden hacer 6 ciclos por día.



*Figura 6.2.2 – Área de vaciado de la draga con cántara (círculo rojo).*

### 6.2.3 Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector

En este escenario, se consideró una draga de succión por arrastre que refula el material producido en el lugar, a través de un cañón proyector que arroja los sedimentos a unos 50m del sitio de dragado (ver figura siguiente).

Se ha considerado que la draga avanza a una velocidad de 2.5 nudos, haciendo pasadas sucesivas entre los extremos longitudinales de la zanja a construir (12 vueltas al día).

Este método ha sido propuesto preliminarmente a AySA.



*Figura 6.2.3 - Vertido lateral mediante cañón proyector de sedimentos dragados.*

*Fuente: Jan de Nul, propuesta de dragado para AySA*

#### **6.2.4 Tapada de zanja**

En este caso, se ha considerado que la operación consiste en el vaciado del material de tapada a lo largo de la traza, mediante un equipo con cántara de vaciado por quilla.

El material de tapada será más grueso que el originalmente extraído, para lo cual se tomarán sedimentos de algún banco de arena fina cercano.

Luego, los sedimentos serán de granulometría superior a los dragados, y como el vaciado se realiza en tiempos cortos y a razón de unas pocas operaciones al día, la resuspensión de material es baja y tiene efectos básicamente locales.

Dada la disponibilidad de área de relleno en el área, y las capacidades de cántaras esperables, se han considerado 3 eventos de vaciado al día.

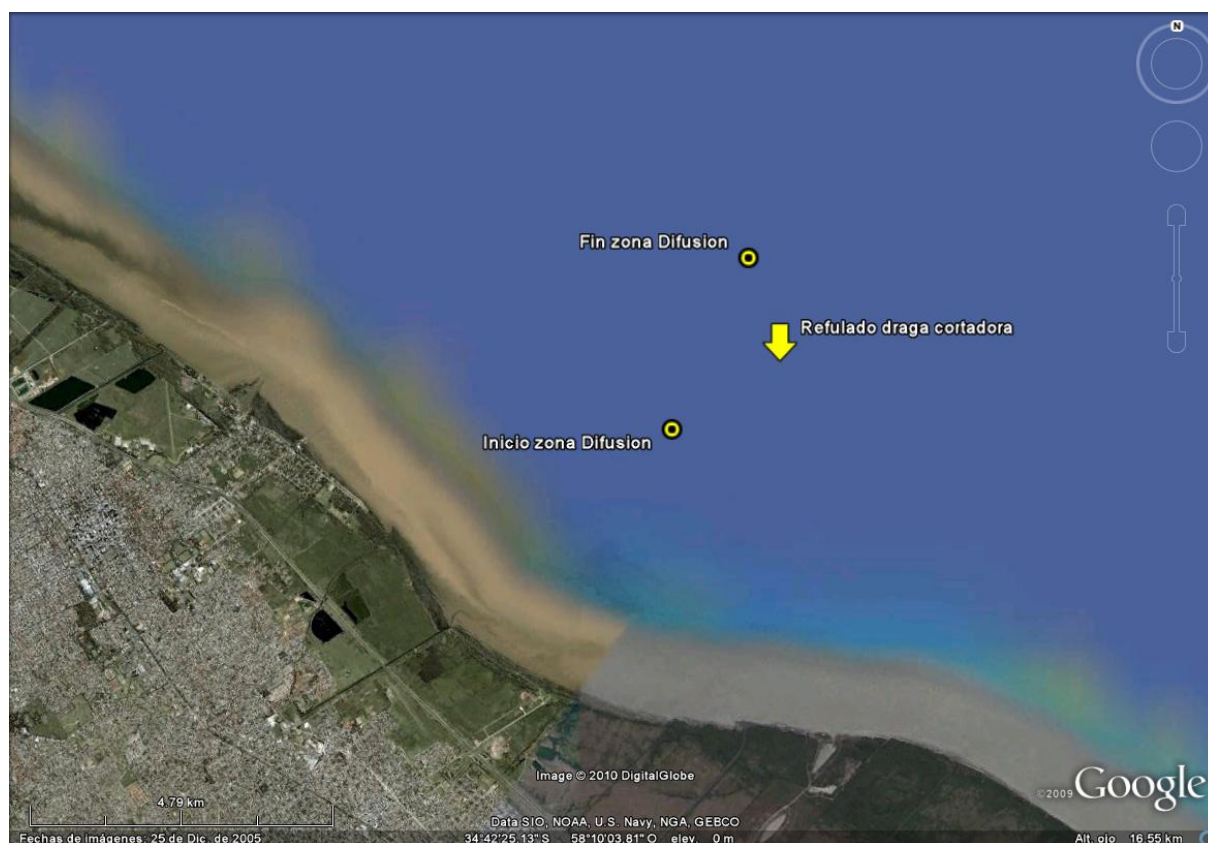
## 6.3 ACCIONES EN EL EMISARIO BERAZATEGUI

### 6.3.1 Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite

El método de trabajo, producción diaria y velocidad de avance es el mismo que en el caso del emisario Riachuelo.

Los extremos de zanjeo y la posición del punto de vaciado de la cañería, siguiendo los lineamientos antes presentados, son los que lucen en la figura siguiente.

Se ha considerado que las tareas de dragado comienzan por el extremo más cercano a la costa.



*Figura 6.3.1 – Punto de vaciado de la draga cortadora.*

### 6.3.2 Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara

El método aplicado aquí consiste en recorrer la zanja de a mitades, para maximizar la cantidad de ciclos al día.

Se empieza a dragar desde el punto más próximo a la costa, y se avanza hacia el punto medio en unos 23 minutos. Finaliza la operación de dragado de esta pasada y el equipo se dirige a la zona de refulado permitido que se encuentra relativamente cerca, al norte del extremo norte de la zanja, según figura que sigue. Hay unos 15 minutos de viaje y la descarga dura 8 minutos.

Terminado el vaciado, la draga se dirige al extremo norte de la zanja, comenzando un nuevo ciclo en sentido inverso, hasta el punto central, en el mismo tiempo de tránsito con dragado. Luego se viaja al punto de refulado, se vacía la cántara y comienza un nuevo ciclo, con tiempo de viaje a 8 nudos de 20 minutos.

El ciclo completo ha demorado 2 horas, por lo que se pueden realizar 6 ciclos al día.

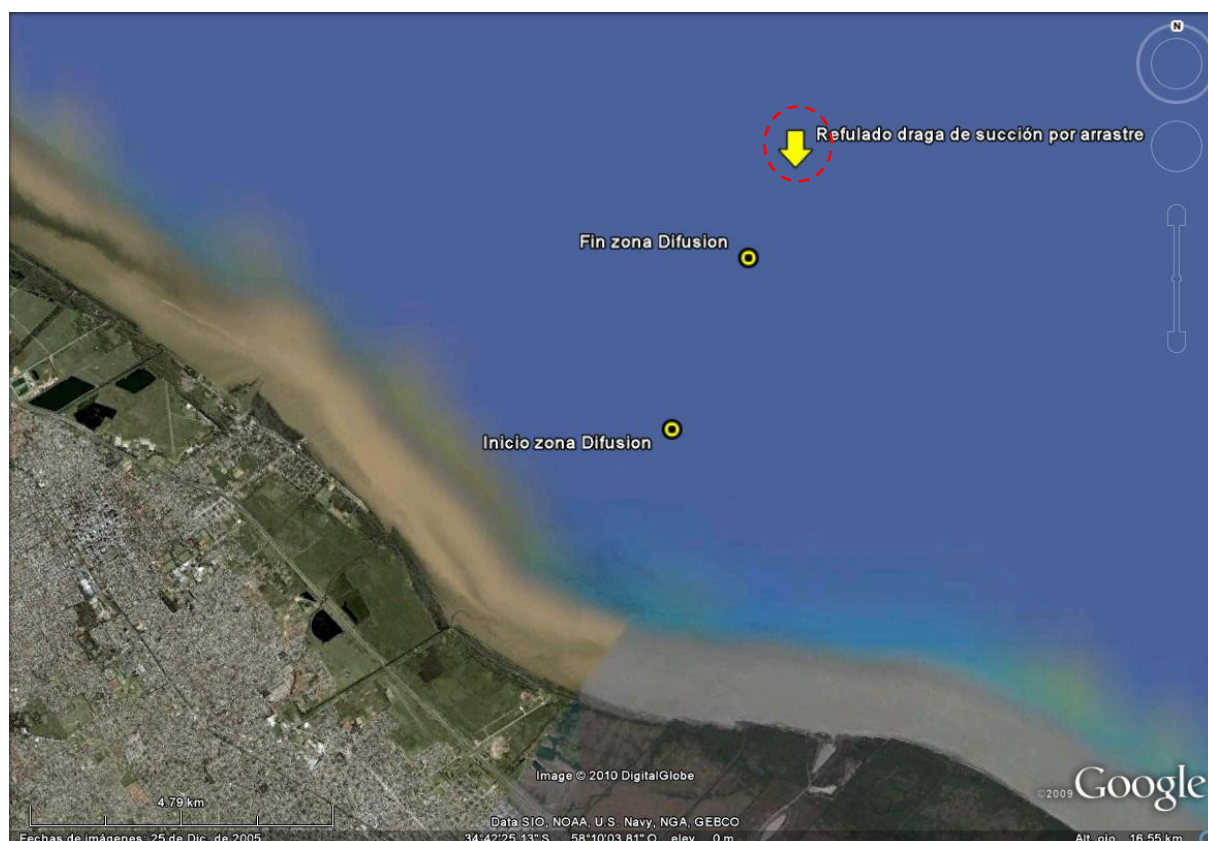


Figura 6.3.2 – Área de vaciado de la draga con cántara (círculo rojo).



### **6.3.3 Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector**

Se mantiene el esquema del caso del emisario Riachuelo, ajustando la velocidad de acuerdo a la longitud a dragar para este emisario.

### **6.3.4 Tapada de zanja**

Se mantiene el esquema del caso del emisario Riachuelo.

Dada la disponibilidad de área de relleno en el área, y las capacidades de cántaras esperables, se han considerado 3 eventos de vaciado al día.

## **6.4 AMBIENTE DE TURBIDEZ**

### **6.4.1 Fuentes de turbidez**

Si bien las actividades como el dragado y el vaciado del material dragado (o refulado) contribuyen al incremento de la turbidez y los niveles de sedimentos suspendidos, existen otras causas naturales y antrópicas que generan considerables niveles de turbidez en aguas abiertas, por ejemplo:

- corrientes,
- olas,
- mareas,
- tormentas,
- crecidas estacionales,
- paso de embarcaciones,
- actividades pesqueras, etc.



En muchos casos, el nivel de turbidez causado por las tormentas es bastante alto.

En el Río de la Plata las concentraciones típicas de sedimentos en suspensión rondan los 200 mg/l, y las fluctuaciones naturales de las concentraciones de sedimentos suspendidos a través del año están dentro del rango de 20 a más de 600 mg/l.

Estos valores, que son tomados en consideración a la hora de evaluar el impacto que producirán las obras (secciones siguientes), reflejan el enorme efecto de las causas naturales en los niveles de turbidez sobre áreas muy extensas.

#### **6.4.2 Mediciones de AySA en el Río de la Plata**

Para este estudio se contó con un registro de mediciones de turbidez realizadas en la estación ADCP 2, instalada por AySA en el sitio indicado en la figura siguiente, aproximadamente en el centro del Río de la Plata interior, entre Buenos Aires y Colonia:

El período de datos disponible va desde el 16jun09 al 16sep09, esto es, 3 meses continuos con registros cada 15 minutos. La figura 6.4.2 presenta el registro completo.

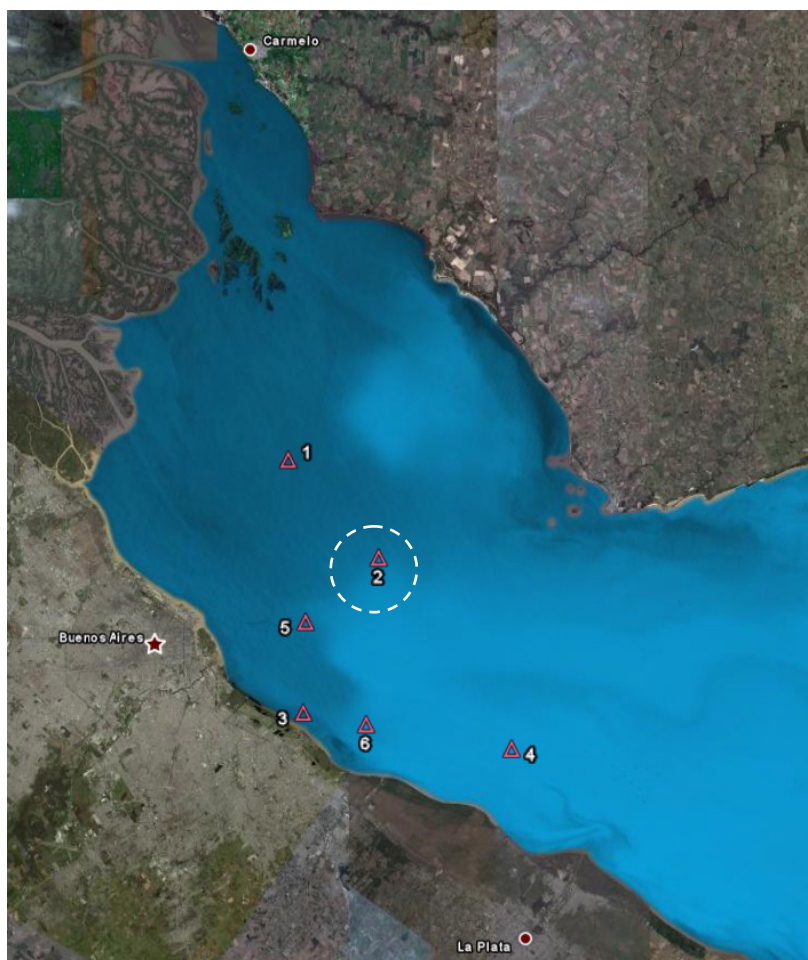
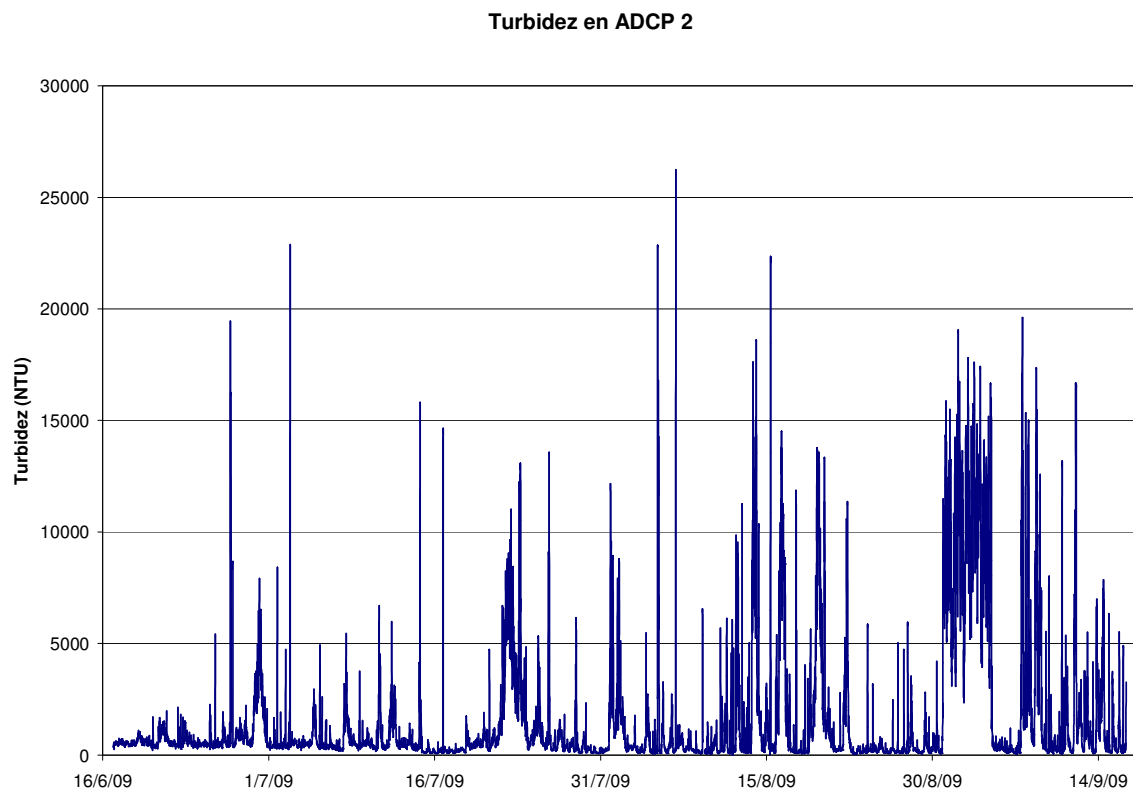


Figura 6.4.1 – Estaciones ADCP de la red de monitoreo de AySA. El sensor de turbidez está ubicado en el ADCP 2, con coordenadas 34.52190°S y 58.13479°W.



*Figura 6.4.2 – Registro de turbidez en la estación ADCP 2.*

Para este periodo hay un promedio de turbidez de alrededor de 1.570 NTU, y máximos que superan los 20.000 NTU. Se observa claramente una línea de base, sobre la que se superponen picos. Esa base se puede estimar en alrededor de 500 NTU, por ejemplo para el periodo sin picos del 17-18jun09.

Dada la posición en el río, se podría asumir que las fluctuaciones son naturales del río. Por ejemplo, analizando el caso bien marcado del pico del 30jun09, se observa que coincide con la ocurrencia de vientos persistentes de 35 km/h en Palermo y 40 km/h en Bernal.

Se observan picos puntuales, pero hay unos 6 picos de varias horas de permanencia en el período analizado. Se descartan para este caso las situaciones puntuales como el paso de embarcaciones.

La tabla que sigue presenta un análisis de promedios y picos por quincena y para el periodo completo:

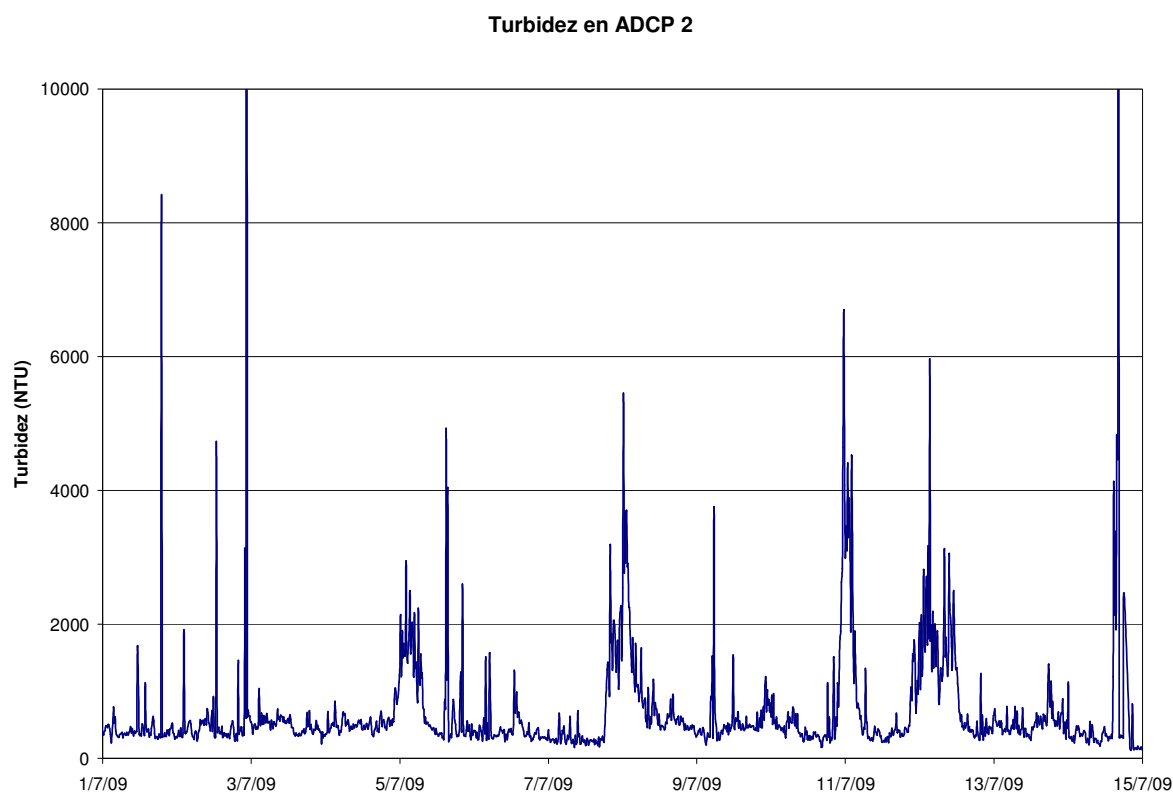
*Tabla 6.4.1 – Análisis estadístico quincenal de los datos de turbidez de ADCP 2 disponibles.*

<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Promedio</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
2º Quincena jun	870	19.452	211
1º Quincena jul	667	22.874	77
2º Quincena jul	1.142	14.439	71
1º Quincena ago	1.281	26.240	50
2º Quincena ago	1.819	15.773	47
1º Quincena sep	3.507	19.586	52
<b>Periodo Completo</b>	<b>1.567</b>	<b>26.240</b>	<b>47</b>

La descarga del Paraná es otro factor decisivo en esta localización.

Sin embargo, hay que remarcar que AySA informó que el sensor de turbidez habría sido colocado muy cerca del fondo, y a ello obedecerían los altos niveles de turbidez observados, debido al movimiento de los sedimentos en la capa límite del lecho.

Del análisis presentado, surge que el período de menor turbidez ocurrió durante la primera quincena de julio, con un promedio por debajo de 700 NTU. La figura siguiente muestra el detalle del registro en este período. Entre otras cosas, se ha seleccionado esta ventana de tiempo para realizar las simulaciones con modelo, a los efectos de trabajar del lado de la seguridad, en un período en el cual naturalmente el río no presenta niveles máximos naturales de turbidez.



*Figura 6.4.3 – Registro de turbidez en la estación ADCP 2 para la 1° quincena de julio 2009 (Período de simulaciones).*

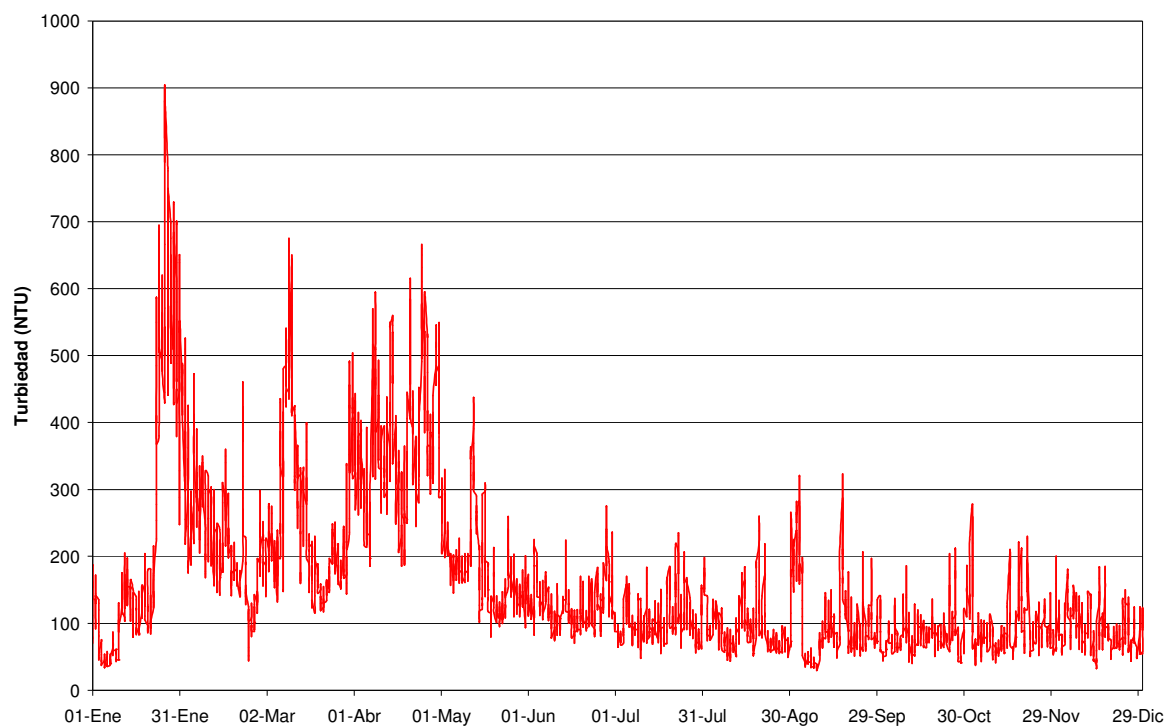
### 6.4.3 Mediciones de AySA en las tomas de agua

Adicionalmente, AySA proveyó los datos de registros de turbiedad en las tomas de agua cruda de las plantas potabilizadoras San Martín (toma de Palermo) y General Belgrano (toma de Bernal).

Es de destacar que el registro es completo, desde el 01ene09 al 31dic09, con mediciones en ambas plantas cada 2 horas reloj.

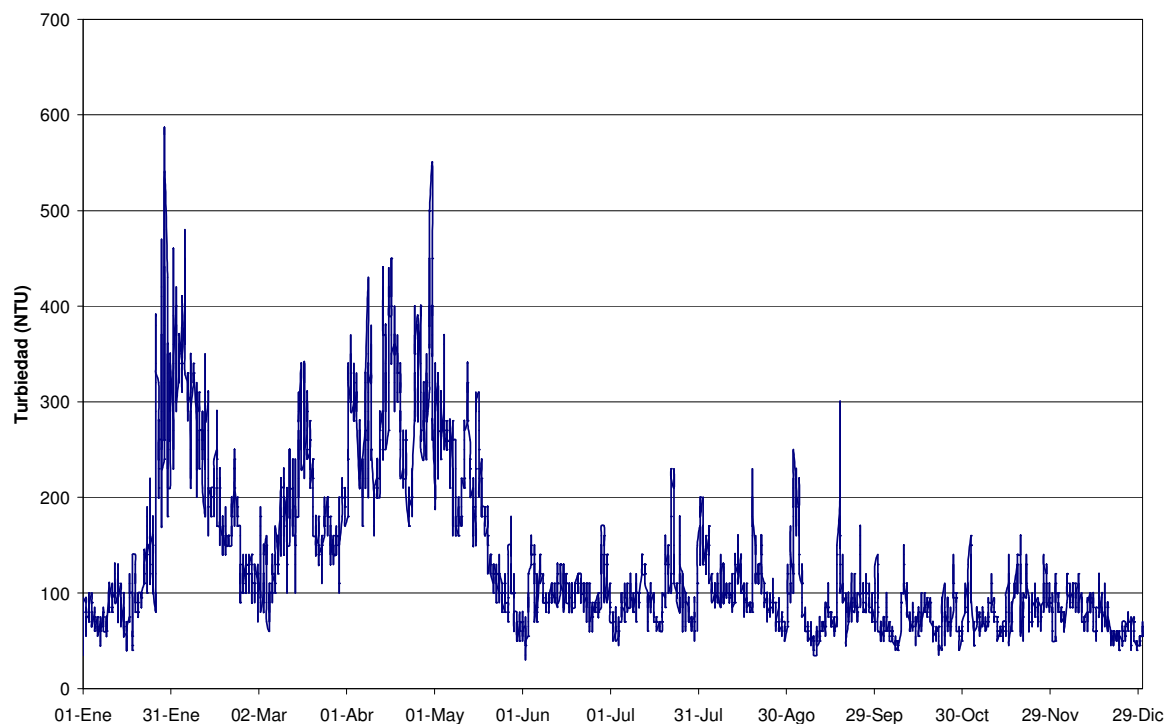
Las figuras que siguen muestran la evolución del parámetro a lo largo del año en las dos tomas. Hay un patrón común, donde la primera mitad del año presenta picos importantes, y luego se observa una cierta uniformidad durante el segundo semestre, aproximadamente.

**Turbiedad medida en Tomas de Agua de Palermo - PSM**



*Figura 6.4.4 – Registro 2009 de turbiedad en la toma de agua de Palermo (PSM).*

**Turbiedad medida en Tomas de Agua de Bernal - PMB**



*Figura 6.4.5 – Registro 2009 de turbiedad en la toma de agua de Bernal (PMB).*



Del análisis estadístico de los datos (ver tabla siguiente) se observa que:

- Los niveles mínimos en ambas tomas son de 30 NTU
- El promedio en Palermo es de 163 NTU, y en Bernal de 136 NTU
- El promedio y máximo son superiores en Palermo
- En Bernal, durante un 5% del tiempo del año (18 días), se registraron valores que superan en un 135% al promedio
- En Palermo, el 5% del tiempo del año presentó valores un 170% superiores al promedio
- Excepto el valor mínimo, los restantes parámetros muestran que la turbidez es superior en Palermo en una relación de entre el 20% y 60%

*Tabla 6.4.2 – Análisis estadístico de los datos de turbidez en tomas de agua de AySA.*

<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>PMB</b>	<b>PSM</b>
Mínimo	30	30
Promedio	136	163
Máximo	580	902
Percentil 50	100	120
Percentil 90	270	337
Percentil 95	320	439
Percentil 99	400	634

Esto permite concluir que, más allá de las fuentes que han generado los cambios de turbidez, los mismos son importantes a lo largo del año, en ambas localizaciones.

#### **6.4.4 Relación con la concentración de sedimentos en suspensión**

En términos físicos, la variable que se representa en este estudio es la concentración de sedimentos en suspensión, expresada como masa de sedimentos por unidad de volumen de agua del río.

Para ciertos análisis, como el impacto sobre las tomas de agua para potabilización, resulta conveniente trabajar con el parámetro turbiedad. Ambas variables están relacionadas, y a los

efectos de este trabajo se aplicó una correlación lineal entre ellas, obtenida por regresión sobre un número importante de mediciones realizadas en el río Paraná<sup>4</sup>.

La correlación Turbiedad – Sedimentos Finos Suspendidos que sigue se obtuvo de los siguientes datos, a la altura de la ciudad de Paraná:

- Sedimentos Suspendidos SF [mg/l] en sección Túnel Subfluvial Paraná (SSRH-Evarsa);
- Turbiedad T [NTU] en la Toma de agua potable ciudad de Paraná período 2001 a 2004.

los cuales se representan en la figura siguiente. La relación resultante es:

$$SF [mg/l] = 2.287 T [NTU] + 18.1$$

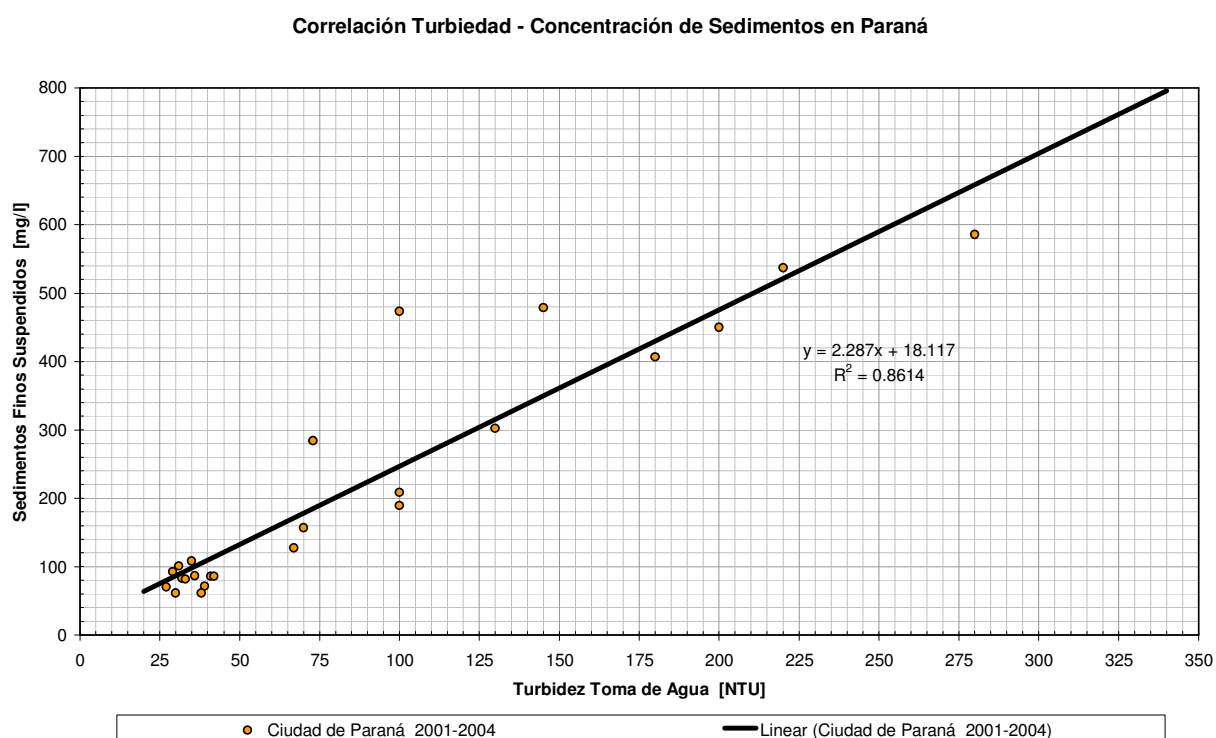


Figura 6.4.6 – Correlación Turbiedad – Sedimentos Finos Suspendidos.

<sup>4</sup> El Río Paraná aporta la mayoría de los sedimentos en suspensión que transporta el Río de la Plata,

Si se aplica la correlación anterior al análisis de turbidez realizado para los datos de las tomas de agua de AySA (tabla 6.4.1), se obtienen los valores de concentración de la tabla siguiente. Se observa que resultan promedios superiores a los citados previamente para el Río de la Plata, posiblemente por la situación del primer semestre 2009 (sequías) y el efecto costero.

*Tabla 6.4.2 – Análisis estadístico de los datos de turbidez en tomas de agua de AySA.*

Concentración (mg/l)	PMB	PSM
Mínimo	30	30
Promedio	136	163
Máximo	580	902
Percentil 50	100	120
Percentil 90	270	337
Percentil 95	320	439
Percentil 99	400	634

## 6.5 RESULTADOS PARA EL DRAGADO DEL EMISARIO RIACHUELO

Los resultados del modelo se presentan en forma gráfica en una serie de Anexos que acompañan este Informe Final en su Tomo II, y se analizan en las secciones siguientes.

Los anexos gráficos contienen distintos tipos de post-procesamiento de los resultados del modelo, a saber:

- Las series de turbiedad versus tiempo en las tomas de agua para potabilización, para las capas de flujo superficial, media profundidad y fondo,
- Las series de concentración de sedimentos versus tiempo, en estaciones puntuales de seguimiento localizadas en puntos de interés, y para las capas de flujo superficial, media profundidad y fondo,
- Los campos instantáneos de concentración de sedimentos en la capa superficial, consistentes en las distribuciones horizontales en todo el dominio de cálculo,
- La distribución espacial superficial de las concentraciones de sedimentos promedio y máxima durante el período de 15 días simulados,

---

especialmente del lado Argentino, por lo cual el uso de estos datos resulta adecuado.

---

- La distribución espacial de masa de sedimentos depositados en el fondo durante el período de dragado simulado.

Cuando se mencionan concentraciones, se debe recordar que, tal como se indicó precedentemente, los resultados corresponden a concentraciones por sobre el nivel natural del Río de la Plata (o “sobre-concentraciones”). Este valor, como también fue presentado anteriormente, fluctúa por razones naturales, pero puede ser conmensurado en términos medios en alrededor de 200 a 300 mg/l.

Del mismo modo, al presentarse resultados en la variable turbiedad, se trata del exceso de turbiedad debida al fenómeno simulado, esto es, por sobre la turbiedad media del río. Además, para obtener el nivel de turbiedad se aplicó la correlación con los sedimentos finos suspendidos que fue presentada en la sección anterior.

Las figuras siguientes presentan la localización de las estaciones de seguimiento en:

- Las tomas de agua, costa y sitios de control del límite internacional (LINT1-5, figura 6.5.1).
- La zona de la traza del emisario: Ei, Ec, Ef, AARR1-5 y AABA1-5 y la zona de refulado por cañería: Pto Refulado A, VAARR1-5 y VAABA1-5 (figura 6.5.2)
- La zona de vaciado con cántara: Pto Refulado B, VAARR1-5 y VAABA1-5 (figura 6.5.3),

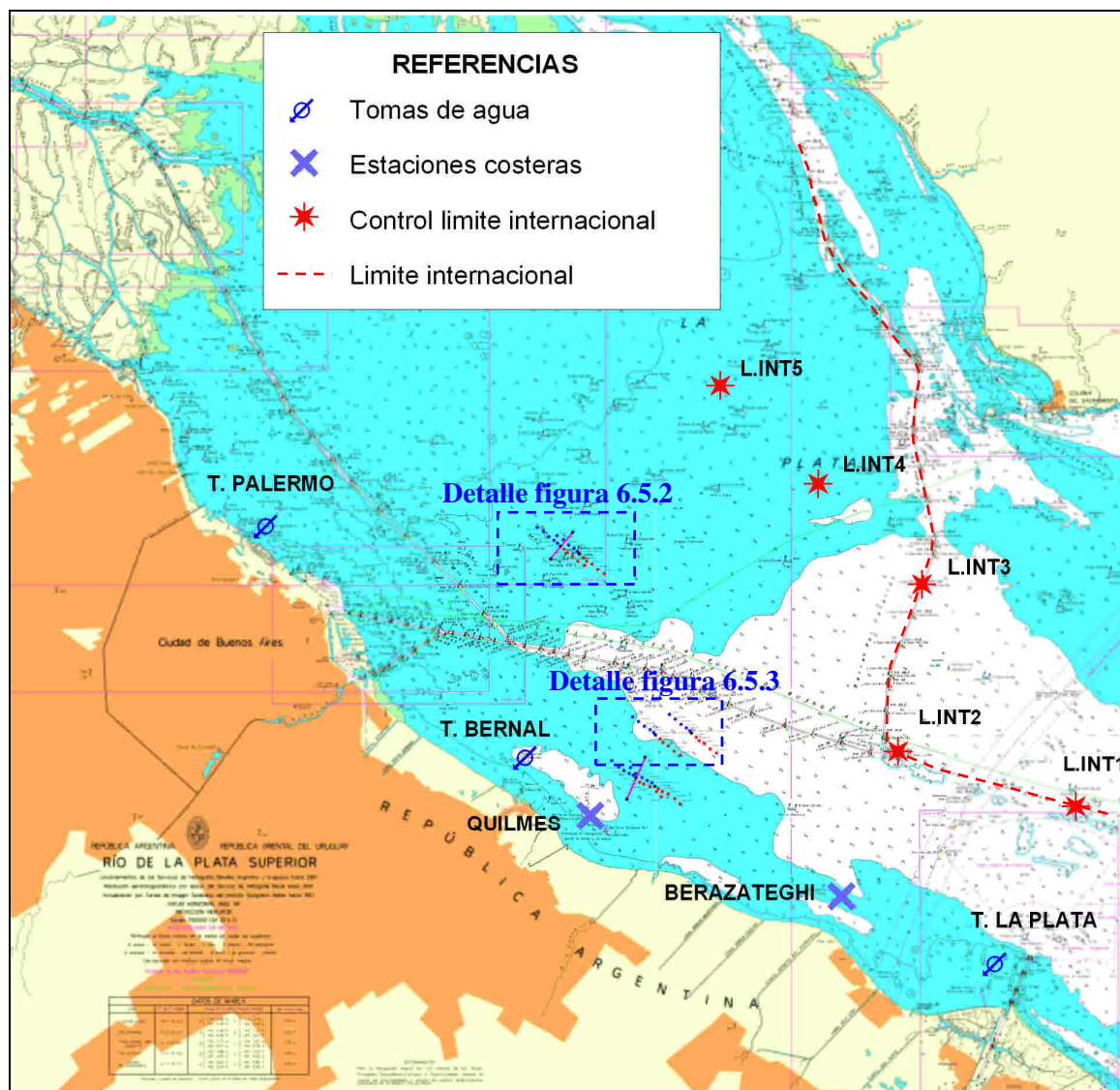


Figura 6.5.1 – Localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento costeras, tomas de agua y control límite internacional.

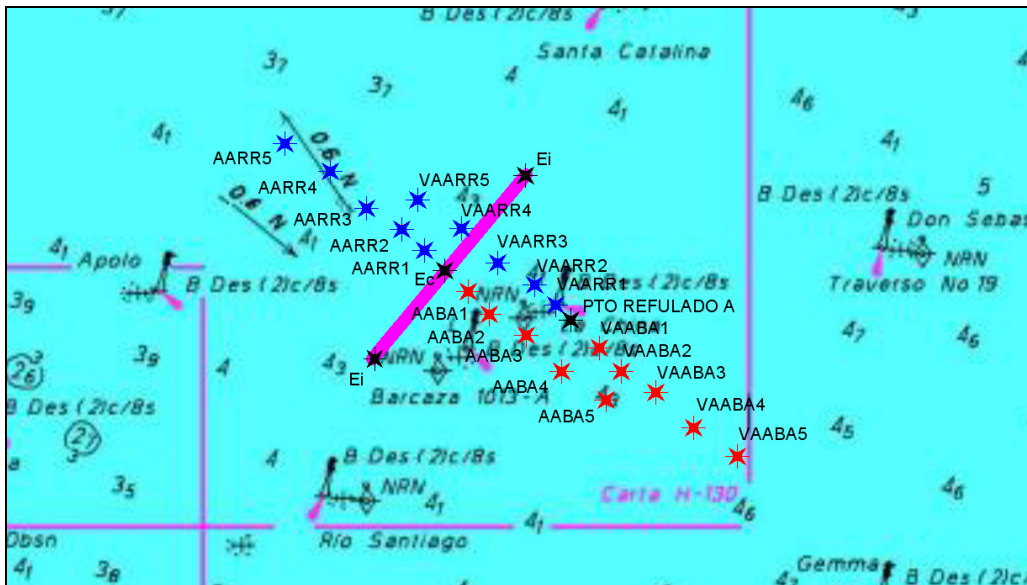


Figura 6.5.2 – Localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento en área de dragado del emisario Riachuelo, y zona de refulado por cañería. El segmento violeta indica la zona de dragado.

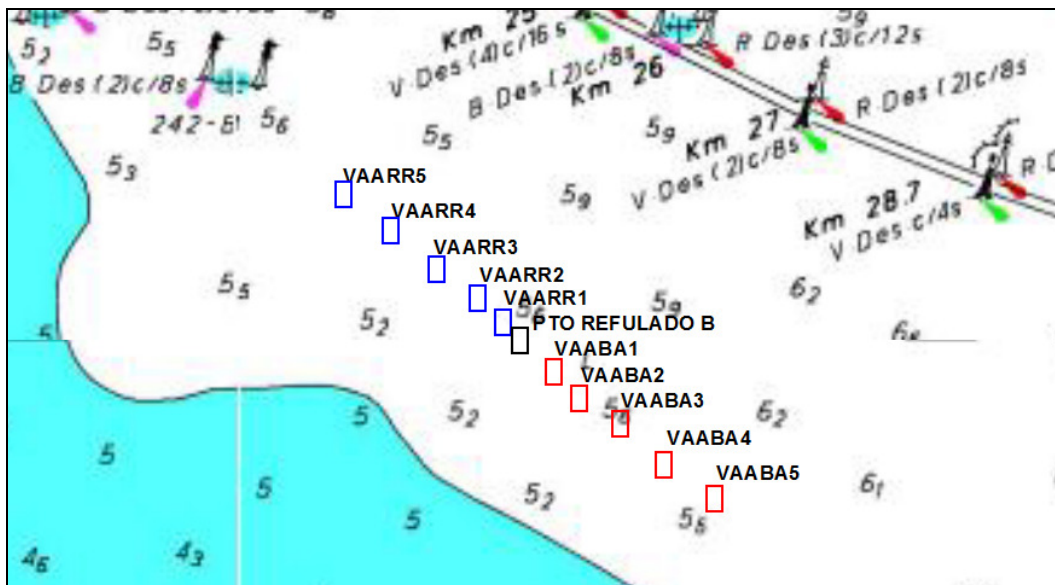


Figura 6.5.3 – Localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento en área de vaciado por cántara, tareas de dragado del emisario Riachuelo.



Las figuras de distribución espacial de contaminantes, ya sean plumas instantáneas, o resultados integrados como promedios o máximos, fueron confeccionados respetando las escalas de forma tal que se puedan comparar los escenarios entre sí. Esto es, por un lado las figuras contienen toda la extensión espacial del modelo anidado. Por el otro, la escala de representación de colores se mantiene entre escenarios. Para ciertos casos se ha magnificado una porción de la escala, a los efectos de mejorar la visualización.

En el caso de las plumas de turbidez, se presentan los campos instantáneos cada 12 horas reloj (2 escenas por día, en total 30 escenas para el período simulado de 15 días corridos).

### **6.5.1 Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite**

Los resultados de la evolución en las estaciones fijas definidas, se presentan gráficamente en el Anexo 6.5.1.1. El análisis que sigue se refiere a los resultados allí presentados.

Se observa que no hay impacto en las tomas de agua de AySA, esto es, no aparecen sobre-concentraciones debidas a las acciones de dragado.

En las zonas costeras el impacto es despreciable, con valores por debajo de 0.1 mg/l en las zonas de Quilmas y Berazategui.

Únicamente al final del período simulado, aparecen picos de entre 20 y 40 mg/l en la estación Lint2 del límite internacional. El cambio en turbiedad, para estos valores, es mínimo.

La zona de dragado presenta aumento definido de turbidez. Los picos diarios varían entre 100 y 400 mg/l dependiendo del sitio y las condiciones hidrodinámicas. Como la draga avanza lentamente, las plumas de turbidez se desarrollan solo alrededor del área de trabajo.

Luego, aguas arriba y debajo de la traza, se aprecia un efecto de difusión que tiende a homogeneizar las concentraciones, y reducirlas. Los picos apreciados son del mismo orden de magnitud que en la traza, pero disminuyen en amplitud con la distancia a la zona de trabajo.

El punto de vaciado por cañería presenta el impacto mayor, con picos que pueden superar los 1,000 mg/l en superficie y los 2,000 a 3,000 mg/l en fondo. La mayoría del período presenta sobre-concentraciones por sobre 100 mg/l. En esta zona, como en el punto de trabajo, se observa estratificación del flujo, con mayores concentraciones en la capa del fondo, y menores en superficie. El efecto 3D local, tanto en la traza como en el área de dragado, se reduce a medida que aumenta la distancia a esos puntos.

En el Anexo 6.5.1.2 se pueden ver las distribuciones espaciales de concentración, o plumas de turbidez, y la tasa de sedimentación.

Las plumas de turbidez están principalmente asociadas al efecto del refulado por la cañería satélite. En la escala presentada, el efecto del dragado in situ es bajo. En general, se aprecia un impacto mayor a las 12 horas, cuando el sistema está operando, y una pluma menos intensa pero más distribuida en planta por efecto de la turbulencia, a las 24 hs de cada día.

Dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, la pluma del refulado luce delgada y larga, en la dirección de la corriente típica del Río de la Plata (eje natural del río).

A partir del día 6, efectos de los vientos locales perturban las plumas y las desplazan levemente hacia la zona de la toma de Palermo, sin afectarla dado que permanecen aún muy lejos. Para el día 8, la hidrodinámica imperante a rotado la pluma que se ha acumulado en los días previos, más en el sentido norte-sur. Cuando el río retoma el ritmo normal (ver día 9 hora 12), se superponen 2 plumas: la del refulado del día, concentrada, delgada y en el sentido de flujo usual, y la acumulada, más dispersa y de menor concentración, en el sentido NNW-SSE. La pluma secundaria tiende a dispersarse hasta el final de la simulación, y muestra la deriva hacia el mar, mientras en la zona de refulado se generan y despegan las plumas principales.

A lo largo de toda la simulación, se observa que no se afecta a las tomas de agua, y prácticamente no hay contacto con el límite internacional ni con el canal de navegación.

La concentración promedio durante este período (figura A.6.5.1.2.31) es baja, con máximos del orden de 20 mg/l en las proximidades del punto de refulado de la cañería satélite. En el canal de navegación está por debajo de 1 mg/l.

La figura de máximos indica que los picos de turbidez aparecen alineados con el sentido principal de flujo a ambos lados del punto de vaciado, con ciertos corrimientos producto de los vientos locales en determinados días. El sector mayoritariamente afectado no interactúa con la costa ni obras de toma.

Finalmente, la tasa de sedimentación debida a las acciones de dragado es muy baja, resultando despreciable en prácticamente todo el dominio de cálculo.

El impacto general de este método de dragado es entre bajo y moderado.

### **6.5.2 Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara**

Los resultados se presentan gráficamente en el Anexo 6.5.2.1 para la evolución en estaciones fijas, y en el Anexo 6.5.2.2 para las distribuciones espaciales de concentraciones y masa sedimentada.

Este método de dragado y disposición de material presenta un comportamiento bien diferenciado respecto del caso previo.

De las figuras de evolución en el tiempo, se observa que:

- No hay impacto en las tomas de agua,
- En las costas se podrá observar un aumento de concentraciones del orden de los 10 mg/l máximo a la altura de Berazategui, algunos picos aislados inferiores a 10 mg/l en Quilmas, y sin cambios mensurables a la altura de La Plata,
- No hay impacto a la altura del límite internacional,
- El impacto en el área de traza dragada es bajo: no alcanza los 100 mg/l en superficie y es del orden de 200 mg/l máximo en el fondo, en ambos casos en las proximidades de la draga y durante el paso de la misma,

- En la zona de difusión del emisario Riachuelo, las sobre-concentraciones no superan los 50 mg/l aproximadamente,
- En el punto de vaciado de la cántara, se generan plumas locales de alta turbidez, luego dispersadas por el río. Este es el impacto más importante, con picos de 150 a 400 mg/l, pero valores medios por debajo de 100 mg/l.

Las plumas de turbidez de este método de dragado son mas pequeñas que las anteriores, tanto en desarrollo espacial cuanto a nivel de sobre-concentración. El rango, como puede verse en el Anexo citado, está siempre por debajo de 100 mg/l para las plumas superficiales, excepto en las inmediaciones de la draga o de la cántara durante el tiempo del vaciado.

Hay dos áreas diferenciadas donde se desarrollan plumas:

- Traza dragada recorrida por la embarcación,
- Zona de vaciado de la cántara

Como en este caso ambas son del mismo orden de magnitud en cuanto a sedimentos producidos, se aprecian simultáneamente. En el caso visto previamente (draga cortadora y refulado por cañería satélite) la zona de vaciado superaba largamente a la de dragado, y básicamente se apreciaba una sola pluma.

El desarrollo longitudinal también es bajo. Para el caso de la traza dragada, la resuspensión local del sistema de corte y succión no produce plumas de envergadura, mientras que en el punto de vaciado, el evento es de corta duración y la nube inicial producida no tiene entidad suficiente como para provocar impactos de importancia en las zonas sensibles.

La figura A.6.5.2.2.31 muestra el promedio de concentraciones en el período analizado. Se aprecian 2 regiones independientes, asociadas a las zonas de dragado y vaciado. La segunda es la más significativa, aunque los valores observados son inferiores a 10 mg/l, indicando un impacto medio muy bajo.

La figura de máximos (A.6.5.2.2.32) muestra que no se han producido sobre-concentraciones de significación en las tomas de agua, estaciones costeras o estaciones de control en el límite

internacional. El pico máximo se restringe al área de descarga de la cántara, de dimensiones reducidas. En la zona del canal de navegación, las sobre-concentraciones no alcanzaron nunca los 50 mg/l. En la zona de la traza, los valores locales no superan los 200 mg/l.

Lo anterior queda de manifiesto al analizar la tasa de sedimentación, que no supera los 50 mg/m<sup>2</sup> excepto en el punto de vaciado. El efecto sobre el lecho del río es totalmente despreciable, salvo en el área donde se vierte la cántara.

El impacto general de este método de dragado es muy bajo.

### **6.5.3 Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector**

Este escenario muestra el impacto más significativo.

Los resultados de la evolución en las estaciones fijas definidas, se presentan gráficamente en el Anexo 6.5.3.1.

Primeramente se observa que no hay impacto sobre las tomas de agua.

En las estaciones costeras, hay un impacto residual al final del período de estudio, que es absolutamente despreciable (sobre-concentraciones inferiores a 1 mg/l).

En el área donde el límite internacional fluvial presenta un cambio brusco a 90 grados, representado por la estación de control LINT2, se observa que las plumas de turbidez tienen presencia luego de 10 días de comenzadas las tareas de dragado de la zanja. Primeramente aparecen picos del orden de 20 mg/l, y el último día dos picos de entre 60 y 80 mg/l. Estos últimos tienen entidad como para ser detectados, diferenciándolos de la turbidez usual del río.

Sobre la traza de dragado se aprecia el máximo impacto. El efecto de la proyección continua de la totalidad de los sedimentos dragados produce una nube local con concentraciones que superan los 1,000 mg/l. En los extremos de la zona de trabajo, son comunes los picos de entre

400 y 800 mg/l. Como la draga recorre varias veces al día la traza, el método se transforma en una pseudo-fuente continua de producción de turbidez.

Esto se observa claramente en las estaciones perpendiculares a la traza, ubicadas sobre la zona de difusión del emisario. Son periódicos los valores de entre 300 y 600 mg/l, con concentraciones que decaen a medida que las estaciones se alejan de la zona de dragado. Se aprecian picos de 700 y 800 mg/l.

El efecto será claramente visible, por el aumento de turbiedad del medio. Esto se puede apreciar en el Anexo 6.5.3.2, donde se presentan las distribuciones espaciales de concentración, o plumas de turbidez, y la tasa de sedimentación.

En este caso, debido al continuo movimiento de la draga que recorre varias veces al día la traza, las plumas tienen una configuración más ancha, en el sentido perpendicular al flujo principal del río. Se observa claramente que en el desarrollo de la zanja aparecen los picos máximos, y luego hay un típico desarrollo de plumas hacia aguas arriba y aguas abajo, siguiendo el movimiento oscilatorio debido al efecto dominante de la marea.

Para algunas situaciones, las plumas se desprenden y aparecen dobletes o tripletes que comienzan a evolucionar independientemente. Incluso, debido a la acción de vientos locales, estas plumas pueden tener ejes de desarrollo transitoriamente no paralelos (por ejemplo, ver figura A.6.5.3.2.9 y A.6.5.3.2.18).

A partir del día 8, el efecto de rotación del flujo produce la separación momentánea de una pluma ya desarrollada, mientras que las próximas plumas que aparecen retoman las direcciones usuales. Es el caso de las plumas del día 10 (figuras A.6.5.3.2.19 y 20)

El promedio de sobre-concentraciones presentado en la figura A.6.5.3.2.31 muestra una zona de mayores dimensiones espaciales que las previas, y picos de turbiedad más intensos. Sobre el eje hidrodinámico del río hay una amplia zona con promedios que superan los 20 mg/l. Estos valores caen a 2 mg/l sobre el canal Mitre, y menos de 1 mg/l en las tomas de agua, zonas costeras y límite internacional. En todos los casos, el efecto medio es bajo.



Las concentraciones máximas tienen una distribución semejante a la de los promedios, pero la zona de mayor impacto está más definida y muestra el efecto de cambios de rumbo hidrodinámicos que han ocurrido en el período. La zona que supera los 600 mg/l es alargada, de unos 8 km de longitud. Sobre el canal Mitre se alcanzaron concentraciones de hasta 150 mg/l, y en el límite internacional no se alcanzaron los 100 mg/l en ningún momento. Otros puntos como tomas de agua y zonas costeras del lado Argentino, permanecen sin impactos.

En este caso, todo el material dragado ha sido dispersado en el lecho del río por la descarga del cañón proyector y el efecto de las corrientes. La zona de sedimentación por sobre los 100 mg/m<sup>2</sup> es amplia, magnificada por el efecto de vientos y rotación de corrientes en este período. Hay áreas cercanas a la zanja donde la tasa de sedimentación supera los 1,000 mg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, el efecto neto sobre el cambio del lecho es poco significativo en la zona de estudio, y solo los materiales más gruesos podrán generar alguna acumulación detectable en las inmediaciones de la zona de dragado.

El impacto general de este método de dragado en el río se puede calificar como moderado en cuanto al aumento de turbidez general en la zona de influencia de la obra. No obstante, resulta bajo en los puntos sensibles como tomas de agua.

#### **6.5.4 Tapada de zanja**

En el Anexo 6.5.4.1 se presentan los resultados gráficamente para la evolución en estaciones fijas, y en el Anexo 6.5.4.2 para las distribuciones espaciales de concentraciones y masa sedimentada.

Del primer Anexo se desprende que:

- No hay impacto en las tomas de agua,
- No hay impacto en las zonas costeras,
- No hay impacto en el límite internacional,

Como el material de tapada de zanja es más grueso, de acuerdo a lo establecido en los pliegos de obra de AySA para estos trabajos, el potencial de resuspensión es bajo y el efecto de estas tareas es únicamente local.

Así, aparecen picos de concentración en la traza para los momentos de descarga de cántara, que generan pequeñas plumas de turbidez. Los valores locales de sobre-concentración pueden oscilar entre 100 y 350 mg/l de superficie a fondo, en las inmediaciones de la draga.

En las estaciones de seguimiento de la zona de difusión el emisario, los valores están por debajo de 20 mg/l. Este efecto es difícilmente detectable en campo.

Se han generado y graficado las plumas de turbidez para el mismo período y frecuencia que los casos anteriores. Sin embargo, debido a que la escala de este escenario es totalmente diferente, se ha trabajado con una magnificación de imágenes a los efectos de observar algún detalle.

Todas las plumas siguen un patrón general correspondiente a los casos previos con este tipo de descargas. Pero el nivel de impacto es insignificante para la zona de cómputo en su conjunto.

Lo propio ocurre con los valores promedios, máximos y la tasa de sedimentación.

Se concluye que las acciones de tapada de zanja, realizadas bajo los criterios definidos en pliegos de obra, presentarán un impacto muy bajo.

## **6.6 RESULTADOS PARA EL DRAGADO DEL EMISARIO BERAZATEGUI**

Para el análisis de este caso, se respetan los lineamientos generales de la confección de figuras que fueron definidos en la sección 6.5. Los Anexos 6.6.1.1 a 6.6.4.2, en el Tomo III del informe, presentan las salidas graficas para los resultados del dragado en Berazategui.

En cuanto a la localización de las estaciones de seguimiento para las representaciones de campos de concentración (plumas de turbidez), promedios, máximos y tasas de sedimentación, se utilizó la nomenclatura siguiente (ver figuras siguientes):

- Las tomas de agua, costa y sitios de control del límite internacional (LINT1-5, figura 6.6.1).
- La zona de la traza del emisario: Ei, Ec, Ef, AARR1-5 y AABA1-5 y la zona de refulado por cañería: Pto Refulado A, VAARR1-5 y VAABA1-5 (figura 6.6.2)
- La zona de vaciado con cántara: Pto Refulado B, VAARR1-5 y VAABA1-5 (figura 6.6.2),

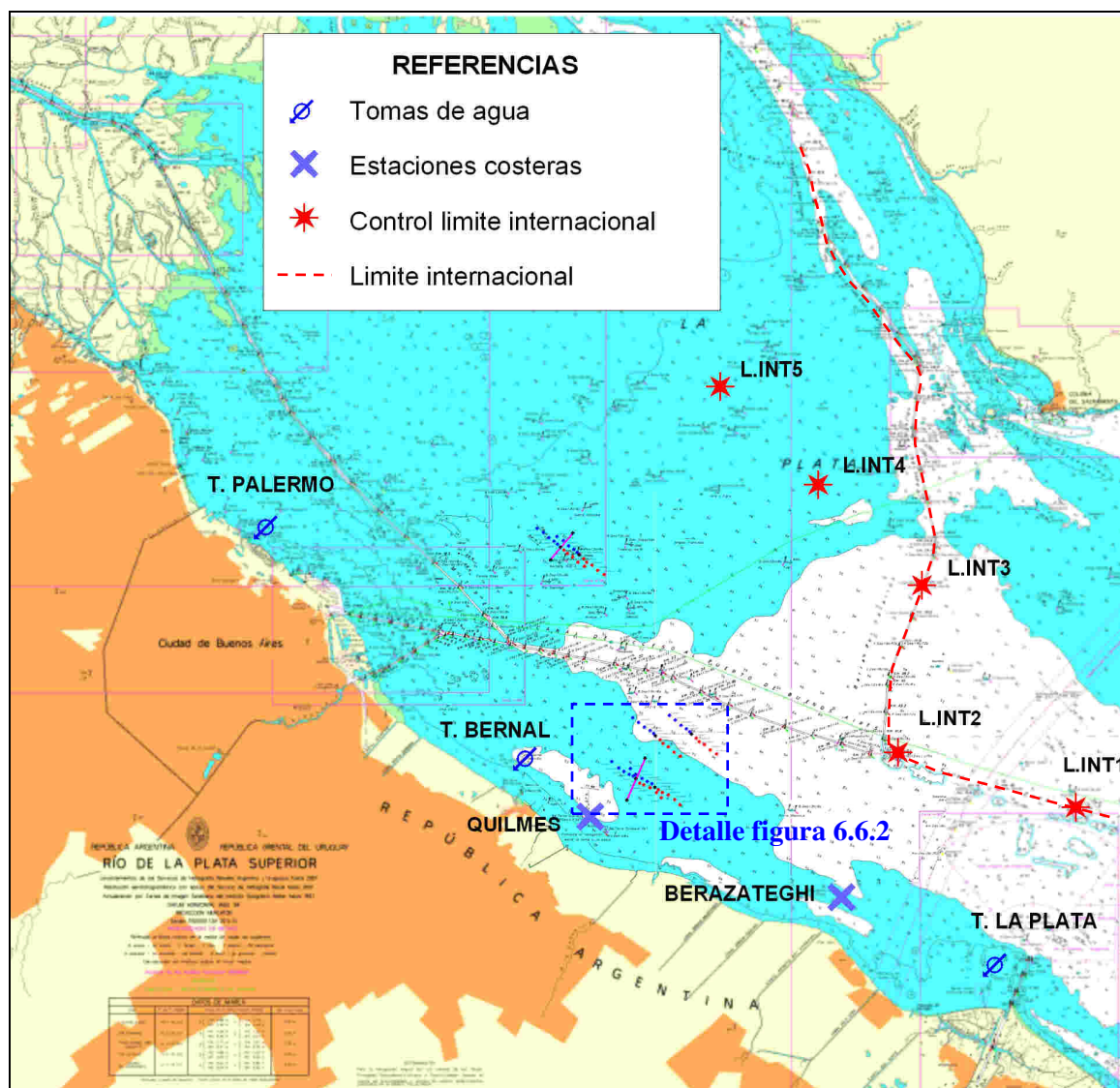


Figura 6.6.1 – Localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento costeras, tomas de agua y control límite internacional.

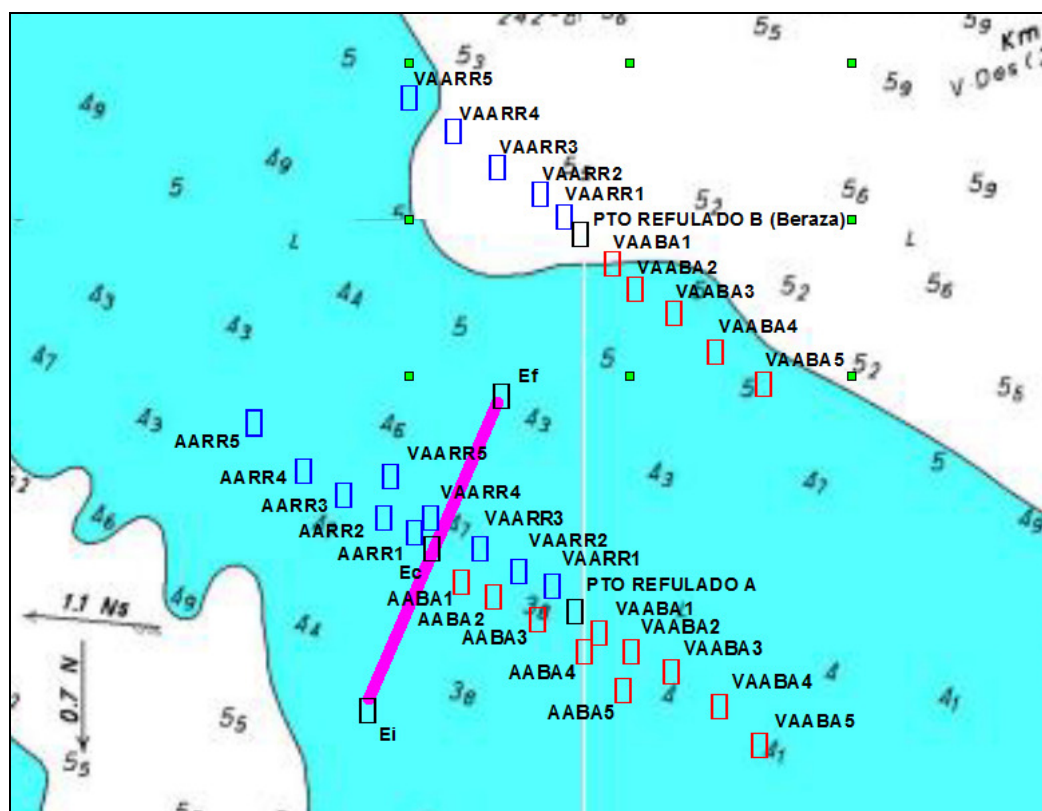


Figura 6.6.2 – Localización y nomenclatura de las estaciones de seguimiento en área de dragado del emisario Berazategui, zona de refulado por cañería (Refulado A) y zona de vaciado con cántara (Refulado B). El segmento violeta indica la zona de dragado.

### 6.6.1 Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite

Los resultados de la evolución en las estaciones fijas definidas, se presentan gráficamente en el Anexo 6.6.1.1. El análisis que sigue se refiere a los resultados allí presentados.

Se observa que no hay impacto en las tomas de agua de AySA de Palermo y Bernal, es decir, no aparecen sobre-concentraciones debidas a las acciones de dragado. Sin embargo, durante los últimos 5 días de la simulación, se observa un leve incremento de turbiedad en la toma de agua de Ensenada (La Plata), con picos de entre 10 y 20 NTU.

En las zonas costeras el impacto es:

- muy bajo en la zona de Quilmes, con valores por debajo de 15 mg/l,
- Moderado en la zona de Berazategui, donde se observan sobre-concentraciones de entre 50 y 70 mg/l para los segundos 5 días de dragado, y con picos superando los 100 mg/l para los últimos 5 días simulados,

Durante el período simulado, no aparecen picos en el límite internacional. No hay cambios en la turbiedad.

La zona de dragado presenta aumento definido de turbidez. Los picos diarios varían entre 100 y casi 600 mg/l dependiendo del sitio y las condiciones hidrodinámicas. En el área de trabajo los valores típicos son de entre 100 y 200 mg/l, disminuyendo cuando cesa la operación.

Aguas arriba y abajo de la traza se aprecia un efecto de difusión que tiende a homogeneizar las concentraciones, y reducirlas, como en casos previos. Los picos apreciados son del mismo orden de magnitud que en la traza, pero disminuyen en amplitud con la distancia a la zona de dragado.

El punto de vaciado por cañería presenta el impacto mayor, con picos que pueden alcanzar los 1,000 mg/l en superficie y más de 2,000 mg/l en fondo. La mayoría del período presenta sobre-concentraciones por sobre 100 mg/l. En esta zona, como en el punto de trabajo, se observa estratificación del flujo, con mayores concentraciones en la capa del fondo, y menores en superficie. El efecto 3D local, tanto en la traza como en el área de dragado, se reduce a medida que aumenta la distancia a esos puntos.

En el Anexo 6.6.1.2 se pueden ver las distribuciones espaciales de concentración, promedios, máximos y la tasa de sedimentación.

Como ocurrió en el caso del uso de esta técnica de dragado en el emisario Riachuelo, las plumas de turbidez están principalmente asociadas al efecto del refulado por la cañería satélite. En términos relativos, el efecto del dragado en la zona de zanja es bajo. En general, se



aprecia un impacto mayor a las 12 horas, cuando el sistema está operando, y una pluma menos intensa pero más distribuida en planta por efecto de la turbulencia, a las 24 hs de cada día. Dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, la pluma del refulado luce delgada y larga, en la dirección de la corriente típica del Río de la Plata (eje natural del río).

Los efectos de los vientos locales perturban las plumas y las desplazan levemente, mostrando cambios relativos respecto de la dirección principal del flujo que son menores a los apreciados en el caso del emisario Riachuelo, donde el sitio es de aguas más abiertas.

Con el correr de los días se desprenden plumas secundarias. Además, el efecto de deriva del río produce que la cola de las plumas generadas se recueste sobre la costa a medida que avanza hacia la zona de La Plata. La forma de las mismas tiende a copiar la geometría de la costa, y parte de los sedimentos son atrapados en la entrada de la costa que existe entre Berazategui y Ensenada.

A lo largo de toda la simulación, se observa que no se afecta a las tomas de agua de Aysa, y que no hay contacto con el límite internacional ni con el canal de navegación. Pero la cola de la pluma de turbidez alcanza la toma de Ensenada al final del período, aunque con concentraciones bajas.

La concentración promedio durante este período (figura A.6.6.1.2.31) es baja, con máximos del orden de 20 mg/l en las proximidades del punto de refulado de la cañería satélite. En el canal de navegación, tomas de AySA y límite internacional está por debajo de 1 mg/l. En la zona de la costa Argentina, puede alcanzar los 2 mg/l en promedio.

La figura de máximos indica que los picos de turbidez aparecen alineados con el sentido principal de flujo a ambos lados del punto de vaciado, con corrimientos mínimos producto de los vientos locales en determinados días. Sobre la costa y toma de agua de Ensenada los máximos son de alrededor de 50 mg/l.

Finalmente, la tasa de sedimentación debida a las acciones de dragado es baja, con valores del orden de 100 mg/m<sup>2</sup> en la zona de influencia del refulado. El efecto de atropamiento de

sedimentos en la zona de costa entre Berazategui y Ensenada queda puesto de manifiesto en un aumento local de depositación, que alcanza los 50 mg/m<sup>2</sup>.

El impacto general de este método de dragado es entre bajo y moderado para el río en su conjunto. Sobre la toma de agua de Ensenada, si bien se detectan aumentos de turbiedad, los mismos son comparables a las variaciones naturales del río.

### **6.6.2 Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara**

Los resultados se presentan gráficamente en el Anexo 6.6.2.1 para la evolución en estaciones fijas, y en el Anexo 6.6.2.2 para las distribuciones espaciales de concentraciones y masa sedimentada.

De las figuras de evolución en el tiempo, se observa que:

- No hay impacto en las tomas de agua,
- En las costas se podrá observar un aumento de concentraciones del orden de los 30 mg/l máximo a la altura de Berazategui, algunos picos aislados inferiores a 10 mg/l en Quilmas, y valores de hasta 15 mg/l a la altura de La Plata,
- No hay impacto a la altura del límite internacional,
- El impacto en el área de traza dragada es bajo: no alcanza los 100 mg/l en superficie y es del orden de 200 mg/l máximo en el fondo, siempre en las proximidades de la draga y durante la acción de dragado,
- En la zona de difusión del emisario Berazategui, las sobre-concentraciones no superan los 60 mg/l aproximadamente,
- En el punto de vaciado de la cántara, se generan plumas locales de alta turbidez, luego dispersadas por el río. Se da aquí el impacto más destacable, con picos de 300 a más de 500 mg/l, y valores medios del orden de 100 mg/l.

Las plumas de turbidez de este método de dragado son inferiores a las anteriores, en desarrollo espacial y amplitud de sobre-concentración. El rango, como puede verse en el

Anexo citado, está siempre por debajo de 200 mg/l para las plumas superficiales, excepto en las inmediaciones de la draga o de la cántara durante el tiempo del vaciado.

Hay dos áreas donde se desarrollan plumas:

- Traza dragada recorrida por la embarcación,
- Zona de vaciado de la cántara

Como ambas están relativamente próximas a la escala del modelo anidado, tienden a superponerse, y se divisan plumas con una relación de aspectos mayor que aquellas observadas para la misma situación en el emisario Riachuelo. En el caso visto previamente (draga cortadora y refulado por cañería satélite) la zona de vaciado superaba largamente a la de dragado.

En la zona de la traza dragada, la resuspensión local del sistema de corte y succión no produce plumas importantes, mientras que en el punto de vaciado, el evento es de corta duración y la nube inicial producida tampoco tiene entidad suficiente como para provocar impactos de importancia en las zonas sensibles.

La figura A.6.6.2.2.31 muestra el promedio de concentraciones en el período analizado. Se aprecian una única región amplia asociada a las zonas de dragado y vaciado. Los valores observados son inferiores a 5 mg/l, indicando un impacto medio muy bajo.

La figura de máximos (A.6.6.2.2.32) muestra que no se han producido sobre-concentraciones de significación en las tomas de agua, estaciones costeras o estaciones de control en el límite internacional. El pico máximo se restringe al área de descarga de la cántara, de dimensiones reducidas y una extensión de unos 4 km, delgada y paralela a la costa. En la zona del canal de navegación, las sobre-concentraciones no alcanzaron nunca los 25 mg/l.

Al analizar la tasa de sedimentación se observa que alcanza el rango 50-100 mg/m<sup>2</sup> en la traza y en el punto de vaciado, y una región de dispersión alrededor de las mismas. El efecto sobre el lecho del río es totalmente despreciable, salvo en el área donde se vacía la cántara.

El impacto general de este método de dragado es muy bajo.

### **6.6.3 Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector**

Como en el caso del emisario Riachuelo, este escenario muestra el impacto relativo más significativo.

Los resultados de la evolución en las estaciones fijas definidas, se presentan gráficamente en el Anexo 6.6.3.1.

Primeramente se observa sobre las tomas de agua:

- En Bernal hay picos aislados de hasta 15 NTU, luego de la primera semana de trabajos.
- En Ensenada, aparecen valores de 10 NTU a partir del día 9, que luego se incrementan hasta picos de entre 30 y 50 NTU.

En las estaciones costeras, hay un impacto detectable del siguiente orden de magnitud:

- Sobre-concentraciones de hasta 260 mg/l en Berazategui,
- Picos de entre 40 y 70 mg/l en Quilmas,
- Valores crecientes de hasta 140 mg/l en La Plata

En el área del límite internacional las plumas de turbidez no tienen presencia luego de 15 días de comenzadas las tareas de dragado de la zanja.

Como era de esperar, por el tipo de método de dragado y vaciado aplicado, sobre la traza de dragado se aprecia el máximo impacto. El efecto de la proyección continua de la totalidad de los sedimentos dragados produce una nube local con concentraciones que superan los 1,000 mg/l en toda la zona de trabajo.

En las estaciones perpendiculares a la traza, ubicadas sobre la zona de difusión del emisario, se predicen valores de entre 300 y 750 mg/l, con concentraciones que decaen a medida que las estaciones se alejan de la zona de dragado.

El efecto será visible en el lugar, por el aumento de turbiedad del medio. Esto se puede apreciar en el Anexo 6.6.3.2, donde se presentan las distribuciones espaciales de concentración, o plumas de turbidez, y la tasa de sedimentación.

El continuo movimiento de la draga sobre la traza, dispersando sedimentos dragados mediante el cañón proyector, genera plumas con una configuración más ancha, en el sentido perpendicular al flujo principal del río. Se observa que en la traza de la zanja aparecen los picos máximos, y luego hay un desarrollo de plumas hacia aguas arriba y aguas abajo, siguiendo el movimiento oscilatorio debido al efecto dominante de la marea.

Con el correr de los días y la sucesión de mareas, las plumas se desprenden y aparecen dobletes o triplete que comienzan a evolucionar independientemente.

Luego de algunos días de dragado (1 semana aproximadamente), las plumas presentan una deriva neta hacia el sureste, y hay cierta migración hacia la costa, producto de los efectos difusivos. Ver Anexo de figuras.

Durante la segunda semana de dragado, en la zona de trabajo se siguen generando plumas que se van desprendiendo en función de las condiciones de pleamar y bajamar, mientras que la cola de las plumas ha generado un contacto casi permanente con la costa entre Quilmas y el puerto de La Plata.

El promedio de sobre-concentraciones presentado en la figura A.6.6.3.2.31 muestra una zona de mayores dimensiones espaciales que las previas. Paralela a la costa, sobre el eje hidrodinámico del río, hay una amplia zona con promedios que superan los 20 mg/l. Sobre la costa los valores promedio pueden superar los 5 mg/l, que aún son intensidades muy bajas. Sobre el canal Mitre, el promedio es de menos de 1 mg/l, lo mismo que en las tomas de agua de AySA y el límite internacional. Sobre la toma de agua de Ensenada, el promedio rondaría los 2 mg/l. En todos los casos, el efecto medio es bajo.

Como en casos previos, las concentraciones máximas tienen una distribución semejante a la de los promedios, pero la zona de mayor impacto está más definida y muestra el efecto de cambios de rumbo hidrodinámicos que han ocurrido en el período. La zona que supera los 600 mg/l es alargada y de unos 7 km de longitud. Corresponde a la traza del emisario, y dos áreas contiguas aguas arriba y aguas debajo de la misma. Sobre el canal Mitre y en el límite internacional no se alcanzaron los 25 mg/l en ningún momento. La toma de agua de Palermo no recibe impacto alguno, y en Bernal pueden haber picos del orden de 50 mg/l. En la toma de Ensenada, las sobre-concentraciones están alrededor del rango de 100 mg/l. Este orden de magnitud podría alcanzarse en las áreas costeras.

Como el método de dragado proyecta nuevamente todo el material al río, aparece una amplia zona donde el mismo es depositado luego de la dispersión turbulenta a la que es sometido. La zona de sedimentación por sobre los 100 mg/m<sup>2</sup> es muy amplia, y toma contacto con las costas por razones hidrodinámicas de disminución de corrientes. En la zona de refulado directo, junto a la zanja, la tasa de sedimentación supera los 1,000 mg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, el efecto neto sobre el cambio del lecho es poco significativo en la zona de estudio, y solo los materiales más gruesos podrán generar alguna acumulación detectable en las inmediaciones de la zona de dragado. Obsérvese que hay 2 áreas costeras donde se acumula material, aunque en cantidades muy poco significativas.

El impacto general de este método de dragado en el río se puede calificar como moderado en cuanto al aumento de turbidez general en la zona de influencia de la obra. Hay cierto impacto que podría ser detectado en la toma de agua de Ensenada, y en menor medida en la toma de Bernal.

#### **6.6.4 Tapada de zanja**

En el Anexo 6.6.4.1 se presentan los resultados gráficamente para la evolución en estaciones fijas, y en el Anexo 6.6.4.2 para las distribuciones espaciales de concentraciones y masa sedimentada.



Del primer Anexo se desprende que:

- No hay impacto en las tomas de agua,
- No hay impacto en las zonas costeras,
- No hay impacto en el límite internacional,

Tal como ocurrió en el caso del emisario Riachuelo, debido a que el material de tapada de zanja es más grueso, el potencial de resuspensión es bajo y el efecto de estas tareas es únicamente local.

Aparecen picos de concentración en la traza para los momentos de descarga de cántara, que generan pequeñas plumas de turbidez. Los valores locales de sobre-concentración pueden oscilar entre 100 y 350 mg/l de superficie a fondo, en las inmediaciones de la draga.

En las estaciones de seguimiento de la zona de difusión el emisario, los valores están por debajo de 10 mg/l. Este efecto no será detectable en campo.

El segundo Anexo citado presenta las plumas de turbidez para el mismo período y frecuencia que los casos anteriores. Nuevamente, debido a que la escala de este escenario es totalmente diferente, se ha trabajado con una magnificación de imágenes a los efectos detalles.

Todas las plumas son pequeñas, de amplitud baja. No presentan contacto con los puntos sensibles ni con la costa. El nivel de impacto es insignificante para la zona de cómputo en su conjunto.

Lo propio ocurre con los valores promedios, máximos y la tasa de sedimentación.

Se concluye que las acciones de tapada de zanja, realizadas bajo los criterios definidos en pliegos de obra, presentarán un impacto muy bajo.

## **6.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

Como fue comentado oportunamente, la capacidad de transporte de limos y arenas del Río de la Plata es relativamente baja, encontrándose que los elementos limosos resuspendidos por la acción del dragado sólo podrán ser dispersados unos pocos kilómetros del lugar de generación. Siendo así, el impacto previamente mostrado responde, de acuerdo a los datos antecedentes disponibles e información provista por AySA con que fue alimentado el modelo, al transporte de sedimentos finos y muy finos (rango de limos finos y arcillas).

Aún así, se observó en la Sección 6.5 que las obras de dragado para el emisario Riachuelo básicamente no ocasionarían inconvenientes importantes sobre los puntos sensibles (tomas de aguas, por ejemplo). En parte, esto es debido a la localización de las tareas sobre la traza de este emisario, suficientemente río adentro y alejado de la costa.

El emisario Berazategui es más corto, y la posición relativa de las tomas de agua de Bernal y Ensenada (La Plata) está más comprometida por la dirección de flujo típica del río. Por ello, en esta sección se procedió a realizar un análisis de sensibilidad a los resultados considerando una situación distinta en cuanto a la composición de los sedimentos dragados. Se supuso que las partículas más finas (arcilla y limo muy fino) estaban ausentes, analizándose el caso del transporte de limo medio.

De acuerdo a los resultados previamente presentados, el análisis de sensibilidad se realizó sobre los dos escenarios de mayor impacto, esto es:

- Dragadora cortadora y refulado por cañería
- Dragadora de succión y vaciado lateral con cañón proyector

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

### **6.7.1 Dragadora cortadora y refulado por cañería**

Los resultados del modelo se presentan gráficamente en los Anexos 6.7.1.1 y 6.7.1.2.

Como era de esperar, el impacto general es menor, debido a la mayor velocidad de caída de las partículas, lo que significa menor distancia neta de transporte.

Los lugares no impactados previamente (sección 6.6) permanecen, obviamente, sin impactos en este caso.

En la zona de trabajo, ahora las sobre-concentraciones presentan picos de hasta 450 mg/l. En la zona de difusión del emisario Berazatgui, los valores están en el orden de 50 a 400 mg/l.

El punto de vaciado muestra picos aún importantes, pero menores al caso de comparación y de menor duración. Pocas veces se superan los 800 mg/l.

Las plumas mostradas en el Anexo 6.7.1.2 son marcadamente más reducidas que las del caso original (Anexo 6.6.1.2). Ahora se alcanzan a ver las dos plumas debidas a sendas fuentes de sedimentos: acción de dragado y acción de refulado. Sólo en algunas imágenes se aprecian los picos mayores, y típicamente las plumas muestran valores de sobre-concentración por debajo de 100 mg/l.

El alcance del campo promedio de sobre-concentración es claramente menor al caso de comparación, y lo propio ocurre con la representación de los máximos y la tasa de sedimentación.

### **6.7.2 Dragadora de succión y vaciado lateral con cañón proyector**

Los Anexos 6.7.2.1 y 6.7.2.2 contienen las salidas gráficas para este caso.

En este caso no hay impacto sobre las tomas de agua.

En las zonas costeras, las sobre-concentraciones no alcanzan los 10 mg/l, resultando un impacto muy bajo.

El límite internacional no presenta variaciones respecto de la situación sin obras.

En la zona de trabajo, la evolución sobre la traza es similar al caso de comparación, debido a la condición de campo local en los puntos de resuspensión de sedimentos. Pero ya en la zona de difusión del emisario, se aprecia una disminución de amplitudes, que sólo en situaciones puntuales alcanzan picos de entre 500 y 600 mg/l.

En cuanto a las plumas, no hay cambios mayores en la zona de producción de sedimentos (campo cercano). Pero, cuando las mismas comienzan a desarrollarse por acción de las corrientes del río, y se alejan de la zona de trabajo, el cambio es importante, y las plumas secundarias desprendidas son de una envergadura mucho menor.

Esto produce que no se generen colas de plumas o “estelas de turbidez” importantes, evitando que las mismas alcancen las tomas de Bernal y Ensenada, o la costa Argentina.

El promedio de sobre-concentración muestra la zona de dragado y dos lóbulos a ambos costados, el mayor en la dirección de deriva del río. La distribución es inferior a la del caso original en cuanto a extensión, y de menor amplitud en cuanto a sobre-concentración.

Algo similar ocurre con el campo máximo de sobre-concentración en el período simulado. La tasa de sedimentación se ha reducido, consecuentemente con lo anterior.

## **6.8 CALIDAD AMBIENTAL DE LAS AGUAS DURANTE LAS ACCIONES DE DRAGADO**

En esta Sección se realiza un análisis breve de la relación entre los niveles de aumento de turbiedad que han sido pronosticados por el modelo, y las condiciones guía para el cuerpo de

agua estudiado. Se ha separado el análisis en lo referido a aguas abiertas y aguas para potabilizar, debido a las diferencias de normativa aplicables según el uso deseado.

### 6.8.1 Calidad en aguas abiertas del Río de la Plata

#### Niveles guía de calidad de aguas para la Cuenca del Plata

La tabla que sigue presenta algunos de los niveles guía históricos de calidad de agua establecidos para la Cuenca del Plata, en función de los distintos usos, a saber:

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

Tabla 6.8.1 – Niveles guía de calidad de agua para la Cuenca del Plata, según usos.

Parámetro	Usos			
	I	II	III	IV
pH	6,5/8,5	6,5/8,5	6,5/8,5	6,5/8,5
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 5	> 5	> 4	> 5
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	3	3	3	3
Cloruros (mg/l)	250	-	250	-
Nitrógeno amoniacal (mg N/l)	0,5	-	-	0,02
Nitrógeno de nitratos (mg N/l)	10	-	-	-
Nitrógeno de nitritos (mg N/l)	0,1	-	-	-
Coliformes totales (NMP/100 ml)	5000	-	1000	-
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	200	-	-
Cadmio (mg/l)	0,005	0,005	0,005	0,0002
Plomo (mg/l)	0,05	-	0,05	0,001
Cromo total (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,002
Aldrín/Dieldrín (ng/l)	30	-	-	4
DDT (ng/l)	1000	-	-	1

No ha sido definido el parámetro turbiedad, o concentración de sedimentos en suspensión.

### Niveles guía de calidad de aguas de la SAyDS

Por su parte, la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación (hoy SAyDS, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable), a través de la Resolución 634/98 establece objetivos de calidad ambiental para la Franja Costera del Río de la Plata y del Río Matanza - Riachuelo.

En el artículo 1, se establecen los siguientes usos prioritarios para la Franja Costera del Río de la Plata:

- Abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional, protección de la vida acuática y recreación con contacto directo.

El artículo reza: “Los objetivos de calidad que se establezcan y permisos de vertido que se otorguen en el marco de la Ley N° 24.051 y su Decreto Reglamentario N° 831/93 deberán asegurar que la calidad de agua necesaria para el desarrollo de los usos prioritarios en la franja costera se verifique a partir del año 2008”.

Debido a que la Ley 24.051 está relacionada con residuos peligrosos, el parámetro turbiedad tampoco es considerado.

### Niveles guía de calidad de aguas del FREPLATA

En octubre de 2006, el Proyecto “Protección ambiental del Río de la Plata y su frente marítimo: prevención y control de la contaminación y restauración de hábitats”, generó un documento de recomendación respecto de “Objetivos de calidad de agua y sedimentos para el área común del Río de la Plata y su frente marítimo”.

El Anexo 1 del citado documento presenta los Valores de Referencia Binacionales Provisorios de calidad de agua y sedimentos. El parámetro turbiedad no está presente.



En función de lo citado, en esta oportunidad no se han contrastado los resultados en aguas abiertas con niveles guía.

## 6.8.2 Calidad en tomas de agua para potabilización

En la sección 6.4.3 se presentó un análisis de los registros de turbidez en las tomas de agua de AySA (ver tabla 6.4.2).

A partir de esos datos, se puede construir la tabla siguiente, que presenta los aumentos de turbidez registrados respecto del nivel promedio.

*Tabla 6.8.2 – Aumentos de turbidez en tomas de agua de AySA, respecto del valor promedio.*

<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>PMB</b>	<b>PSM</b>
Promedio	0	0
Máximo	444	739
Percentil 50	-36	-43
Percentil 90	134	174
Percentil 95	184	276
Percentil 99	264	471

Con el modelo se han estudiado los siguientes escenarios para cada emisario:

- A - Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite,
- B - Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara
- C - Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector
- D - Tapado de zanja mediante vuelco desde cántara

obteniéndose los siguientes valores de aumento de turbidez:

Tabla 6.8.3 – Aumentos de turbidez en tomas de agua por acciones de dragado en emisario Riachuelo.

Escenario	Aumento de Turbidez (NTU)					
	PMB		PSM		Ensenada	
	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
<b>A</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<b>B</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<b>C</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<b>D</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Tabla 6.8.4 – Aumentos de turbidez en tomas de agua por acciones de dragado en emisario Berazategui.

Escenario	Aumento de Turbidez (NTU)					
	PMB		PSM		Ensenada	
	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
<b>A</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<b>18</b>
<b>B</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<b>C</b>	< 1	<b>13</b>	< 1	< 1	< 1	<b>50</b>
<b>D</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Se observa que la variación de turbiedad está dentro de los rangos normales de variación soportados por las plantas potabilizadoras de AySA.

En cuanto a la planta de Ensenada, que soporta el impacto relativo mayor, se desconocen los parámetros de operación como para inducir una conclusión directa. El aumento máximo esperado allí ronda los 50 NTU para el escenario C.

En cualquier caso, se destaca que más allá del aumento de turbiedad que podría ser soportado por las plantas, el hecho de que arriben sedimentos de distinta granulometría que los usualmente recibidos en condiciones naturales, es lo que puede provocar inconvenientes en el sistema de tratamiento de aguas<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Información suministrada por personal de AySA a cargo de tareas de potabilización.

## **7 MEDIDAS DE MITIGACION**

### **7.1 MEDIDAS MITIGATORIAS PARA LAS OBRAS DE DRAGADO**

Se plantean a continuación ciertas medidas mitigatorias conceptuales tendientes a disminuir el impacto ambiental y sobre la operación de las tomas de agua, que producirán las operaciones de dragado en trinchera de la zona de difusores para la construcción de los emisarios Riachuelo y Berazategui:

1. Establecer que la operación de dragado se realice en forma no continua, con intervalos de trabajo de 12 horas seguidos de intervalos de descanso de 12 horas, tal como lo analizado en este estudio. Otros programas de dragado deberían ser analizados con modelo para determinar su viabilidad ambiental.
2. Realizar el refulado/vaciado en los puntos permitidos que fueron definidos en este trabajo, los cuales se encuentran alejados de las tomas de agua, el límite internacional y los canales de navegación. Las distancias mínimas de seguridad, medidas desde el punto de refulado/vaciado y hasta el punto en cuestión, serán tal que las acciones se realicen dentro de las áreas permitidas aquí analizadas.
3. Suspender la operación de dragado cuando se presenten vientos persistentes (más de 6 horas) con intensidad superior a 35 km/h y dirección desde la zona de trabajo hacia alguna de las tomas de agua.
4. Suspender la operación cuando el río presente un nivel de agitación superior al normal, debido a la acción de agentes meteorológicos o fluviales no habituales.
5. Verificar, mediante mediciones de campo realizadas con equipos de respuesta directa, el nivel de turbiedad en las proximidades de las zonas de trabajo. Llevar un registro diario con mediciones horarias.
6. Realizar un control operativo de la producción de sedimentos, mediante el seguimiento de los volúmenes dragados con frecuencia diaria.
7. Establecer para el subcontratista de dragado la exigencia de la determinación del material resuspendido a cargo de un auditor externo.

8. Establecer en el contrato de dragado, tolerancias horizontales y verticales para el cajón a dragar, de forma tal que no se incurra en un sobre-dragado que implique resuspensión adicional de sedimentos.
9. En el caso de utilizarse una draga de succión por arrastre, deberá asegurarse que la velocidad de tránsito durante el dragado no supere los límites razonables, de forma de evitar resuspensión adicional de sedimentos del lecho. Lo propio aplica para la velocidad de giro y el espesor de la capa de dragado en cada pasada.
10. Si se utilizan dragas cortadoras, no se realizarán cortes desde el sector inferior del cajón de dragado, a los efectos de evitar el desplome de material que pueda ocasionar resuspensión adicional de sedimentos.
11. La generación de turbidez en la boca de succión de los elementos cortadores se minimiza cuando la capa de corte tiene un espesor de 2 a  $2,1\phi$ , siendo  $\phi$  el diámetro del cabezal o de la cañería de succión. Respetar este límite.
12. Respetar los límites de operación en cuanto a oleaje y calado mínimo. En este último caso, las dragas dejarán de operar cuando el calado entre en juego con el nivel del río para condiciones de bajante pronunciada. A su vez, estas situaciones maximizan la concentración de sedimentos, por lo cual la finalización de tareas resultará en un beneficio ambiental.
13. Establecer un plan de monitoreo y control externo para las tareas de dragado, según se define en la sección siguiente.

## **7.2 PROPUESTA DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA**

Se ha desarrollado, en términos conceptuales, un plan de monitoreo/alerta para la etapa de dragado.

Los objetivos del mismo son los siguientes:

1. **Pronosticar las concentraciones** medias de sedimentos (nivel de turbiedad) en las inmediaciones de las tomas de agua de Palermo, Bernal y Ensenada

2. **Realizar un seguimiento permanente** de las condiciones de turbiedad del Río de la Plata en la zona de influencia del dragado, de modo de poder tomar a tiempo las medidas precautorias que fueran necesarias en el caso de un incremento indeseado del nivel de turbiedad.

El plan se basa en las siguientes acciones interrelacionadas:

1. Realización de **campañas periódicas de monitoreo** de plumas de turbidez. Se realizarán desde embarcación con frecuencia mínima semanal, mediante el rastrillaje de la zona de potencial influencia de las tareas de dragado. Se utilizará equipo de detección que permita establecer el alcance e intensidad de las plumas en forma rápida y eficiente (turbidímetro de respuesta on-line y registro de datos con data-logger). Las plumas serán relevadas en la dirección principal de flujo y en la transversal.
2. Monitoreos periódicos de la granulometría del material extraído, a lo largo y alto de la traza excavada. Evaluación de la tasa de resuspensión de sedimentos en zonas de dragado y refulado. Frecuencia en concordancia con el ítem anterior, mínimo semanal.
3. Diseño, provisión, instalación y operación continua de una **red de monitoreo de nivel de turbiedad en tiempo real**. Las estaciones de seguimiento serán colocadas en puntos estratégicos respecto de los puntos críticos considerados, de acuerdo al esquema del Anexo 7.2.1. Las estaciones generarán datos en forma continua y los comunicarán en forma remota a tierra, para su seguimiento permanente. Se toma como parámetro mínimo de seguimiento la turbiedad, en función de que AySA ya dispone de una red de monitoreo de la profundidad local y la dirección/intensidad de la corriente fluvial, además de estaciones hidro-meteorológicas con respuesta en tiempo real, instaladas en puntos estratégicos como las torres actuales de AySA en el río (Palermo y Bernal) o un punto sobre la línea de costa en su defecto (Berazategui).
4. Implementación de un **modelo matemático de seguimiento y pronóstico de impactos**. La implementación contemplará un modelo matemático hidrodinámico 3D, calibrado y validado con suficiente información para la representación de la problemática del Río de la Plata en la zona de obras, y de un modelo de transporte de sedimentos, tal como lo realizado en este trabajo, para pronóstico del desarrollo de plumas de turbidez, su extensión e intensidad, y control sobre puntos críticos como las tomas de agua, límite internacional y áreas costeras. El modelo deberá ser al estado del

arte a nivel internacional, y representar el sistema en una escala adecuada a los fines perseguidos, y a la vez razonable como para obtener resultados en tiempos de cómputo adecuados. El modelo será alimentado con registros de nivel de marea y caudal de ríos tributarios actualizados, y para el campo de vientos se utilizarán las estaciones meteorológicas de AySA, en función de su cercanía con las áreas de trabajo. Los datos de producción de sedimentos resuspendidos provendrán de las campañas de monitoreo del ítem 1 y 2.

5. **Programa de Alerta temprana.** Se desarrollará un software de interpretación de las señales recibidas desde la red de monitoreo y resultados de modelado matemático de pronóstico, con criterios de alerta temprana sobre el impacto en las tomas de agua, de forma tal de proceder a la suspensión temporal de las actividades de dragado y/o las maniobras operativas correspondientes en la planta de potabilización Gral. San Martín (Palermo), Gral. Belgrano (Bernal) o Ensenada (La Plata). El software generará reportes horarios, los cuales podrán ser consultados vía internet por el personal autorizado por AySA, con nombre de usuario y clave de acceso. A solicitud de AySA, parte de la información podrá estar disponible públicamente, a través de su página web.
6. El seguimiento de las plumas de turbidez se podrá complementar con imágenes satelitales y/o vuelos sobre la zona de tareas y durante la duración del dragado.

Con el esquema arriba propuesto, se dispondrá de un servicio continuo (todos los días de operación) de pronóstico y alerta temprana que asegurará que no ocurran eventos indeseados en zonas críticas y puntos sensibles como las tomas de agua, durante las tareas de construcción de los emisarios.

Los niveles de alerta y emergencia serán establecidos de acuerdo a los criterios asociados a cada punto críticos, a saber:

- Límite de operación de las plantas potabilizadoras de Palermo y Bernal en cuanto a picos de turbiedad y/o tamaño de partículas,
- Nivel de calidad de aguas relacionado a turbiedad para el límite internacional.



## 8 CONCLUSIONES

### 8.1 GENERALES

#### 8.1.1 Sobre el estudio

Se ha cumplido exitosamente el objetivo principal del estudio, a saber:

- Se ha determinado el impacto ambiental sobre la calidad de las aguas del Río de la Plata, como consecuencia de las obras de dragado para la construcción en zanja de la zona de difusión de los Emisarios Riachuelo y Berazategui.

Además,

- Se evaluaron diferentes métodos de dragado plausibles de aplicación en el Río de la Plata, y se determinó el aumento de turbidez que cada uno de ellos podría producir,
- Se determinaron los potenciales impactos que la operación de dragado pudiera producir sobre las tomas de agua de Palermo, Bernal y Ensenada,
- Se plantearon conceptualmente medidas mitigatorias y un plan de monitoreo/alerta para la etapa de dragado.

#### 8.1.2 Modelo matemático

Respecto de la herramienta aplicada para determinar las predicciones, se puede mencionar que:

- El modelo hidrodinámico y el de transporte de sedimentos representan el sistema bajo estudio a nivel del estado del arte internacional en la simulación computacional de este tipo de fenómenos. En este trabajo, el modelo ha sido exhaustivamente validado con datos actuales, para un período de 3 meses.

- Los resultados fueron obtenidos para casos dinámicos y situaciones del lado de la seguridad, tanto desde el punto de vista de la operación como de las condiciones ambientales en el río.
- La complejidad de los fenómenos físicos involucrados y la sensibilidad de los resultados a una diversidad de parámetros, hicieron recomendable que las simulaciones fueran repetidas frente a cambios en la tecnología de dragado.
- Luego, los resultados obtenidos en este estudio no son generalizables si se presentan cambios en las condiciones recién mencionadas, recomendándose la realización de una actualización de predicciones ante tal situación.

### **8.1.3 Condiciones del estudio**

Se debe recordar que las conclusiones vertidas en este Informe Final, responden a una serie de hipótesis y situaciones definidas a lo largo del trabajo, y que modificaciones importantes de las mismas podrían generar cambios en las propias conclusiones.

Entre estas consideraciones, se destaca que:

- Se consideraron dragas disponibles en la zona, de acuerdo a la experiencia previa y los equipos y empresas actualmente en operación en el Río de la Plata. Podrían existir otras alternativas de dragado plausibles, con impactos diferentes, que eventualmente deberán ser analizadas,
- Se optó por un cronograma realista de trabajo de dragado diurno de 12 horas día. Si se planteara extender el horario de trabajo, podría existir un aumento del impacto pronosticado, por lo cual será recomendable simular tal alternativa.
- Los materiales del lecho se conocen de estudios previos y caracterizaciones realizadas para los estudios de suelos, con muestreos cada 500 m. No se esperan cambios significativos en las condiciones reales de dragado, pero la aparición de cambios en el perfil litológico podría implicar modificaciones en los impactos. En general, se espera que estos cambios produzcan eventualmente menor impacto que el definido aquí.

#### **8.1.4 Mitigación de impactos**

Se han establecido una serie de condiciones operativas para el trabajo de dragado y tapado de zanja, que permitirán minimizar el impacto ambiental de las obras, y mantener un control adecuado de acuerdo a los procedimientos habituales de AySA.

Por su parte, se ha definido un sistema de alerta temprana que permitirá mantener un seguimiento del impacto permanente, y disparar acciones preventivas sobre las tomas de agua, constituidas en los puntos más sensibles a resguardar.

### **8.2 SOBRE LOS RESULTADOS**

#### **8.2.1 Consideraciones generales de la física del sistema**

En términos generales, se observó que la forma y el alcance de las plumas de turbidez que se desarrollan dependen de diversos factores, especialmente de:

- La tecnología de dragado,
- El tipo de sedimentos,
- El área/traza de dragado y los puntos de refulado,
- Las condiciones ambientales y fluviales.

A lo largo del estudio se cubrieron las condiciones más representativas o realistas. Eventualmente, las incertidumbres típicas presentes en el análisis de sistemas complejos como el presente, fueron tratadas aplicándose condiciones del lado de la seguridad ambiental.

#### **8.2.2 Dragado en zanja del Emisario Riachuelo**

Para las obras de dragado de la zanja de la zona de difusión del Emisario Riachuelo, se concluye que:

- Ninguna de las alternativas de dragado estudiadas producirá impactos por incrementos elevados de turbidez en las tomas de agua de Palermo, Bernal o La Plata.
- Las variaciones en el nivel de turbidez de las áreas costeras del Río de la Plata serán entre nulas y bajas, independientemente del tipo de dragado a aplicar.
- Las tasas de sedimentación en la zona de influencia por transporte de sedimentos en suspensión<sup>6</sup>, serán despreciables para cualquiera de las tecnologías de dragado estudiadas.
- Sobre los canales de navegación, las variaciones son pequeñas y estarán por debajo de las variaciones de concentración de sedimentos que naturalmente presenta el sistema fluvial.

Construcción con draga cortadora y vaciado satélite por cañería:

- Producirá incrementos de concentración de sedimentos del orden de 100 a 400 mg/l en la zona de dragado.
- Las sobre-concentraciones máximas podrán alcanzar picos locales de 1,000 mg/l en la zona de vaciado de sedimentos, y plumas de 200 mg/l y 6 km de extensión.
- El impacto en el límite internacional será inferior a 50 mg/l, esperándose picos de entre 20 y 40 mg/l al cabo de 2 semanas de dragado. Estos valores son inferiores al 25% de los valores normales de turbidez del río.

Construcción con draga de succión por arrastre y vaciado con cántara en zona alejada:

- Producirá incrementos de concentración de sedimentos del orden de 100 mg/l en la zona de dragado, y plumas de 50 mg/l de corta longitud.

---

<sup>6</sup> Se excluye las zonas de vaciado y refulado.

- Las sobre-concentraciones máximas podrán alcanzar picos locales de 150 a 400 mg/l en la zona de vaciado de sedimentos, y plumas de 100 mg/l y 2 km de extensión.
- El impacto en el límite internacional será imperceptible.
- Es la alternativa de dragado que produce el menor impacto relativo.

Construcción por dragado y refulado lateral con cañón proyector:

- Producirá incrementos de concentración de sedimentos que pueden superar los 1,000 mg/l en la zona de dragado, y plumas de 300 a 600 mg/l y varios kilómetros de extensión.
- El impacto en el límite internacional podrá alcanzar picos de hasta 80 mg/l al cabo de 2 semanas de dragado. Es decir, del orden del 40% del nivel de concentración normal del río.
- Es la alternativa de dragado que produce el mayor impacto relativo, sin ocasionar inconvenientes en las tomas de agua.

### **8.2.3 Tapada de zanja del Emisario Riachuelo**

- No producirá ningún impacto en las zonas de interés.
- Las variaciones de turbidez podrán ser observadas únicamente en el entorno de la zona de trabajo.

### **8.2.4 Dragado en zanja del Emisario Berazategui**

Para las obras de dragado de la zanja de la zona de difusión del Emisario Berazategui, se concluye que:

- Ninguna de las alternativas de dragado estudiadas producirá impactos por incrementos elevados de turbidez en la toma de agua de Palermo.
- Las tasas de sedimentación en la zona de influencia por transporte de sedimentos en suspensión<sup>7</sup>, serán despreciables para cualquiera de las tecnologías de dragado estudiadas.
- Sobre los canales de navegación, los aumentos de concentración son muy pequeños y estarán bien por debajo de las variaciones normales del río.

Construcción con draga cortadora y vaciado satélite por cañería:

- No hay impacto sobre la toma de agua de Bernal.
- En la toma de agua de Ensenada, se esperan picos de turbiedad de entre 10 y 20 NTU al cabo de 10 días de tareas de dragado. Estos valores son bajos y comparables con las fluctuaciones periódicas del río.
- En las zonas costeras se espera un impacto bajo, excepto en la zona entre Berazategui y La Plata, donde podrá haber incrementos de concentración de sedimentos de entre 50 y 70 mg/l, con picos de 100 mg/l.
- Producirá incrementos de concentración de sedimentos del orden de 100 a 600 mg/l en la zona de dragado, y valores de entre 100 y 200 mg/l en la zona de difusión.
- Las sobre-concentraciones máximas podrán alcanzar picos locales de 1,000 mg/l en la zona de vaciado de sedimentos, y plumas de 300 mg/l y algunos kilómetros de extensión.
- No hay impacto en el límite internacional.



---

Construcción con draga de succión por arrastre y vaciado con cántara en zona alejada:

- No hay impacto de las tomas de agua de Bernal ni Ensenada.
- Producirá incrementos de concentración de sedimentos del orden de 100 mg/l en la zona de dragado, y plumas de 60 mg/l de corta longitud.
- Las sobre-concentraciones máximas podrán alcanzar picos locales de 300 a 500 mg/l en la zona de vaciado de sedimentos, y plumas de 100 mg/l y corta extensión.
- No hay impacto en el límite internacional.
- Es la alternativa de dragado que produce el menor impacto relativo.

Construcción por dragado y refulado lateral con cañón proyector:

- En la toma de Bernal se esperan picos aislados de aumento de turbiedad de hasta 15 NTU. Estos valores son bajos.
- En la toma de Ensenada, luego de la primera semana de dragado podrían aparecer picos de entre 30 y 50 NTU, los cuales son del orden de magnitud de las variaciones típicas del río.
- En las áreas costeras se esperan incrementos de hasta 70 mg/l en Quilmas, 260 mg/l en Berazategui y 140 mg/l a la altura de Ensenada.
- Producirá incrementos de concentración de sedimentos que pueden superar los 1,000 mg/l en la zona de dragado, y plumas de 300 a 750 mg/l y varios kilómetros de extensión.
- No hay impacto en el límite internacional.

---

<sup>7</sup> Se excluye las zonas de vaciado y refulado.

- Como en el caso del emisario Riachuelo, esta es la alternativa de dragado que produce el mayor impacto relativo, sin ocasionar inconvenientes en las tomas de agua.

### **8.2.5 Tapada de zanja del Emisario Berazategui**

- No producirá ningún impacto en las zonas de interés.
- Las variaciones de turbidez podrán ser observadas únicamente en el entorno de la zona de trabajo.

## 9 RECOMENDACIONES

A partir de los análisis realizados y la experiencia previa, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Incorporar las medidas mitigatorias y sistema de alerta temprana presentados en este trabajo, al Plan de Gestión Ambiental de las obras de los emisarios.
- Incluir en el Plan de Gestión Ambiental de las obras de construcción de los emisarios, un programa de monitoreo del impacto de las acciones de dragado y tapada de zanja
- Analizar la conveniencia de incorporar el conjunto de medidas mitigatorias propuestas, en los pliegos de licitación de las tareas de dragado, como condición de cumplimiento de cláusulas ambientales del contrato respectivo.
- Realizar una auditoria permanente sobre el contratista de dragado, para asegurar la correcta implementación de las medidas mitigatorias propuestas. La auditoria podrá incluir seguimiento a bordo de las actividades.
- Realizar una simulación predictiva del impacto de la obra de dragado, una vez que se defina el tipo de draga, método de dragado y cronograma de tareas con el contratista adjudicatario, a los efectos de considerar posibles adaptaciones y cambios en el impacto proyectado aquí.
- Implementa el programa de monitoreo presentado.
- Implementar, con antelación suficiente, el plan de alerta temprana presentado. Debido a que la implementación del mismo demandará un tiempo del mismo orden, o incluso mayor, al de las tareas propias de dragado, este plan se deberá desarrollar con la anticipación suficiente como para estar perfectamente operativo al momento de las tareas.

- Se ha mostrado que la forma y alcance de las plumas de turbidez que se desarrollen dependen de diversos factores, siendo sensibles a cambios de tecnología de dragado, tipo de sedimentos, área de dragado y puntos de refulado, condiciones ambientales, etc. Por ello, en el caso que la posición, orientación o extensión de la zona de difusores se modifique respecto de las posiciones aquí analizadas, será conveniente validar las conclusiones mediante la realización de corridas adicionales del modelo de transporte de sedimentos.

## 10 REFERENCIAS

1. **Anchor Environmental.** *Literature Review of Effects of Resuspended Sediments due to Dredging Operations.* Los Angeles, California, EEUU. (June 2003).
2. **AySA,** *Resultados de medición en red de correntómetros ADCP instalados en el Río de la Plata superior: período 16jun09 a 15sep09* (2009)
3. **AySA,** *Resultados de medición en red de estaciones hidro-meteorológicas de Palermo, Bernal y Berazategui* (2009)
4. **AySA,** *Serie 2009 de registro de turbiedad de agua cruda en las toma de las Plantas San Martín y General Belgrano* (2009)
5. **Balay M.A.,** *El Río de la Plata entre la atmósfera y el mar,* Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, H621 (1961)
6. **Blackadar A.K.,** *The vertical distribution of wind and turbulent exchange in a neutral atmosphere.* Journal of Geophysical Research, 67, 3095-3102 (1962)
7. **Borús, J., Uriburu Quirno, M. y Giacosa, J.P.,** *Evaluación de caudales diarios descargados por los grandes ríos del sistema del Plata del estuario del Río de la Plata,* Alerta Hidrológico - Instituto Nacional del Agua, Ezeiza, Argentina (2009)
8. **Bray, Bates Land ,** *Dredging a handbook for engineers,* Arnold (1979).
9. **Collins M.** “*Dredging-Induced Near-Field Resuspended Sediment Concentrations and Source Strengths*”. United States Army Corps of Engineers 19950927-045 MP D-95-2 (1995).
10. **Delo E. A., Ockenden M. C.,** *Estuarine Muds Manual,* Report SR 309, INCYTH (1992)
11. **Destuynder, V. y Tarela, P.A.,** *Modelación de la cuña salina del Río de la Plata,* XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, La Habana, Cuba (2002a)
12. **Destuynder, V.,** *Modelación Hidrodinámica Tridimensional del Río de la Plata,* Tesis de Ingeniería para la Universidad de Lyon (Francia). Director: Tarela, P.A. (2002b)
13. *Datos de altura de marea de las estaciones Montevideo, Punta del Este y Colonia,* Recursos Hídricos, Dirección Nacional de Hidrografía del MTOP, Uruguay (2009)

14. *Datos meteorológicos de las estaciones Carrasco, Punta del Este y Colonia*, Dirección de Climatología y Documentación, Dirección Nacional de Meteorología, Uruguay (2009)
15. **Engineer Manual**. “*Engineering And Design - Dredging And Dredged Material Disposal*.” United States Army Corps of Engineers. 1983.
16. **Framiñan M.B., Etala M.P., Acha E.M., Guerrero R.A., Lasta C.A. and Brown O.B.**, *Physical Characteristics and processes of the Río de la Plata estuary*. Estuaries of South America, G.M. Perillo, M.C. Piccolo and M. Pino (Eds.), Springer-Verlag, 8, 161-194 (1997)
17. **Hayes D.; Crockett T.; Ward T.; Averett D.** “*Sediment Resuspension during Cutterhead Dredging Operations*”. Journal Of Waterway, Port, Coastal, And Ocean Engineering. May/June 2000.
18. **Incociv Consultora**, Informe Geotécnico, Emisario Cloacal AySA (2009)
19. **Jan de Nul**, propuesta de dragado en zanja para AySA (2009).
20. **Jones S.E., Jago C.F. and Simpson J.H.**, 1995. Modelling suspended sediment dynamics in tidally mixed and periodically stratified waters: progress and pitfalls. In: C.B. Pattiaratchi (Editor), *Mixing Processes in Estuaries and Coastal Seas*. Coastal and Estuarine Studies, Vol. 41, American Geophysical Union, 315–338.
21. **Luyten P.J., Deleersnijder E., Ozer J. and Ruddick K.G.**, *Presentation of a family of turbulence closure models for stratified shallow water flows and preliminary application to the Rhine outflow region*. Continental Shelf Research, 16, 101-130 (1996)
22. **Marine Aggregate Mining** – U.K. *Plume Study - Final Report – Issue 1*. 1999.
23. **Meccia M., Simionato C. G., Dragani W., Nuñez M. N.**, *Circulación estacional y corredores de flujo en el estuario del Río de la Plata sobre la base del modelo HAMSOM/CIMA*, IV Jornadas Nacionales de ciencias del Mar, Mar del Plata 2003.
24. **Mellor G.L. and Yamada T.**, *Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems*. Reviews of Geophysics and Space Physics, 20, 851-875 (1982)
25. **MUMM**, Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea (1999)
26. **Palermo, M. et al**, *Technical Guidelines for Environmental Dredging of Contaminated Sediments*, USACE, ERDC/EL TR-08-29 (2008)



27. *Objetivos de calidad de agua y sedimentos para el área común del Río de la Plata y su frente marítimo* Proyecto “Protección ambiental del Río de la Plata y su frente marítimo: prevención y control de la contaminación y restauración de hábitats, Proyecto PNUD/GEF RLA/99/G31 (2006)
28. **NORFRA Pipeline project**, (1997)
29. **Sanz Bermejo**, *Manual de Equipos de Dragado*, UD Proyectos, Madrid (2001).
30. **SHN**, *Tablas de marea para el año 1992*, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, H610 (1992)
31. **SHN**, *Tablas de marea para el año 1997*, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, H610 (1997)
32. **SHN**, *Tablas de marea para el año 2009*, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, H610 (2009)
33. **Simionato C. G., Dragani W., Nuñez M. N.**, *Propagación de la onda de marea semidiurna lunar principal en la plataforma continental sudamericana sudoriental y Río de la Plata*. IV Jornadas Nacionales de ciencias del Mar, Mar del Plata 2003.
34. **Simionato C.G., Nuñez M.N and Engel M.**, *The salinity front of the Río de la Plata – a numerical case study for winter and summer conditions*, Geophysical Research Letters, 28, 13, 2641-2644 (2001)
35. **SOHMA**, *Tablas de marea 1997*, Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada, República Oriental del Uruguay, Montevideo, 3 (1996)
36. **Tarela P.A.**, *Sedimentación en reservorios: modelación matemática y simulación numérica*. Tesis de doctorado de la Universidad de Buenos Aires en Ingeniería (2000)
37. **Tarela, P.A. Perone, E.A. and van Avermaete, F.J.**, *Improving the Coastal environment at the End of the World*, 7th International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, Dubai (2008)
38. **Tarela, P.A y van Avermaete, F.J.**, *Modelado 3D en el Litoral Marino: Impacto de Vertidos Industriales y Alternativas de Saneamiento*, ENIEF 2009, Tandil
39. **Tarela, P.A., van Avermaete, F., Calamante, A., Perone, E., Kuriyagawa, M. y Hirai, R.**, *Diseño ambiental del emisario submarino de la ciudad de Río Gallegos*, XX° Congreso Nacional del Agua y III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur, 10-13 mayo, Mendoza (2005)

- 
40. USACE EM 1110-2-5025, *Dredging and Dredged Material Disposal*, USACE (1983).
41. **van Avermaete, F. y Tarela, P.A.**, *Transporte de sedimentos en el Río de la Plata: uso combinado de modelación numérica e imágenes sensoriales*, XX° Congreso Nacional del Agua y III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur, 10-13 mayo, Mendoza (2005)

## **ANEXOS**

### **Lista de Anexos por Tomos**

#### **TOMO I**

<b>Anexo 4.2.2</b>	<b>Fichas Técnicas de Dragas Disponibles</b>
<b>Anexo 5.3.3.1</b>	<b>Registros de Marea en el Borde Oceánico</b>
<b>Anexo 5.3.3.2</b>	<b>Registros de Vientos en el Río Interior y Exterior</b>
<b>Anexo 5.3.6.1</b>	<b>Validación del Modelo Regional en Estaciones de Nivel de Marea</b>
<b>Anexo 5.3.6.2</b>	<b>Validación del Modelo Regional en Estaciones de Velocidad</b>
<b>Anexo 5.4.2.1</b>	<b>Validación del Modelo Anidado en Estaciones de Nivel de Marea</b>
<b>Anexo 5.4.2.2</b>	<b>Validación del Modelo Anidado en Estaciones de Velocidad</b>

#### **TOMO II**

<b>Anexo 6.5.1.1</b>	<b>Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite en emisario Riachuelo. Evolución de parámetros en estaciones fijas.</b>
<b>Anexo 6.5.1.2</b>	<b>Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite en emisario Riachuelo. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.</b>
<b>Anexo 6.5.2.1</b>	<b>Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara en emisario Riachuelo. Evolución de parámetros en estaciones fijas.</b>
<b>Anexo 6.5.2.2</b>	<b>Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara en emisario Riachuelo. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.</b>

- 
- Anexo 6.5.3.1** Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector en emisario Riachuelo. Evolución de parámetros en estaciones fijas.
- Anexo 6.5.3.2** Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector en emisario Riachuelo. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.
- Anexo 6.5.4.1** Tapada de zanja en emisario Riachuelo. Evolución de parámetros en estaciones fijas.
- Anexo 6.5.4.2** Tapada de zanja en emisario Riachuelo. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.

## **TOMO III**

- Anexo 6.6.1.1** Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite en emisario Berazategui. Evolución de parámetros en estaciones fijas.
- Anexo 6.6.1.2** Dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite en emisario Berazategui. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.
- Anexo 6.6.2.1** Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara en emisario Berazategui. Evolución de parámetros en estaciones fijas.
- Anexo 6.6.2.2** Dragado con succión por arrastre y vaciado lejano con cántara en emisario Berazategui. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.
- Anexo 6.6.3.1** Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector en emisario Berazategui. Evolución de parámetros en estaciones fijas.
- Anexo 6.6.3.2** Dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector en emisario Berazategui. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.
- Anexo 6.6.4.1** Tapada de zanja en emisario Berazategui. Evolución de parámetros en estaciones fijas.
- Anexo 6.6.4.2** Tapada de zanja en emisario Berazategui. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.
-

- 
- Anexo 6.7.1.1**      **Análisis de sensibilidad para dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite en emisario Berazategui. Evolución de parámetros en estaciones fijas.**
- Anexo 6.7.1.2**      **Análisis de sensibilidad para dragado con cortadora y vaciado por cañería satélite en emisario Berazategui. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.**
- Anexo 6.7.2.1**      **Análisis de sensibilidad para dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector en emisario Berazategui. Evolución de parámetros en estaciones fijas.**
- Anexo 6.7.2.2**      **Análisis de sensibilidad para dragado con refulado in-situ mediante cañón proyector en emisario Berazategui. Distribución espacial de concentraciones y material sedimentado.**
- Anexo 7.2.1**      **Esquema de estaciones de control para sistema de alerta temprana**

HOJA INTENCIONALMENTE DEJADA EN BLANCO



## **ANEXO 4.2**

### **Fichas técnicas de dragas disponibles**



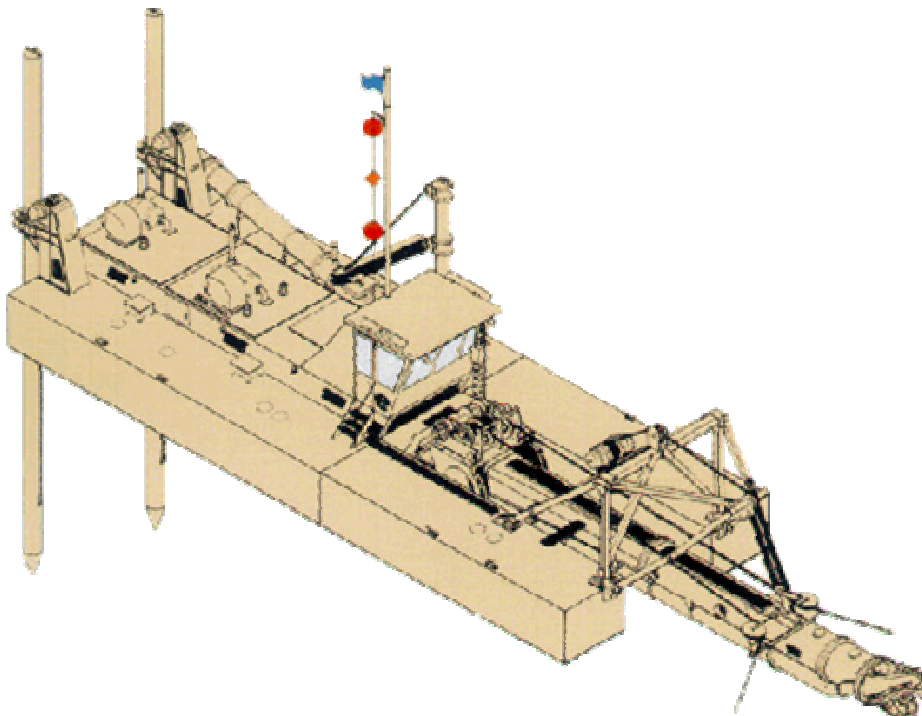
#### A.4.7.1.1 Draga cortadora de 500 mm

##### Especificaciones del Modelo Series 1870 "DRAGON™"

##### **DRAGAS ELLICOTT.**

Draga transportable para tuberías estándar de 18" o 20"

La nueva Series 1870 de diseño por ingeniería de valor (value engineering): el criterio de diseño se enfoca en la confiabilidad y bajo costo, desarmado, transporte, re-armado y puesta en marcha rápidos, reduciendo el tiempo inactivo y asegurando de esta manera una alta productividad.



Las profundidades de dragado y dimensiones mostradas son para servicio de dragado normal. Disponemos de otras configuraciones para mayores profundidades de dragado. Consulte a Ellicott

Dimensiones Principales Y Características de la Series 1870			
	Sistema de Medida	Métrico	Inglés
<b>GENERAL</b>	Longitud del Casco	25 m	82 pies
	Ancho del casco	8,23 m	27 pies
	Profundidad del casco	1,83 m	6 pies
	Longitud escalera	19,5 m	64 pies
	Peso en seco (aproximado)	186000 kg	410000 libras

	Calado máximo operativo		1,2 m	4 pies
	Tanque central completo con maquinaria		59000 kg	130000 libras
	Capacidad tanque de combustible		29900 litros	7900 galones
<b>PROFUNDIDAD DE DRAGADO</b>	Máxima		15,2 m	50 pies
	Mínima		1,5 m	5 pies
<b>ANCHO DE CANAL DE DRAGADO</b>	Máximo @ 40° de borneo a ambos lados línea central	A la profundidad mínima de dragado	46,3 m	152 pies
		A la profundidad máxima de dragado	37,2 m	122 pies
	Mínimo dragando a la profundidad mínima de dragado (casco encallado)		24,1 m	79 pies
<b>MOTORES</b>	Diesel modelo CAT 3512 DITA (potencia continua)		955 kW	1280 hp
	Diesel modelo CAT 3408 (potencia intermitente)		354 kW	475 hp
	TOTAL INSTALADO		1309 kW	1755 hp
<b>CORTADOR</b>	Potencia en el eje		186 kW	250 hp
	Fuerza de corte		6759 kg	14900 libras
	Fuerza de corte por unidad linear de pala		71 kg-cm	400 libras-pulg
	Diámetro del cortador		1372 mm	54 pulgadas
	Diámetro eje del cortador		149 mm	5,87 pulgadas
	Velocidad del cortador		18 - 27 - 36 rpm	
<b>MALACATE DE LEVANTAMIENTO O ESCALERA</b>	Fuerza de tiro de línea - Segunda capa		11566 kg	25500 libras
	Velocidad de línea - Segunda capa		30,5 m/min	100 pies/min
	Tamaño del cable		22 mm	7/8 pulgada
	Velocidad izamiento de la escalera		14 m/min	46 pies/min
	Potencia en el eje		102 kW	76 hp
<b>MALACATES DE BORNEO DE LINEA DIRECTA</b>	Potencia del eje		41 kW	55 hp
	Fuerza de tiro de línea - Segunda capa		8165 kg	18000 libras
	Velocidad de línea - Segunda capa		29 m/min	95 pies/min
	Tamaño del cable		19 mm	3/4 pulgadas
	Capacidad del tambor		137 m	450 pies
<b>MALACATES DE LOS ZANCOS</b>	Potencia del eje		22,4 kW	30 hp
	Fuerza de tiro de línea - Segunda capa		13608 kg	30000 libras
	Velocidad de línea - Segunda capa		7,9 m/min	26 pies/min
	Tamaño del cable		22 mm	7/8 pulgadas
<b>ZANCOS</b>	Longitud zanco		20,4 m	67 pies
	Diámetro exterior zanco		610 mm	24 pulgadas
	Peso zanco		6913 kg	15240 libras

#### Especificaciones - Modelo Series 1870 "DRAGON"

**CASCO** - Diseño de cinco tanques; armado por medio de conexión/desconexión rápida, maquinaria contenida en tanque central. Los tanques laterales son para flotación y lastre e incluyen tanque de combustible. El fondo y los lados del casco son de chapa de acero de 0,31 pulgada (7,9 mm) de espesor y refuerzos de 3/4 pulgada 19 mm). El casco ha sido diseñado según las normas del American Bureau of Shipping (ABS) para ríos y vías navegables intracostas. Acero A36 o equivalente. Casa de máquinas integral con la estructura del tanque central.

**UNIDAD BOMBA DE DRAGADO DE CONDUCCION DIRECTA Y ACOPLE CERCANO -**

Bomba de dragado diseñada y fabricada por Ellicott para servicio pesado, máxima eficiencia dentro de un amplio rango de condiciones de dragado y facilitar mantenimiento y reemplazo de partes de desgaste. La carcasa, el impulsor, recubrimientos y garganta de succión de la bomba de dragado se fabrican de aleación especial de hierro fundido al carburo de cromo resistente a la abrasión con una dureza mínima de 500 BHN. Conducción a través de caja reductora de acople cercano con engranajes totalmente encerrados y lubricados con aceite y cojinetes de rodamiento de servicio pesado sobre el eje del impulsor. Conducida por un motor diesel marca Caterpillar enfriado por intercambiador de calor de servicio pesado y con arranque eléctrico. La tubería de descarga puede ser de 18 o 20 pulgadas (457 o 508 mm) a elección del comprador.

**UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA** - Por medio de tres bombas hidráulicas conducidas directamente por motor auxiliar Caterpillar enfriado por intercambiador de calor. El sistema hidráulico incluye cuatro circuitos operativos independientes, uno para el cortador, uno para los malacates de borneo, uno para el sistema de levantamiento de la escalera y uno para los malacates de los zancos y presión de control. El motor, bombas hidráulicas, engranajes, enfriador y tanque de aceite hidráulico van montados en una base común.

**MODULO CORTADOR Y ESCALERA** - El cortador va conducido en forma directa por un motor hidráulico de baja velocidad de rotación y alto momento torsor a pistón radial. Se puede ejercer la fuerza de corte máxima a cualquier velocidad del cortador dentro del rango de operación. El módulo cortador sumergible presenta un eje corto y su peso se concentra en el cortador para mayor eficiencia. El módulo cortador puede ser posicionado en ángulo para operar a baja profundidad de dragado. El sistema de conducción va protegido dentro de la escalera tubular.

**MOVIMIENTO DE LA ESCALERA** - La escalera se mueve por medio de un malacate conducido directamente por motor hidráulico a través de engranajes planetarios totalmente encerrados. Incluye freno de disco completamente encerrado y operado hidráulicamente para sostener la el peso de la escalera.

**MALACATES DE BORNEO** - Malacates independientes conducidos directamente por motores hidráulicos a pistón radial y montados sobre la sección posterior de la escalera. Los controles de velocidad y giro en reverso se encuentran en el tablero de la cabina de mando. Los motores hidráulicos de alto momento torsor y servicio pesado poseen fuerza de tiro constante a distintas velocidades de giro.

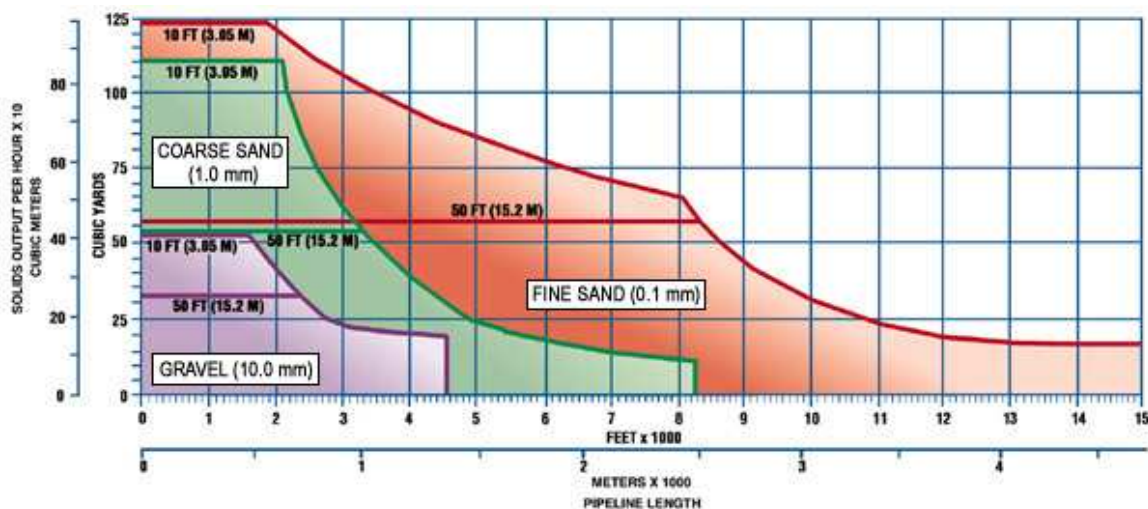
**SISTEMA ELECTRICO** - El sistema eléctrico y de iluminación interior y exterior es de corriente alternada de 120/240 V 60 Hz. Se dispone de otros voltajes y frecuencias según las necesidades del cliente. La potencia eléctrica proviene de un generador conducido a través de correas por el motor diesel auxiliar.

**ZANCOS Y SISTEMA DE ELEVACION** - Zancos de acero cilíndricos de paredes gruesas instalados en guías a popa. Los zancos se elevan o bajan por medio de malacates con un solo tambor y cables conectados en la parte inferior de los zancos. Los malacates poseen embragues para caída libre de los zancos.

**GARANTIA** - Ellicott garantiza su equipo solo de acuerdo con las condiciones impresas que normalmente se incluyen en nuestras cotizaciones de ventas. Una copia de las condiciones vigentes le será enviada con prontitud al recibir una solicitud por escrito. No se ofrece ningún otro tipo de garantía.

## Curvas de Producción Calculadas

**Modelo Series 1870 "DRAGON" con tubería de descarga flotante y de tierra de 20" (508 mm) de diámetro interior.**



NOTA: Las curvas de producción calculadas indican la capacidad de bombeo solamente. En la práctica, el material a dragar varía de suelto y fácil de excavar a compactado y difícil de excavar. Cuando se utilice estas curvas para estimar producciones reales, se debe considerar la naturaleza del material a excavar. Consultar a Ellicott cuando las condiciones de dragado sean distintas a las usadas para el cálculo de las curvas.

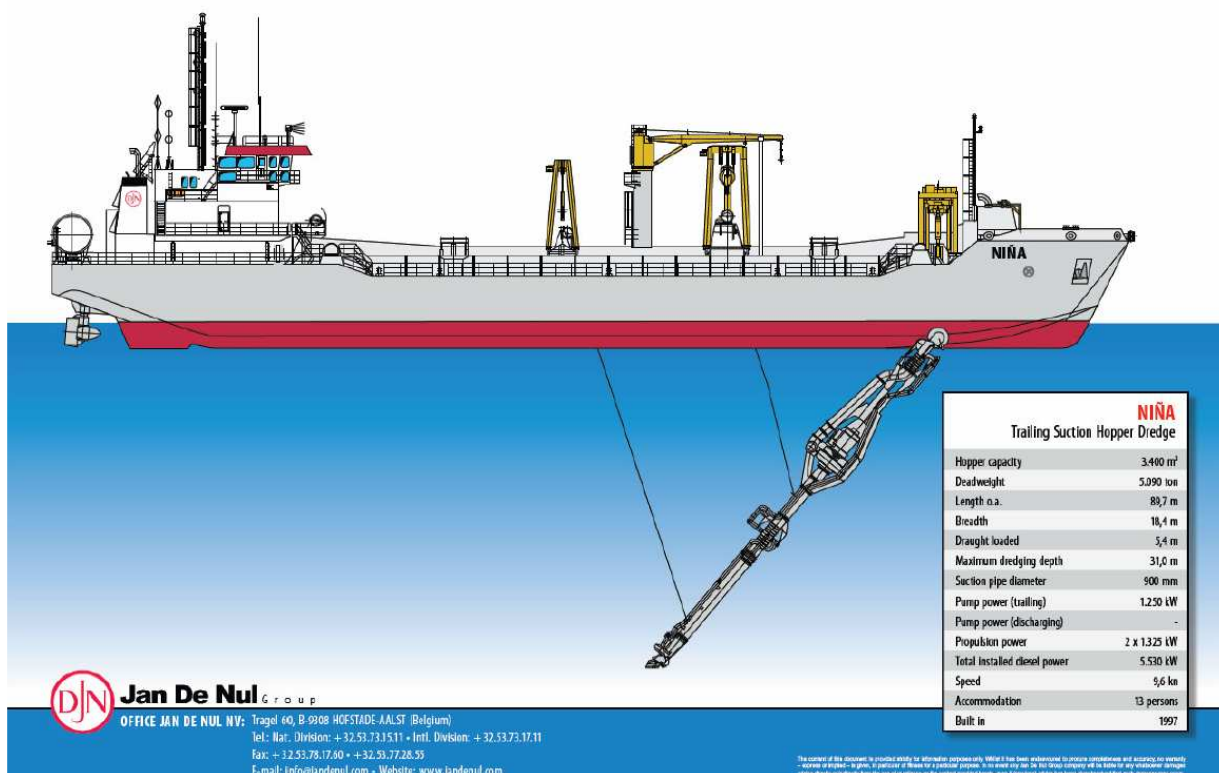
CURVAS DE PRODUCCION CALCULADAS BASADAS EN:	
DENSIDAD DEL MATERIAL IN-SITU	2,10
DIAMETRO INTERIOR TUBERIA DE SUCCION	508 mm (20 pulgadas)
DIAMETRO INTERIOR TUBERIA DE DESCARGA EN CASCO	457 mm (18 pulgadas)
DIAMETRO INTERIOR TUBERIA FLOTANTE/TIERRA	508 mm (20 pulgadas)
DIAMETRO IMPULSOR BOMBA DE DRAGADO	1219 mm (48 pulgadas)
MAXIMA VELOCIDAD DE ROTACION DEL IMPULSOR	519 rpm
MAXIMA POTENCIA DE LA BOMBA	956 kW (1280 hp)
ELEVACION TERMINAL DE DESCARGA	3,05 m (10 pies)



Para materiales con valores de densidad in-situ distintos a 2,1 ver la tabla de conversión siguiente:

CONVERSION PARA DISTINTOS VALORES DE DENSIDAD IN-SITU	
DENSIDAD	MULTIPLICAR VALORES DE PRODUCCION DE LA CURVA POR:
2,10	1,000
2,00	1,100
1,95	1,158
1,90	1,222
1,85	1,294
1,80	1,375

#### A.4.7.1.2 Dragas de succión por arrastre Niña, de Jan de Nul



### A.4.7.1.3 Dragas Beaver 1600


## IHC Beaver 1600 C Cutter Suction Dredger

The IHC Beaver is well known for its robust construction, reliable operation and excellent performance. To date, IHC Holland has supplied more than 600 of these standard cutter suction dredgers worldwide.

The current range of standard, demountable cutter suction dredgers consists of basic models, with power outputs ranging from 300 to 1,600 horse power. The IHC Beaver 1600 is just one type from this range. The hull consists of three pontoons, one main pontoon housing the engine room, and two side pontoons. All parts are dimensioned to allow the IHC Beaver to be transported by road, rail or sea.

The dredger is equipped with a rapid connection-disconnection system for the pontoons, achieved using bolts at deck level, and hooks at the bottom. Further salient features of the vessel are the compact dredge pump drive incorporating a reduction gear with integrated pump bearing and a fresh water engine cooling system, based on the well cooling principle.

Various components are mounted in or on the main pontoon, including the cutter ladder, two swing winches, ladder hoisting winch, control cabin, dredge pump, diesel engines and auxiliary power units, discharge line and the spuds with their actuator rams. The cutter and swing winches, mounted on the ladder, are powered by piston-type hydraulic motors.



**Features**

- Completely assembled and fully tested afloat before delivery
- Simple, rapid assembly and dismantling
- Ready for operation on arrival at site
- Standard design, allowing early delivery and low price
- Spare parts available from stock
- Transportable by road, rail or sea
- Reliable hydraulic system
- Fresh water engine cooling system
- Efficient fuel consumption
- One-man operation
- Wide range of optional equipment available

**Principal particulars**

- Length overall, ladder raised	1	33.20 m
- Length over pontoons	1	22.00 m
- Breadth	1	7.95 m
- Depth	1	2.46 m
- Main pontoon: 15.00 x 2.95 x 2.46m		
- Side pontoons: 20.00 x 2.44 x 2.44m		
- Mean draught with full bunkers approx.	1	1.50 m
- Maximum standard dredging depth	1	14.00 m
- Internal diameter of suction tube	1	550 mm
- Internal diameter of suction and discharge pipes	1	500 mm
- Total dry weight approx.	1	145 t

**Dredge pump**

- Power at shaft	1	922 kW (1,254 hp)
------------------	---	----------------------

**Cutter**

- Power at shaft	1	170 kW (230 hp)
------------------	---	--------------------



**IHC HOLLAND**  
MEMBER OF THE IHC HOLLAND MERWEDE GROUP

P.O. Box 204 3360 AE Sliedrecht The Netherlands  
T +31 (0)184 41 15 55 F +31 (0)184 41 18 84 E info@ihcholland.com W www.ihcholland.com



#### A.4.7.1.4 Draga Marco Polo

### Self-propelled cutter suction dredger Marco Polo



#### World's largest cutter dredger for operation is seaway

With a drive power of 4,800 hp to each of the two inboard pumps, 3,100 hp to the underwater pump, 3,100 hp to the cutter and 3,100 hp to each of the twin screws, the Marco Polo is one of the most powerful self-propelled cutter suction dredgers built to date.

The vessel, which was built for the Jan de Nul-Dragomor consortium, is suitable for the most rugged operation in open water. She can dredge highly compacted sand, sticky clay and soft rock at depths of up to 30 metres.

#### General arrangement and equipment

The vessel is of the tweendeck type without forecastle. The spud carriage is situated in a well in the fore part, and the cutter ladder in a well in the after part. The propellers and rudders are located on either side of the ladder well, around which, at main deck level, are quarters for 20 crew members.

Beneath the main deck at the aft side of the vessel are the engine rooms containing the propulsion machinery. Each of the twin screws is driven by two electric motors with an output of 1,140 kW (1,550 hp) each.

Proceeding forward, we come to the space housing the ladder winches and next the switchgear room.

Then comes the pump room containing two double-walled IHC dredge pumps. Forward of this is the pump engine room, after which comes the generator room. On either side of the spud carriage well are fuel and ballast tanks.



Accommodation for another 25 persons is provided above the pump room and associated engine room.

The bridge, with the control cabin/wheelhouse, is amidships, above the pump room.

Tracks for the travelling deck crane extend over the full length of the vessel. The crane has a hoisting capacity of 20 tons at a radius of 16.5 metres.

The dredger is equipped with two identical spuds, which are 43 m long and 1.80 m in diameter. They are raised by means of winches on the upper deck. A reserve spud of similar size is stowed on deck. The equipment includes a spud tilting installation. Astern, on the port and starboard sides, are 40-metre long anchor booms. At the forward end of the pontoon is a "Christmas tree" installation; the associated winches are positioned on the starboard side of the upper deck. The two large swing winches are situated behind the control cabin on the crane deck.

#### Cutter installation

The heavy-duty cutter ladder is suspended from two sheave blocks, the wires from which pass via swell compensators to winches on the lower deck. The cutter is powered by two electric motors with a total output of 2,280 kW (3,100 hp); these are positioned at the top of the ladder.

Surrounding the cutter is a work platform; when the vessel is under way, this is raised and stowed against the ladder gantry. Its shape and length are such as to permit the dredging depth to be varied between 5 and 30 metres.

The underwater pump and its driving motor are mounted on the ladder, at a distance of about 17 metres from the point of suspension.

#### Dredging installation

The underwater pump in the suction pipe is a standard IHC single-walled unit and is powered by two electric

motors with a total output of 2,280 kW (3,100 hp). These motors, together with the gearbox, couplings and pump bearing pedestal, are housed in a watertight compartment.

The suction/delivery pipe runs, via a flexible connexion, from the cutter ladder to the pump room. The diameter of this pipe is 900 mm. In the pump room itself, the pipework layout can be varied to suit the requirements, while, depending on the nature of the operation, the pumps can be operated separately, partially in series or wholly in series.

The Marco Polo is equipped to operate primarily as a barge-loading dredger, in which role the underwater pump alone will chiefly be used. In this mode, the delivery pipe will directly lead to barge-loading pipes, of which there are two on the port side and two on the starboard side. These are of 750 mm diameter.

For operations of this nature, three IHC Omnibarges with a hopper capacity of 1,800 cubic metres were simultaneously built. These will be moored alongside the dredger, each being secured by twin wires running via swell compensators to the appropriate winches.

For a description of these barges, one of which incorporated provisions whereby it subsequently was simply transformed into a split-hopper trailing dredger, the reader is referred to the article on page 18 of this issue.

The inboard dredgepumps are standard IHC double-walled units with a



suction diameter of 900 mm. Each is driven, via reduction gearing, by a 3,530 kW (4,800 hp) diesel engine.

#### Controls and instruments

During dredging operations, the vessel is controlled from the bridge deckhouse, in the rear area of which (with a view of the ladder) the control consoles and instrument panel are situated.

The instruments installed give the dredgemaster all the information which he needs for efficient operations.

These include vacuum and pressure indicators, mixture concentration and velocity indicators, production indicator, yield indicator and profile computer. A 12-channel pen recorder provides permanent registration of the data.

In the forward area of the deckhouse is the navigational console.

The Marco Polo has a free-steaming speed of about 12 knots.





### Principal particulars

Name	Marco Polo
Type	Self-propelled cutter suction dredger
Year of construction	1979
Owners	Jan de Nul- Dragomar
Builders	IHC Holland
Length overall	116.00 m
Length b.p.	95.00 m
Breadth	19.00 m
Depth	7.60 m
Mean draught	4.80 m
Max. dredging depth	30.00 m
Suction pipe diameter	900 mm
Delivery pipe diameter	900 mm
Barge-loading pipe diameter	750 mm
Cutter drive power	2,280 kW (3,100 hp)
Propulsion power	4,560 kW (6,200 hp)
Underwater pump drive power	2,200 kW (3,100 hp)
Inboard pump drive power	2 x 3,530 kW (4,800 hp)
Total machinery output	14,772 kW (20,088 hp)
Steaming speed	12 kn.
Accommodation	45 pers.

The Marco Polo was built to the requirements, and under the supervision, of Bureau Veritas for Class 1 3/3 I ⚓ Drague (Haute Mer) and also complies with the requirements of the Belgian Shipping Inspectorate for unlimited range.





#### A.4.7.1.5 Dragas de succión con cortador de DyOPSA

## DRAGAS

De succión con cortador

Diagrama de la draga NUEVE en operación. La draga está montada sobre un bote con una estructura de acero. Se muestra el sistema de succión con cortador que se extiende desde el bote hacia el fondo del agua, donde está trabajando. El diagrama incluye líneas de referencia para las dimensiones de la draga.

### NUEVE

Esloza:	64,35 m
Manga:	14,00 m
Puntal:	4,20 m
Calado:	2,70 m
Profundidad de dragado:	25,00 m
Diámetro de succión:	750 mm
Diámetro de descarga:	700 mm
Potencia total:	7.239 HP
Potencia en las bombas:	2 x 2.310 HP
Potencia en el cortador:	750 HP

Diagrama de la draga MARIA ANA en operación. La draga está montada sobre un bote con una estructura de acero. Se muestra el sistema de succión con cortador que se extiende desde el bote hacia el fondo del agua, donde está trabajando. El diagrama incluye líneas de referencia para las dimensiones de la draga.

### MARIA ANA

Esloza:	50,00 m
Manga:	16,40 m
Puntal:	4,00 m
Calado:	2,50 m
Profundidad de dragado:	20,00 m
Diámetro de succión:	840 mm
Diámetro de descarga:	750 mm
Potencia total:	8.145 HP
Potencia en las bombas:	2 x 3.600 HP
Potencia en el cortador:	450 HP

Diagrama de la draga PARANA en operación. La draga está montada sobre un bote con una estructura de acero. Se muestra el sistema de succión con cortador que se extiende desde el bote hacia el fondo del agua, donde está trabajando. El diagrama incluye líneas de referencia para las dimensiones de la draga.

### PARANA

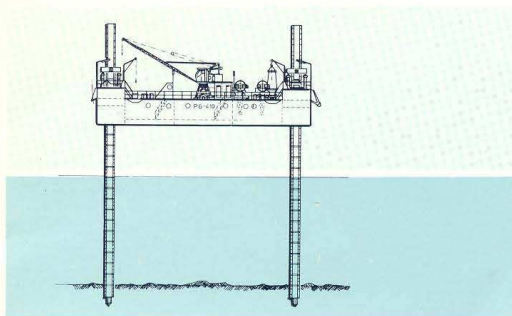
Esloza:	36,70 m
Manga:	9,81 m
Puntal:	2,85 m
Calado:	1,50 m
Profundidad de dragado:	18,00 m
Diámetro de succión:	700 mm
Diámetro de descarga:	600 mm
Potencia total:	3.100 HP
Potencia en las bombas:	2.250 HP
Potencia en el cortador:	460 HP

Diagrama de la draga 210 y 211 en operación. La draga está montada sobre un bote con una estructura de acero. Se muestra el sistema de succión con cortador que se extiende desde el bote hacia el fondo del agua, donde está trabajando. El diagrama incluye líneas de referencia para las dimensiones de la draga.

### 210 y 211

Esloza:	28,00 m
Manga:	9,30 m
Puntal:	2,20 m
Calado:	1,50 m
Profundidad de dragado:	16,00 m
Diámetro de succión:	600 mm
Diámetro de descarga:	550 mm
Potencia total:	2.311 HP
Potencia en las bombas:	1.750 HP
Potencia en el cortador:	270 HP

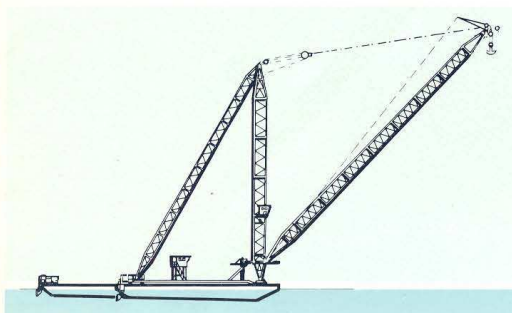
## PONTONES



### PG 410

Plataforma autoelevante

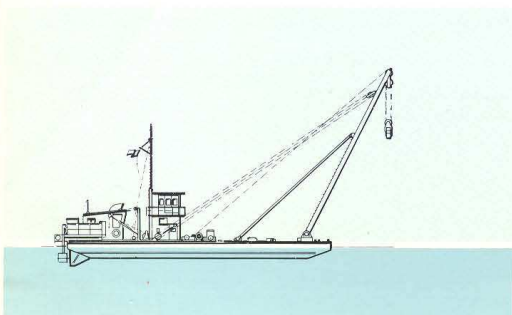
Pontón: Eslora:	30,00 m
Manga:	21,00 m
Puntal:	3,50 m
Calado:	1,80 m
Carga útil total:	600,00 t
Altura máxima de la quilla sobre la punta de las patas:	30,00 m
Potencia total instalada:	192 HP



### Tte. de Navío DEL CASTILLO

Grúa flotante

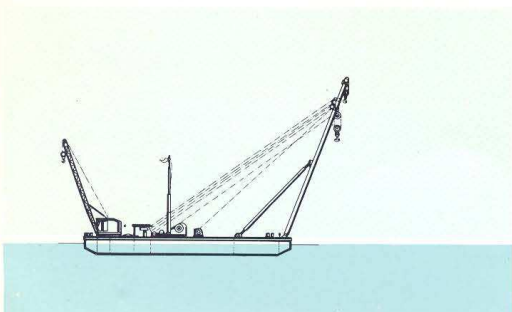
Pontón: Eslora:	56,14 m	
Manga, Proa:	30,48 m	Popa: 15,00 m
Puntal, Proa:	3,66 m	Popa: 2,65 m
Calado medio:	1,20 m	
Guinche giratorio tipo Derrick de 100,00 t		
Largo de la pluma:	73,00 m	
Equipo de propulsión:	5 motores Schottel-Navigator de 465 HP cada uno	
Grupo electrógeno de:	375 HP y dos auxiliares de 48 HP	



### MAXIMILIANO

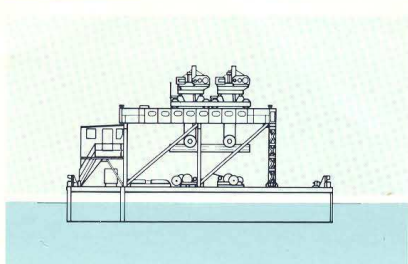
Grúa flotante

Pontón: Eslora:	30,00 m
Manga:	15,22 m
Puntal:	1,90 m
Calado:	0,70 m
Capacidad de izaje:	80,00 t
Altura máxima de izaje:	15,00 m
Equipo de propulsión:	2 motores Schottel-Navigator de 265 HP cada uno
Grupo electrógeno de:	336 HP y auxiliar de 22 HP



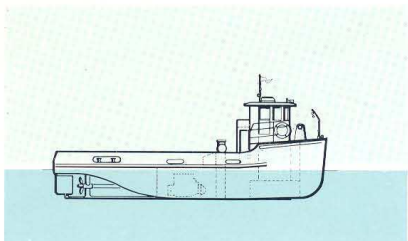
## PONTONES GRUA VARIOS

Denominación	Eslora (metros)	Manga (metros)	Puntal (metros)	Calado (metros)	Capacidad (toneladas)
JANO	25,00	10,00	2,00	0,80	40,00
EXTREMIDAD	20,00	10,00	1,90	0,50	25,00
GUIDO	20,00	8,00	1,53	0,50	20,00
MARIA ANGELA	20,00	8,00	1,53	0,50	20,00



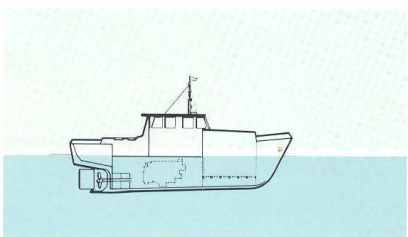
## PONTONES PLAYOS

Denominación	Eslora (metros)	Manga (metros)	Puntal (metros)	Observaciones
<b>ALCIRA</b> Barcaza	81,99	16,23	3,50	
<b>RIO JURAMENTO</b> Flexifloat	27,34	15,18	1,52	Número de pontones: 12
<b>PABLO</b> Pontón	21,30	16,65	1,50	Capacidad de carga: 160 t
<b>IGNACIO MIGUEL</b> Colocador de caños	18,00	14,00	2,66	Provisto de dos carros puente de 40 t cada uno



## REMOLCADORES

Denominación	Eslora (metros)	Manga (metros)	Puntal (metros)	Calado (metros)	Propulsión (HP)
<b>EL PAMPA</b>	14,92	4,72	1,83	1,37	640
<b>EL PLATA</b>	14,92	4,72	1,83	1,37	640
<b>CASEROS</b>	12,00	3,80	1,60	1,30	530
<b>LA PATAGONIA</b>	14,00	4,60	1,70	1,15	450



## LANCHAS

Denominación	Eslora (metros)	Manga (metros)	Puntal (metros)	Calado (metros)	Propulsión (HP)
<b>MARCELA INES</b>	9,78	3,15	1,82	1,30	225
<b>MARIA MATILDE</b>	9,78	3,15	1,82	1,30	225
<b>MARIA DE LA PAZ</b>	9,78	3,15	1,82	1,30	225
<b>MARIA DE LAS MERCEDES</b>	9,78	3,15	1,82	1,30	225
<b>MAUSI</b>	10,50	3,30	1,45	0,80	175
<b>MONICA</b>	10,00	3,30	1,45	0,80	175
<b>LILIANA ESTHER</b>	10,00	3,30	1,45	0,80	175
<b>ANA GIOIA</b>	10,00	3,30	1,45	0,80	175
<b>SUSANA NOEMI</b>	10,00	3,30	1,45	0,80	135
<b>CAIMAN</b> Mulita de mar	12,00	3,50	1,62	0,80	145
<b>ANACONDA</b> Mulita de mar	12,00	4,20	1,50	0,60	250
<b>GAVIOTA</b> Lancha de relevamiento	12,00	4,15	1,70	1,00	292
<b>SANTIAGO</b> Lancha de pasajeros	14,85	4,50	2,24	1,80	670
<b>RUCA-CO</b>	7,65	2,75	1,15	0,60	100
<b>GABISOLE</b>	6,40	2,10	1,15	0,60	120



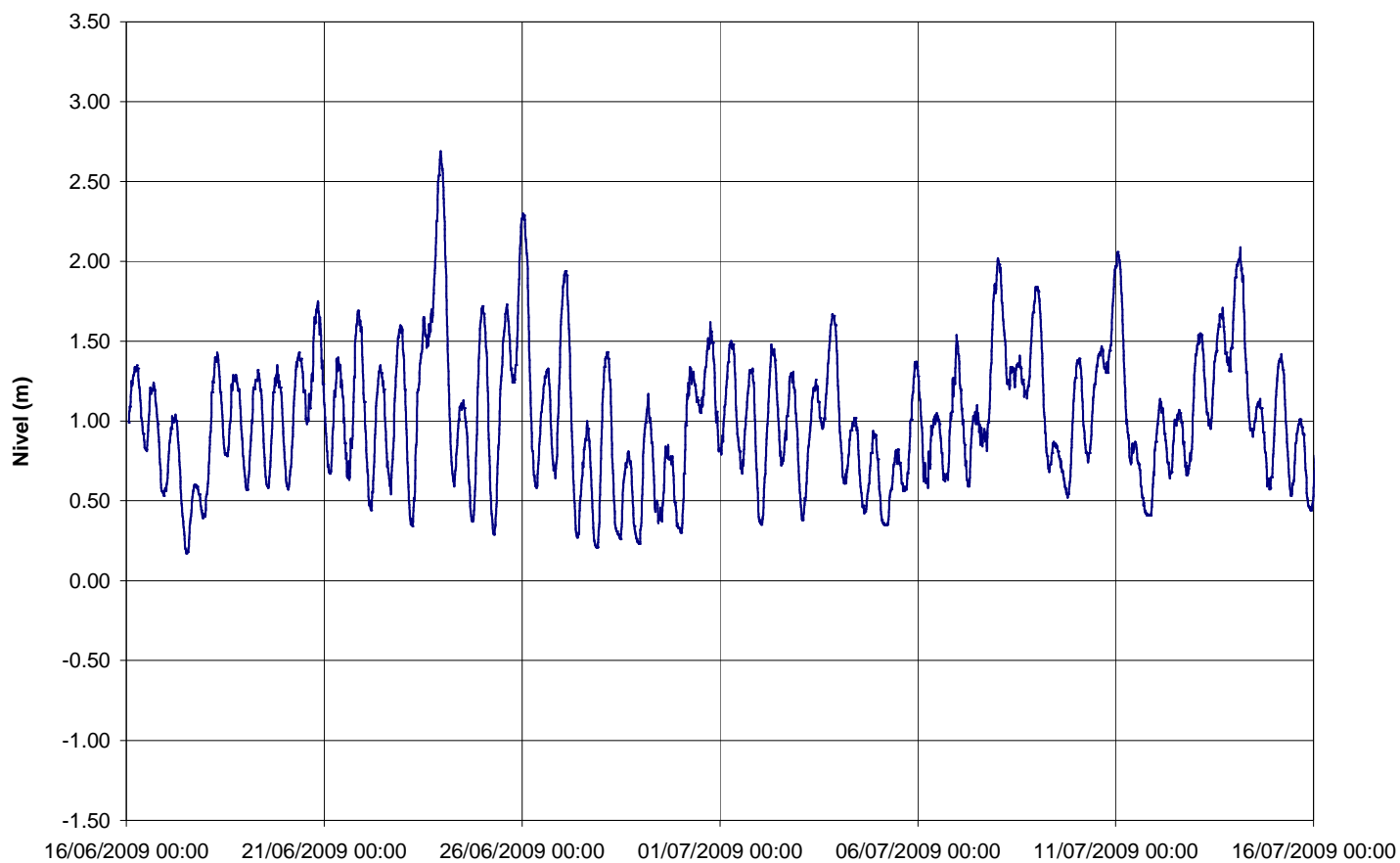
## **ANEXO 5.3.3.1**

### **Registros de marea en el borde oceánico**





### Nivel en San Clemente



*Figura A.5.3.3.1 – Registro de nivel de marea en San Clemente, Mes 1.*

### Nivel en San Clemente

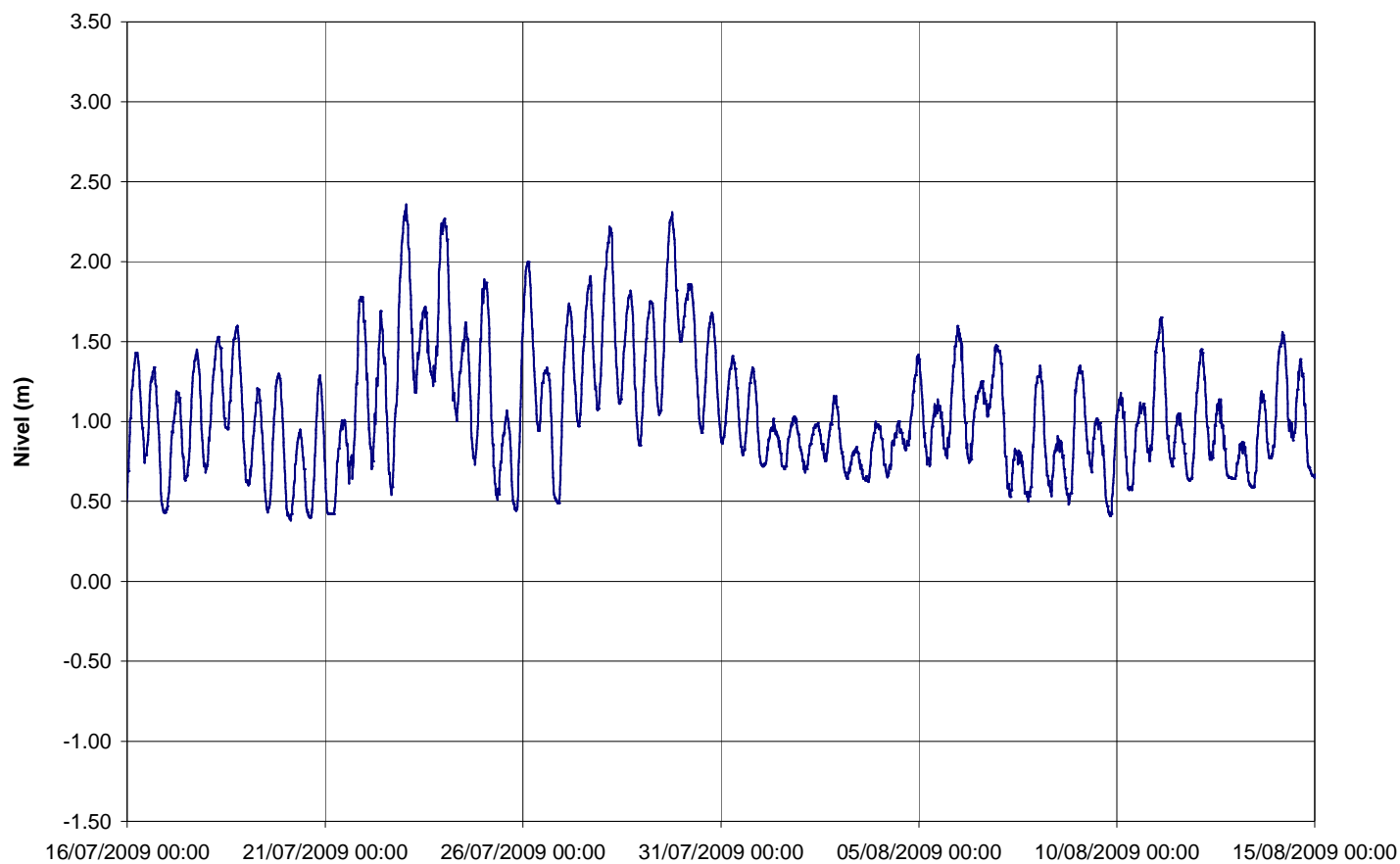
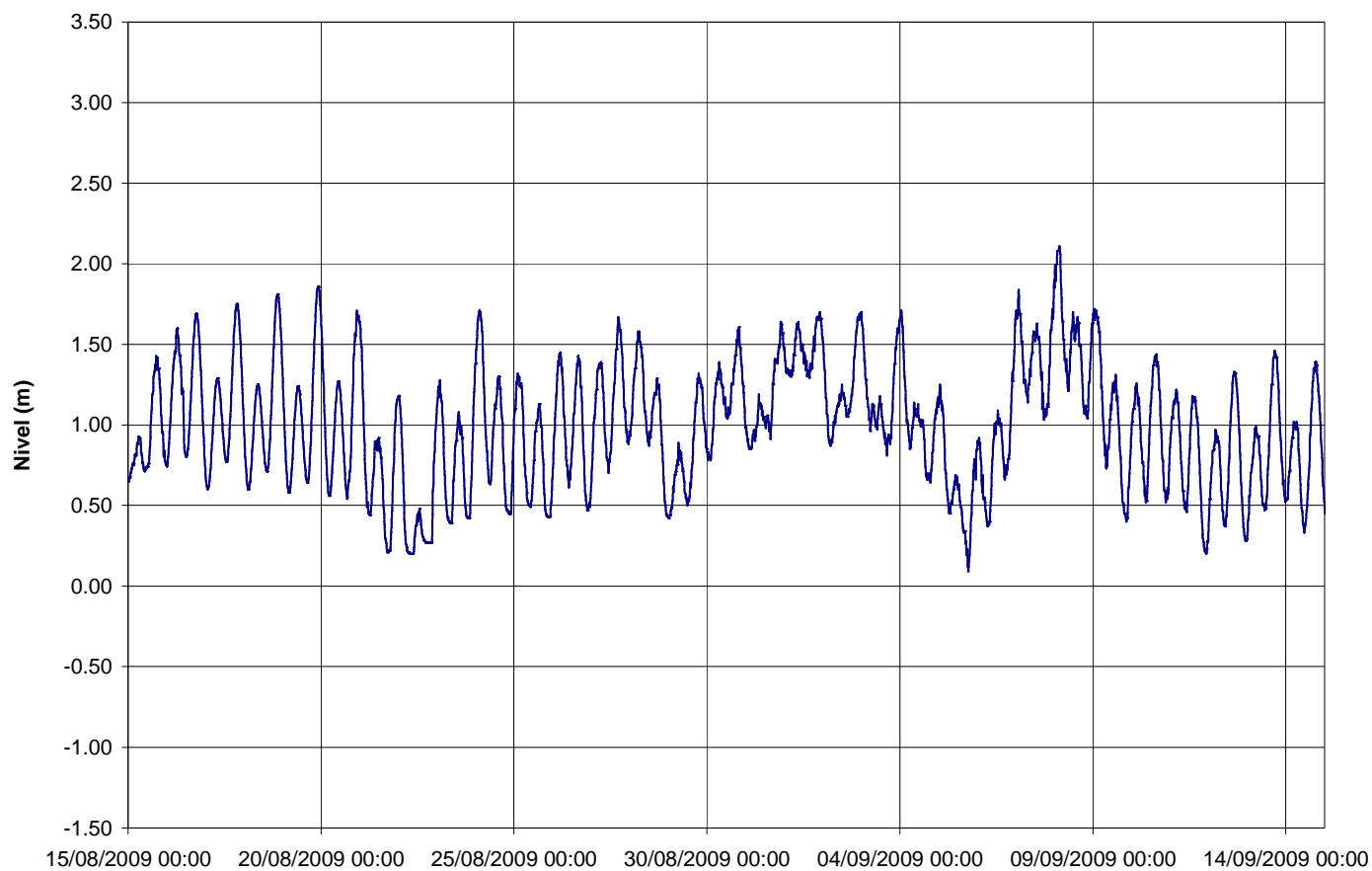


Figura A.5.3.3.2 – Registro de nivel de marea en San Clemente, Mes 2.

### Nivel en San Clemente



*Figura A.5.3.3.3 – Registro de nivel de marea en San Clemente, Mes 3.*

Nivel en Punta del Este

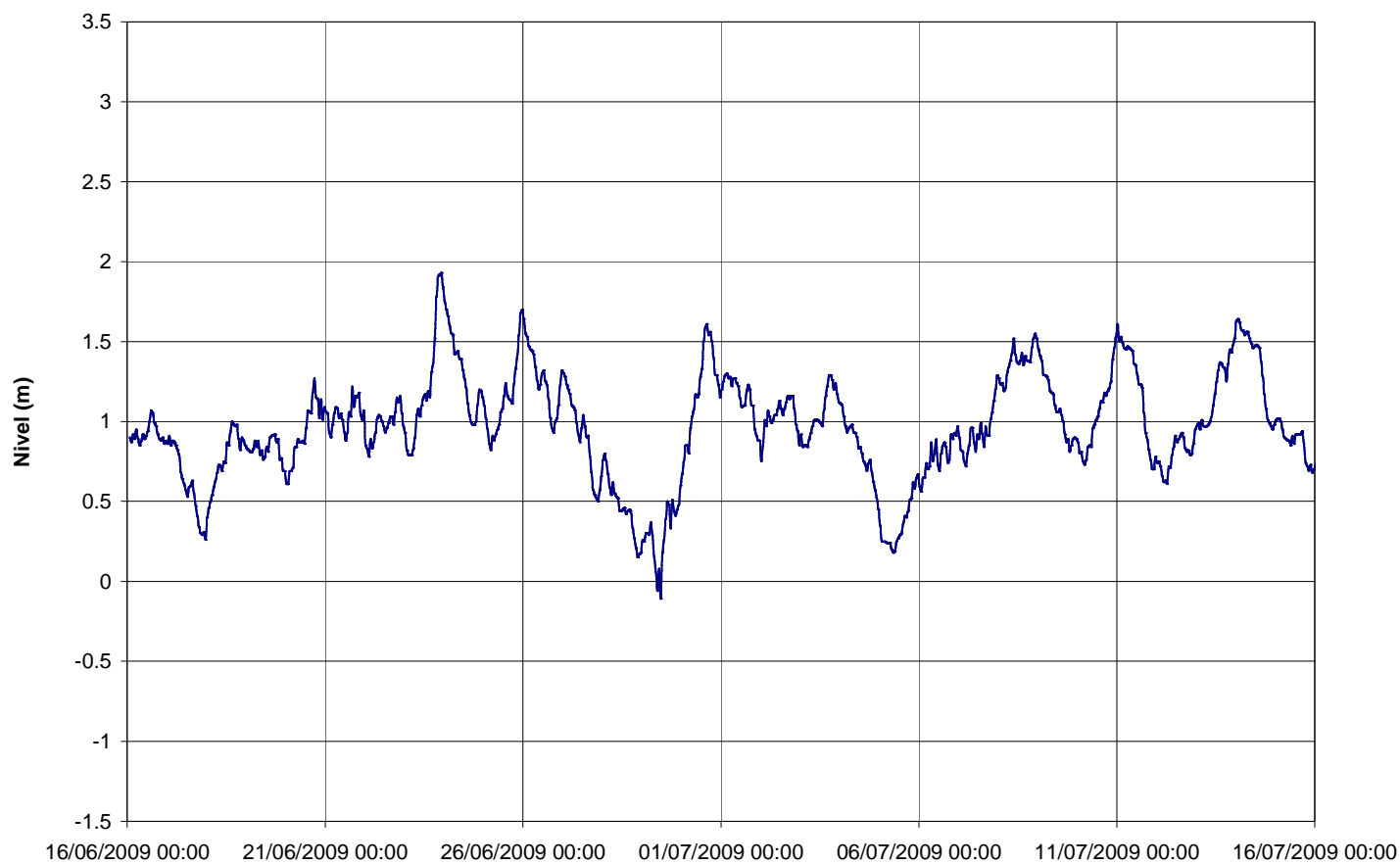


Figura A.5.3.3.4 – Registro de nivel de marea en Punta del Este, Mes 1.

Nivel en Punta del Este

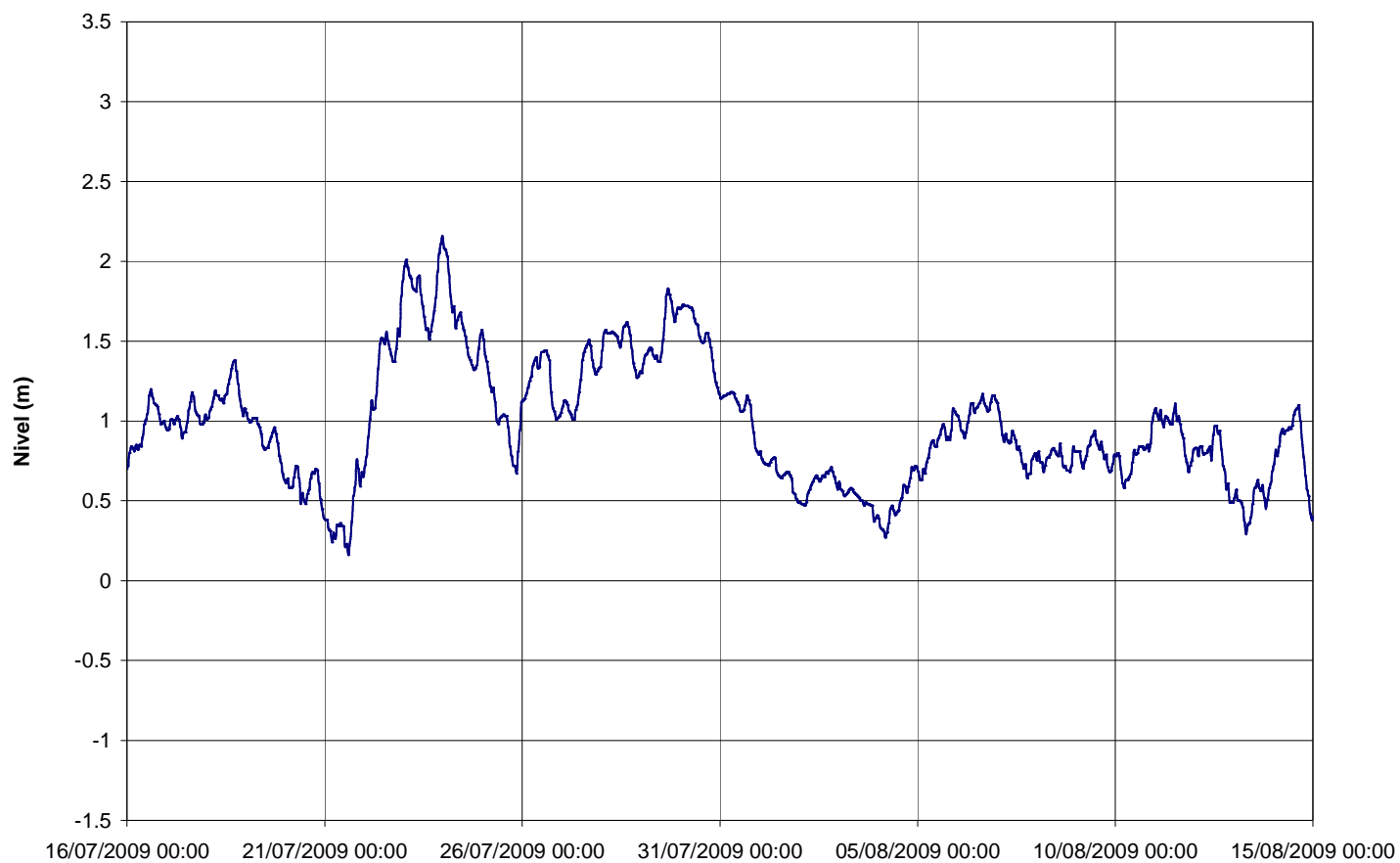


Figura A.5.3.3.5 – Registro de nivel de marea en Punta del Este, Mes 2.

Nivel en Punta del Este

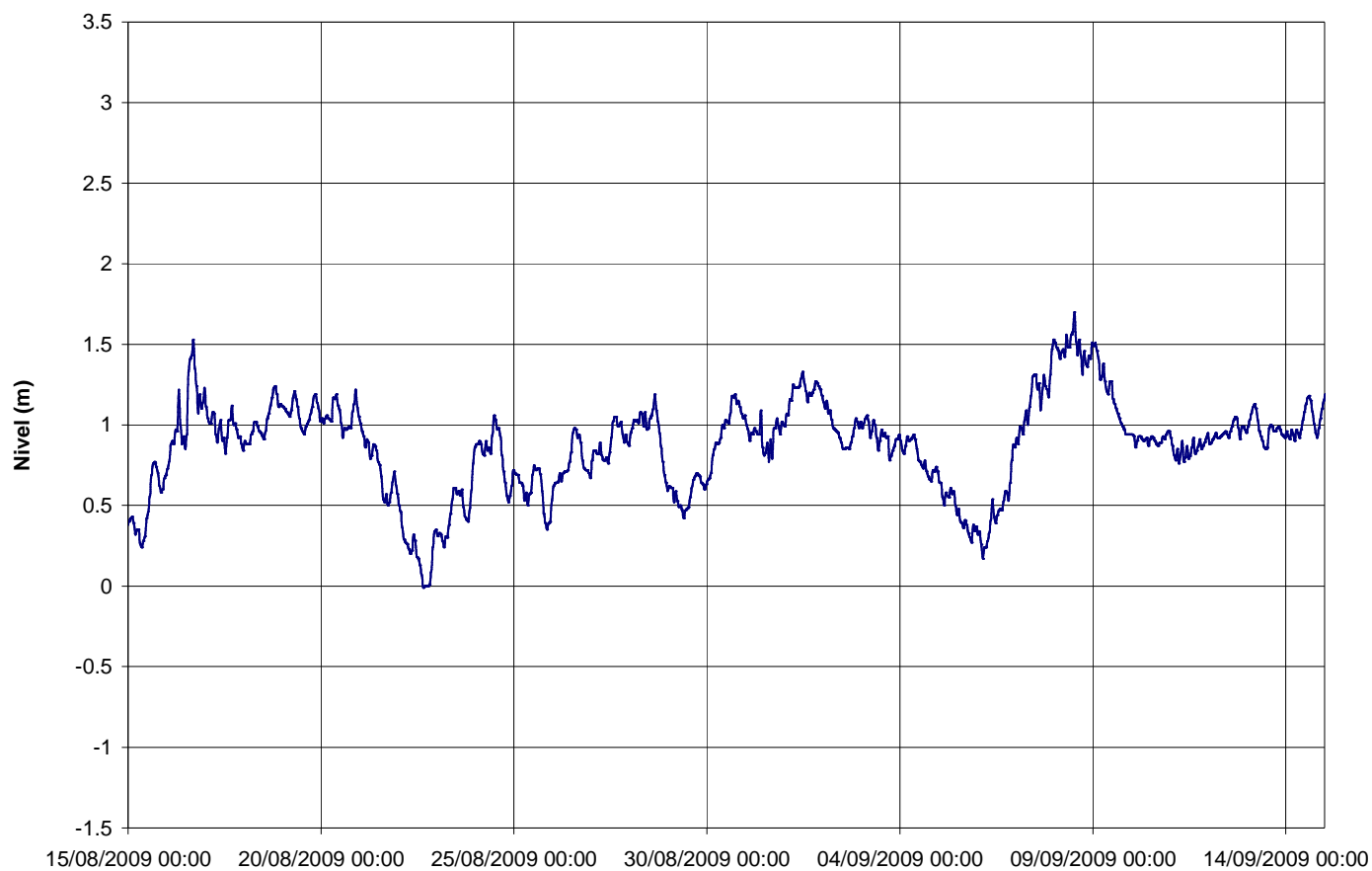


Figura A.5.3.3.6 – Registro de nivel de marea en Punta del Este, Mes 3.



## **ANEXO 5.3.3.2**

### **Registros de vientos en el río interior y exterior**



### Viento en Palermo

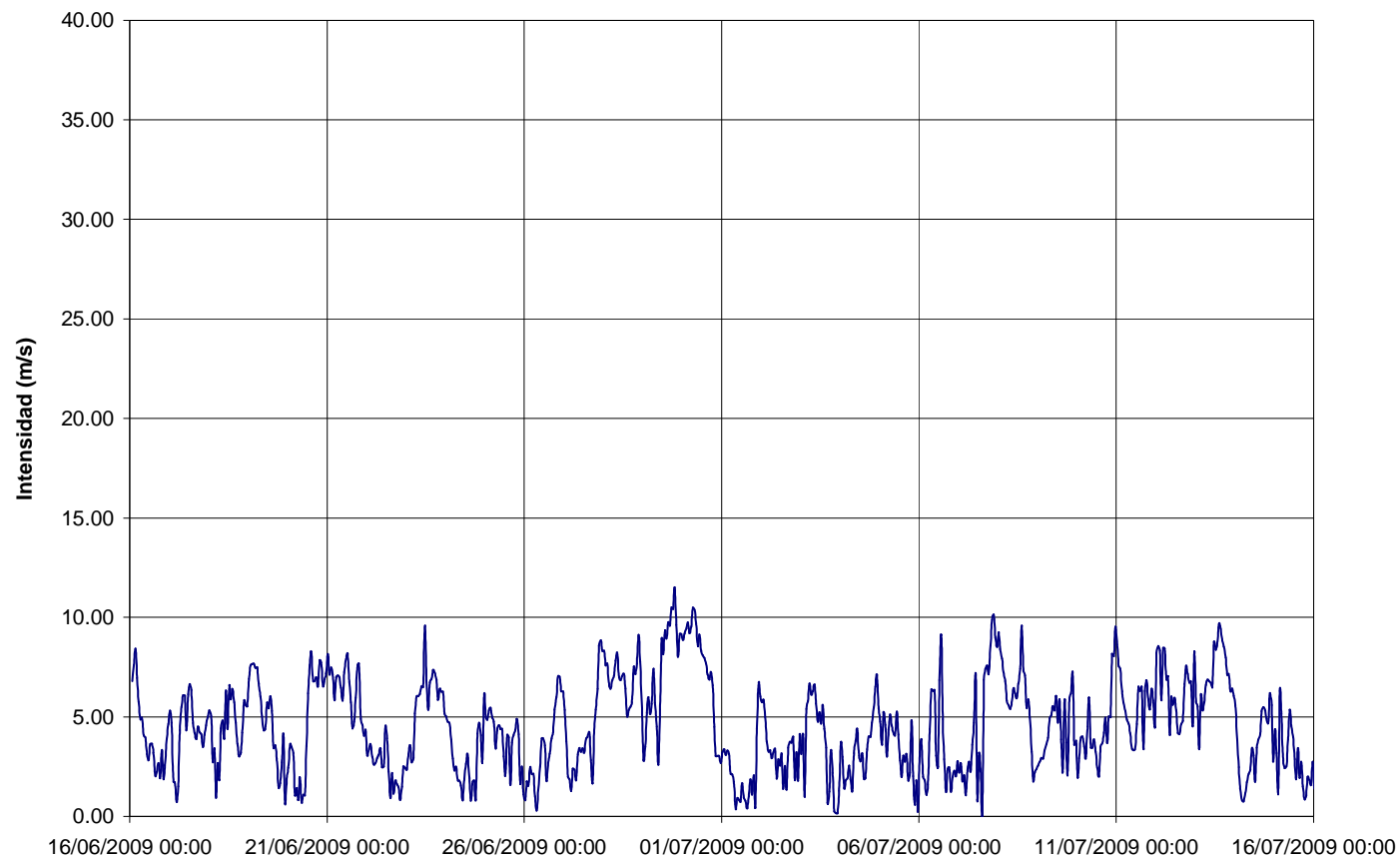


Figura A.5.3.3.1 – Registro de intensidad de viento en estación Palermo, Mes 1.

Viento en Palermo

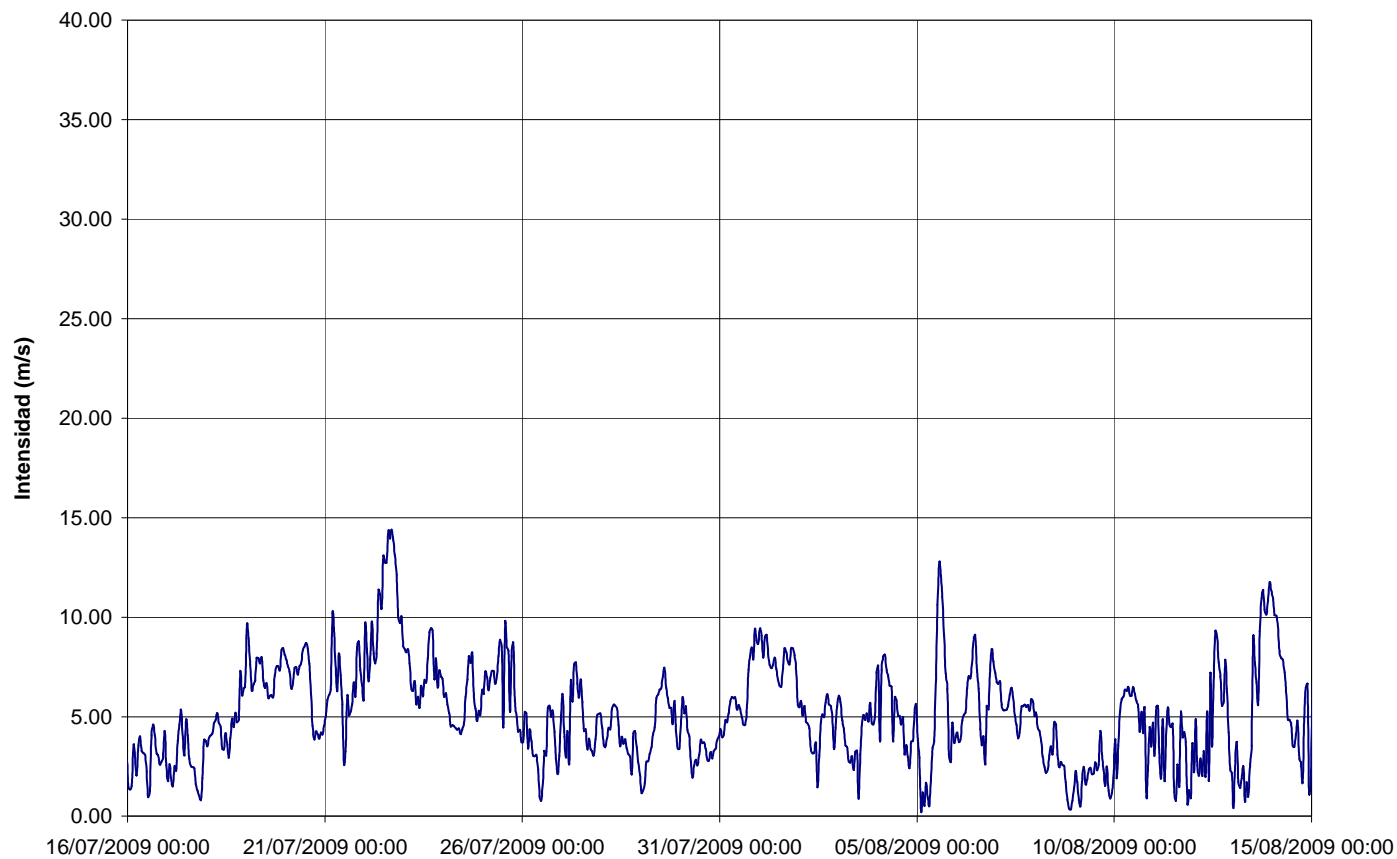


Figura A.5.3.3.2 – Registro de intensidad de viento en estación Palermo, Mes 2.

### Viento en Palermo

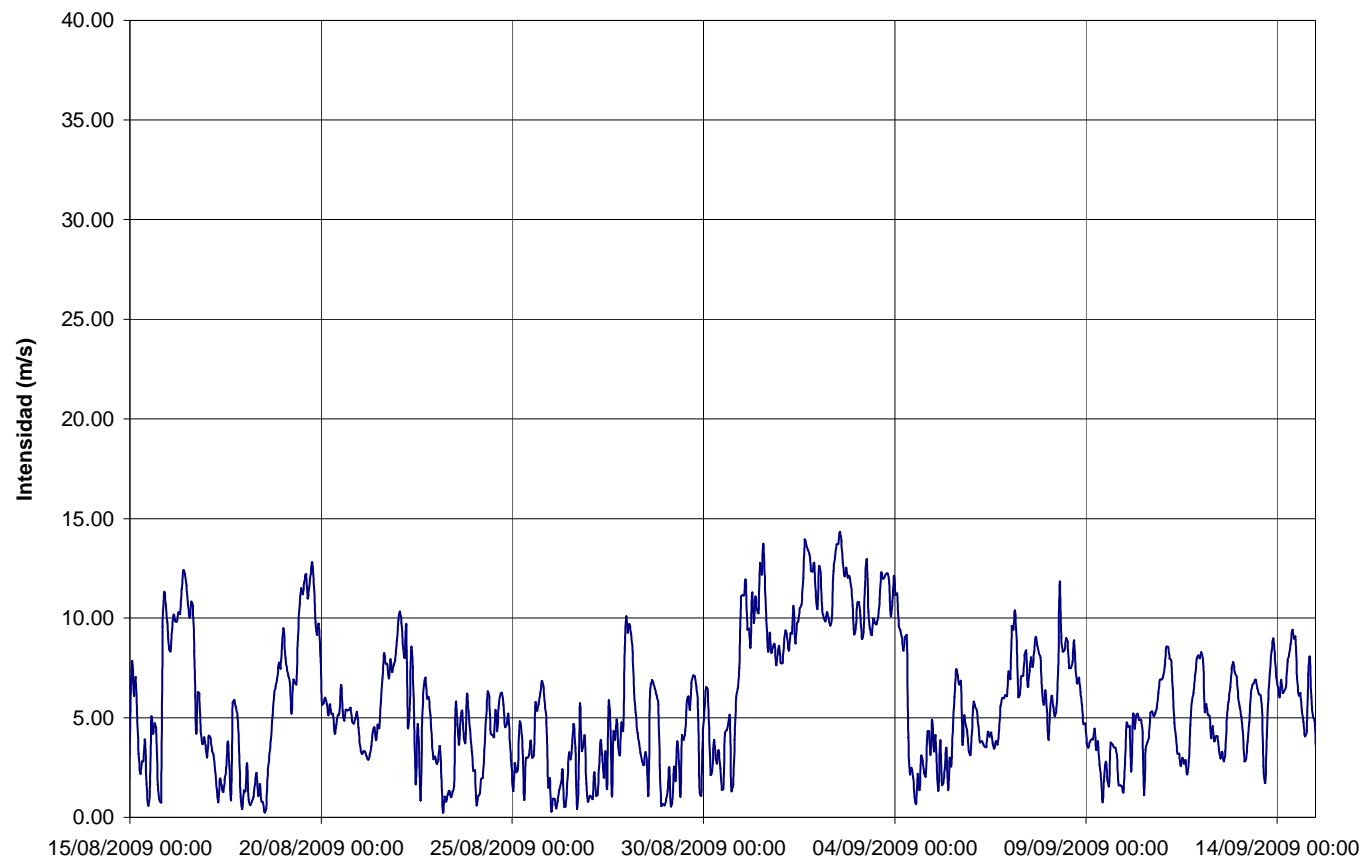


Figura A.5.3.3.3 – Registro de intensidad de viento en estación Palermo, Mes 3.

### Viento en Colonia

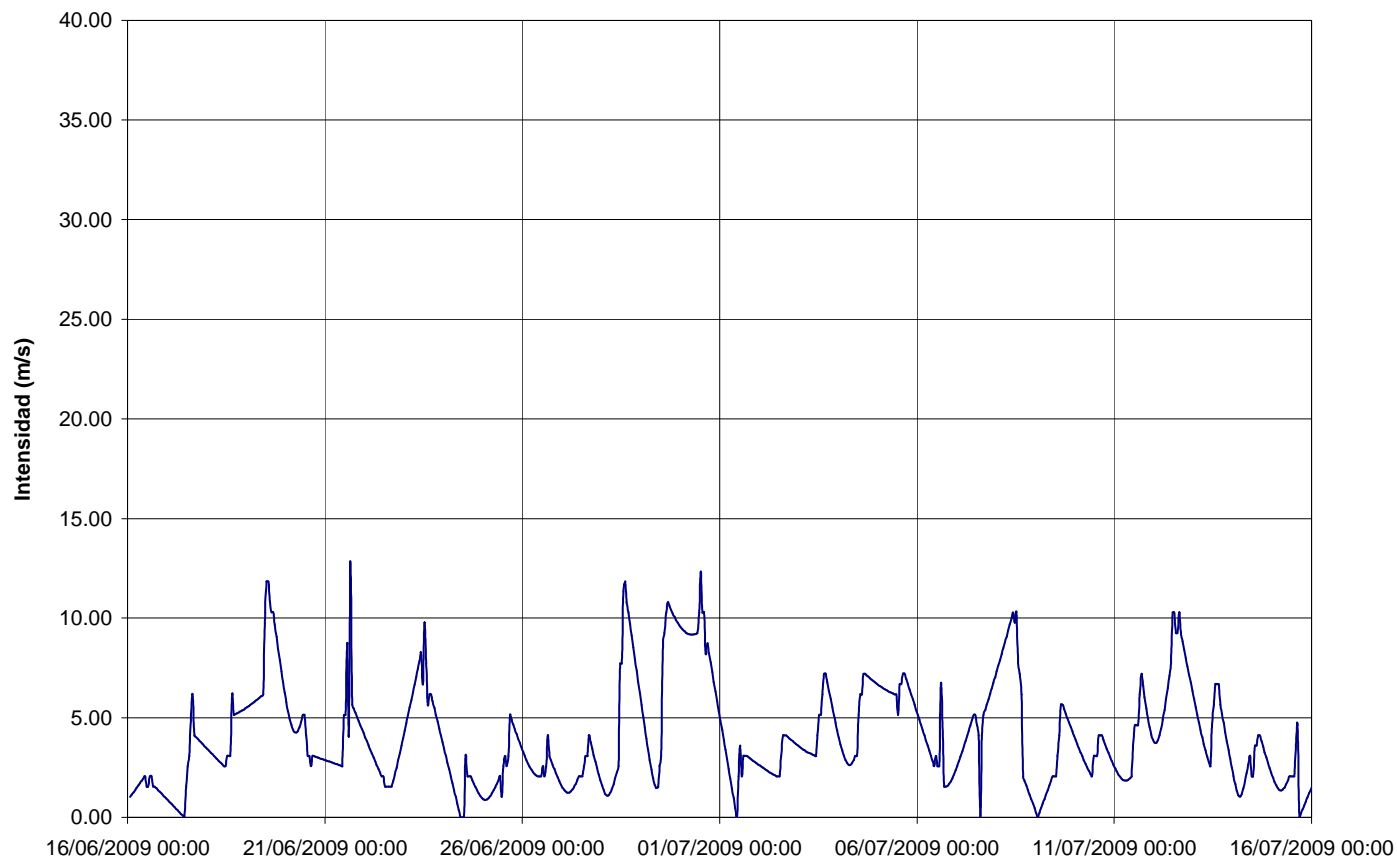


Figura A.5.3.3.4 – Registro de intensidad de viento en estación Colonia, Mes 1.



### Viento en Colonia

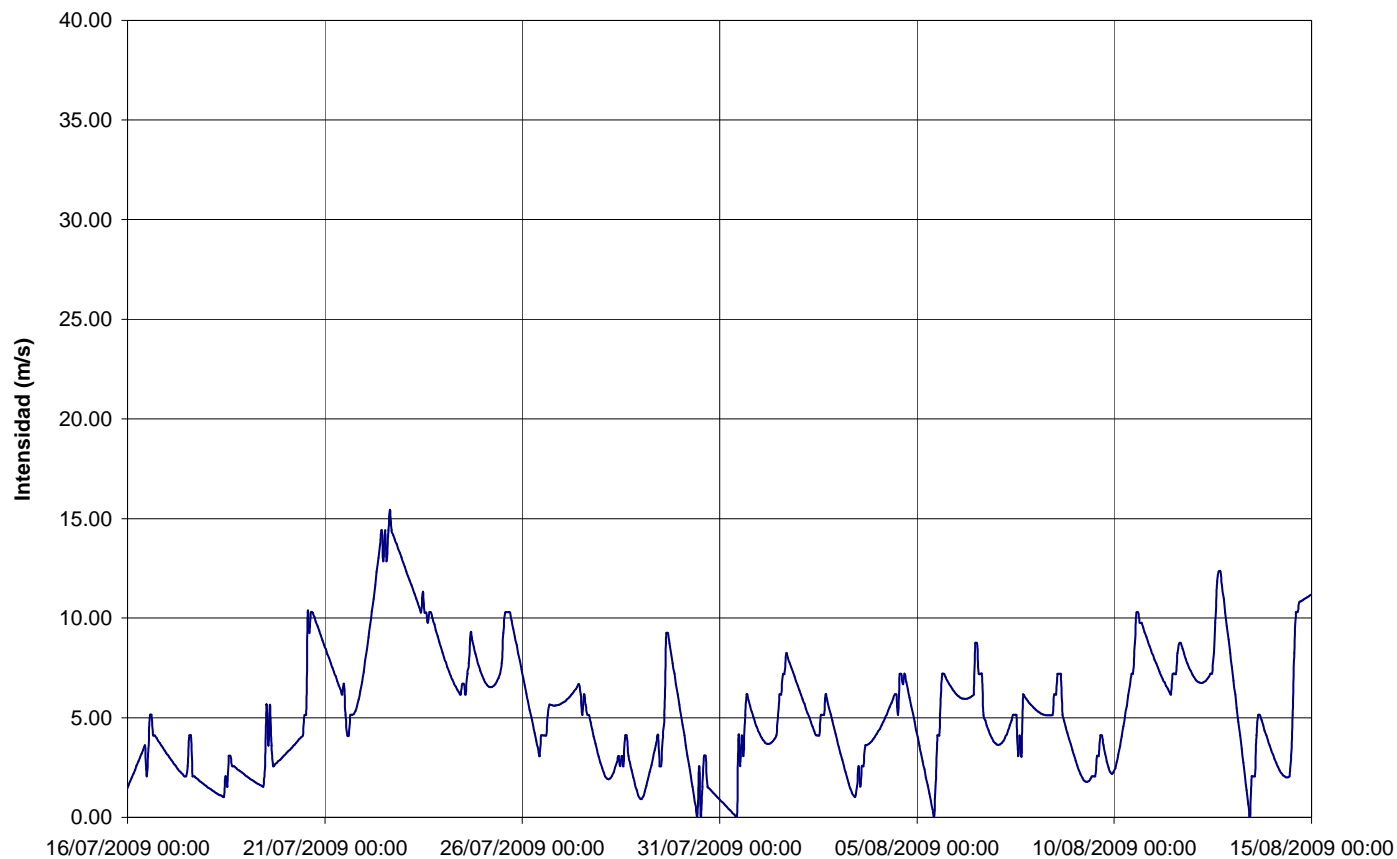


Figura A.5.3.3.5 – Registro de intensidad de viento en estación Colonia, Mes 2.

### Viento en Colonia

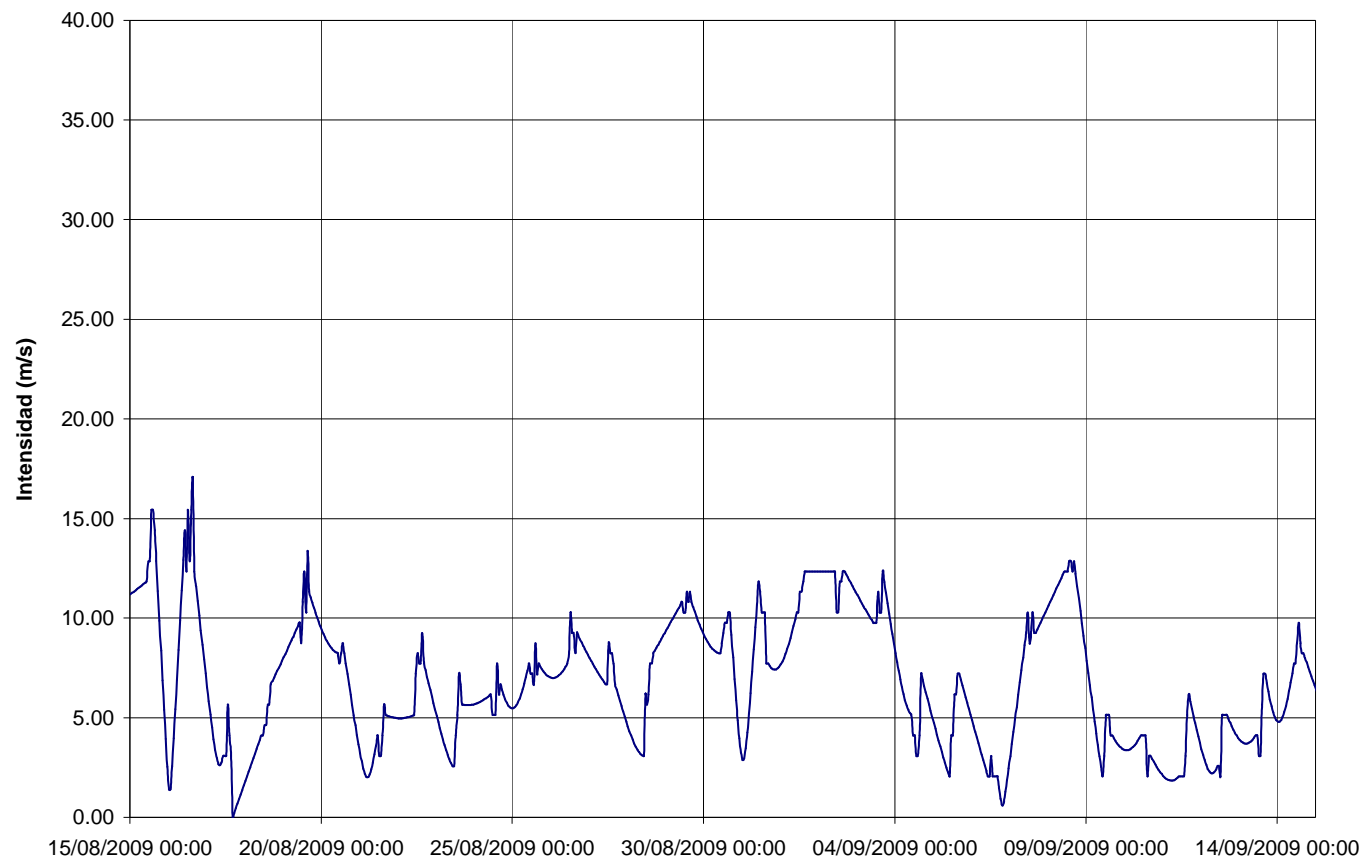


Figura A.5.3.3.6 – Registro de intensidad de viento en estación Colonia, Mes 3.

### Viento en Gesell

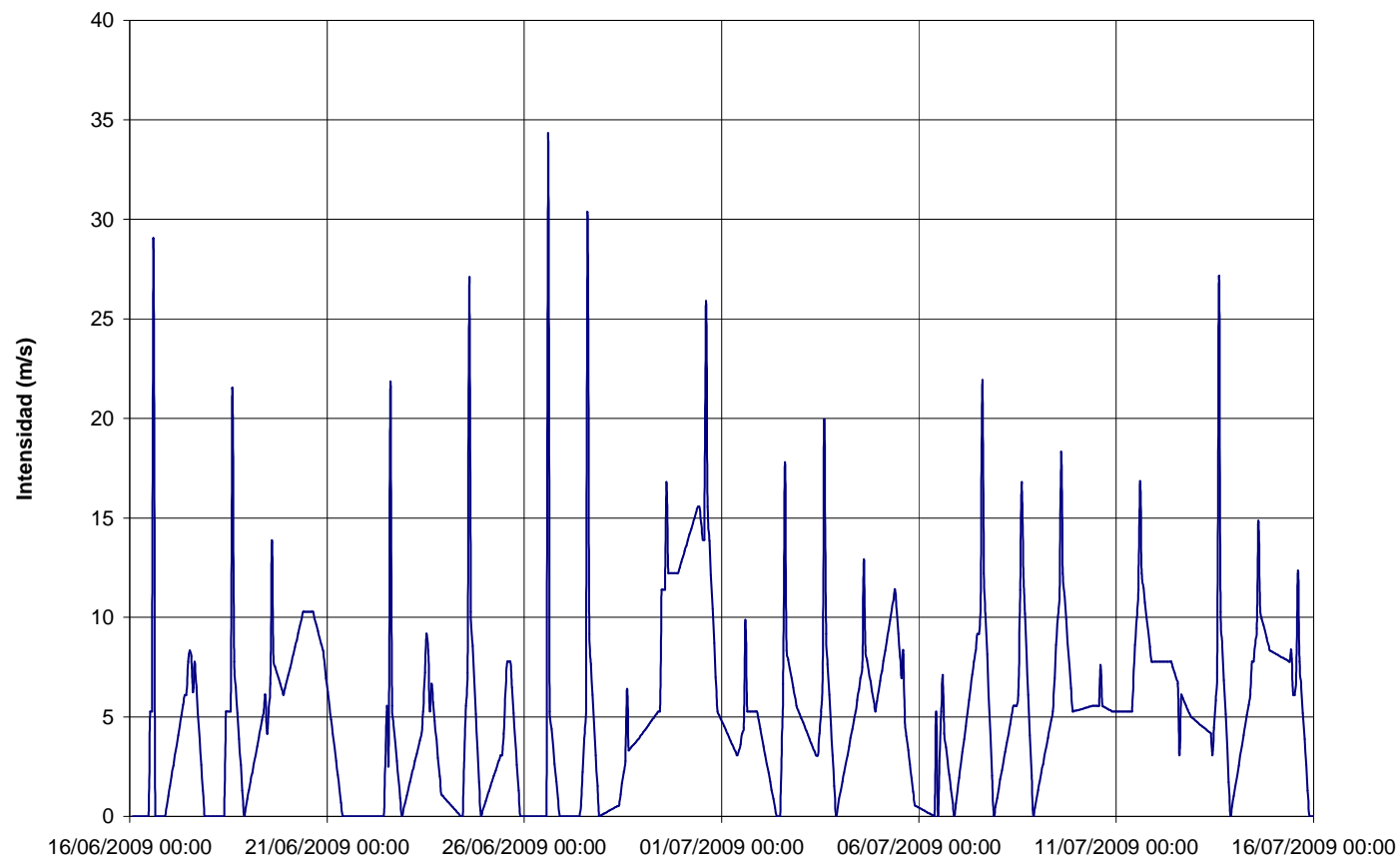


Figura A.5.3.3.7 – Registro de intensidad de viento en estación Villa Gesell, Mes 1.

Viento en Gesell

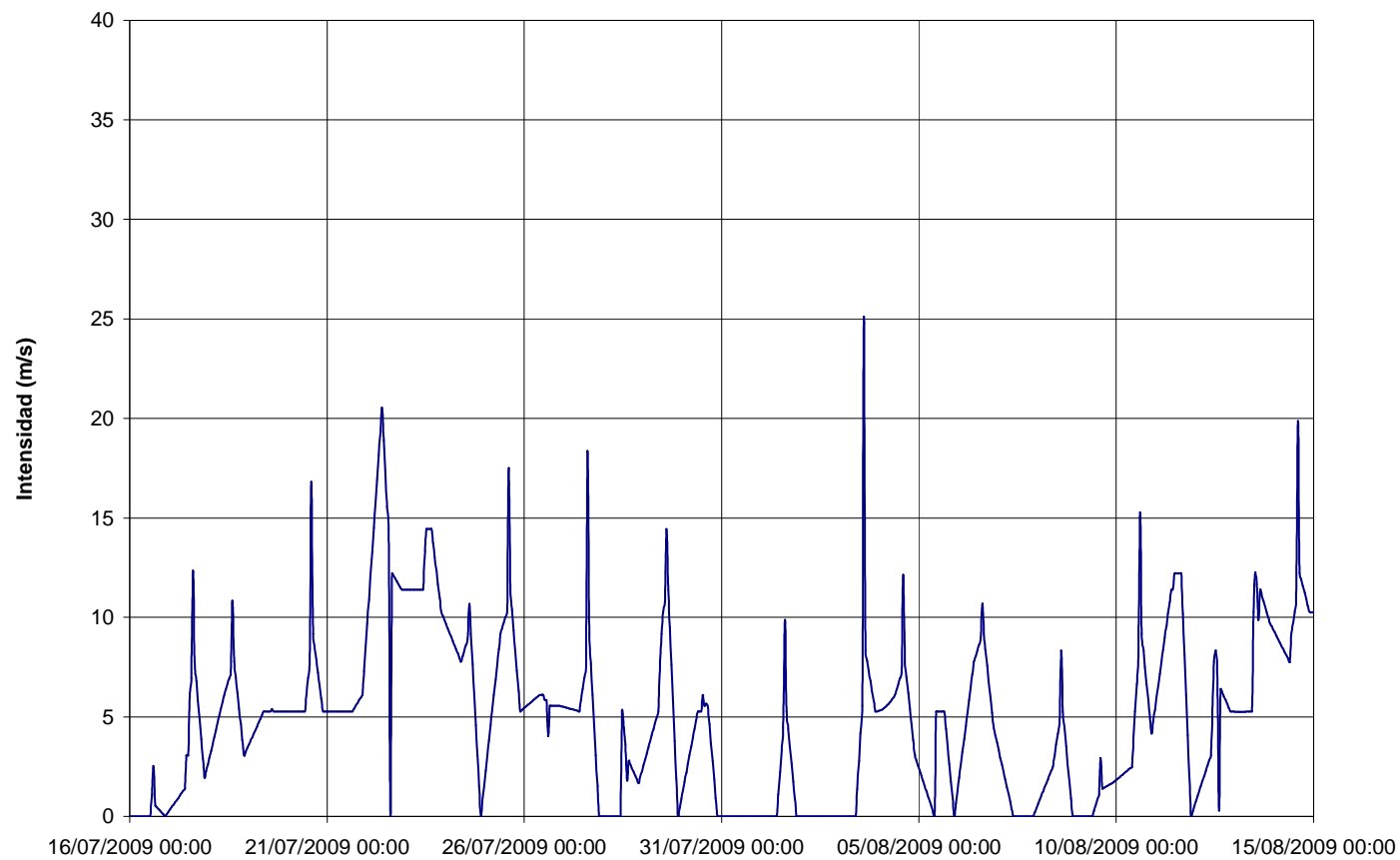


Figura A.5.3.3.8 – Registro de intensidad de viento en estación Villa Gesell, Mes 2.

Viento en Gesell

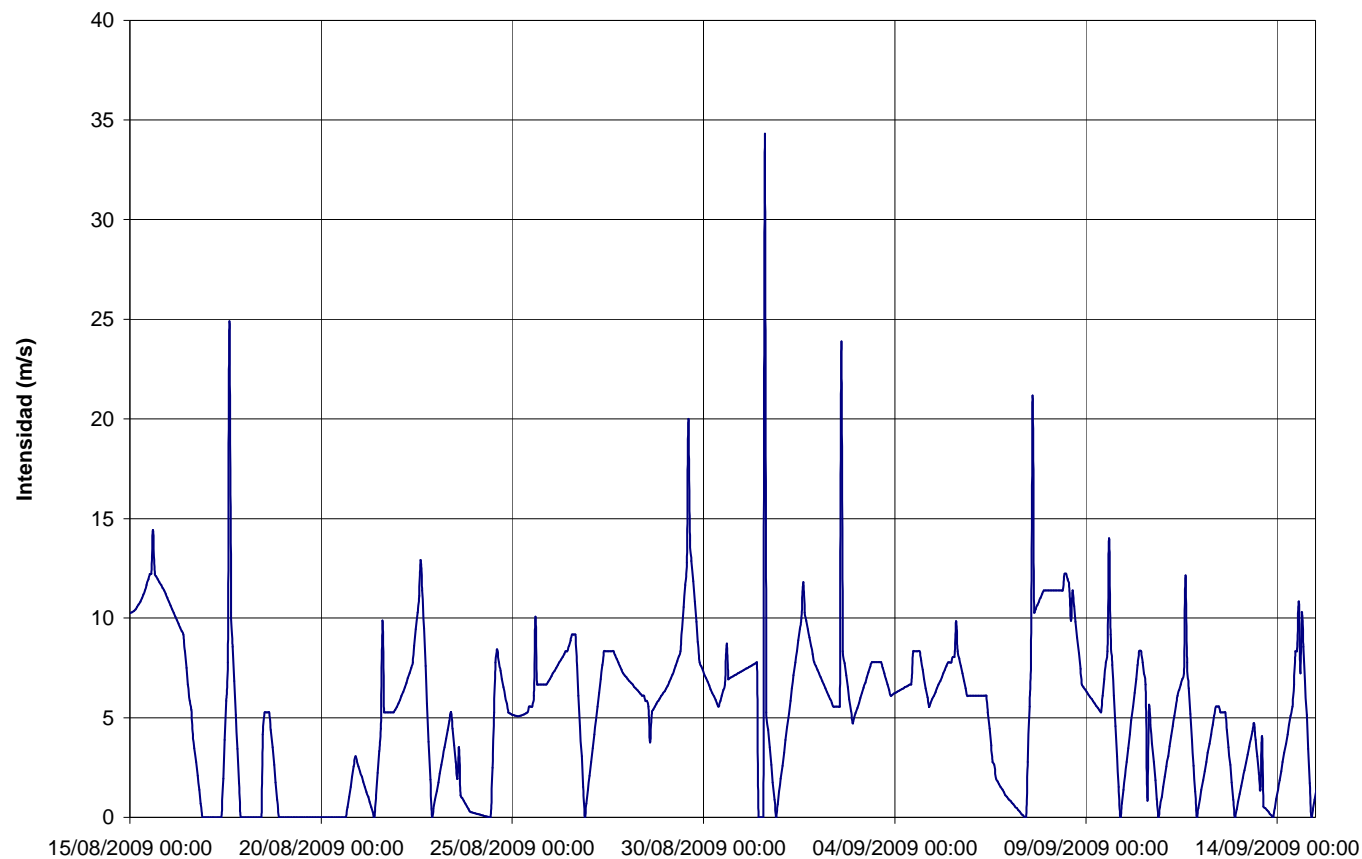


Figura A.5.3.3.9 – Registro de intensidad de viento en estación Villa Gesell, Mes 3.

Viento en Punta del Este

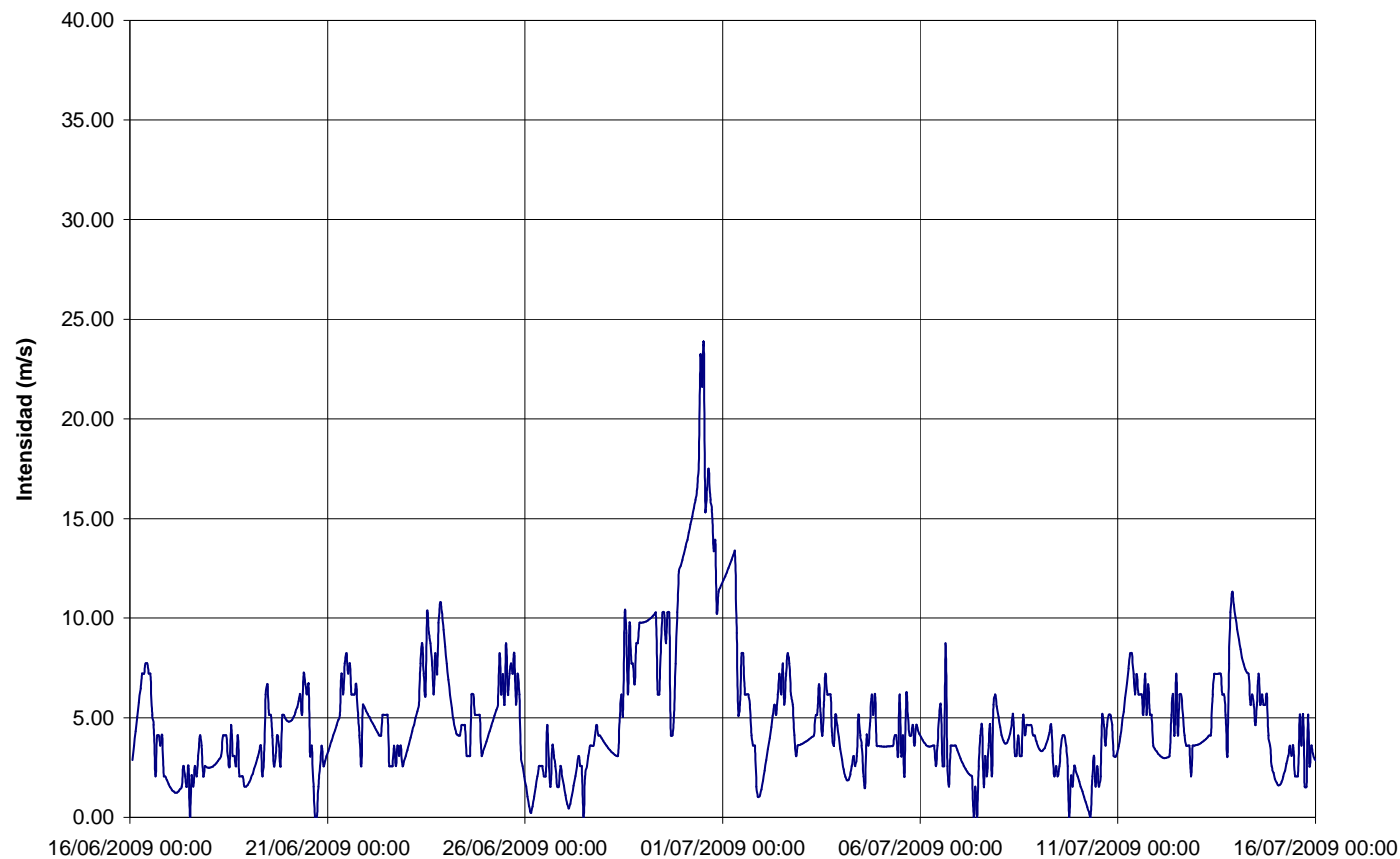


Figura A.5.3.3.10 – Registro de intensidad de viento en estación Punta del Este, Mes 1.



Viento en Punta del Este

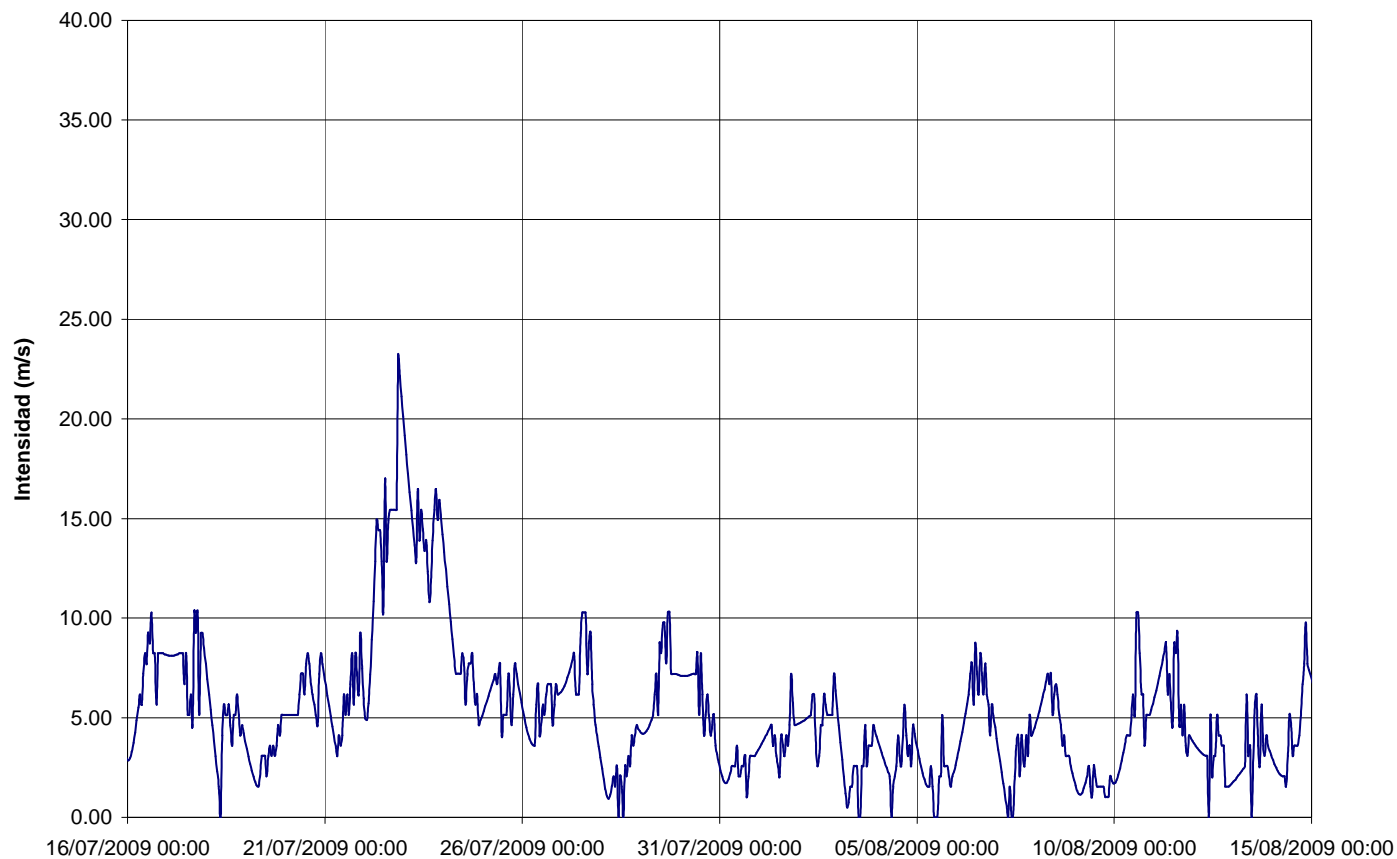


Figura A.5.3.3.11 – Registro de intensidad de viento en estación Punta del Este, Mes 2.

Viento en Punta del Este

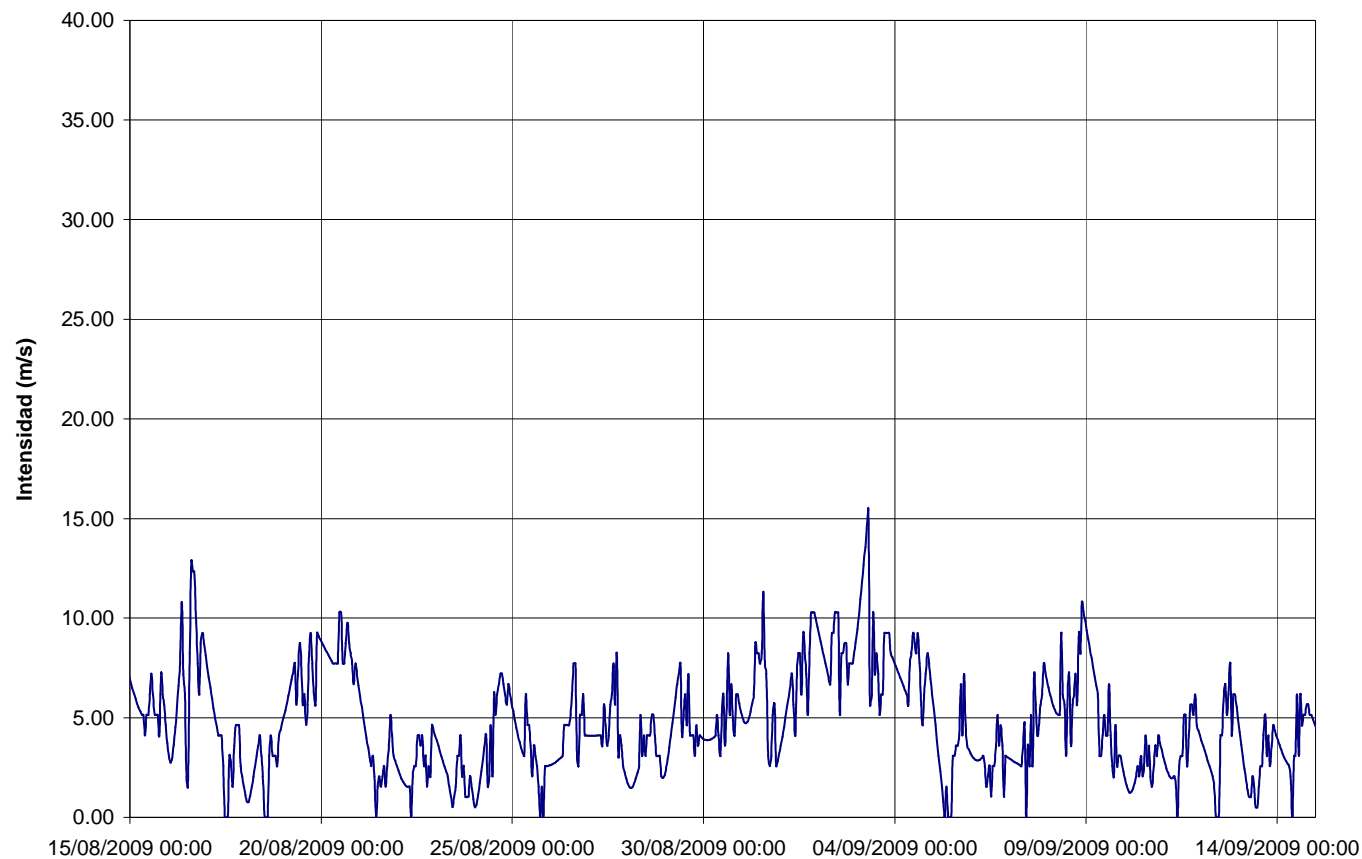


Figura A.5.3.3.12 – Registro de intensidad de viento en estación Punta del Este, Mes 3.

## **ANEXO 5.3.6.1**

### **Validación del Modelo Regional en Estaciones de Nivel de Marea**



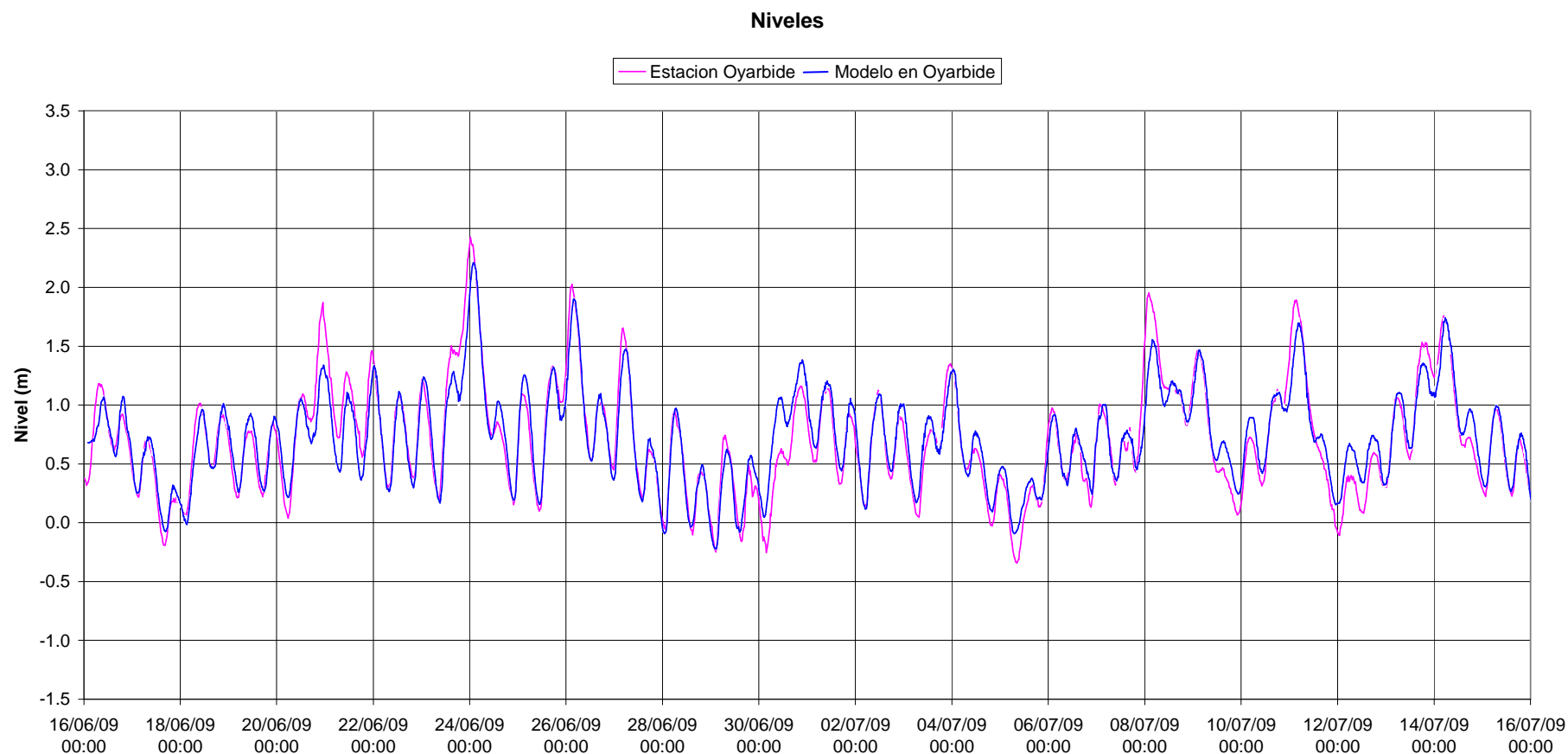


Figura A.5.3.6.1.1 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en Torre Oyarbide, Mes 1.

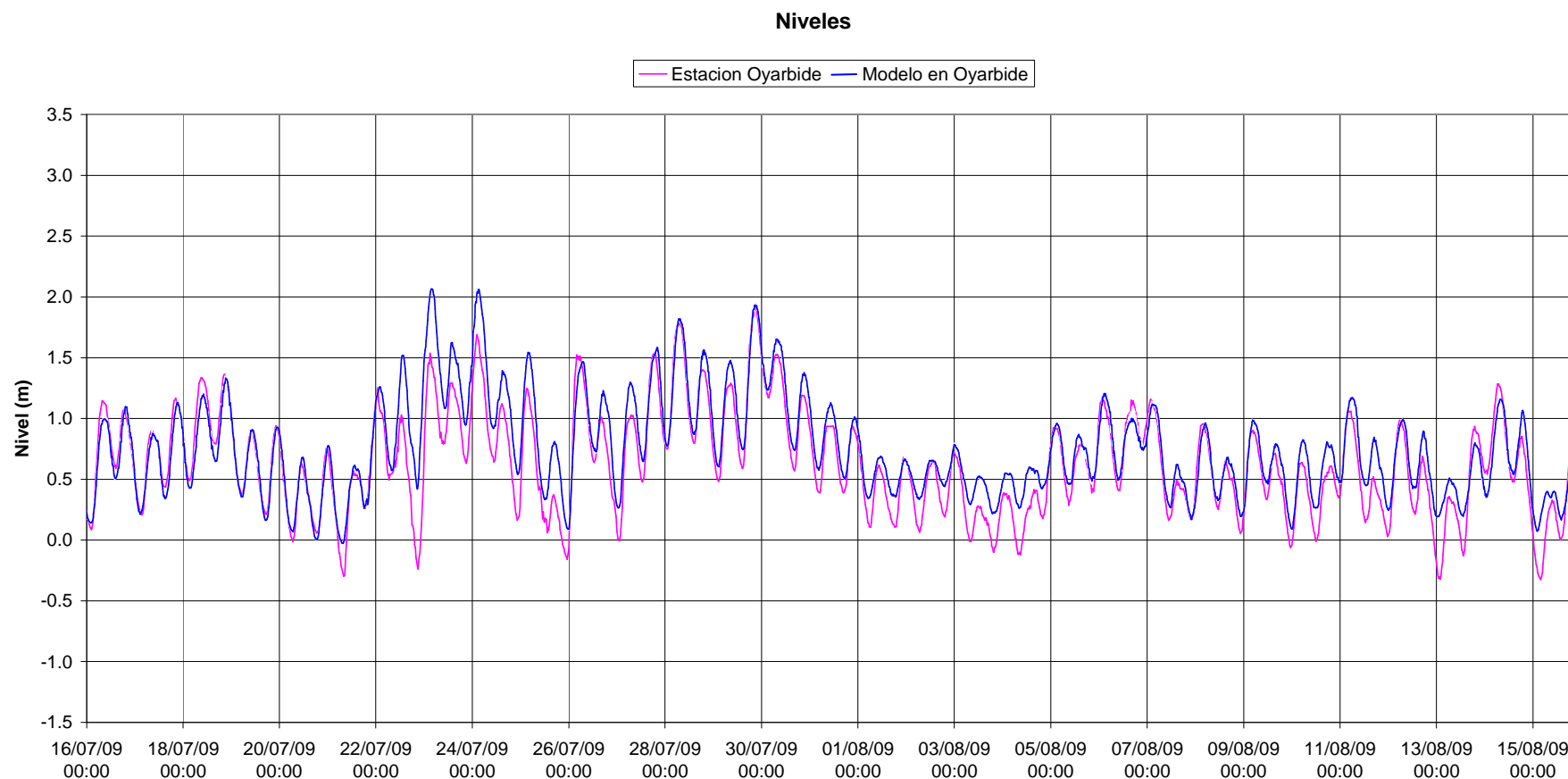


Figura A.5.3.6.1.2 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en Torre Oyarbide, Mes 2.



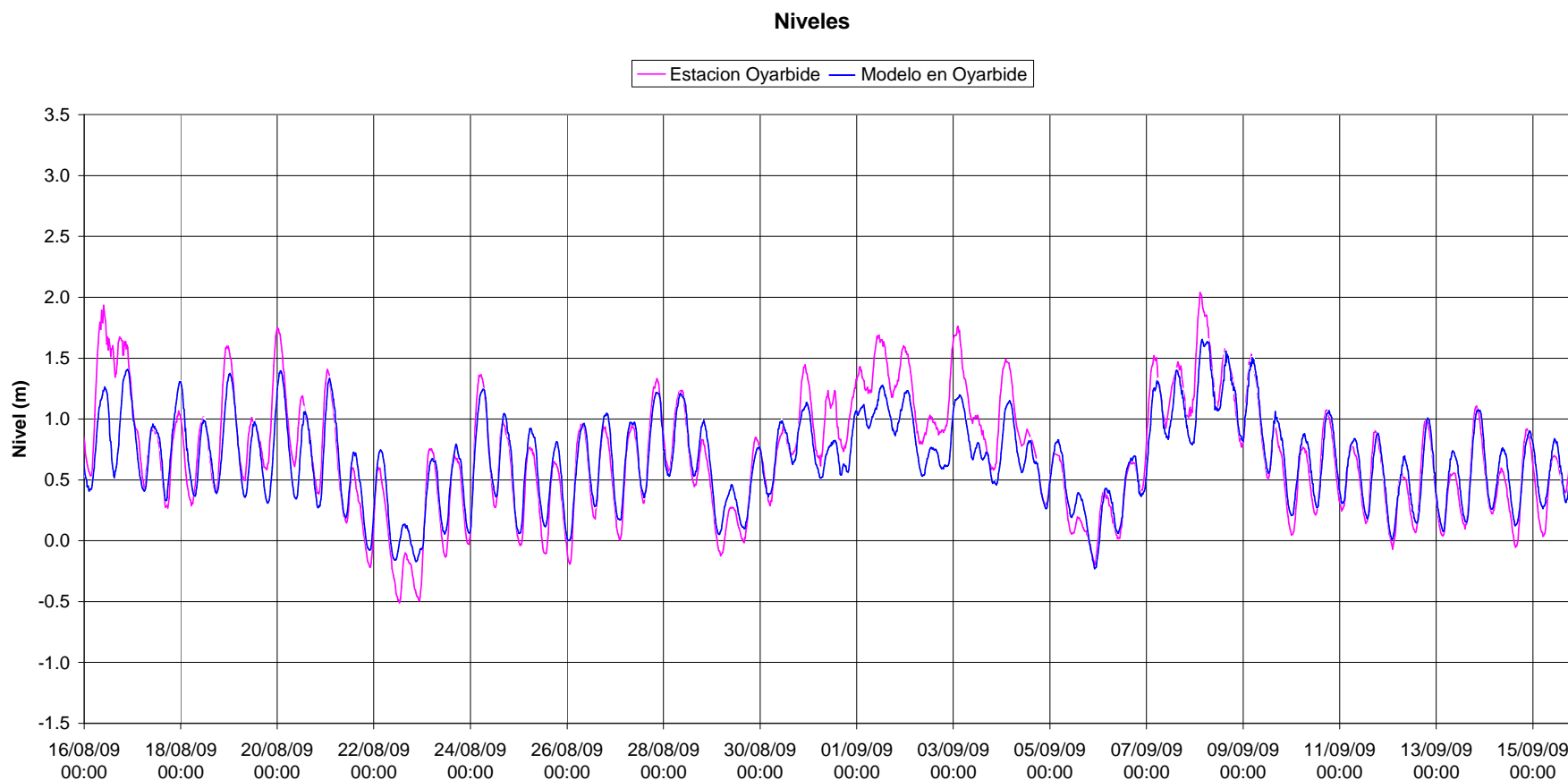


Figura A.5.3.6.1.3 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en Torre Oyarbide, Mes 3.

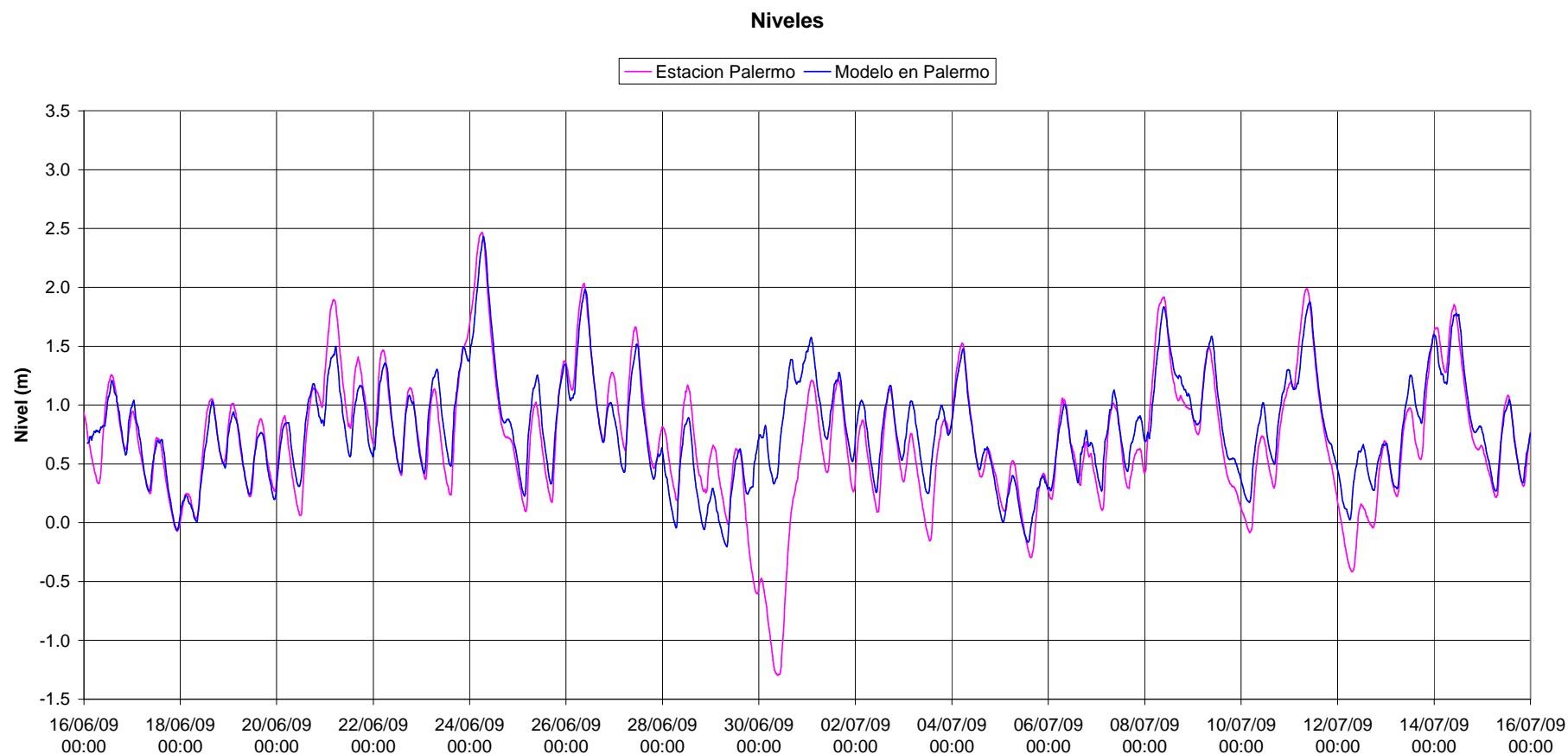


Figura A.5.3.6.1.4 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en Palermo, Mes 1.

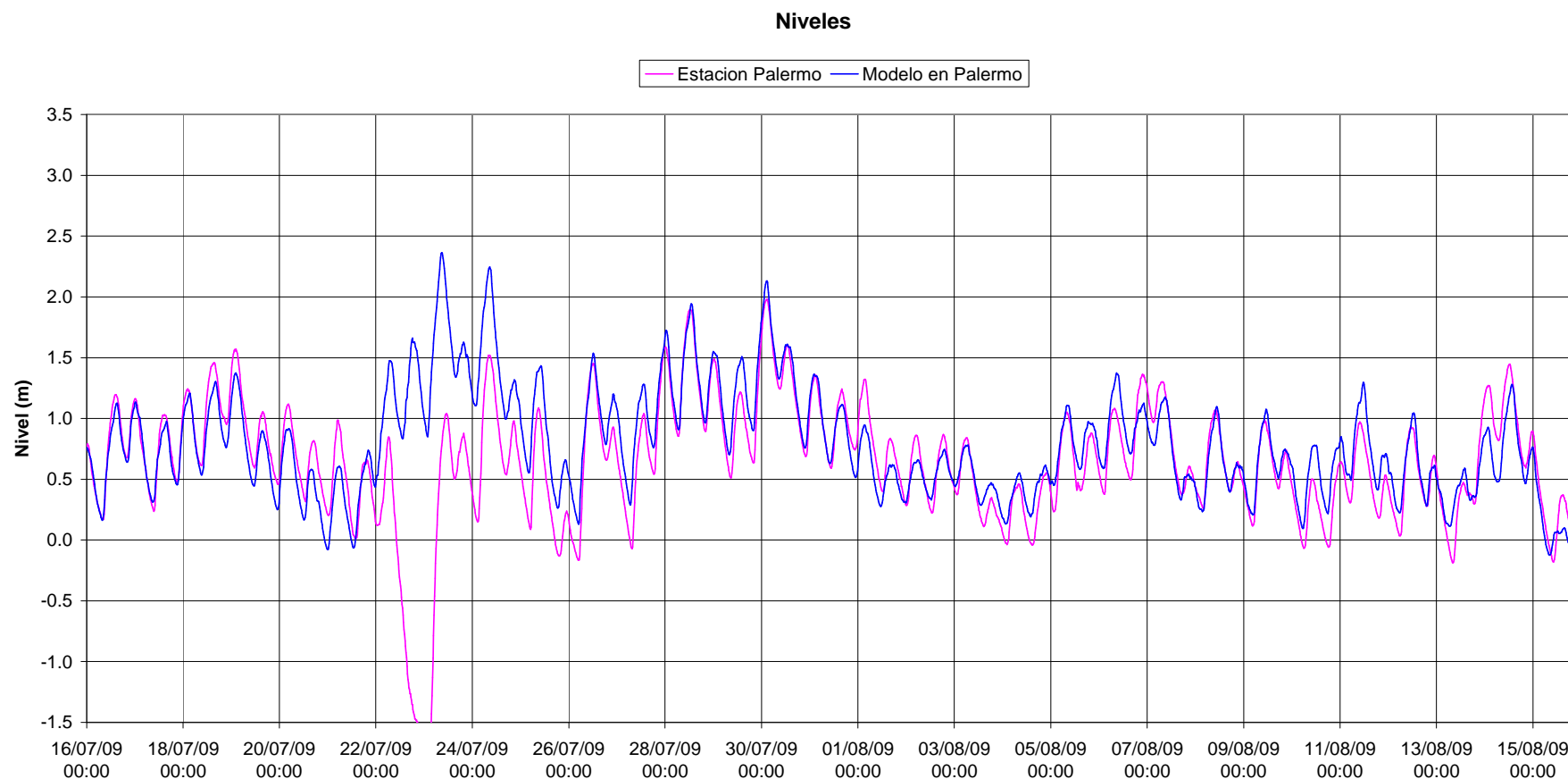


Figura A.5.3.6.1.5 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en Palermo, Mes 2.

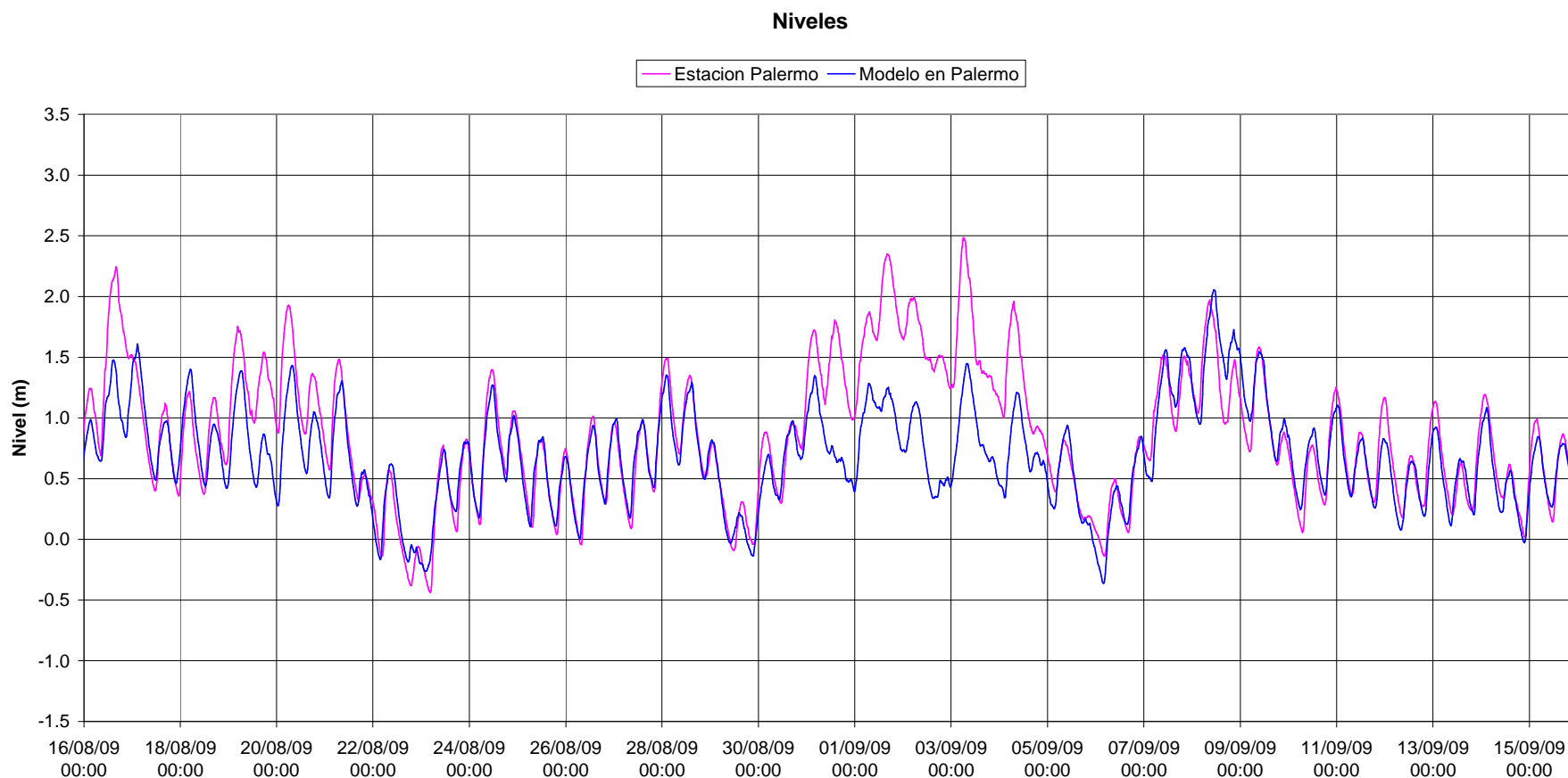
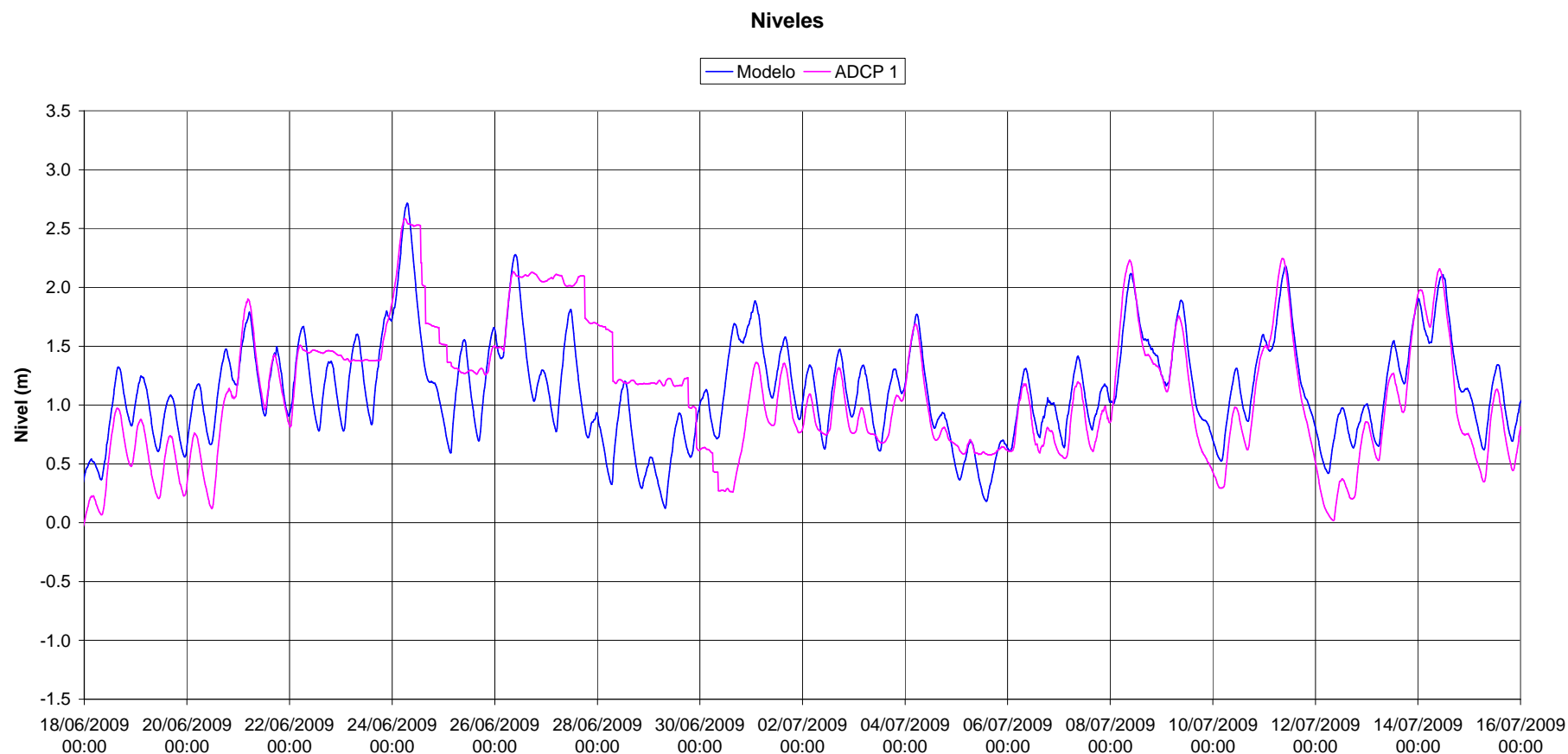


Figura A.5.3.6.1.6 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en Palermo, Mes 3.



*Figura A.5.3.6.1.7 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 1, Mes 1.  
Se observan fallas en el sensor ADCP1 para algunos días.*

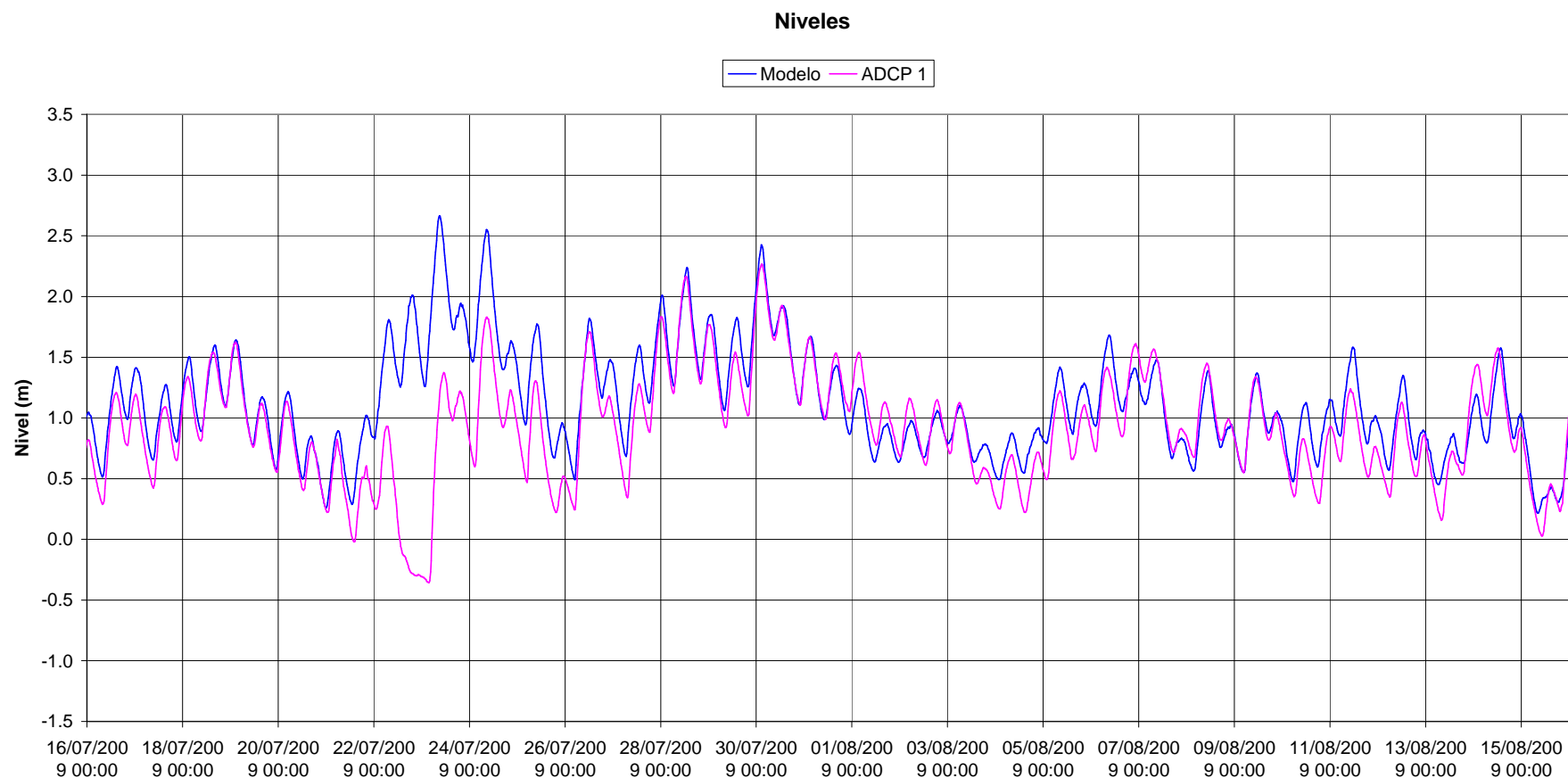


Figura A.5.3.6.1.8 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 1, Mes 2.



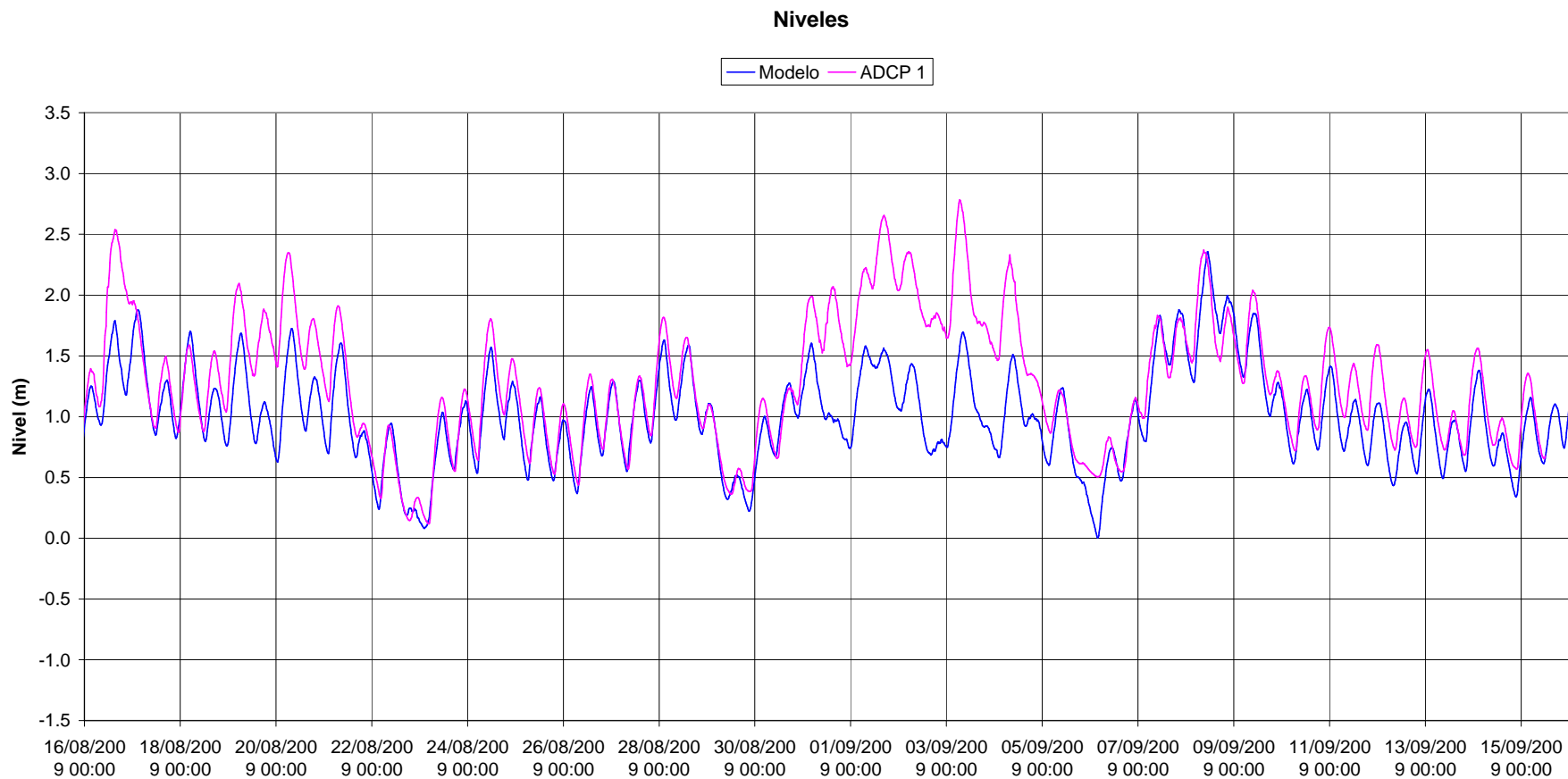


Figura A.5.3.6.1.9 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 1, Mes 3.

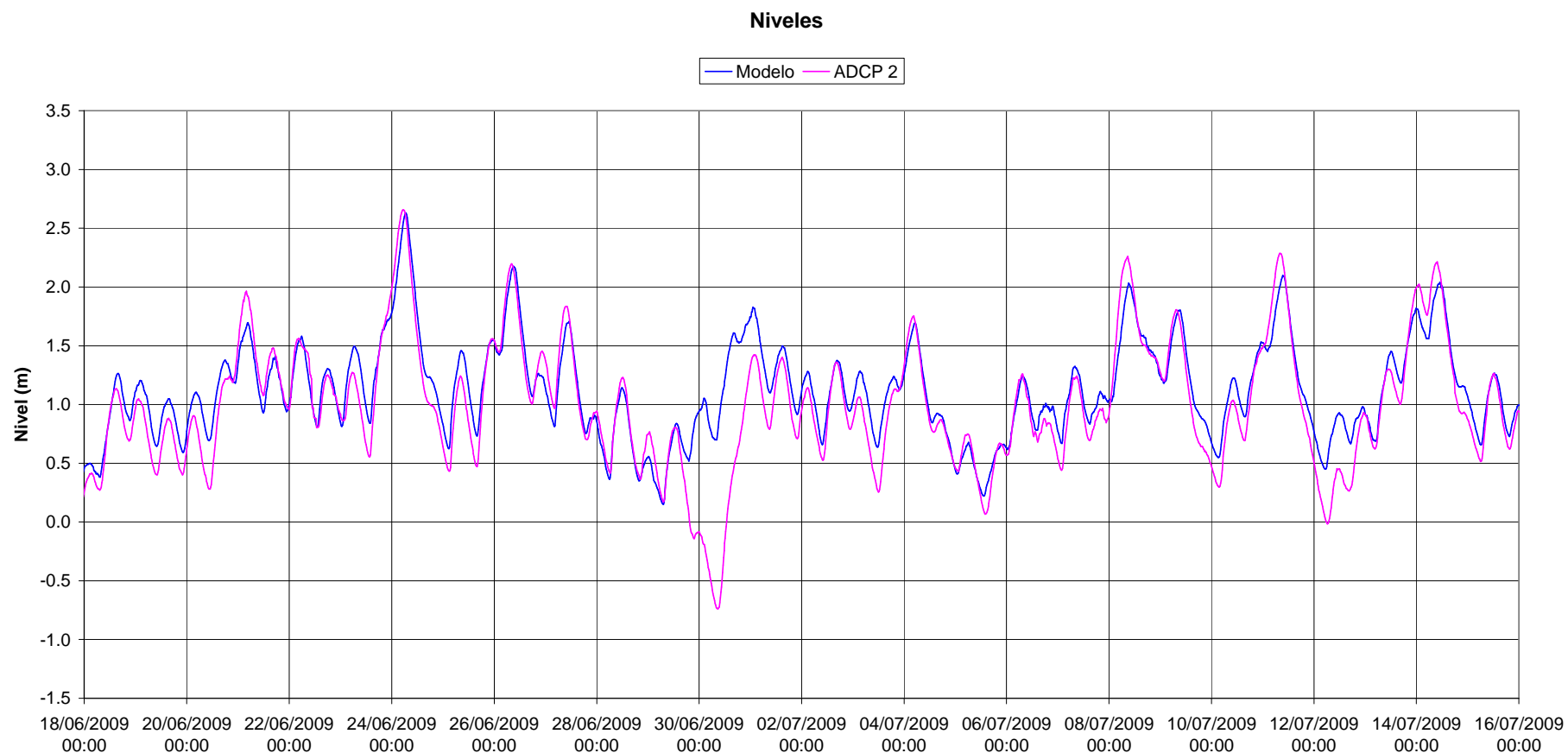


Figura A.5.3.6.1.10 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 2, Mes 1.

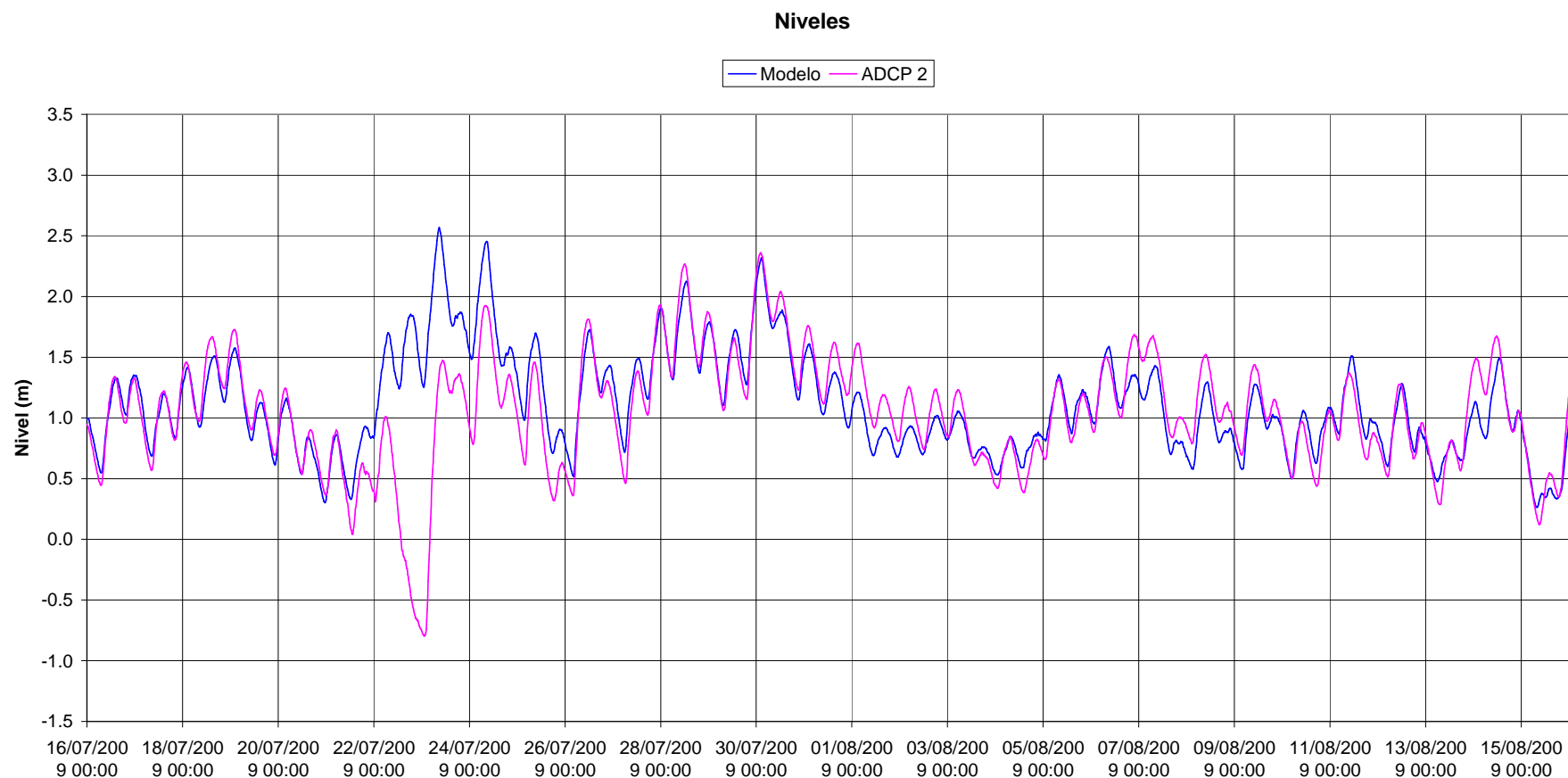


Figura A.5.3.6.1.11 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 2, Mes 2.

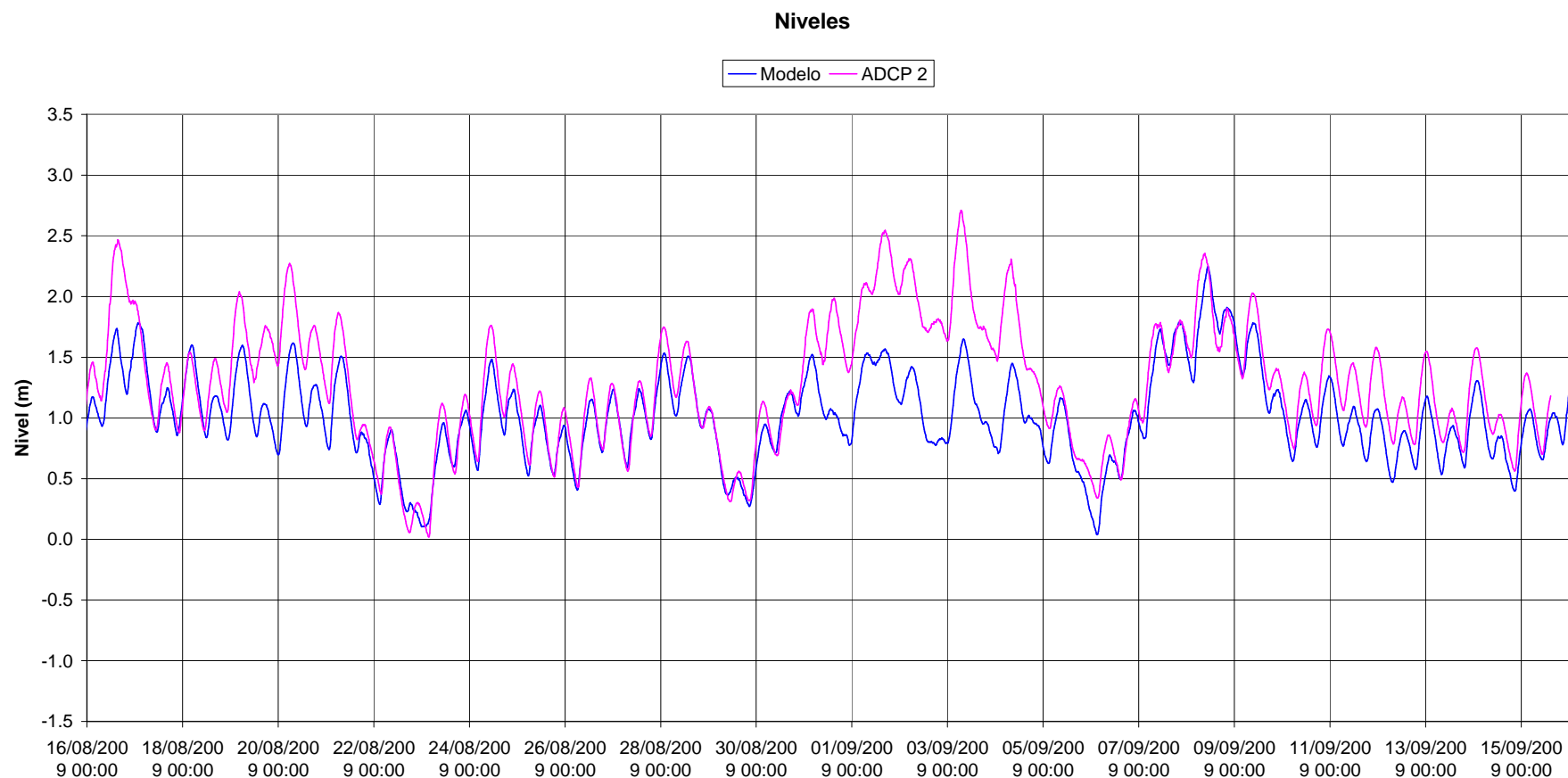


Figura A.5.3.6.1.12 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 2, Mes 3.

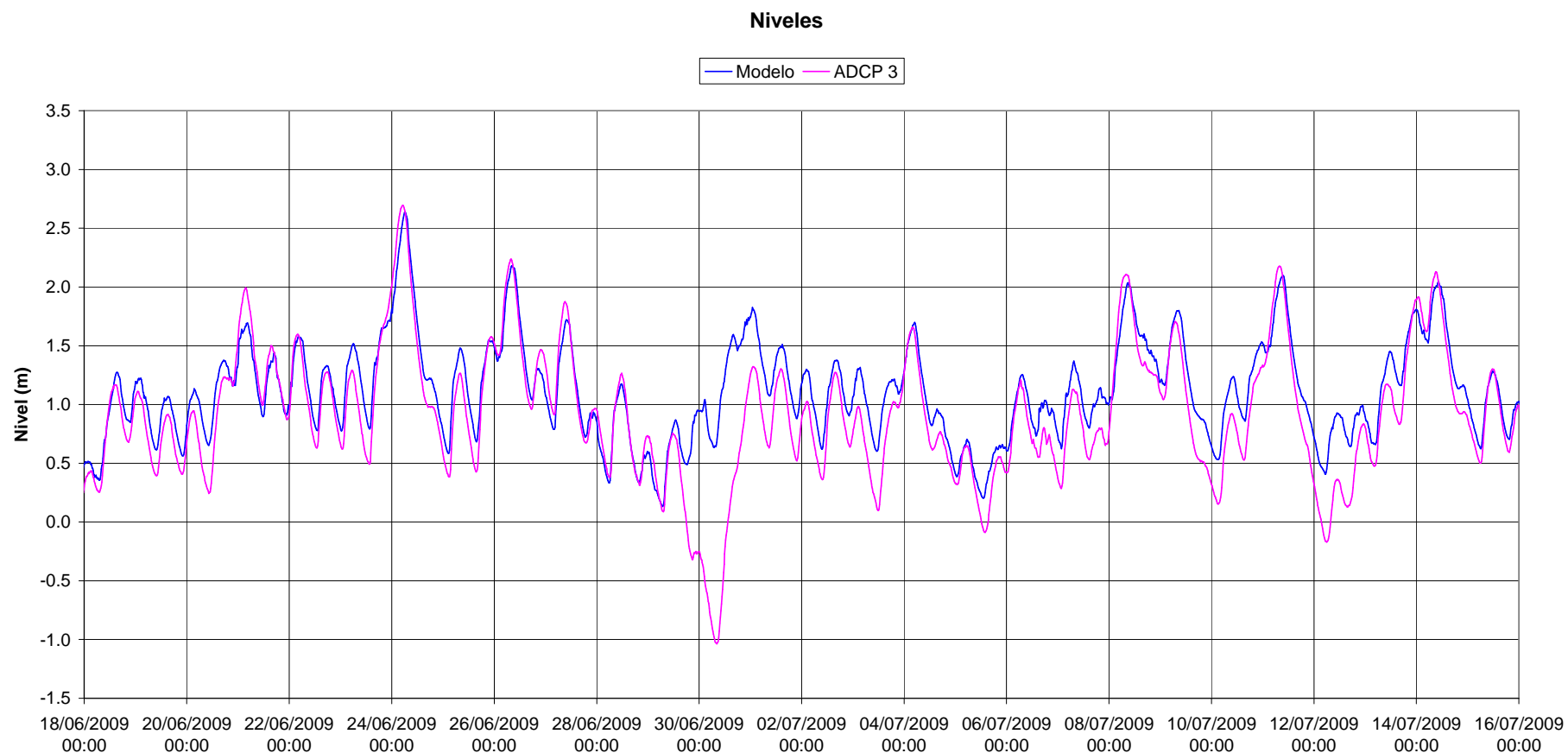


Figura A.5.3.6.1.13 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 3, Mes 1.

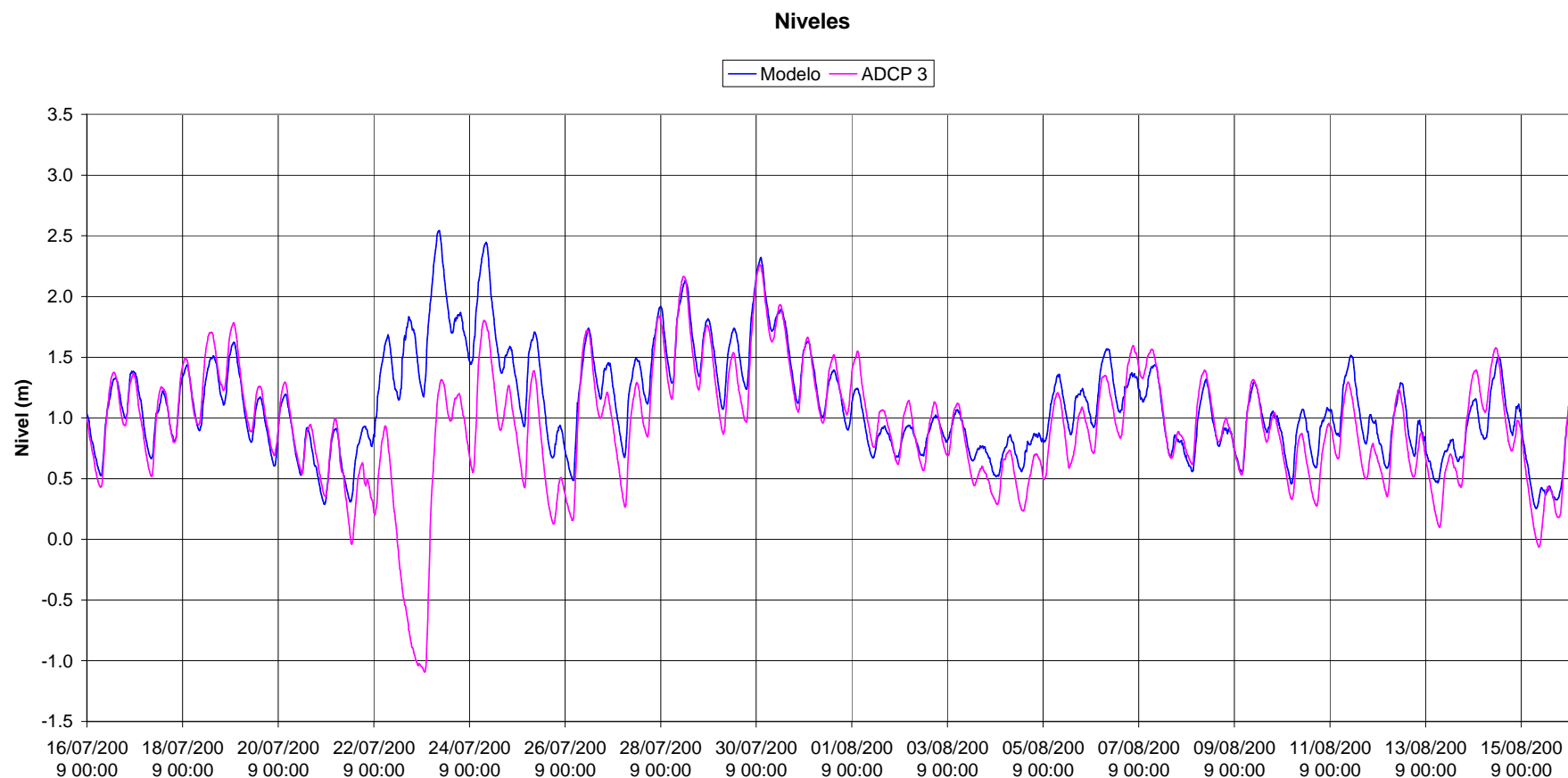


Figura A.5.3.6.1.14 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 3, Mes 2.

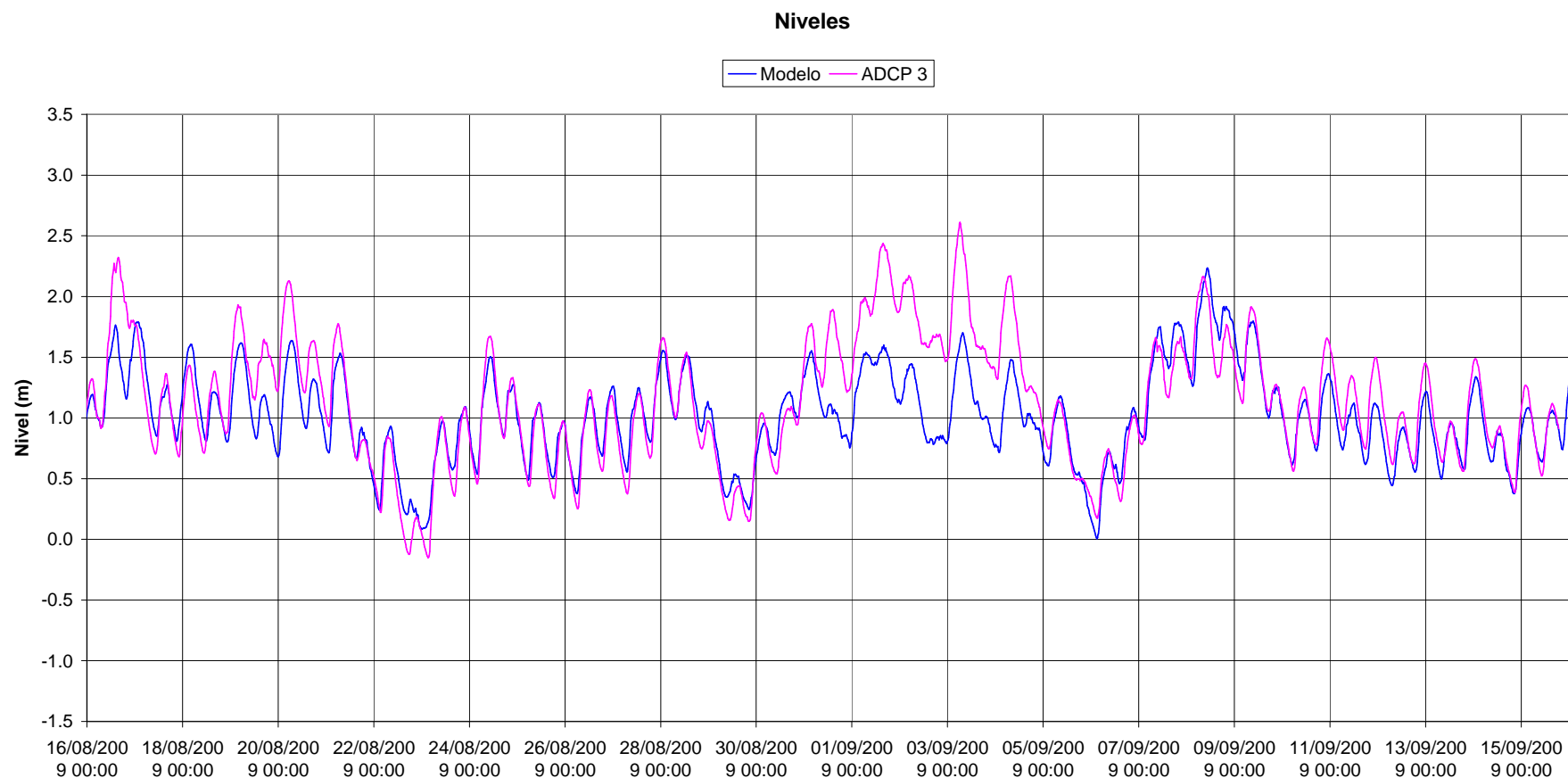


Figura A.5.3.6.1.15 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 3, Mes 3.



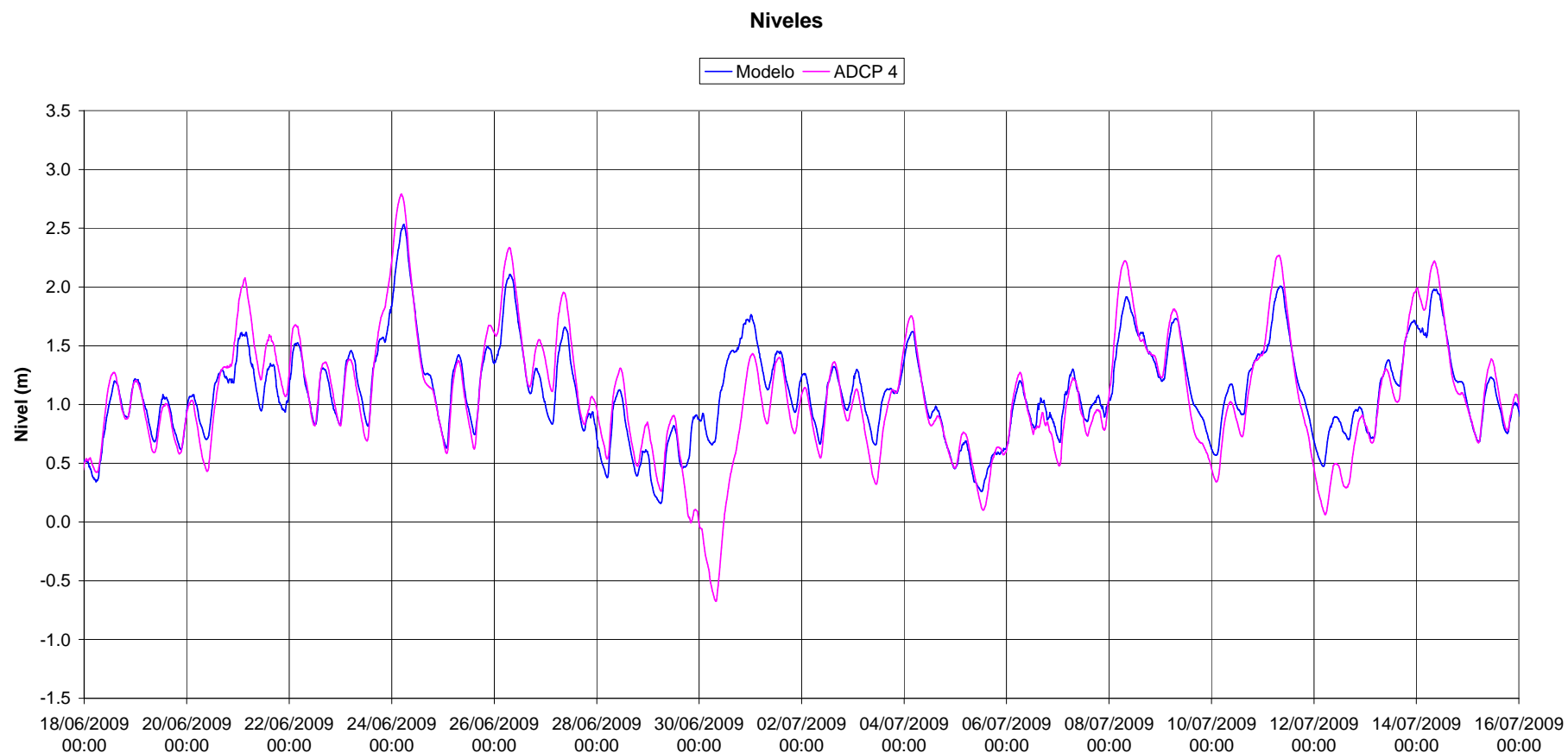


Figura A.5.3.6.1.16 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 4, Mes 1.

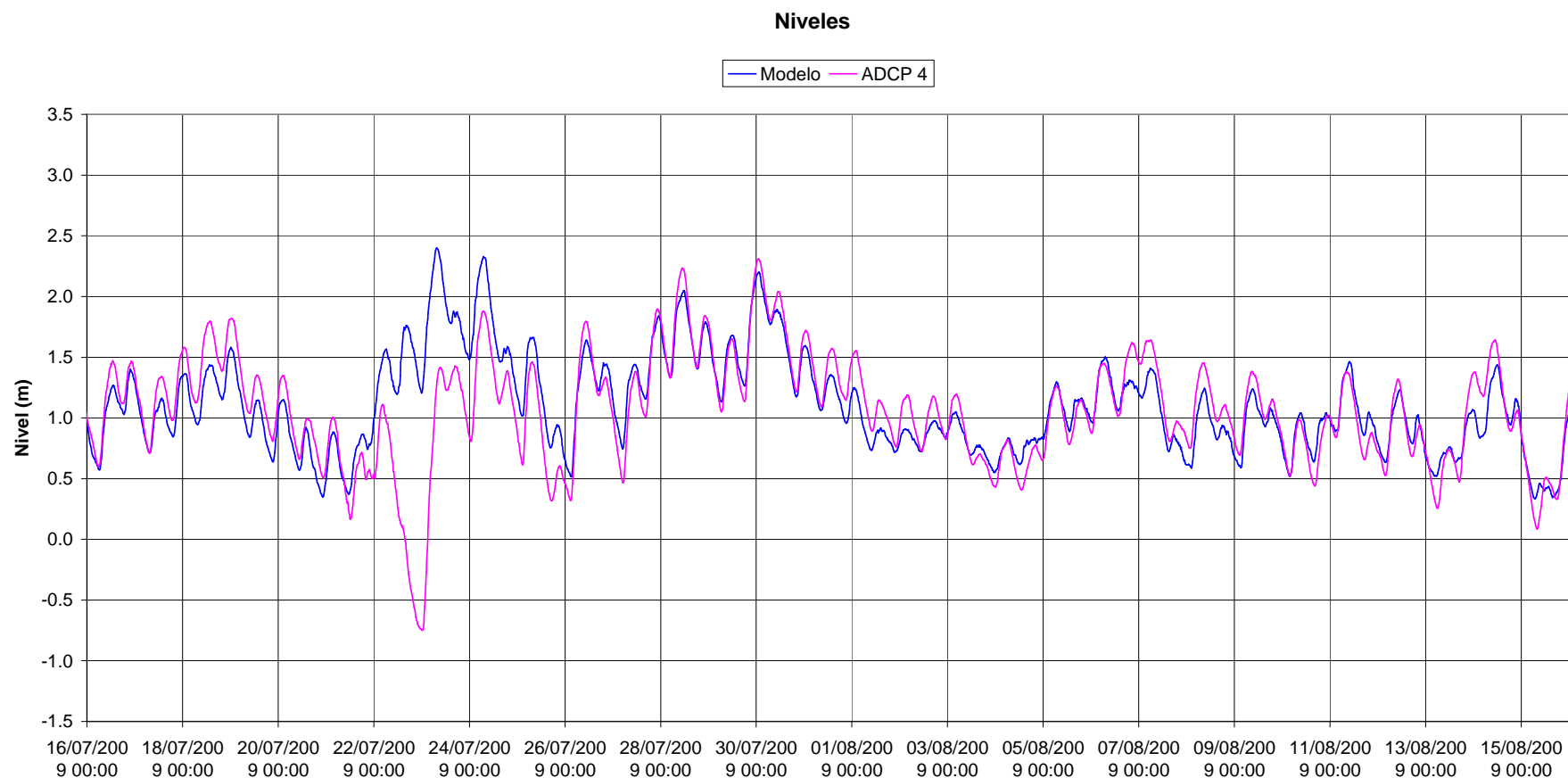


Figura A.5.3.6.1.17 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 4, Mes 2.

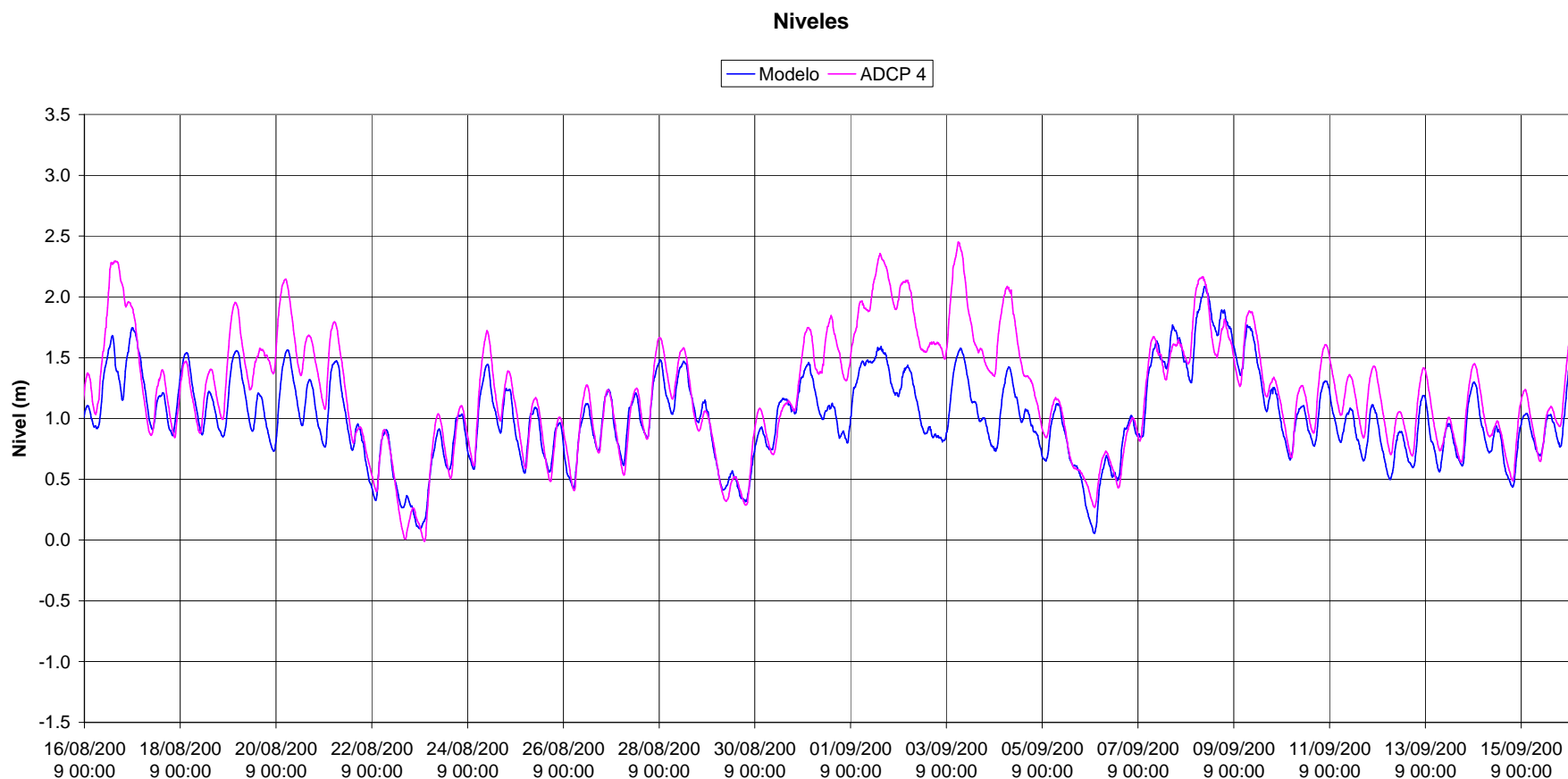


Figura A.5.3.6.1.18 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 4, Mes 3.

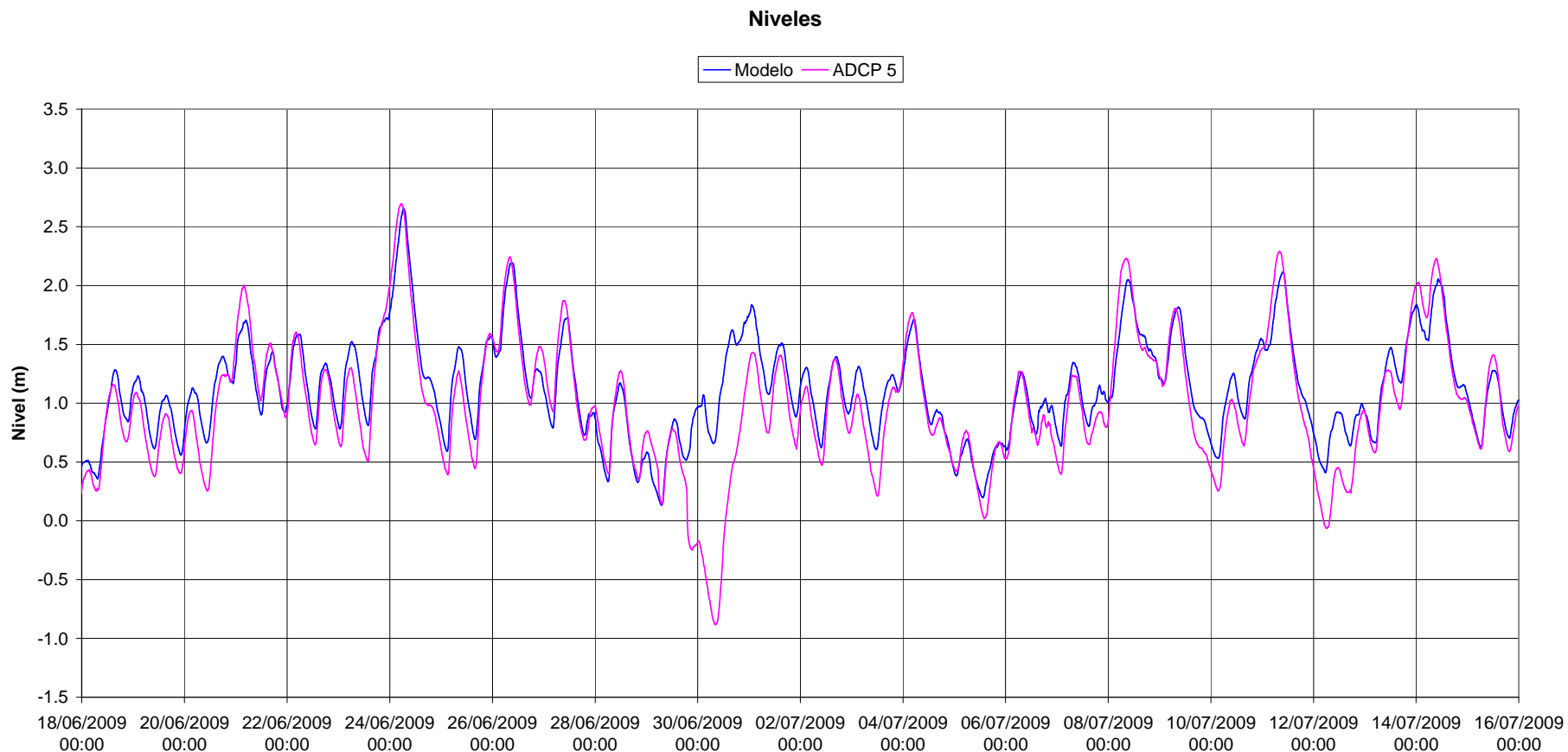


Figura A.5.3.6.1.19 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 5, Mes 1.

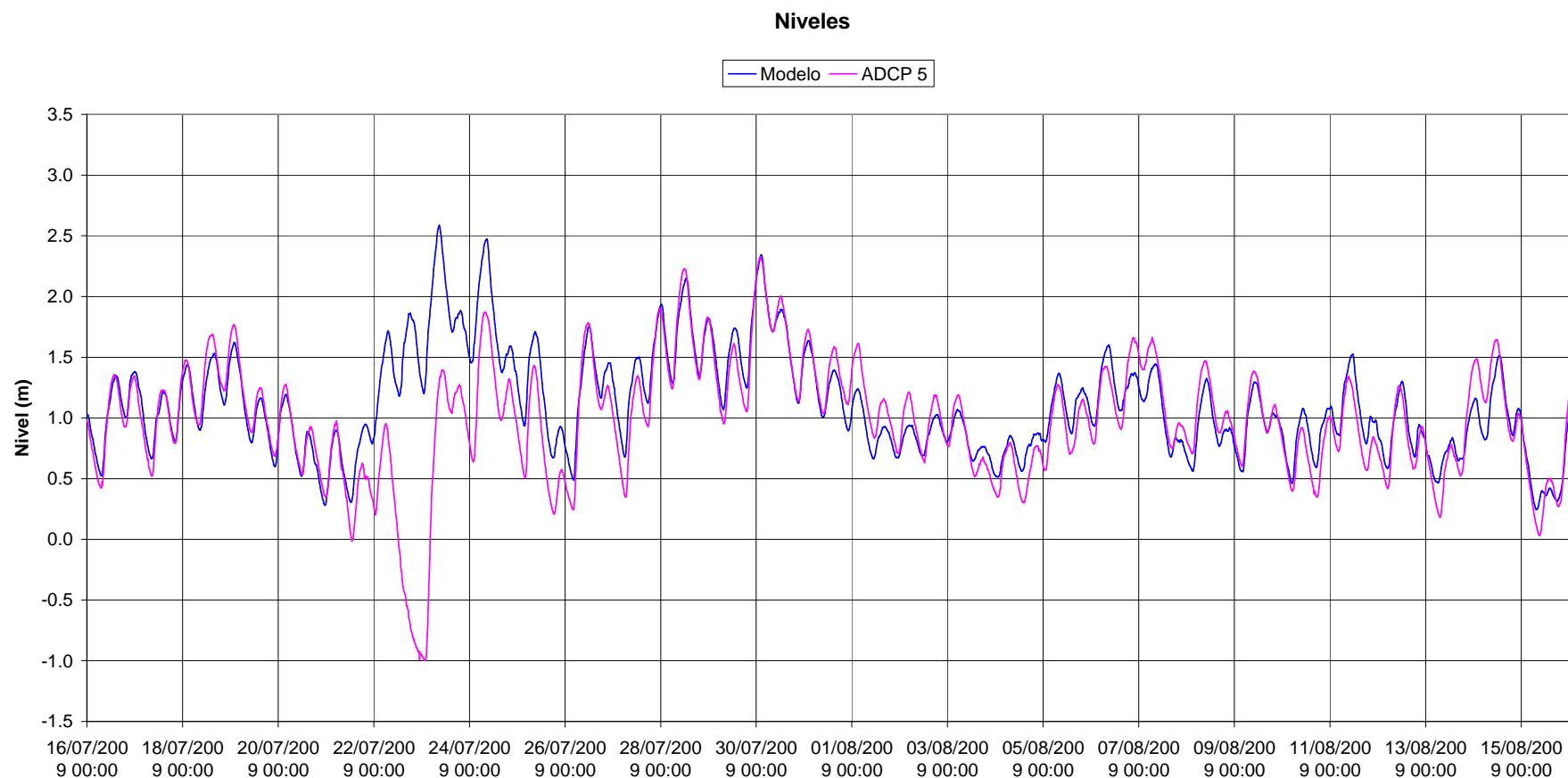


Figura A.5.3.6.1.20 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 5, Mes 2.

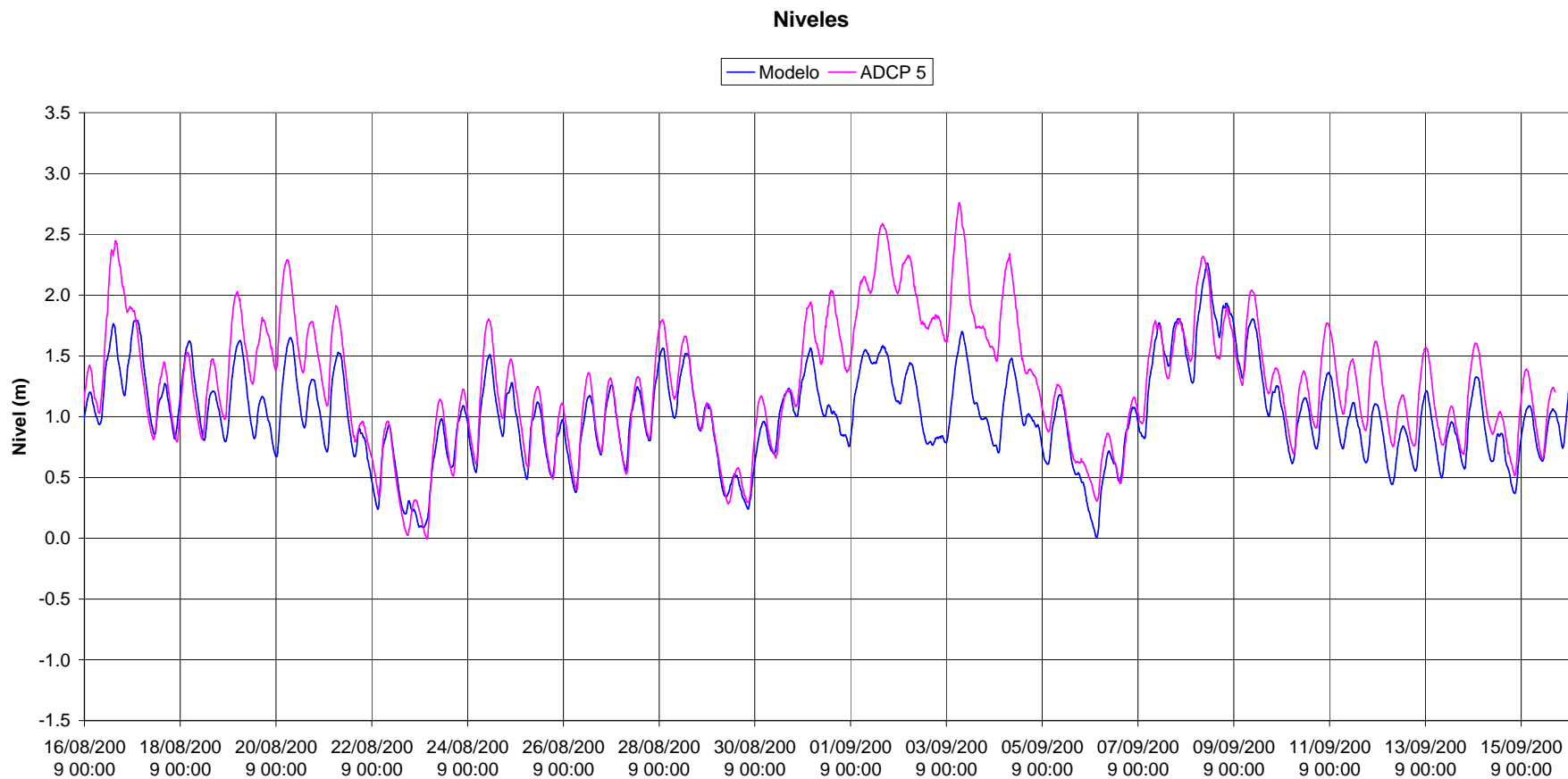


Figura A.5.3.6.1.21 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 5, Mes 3.

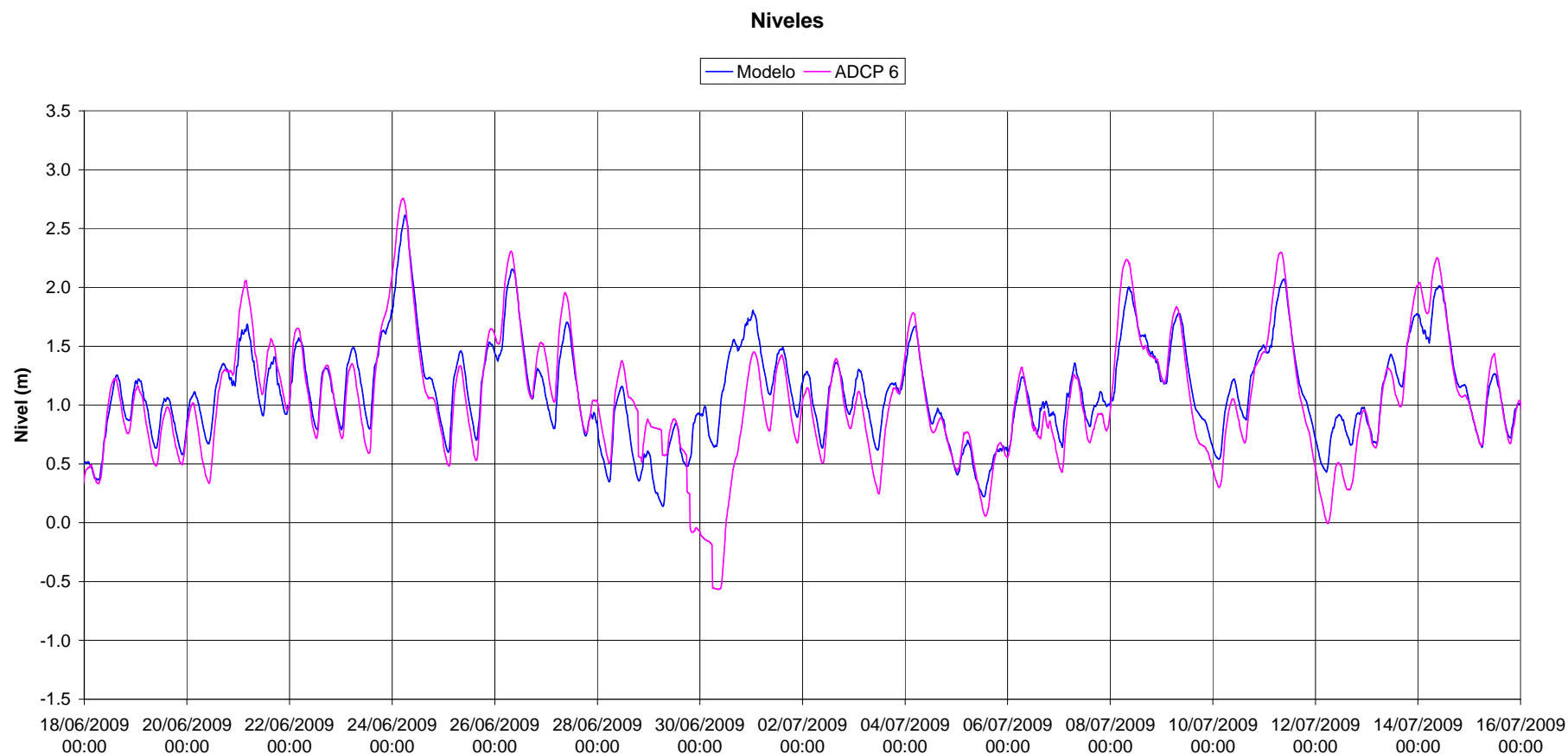


Figura A.5.3.6.1.22 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 6, Mes 1.



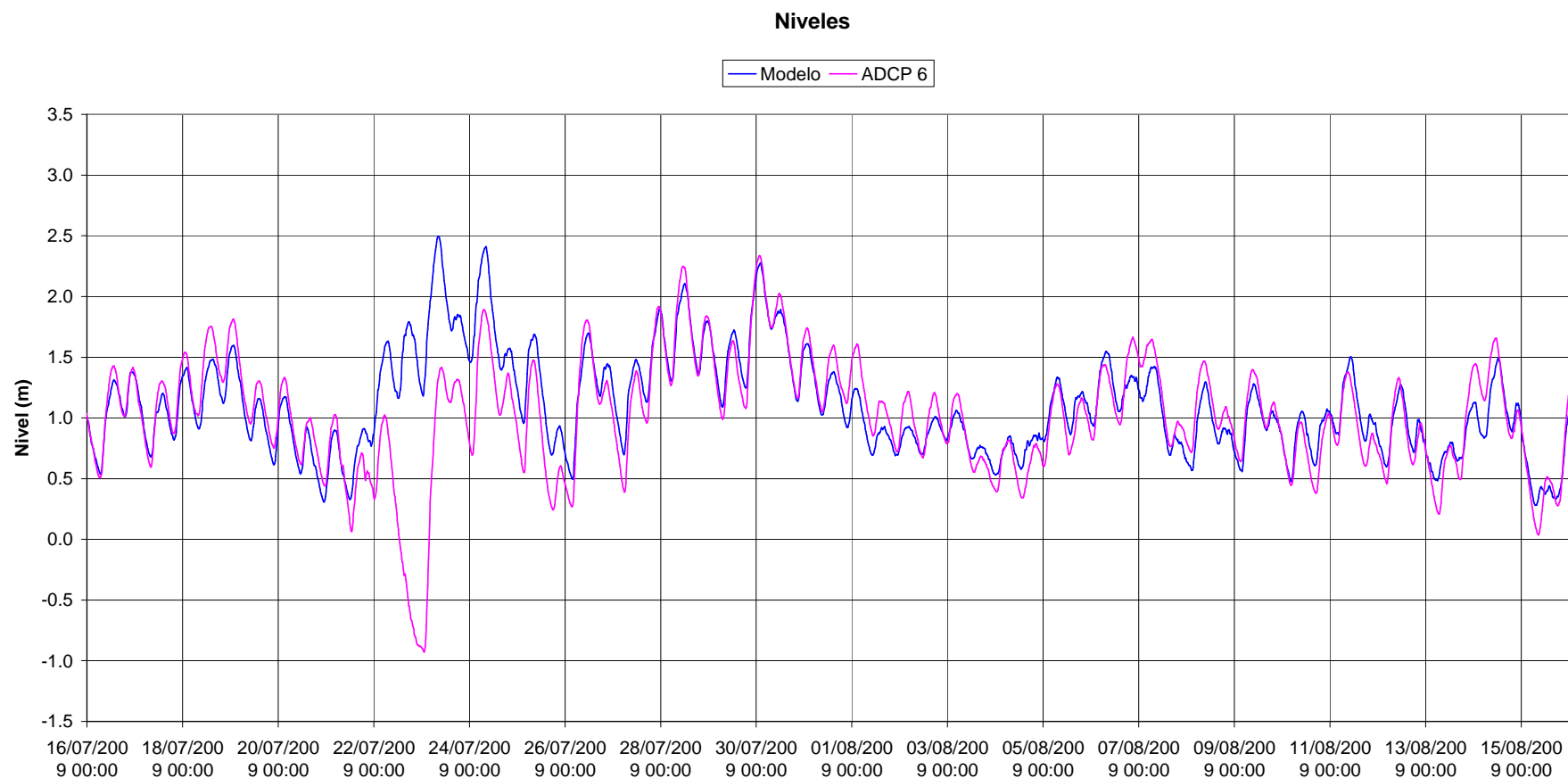


Figura A.5.3.6.1.23 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 6, Mes 2.

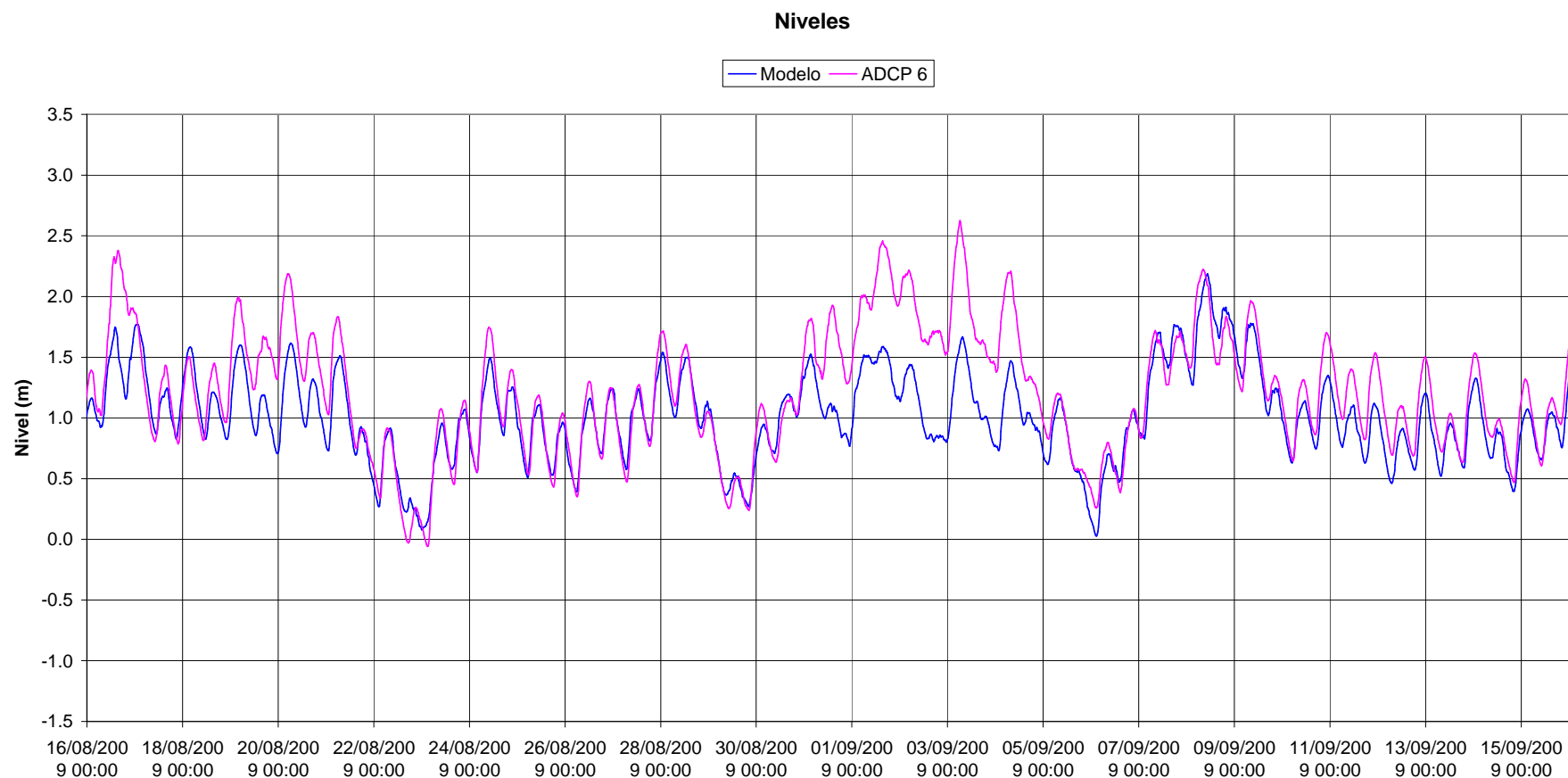


Figura A.5.3.6.1.24 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en estación ADCP 6, Mes 3.

## **ANEXO 5.3.6.2**

### **Validación del Modelo Regional en Estaciones de Velocidad**



## ADCP 1

### Velocidad en la capa superficial

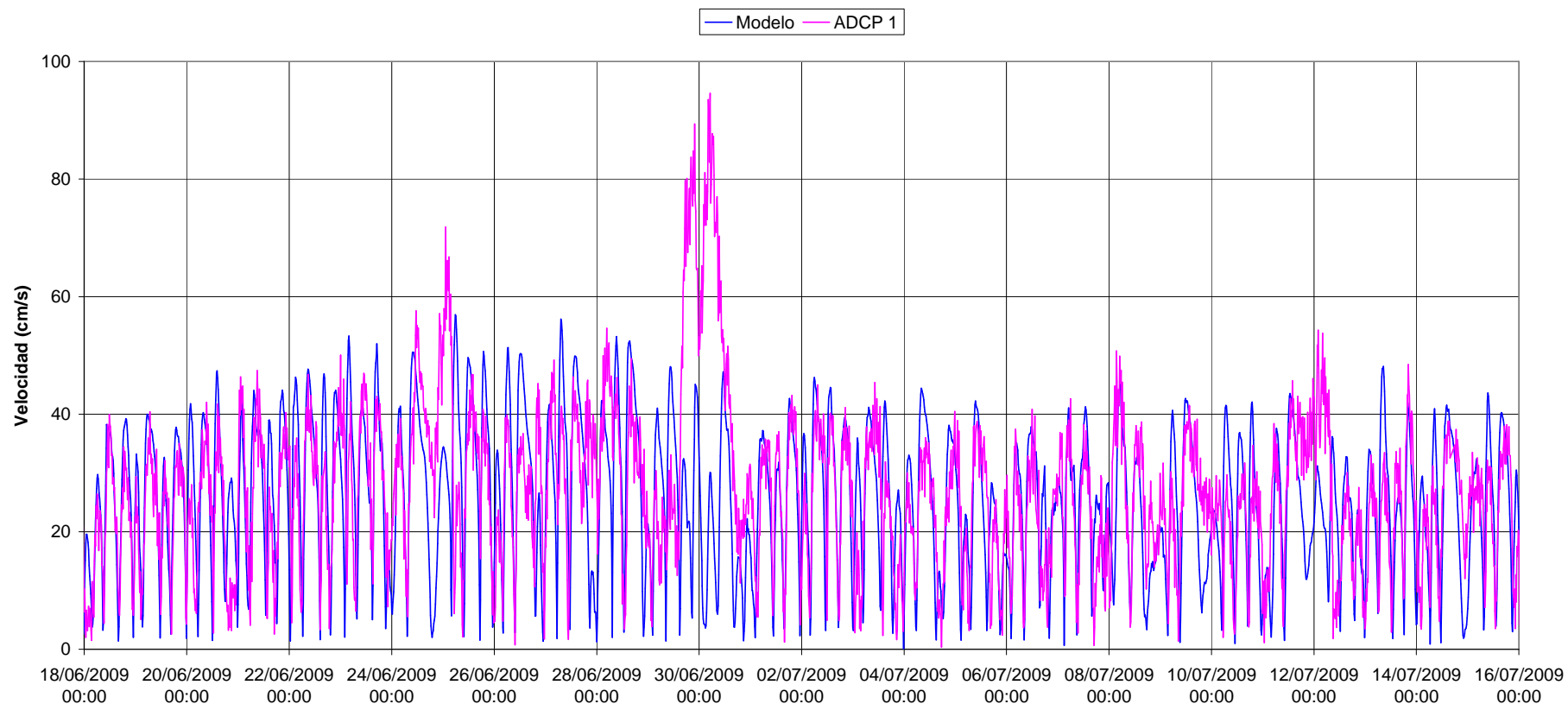


Figura A.5.3.6.2.1 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 1, Mes 1. Capa superficial.

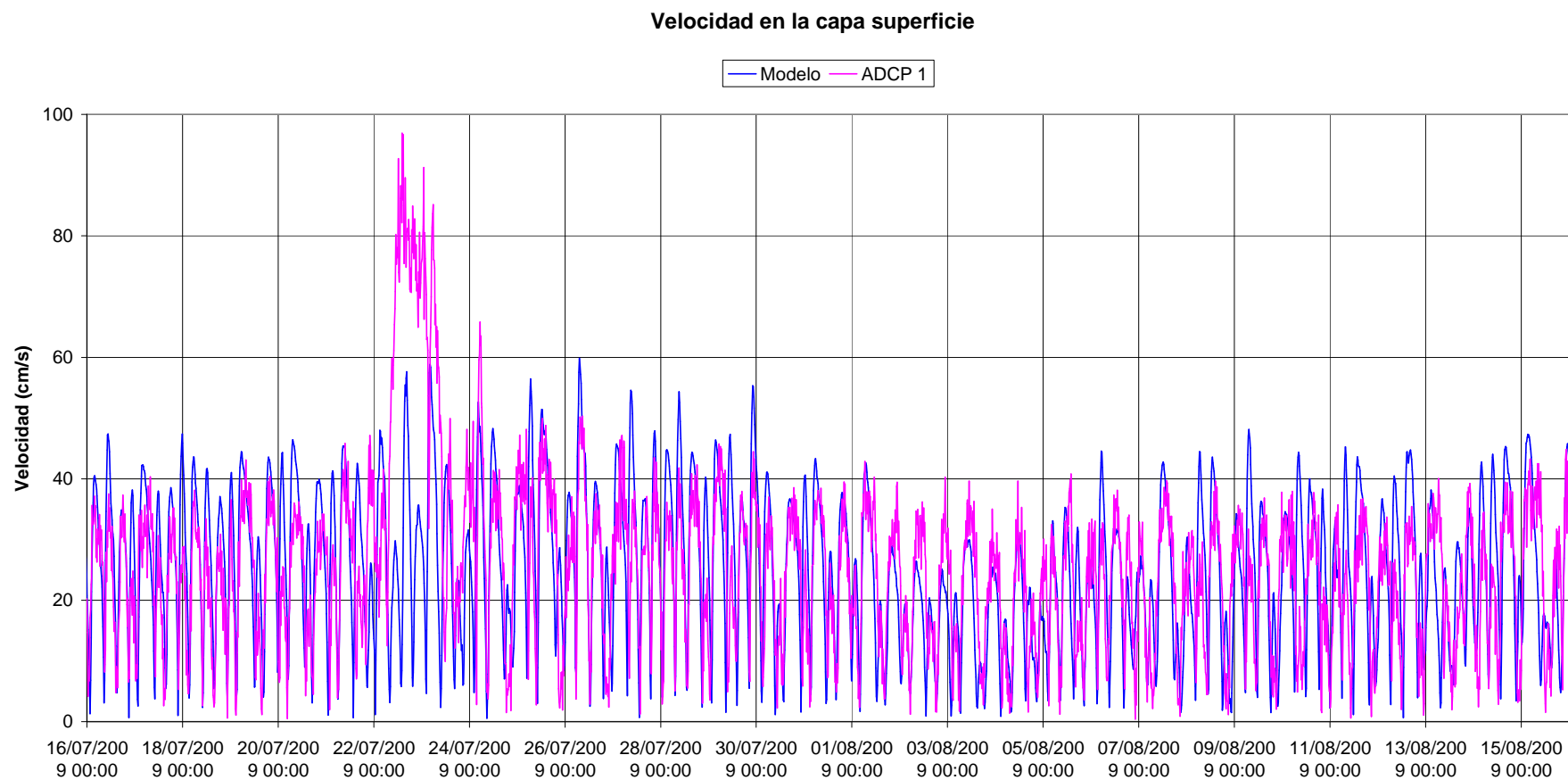


Figura A.5.3.6.2.2 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 1, Mes 2. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

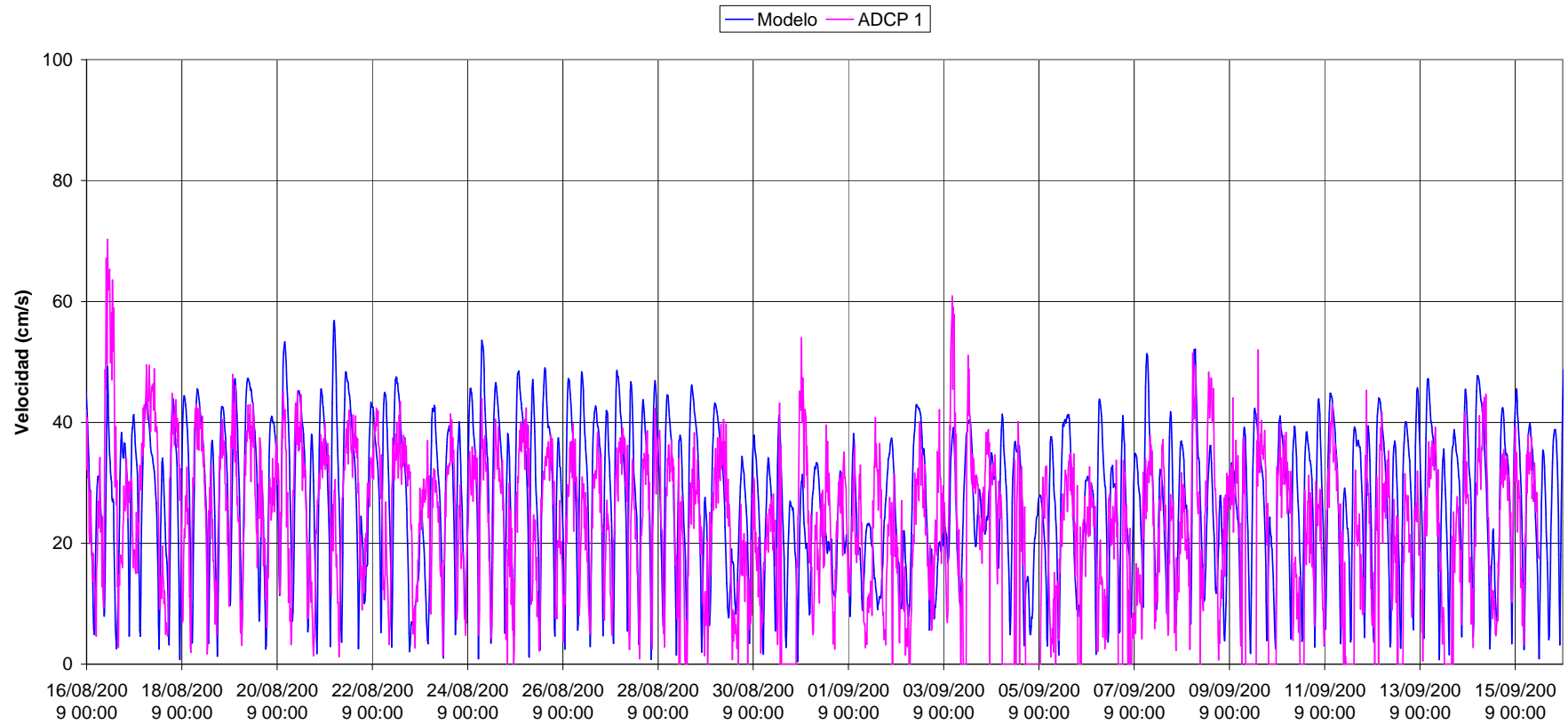
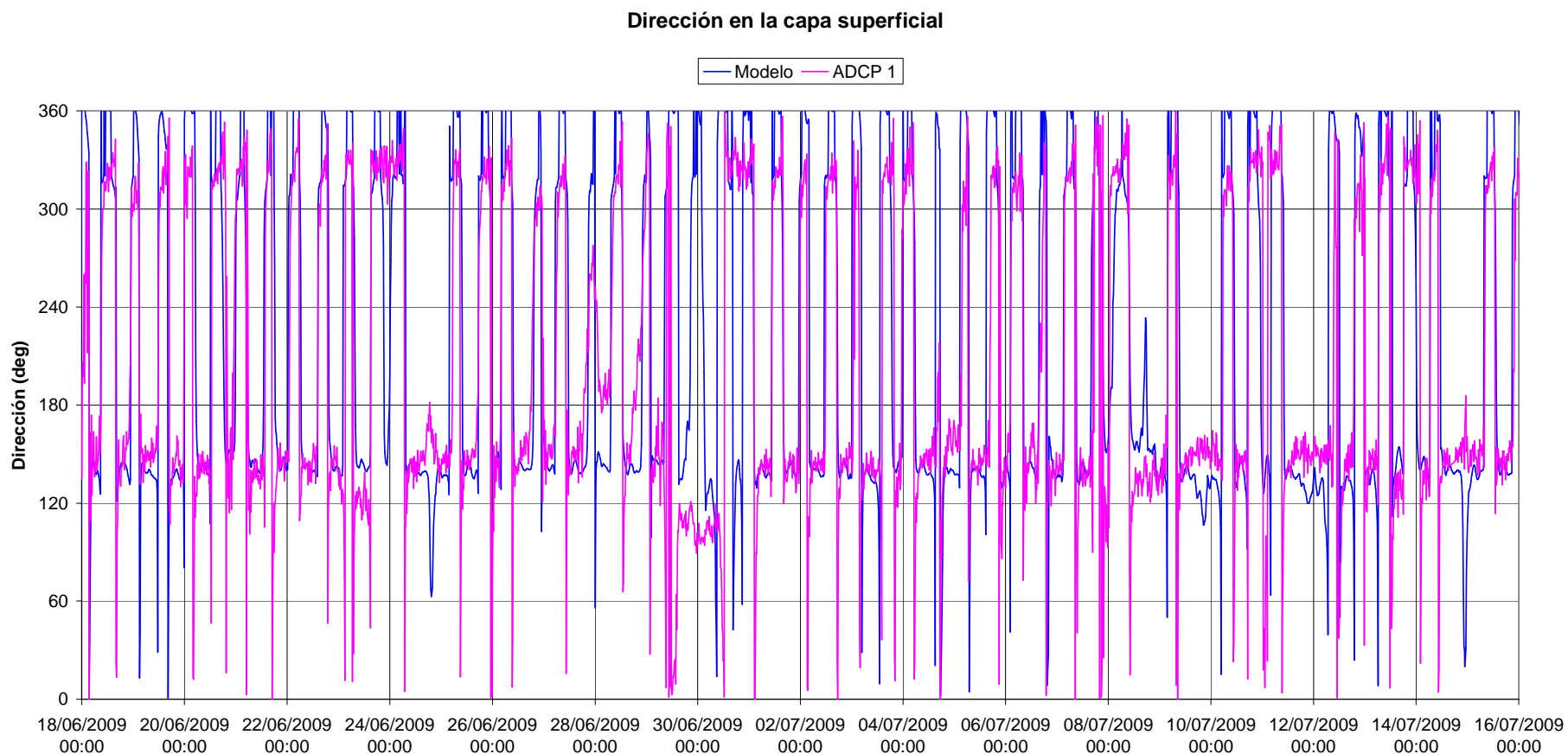
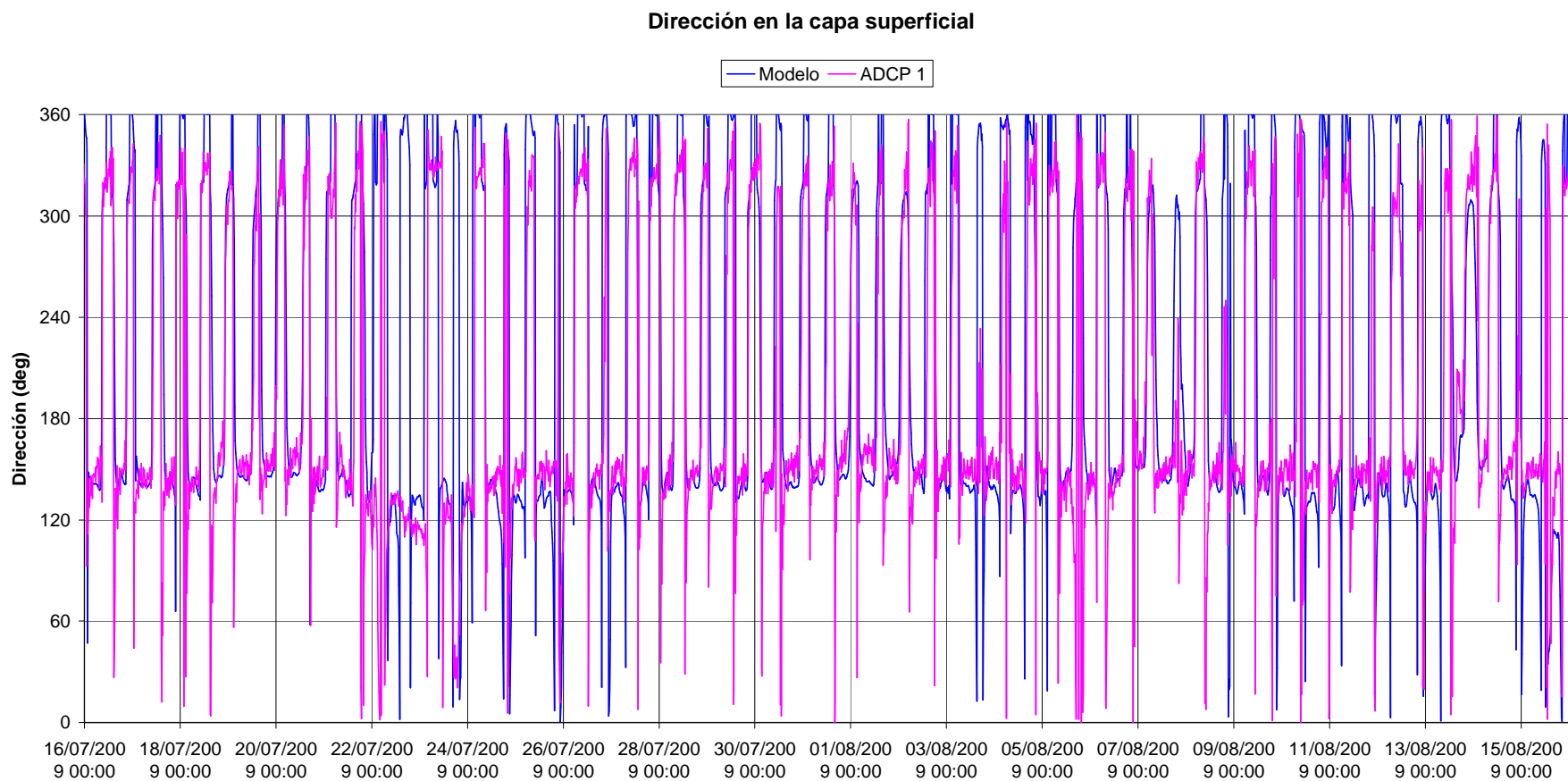


Figura A.5.3.6.2.3 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 1, Mes 3. Capa superficial.

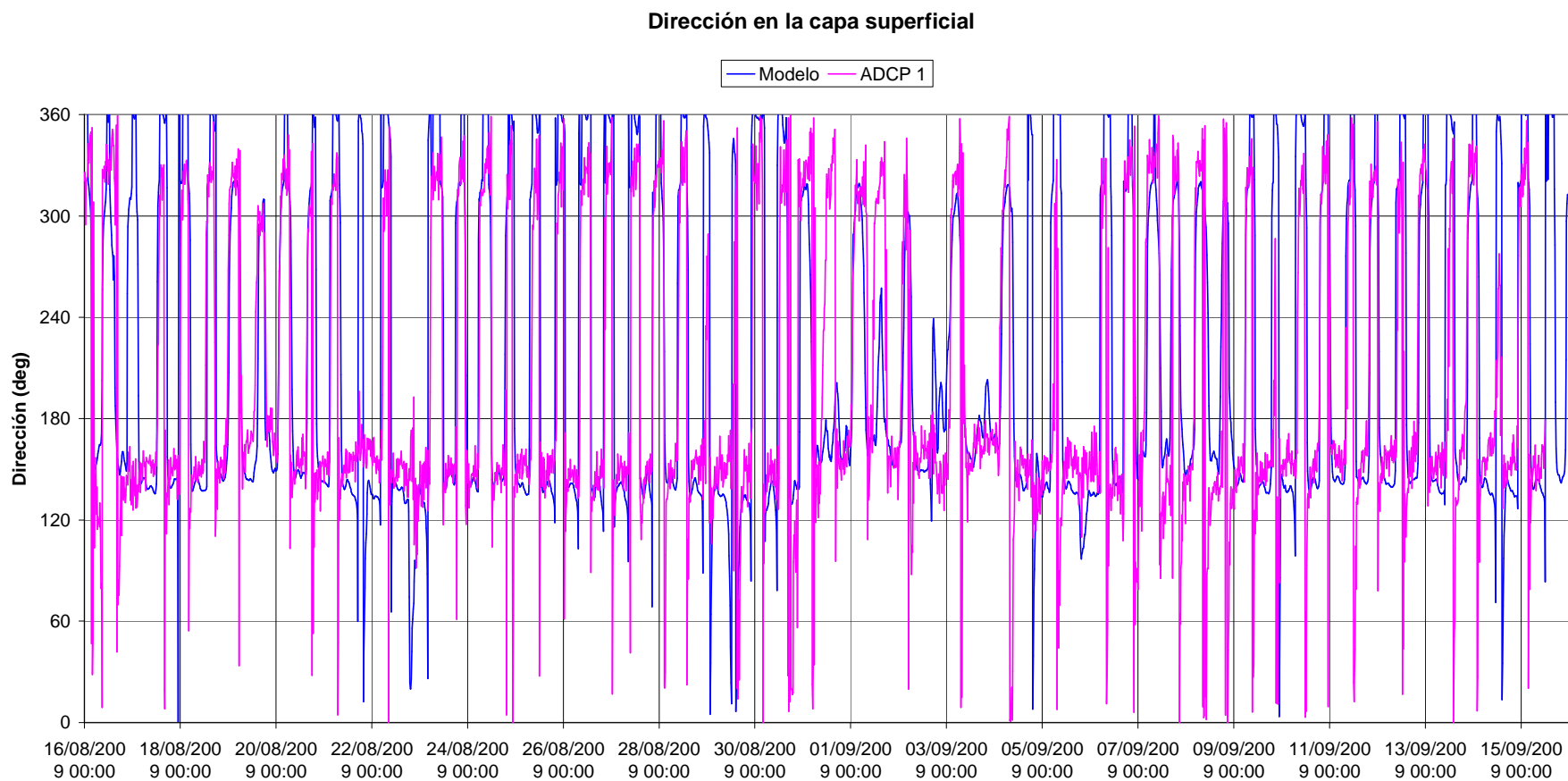




*Figura A.5.3.6.2.4 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 1, Mes 1. Capa superficial.*



*Figura A.5.3.6.2.5 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 1, Mes 2. Capa superficial.*



*Figura A.5.3.6.2.6 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 1, Mes 3. Capa superficial.*

### Velocidad en la capa media

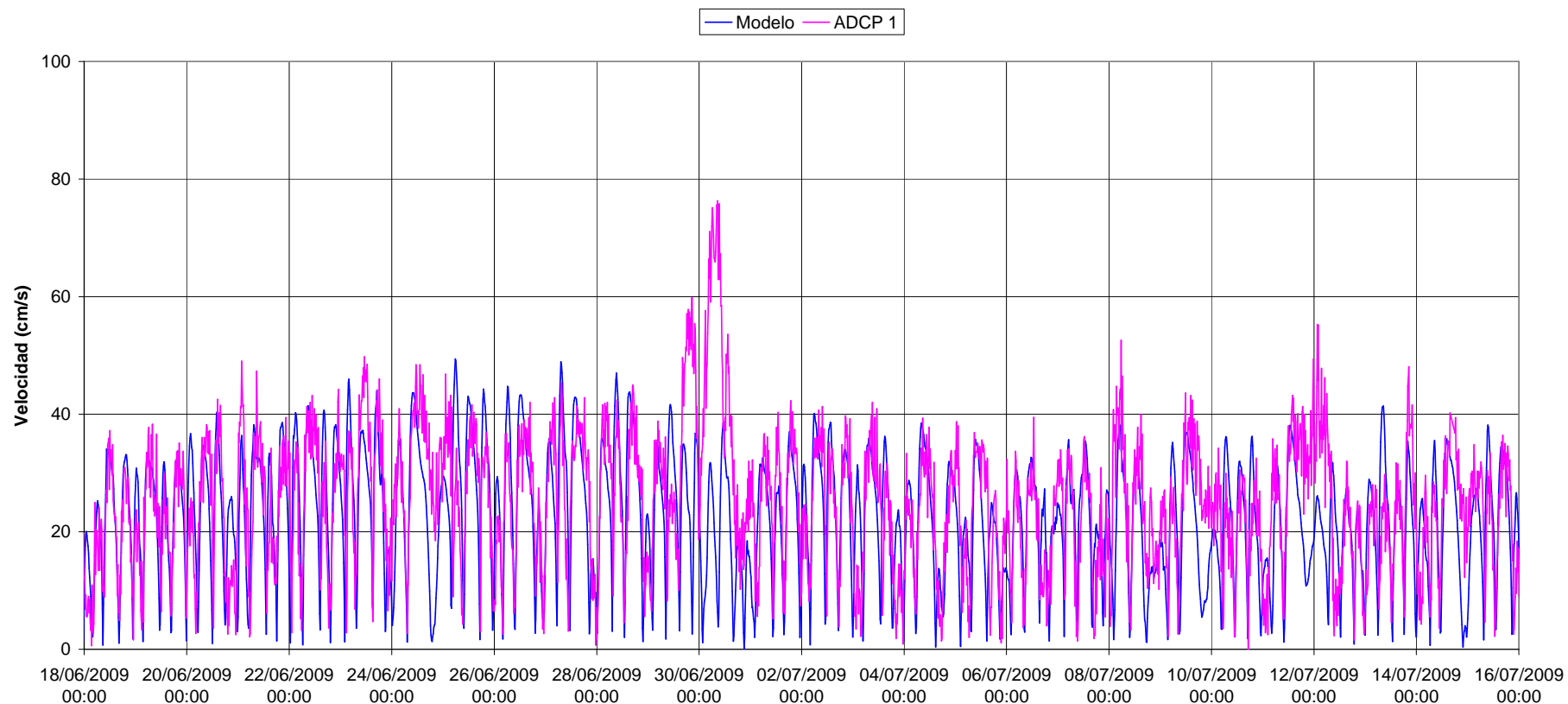


Figura A.5.3.6.2.7 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 1, Mes 1. Capa intermedia.

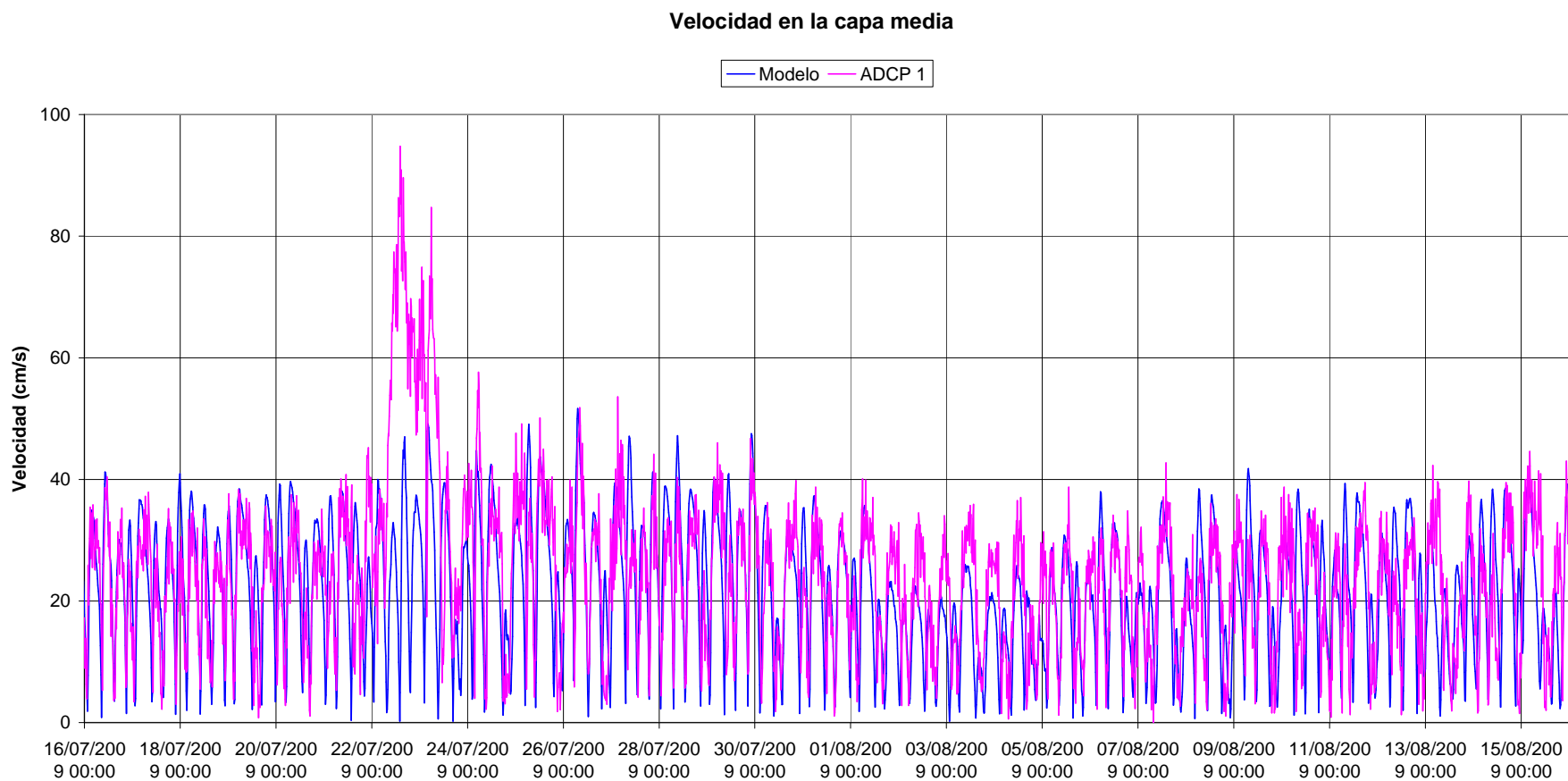


Figura A.5.3.6.2.8 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 1, Mes 2. Capa intermedia.

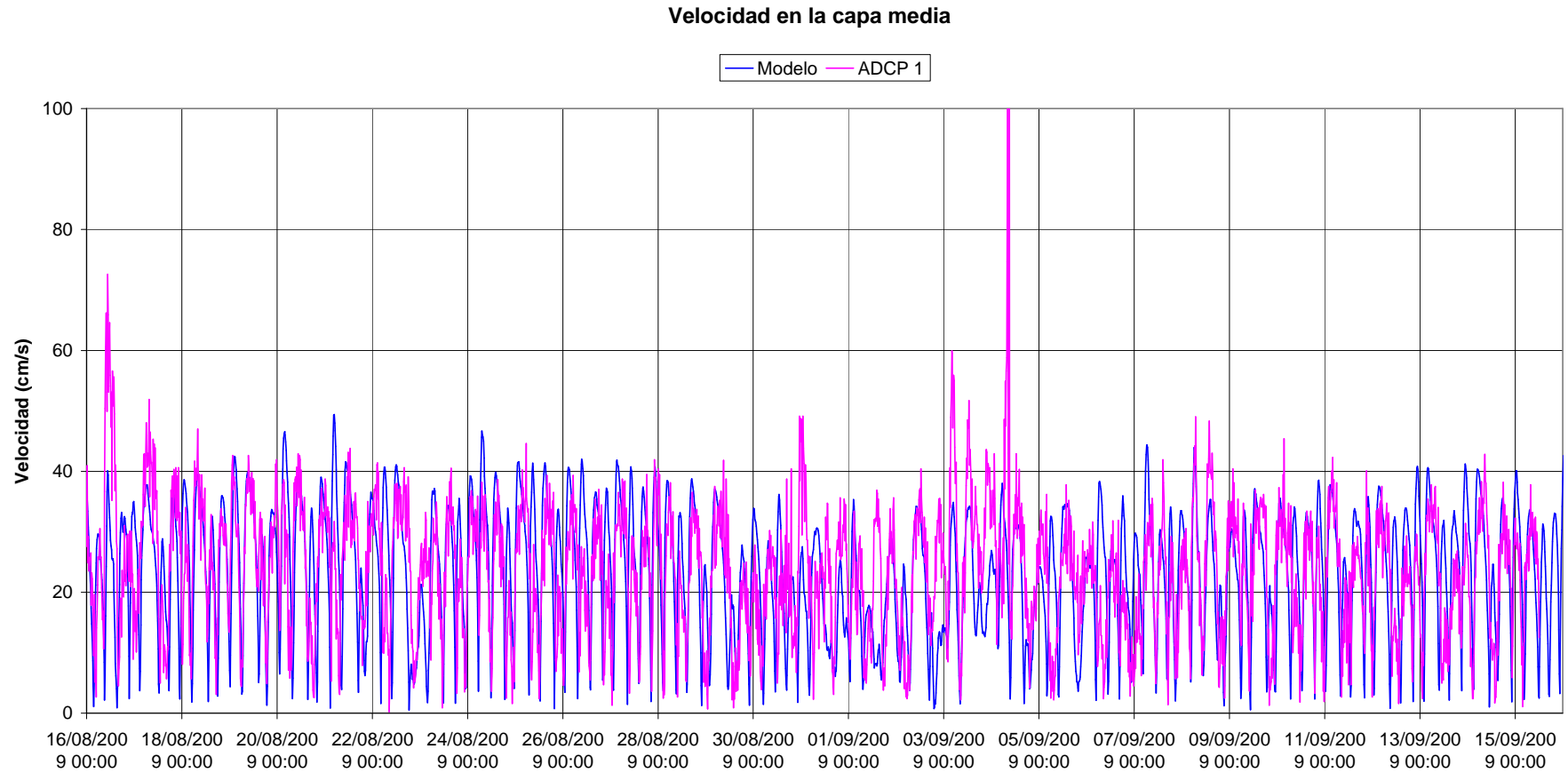
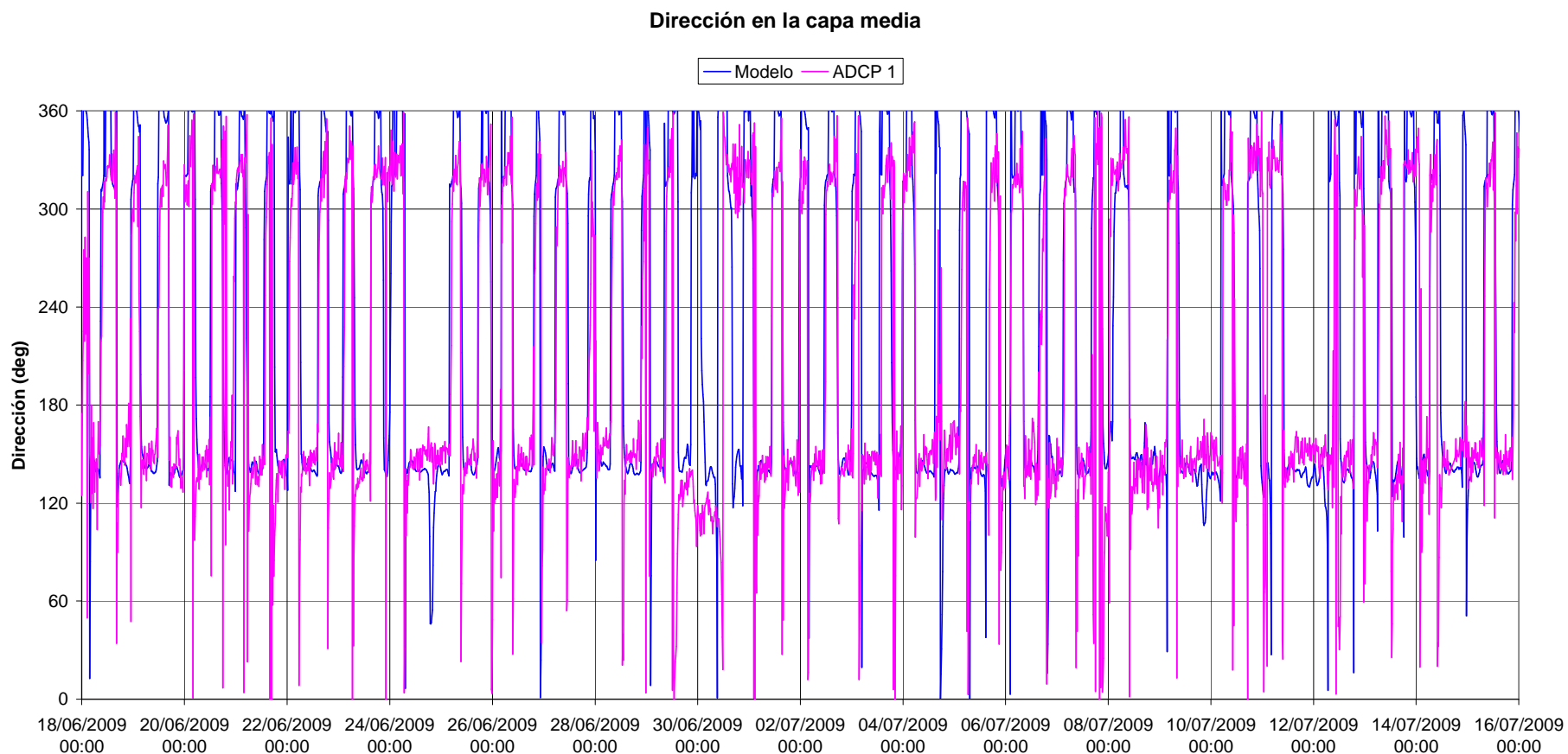
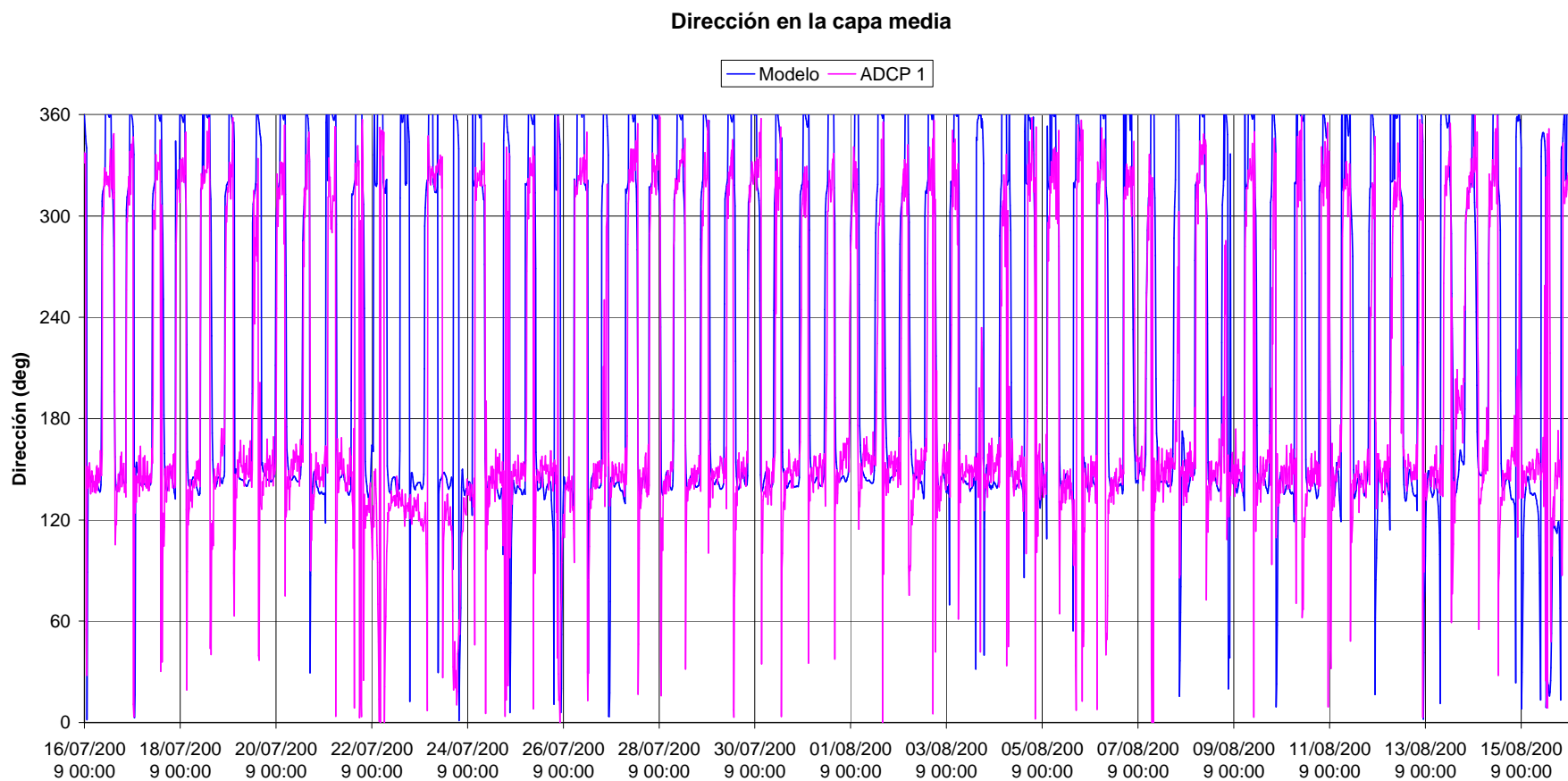


Figura A.5.3.6.2.9 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 1, Mes 3. Capa intermedia.



*Figura A.5.3.6.2.10 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 1, Mes 1. Capa intermedia.*





*Figura A.5.3.6.2.11 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 1, Mes 2. Capa intermedia.*

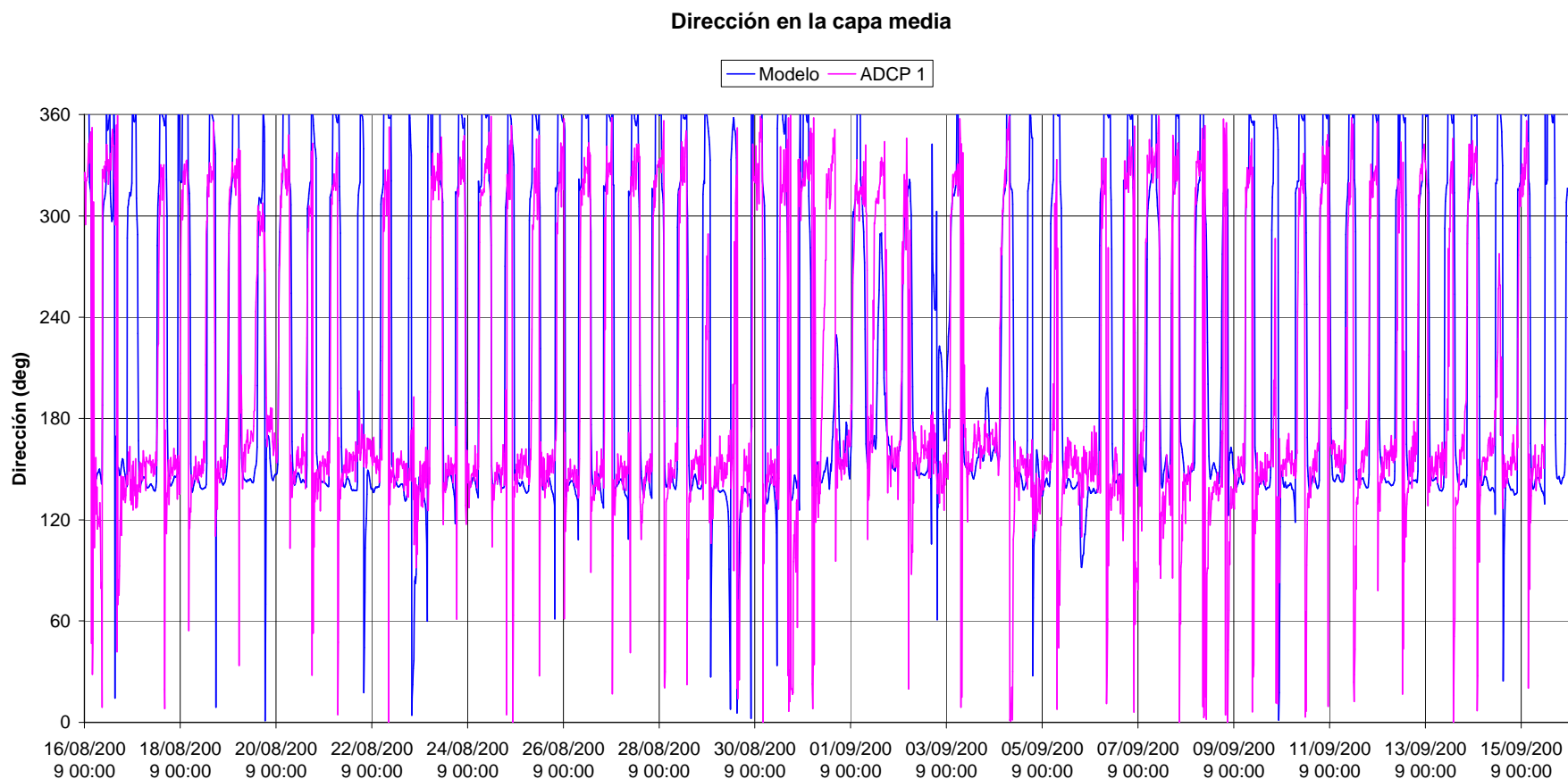


Figura A.5.3.6.2.12 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 1, Mes 3. Capa intermedia.

## ADCP 2

### Velocidad en la capa superficial

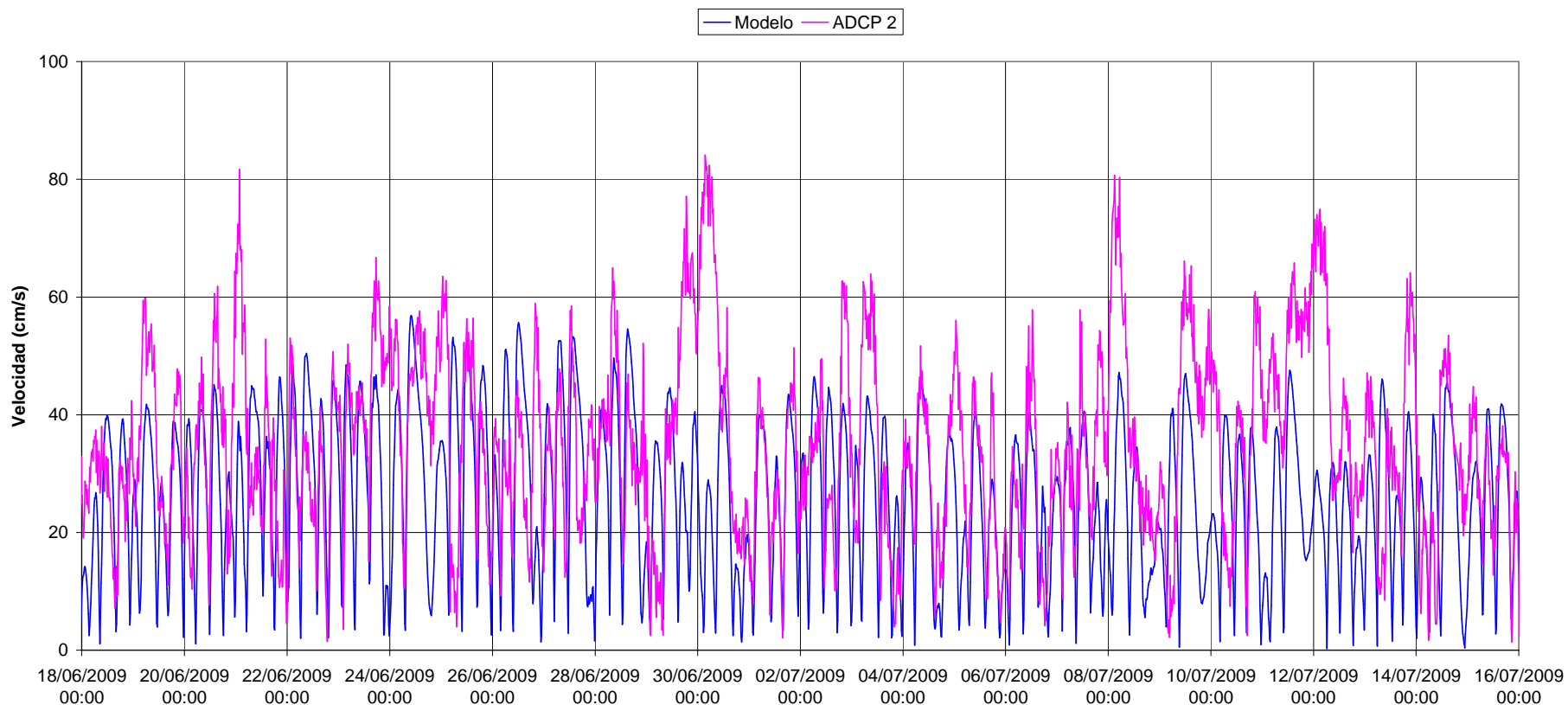


Figura A.5.3.6.2.13 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 2, Mes 1. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

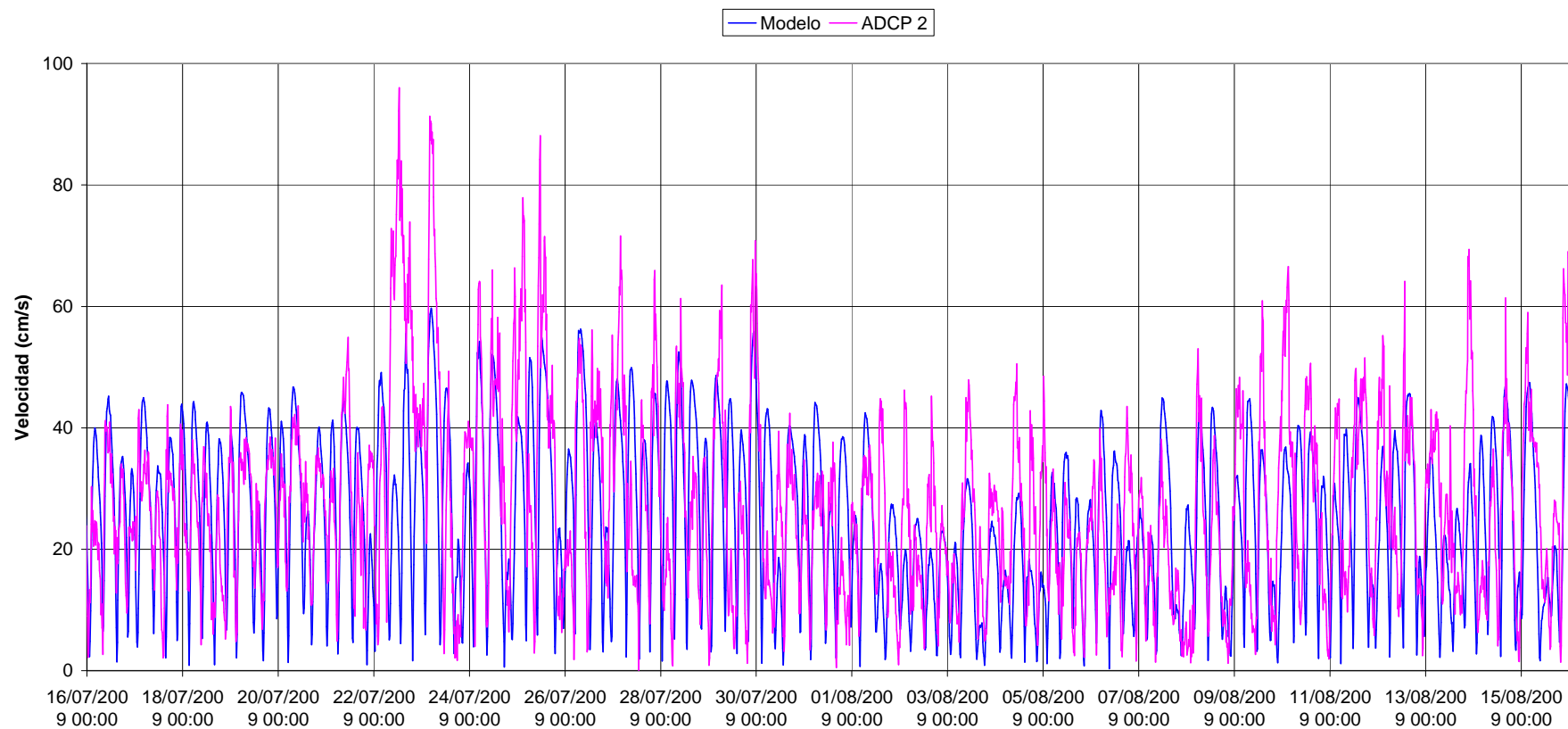


Figura A.5.3.6.2.14 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 2, Mes 2. Capa superficial.

Velocidad en la capa superficial

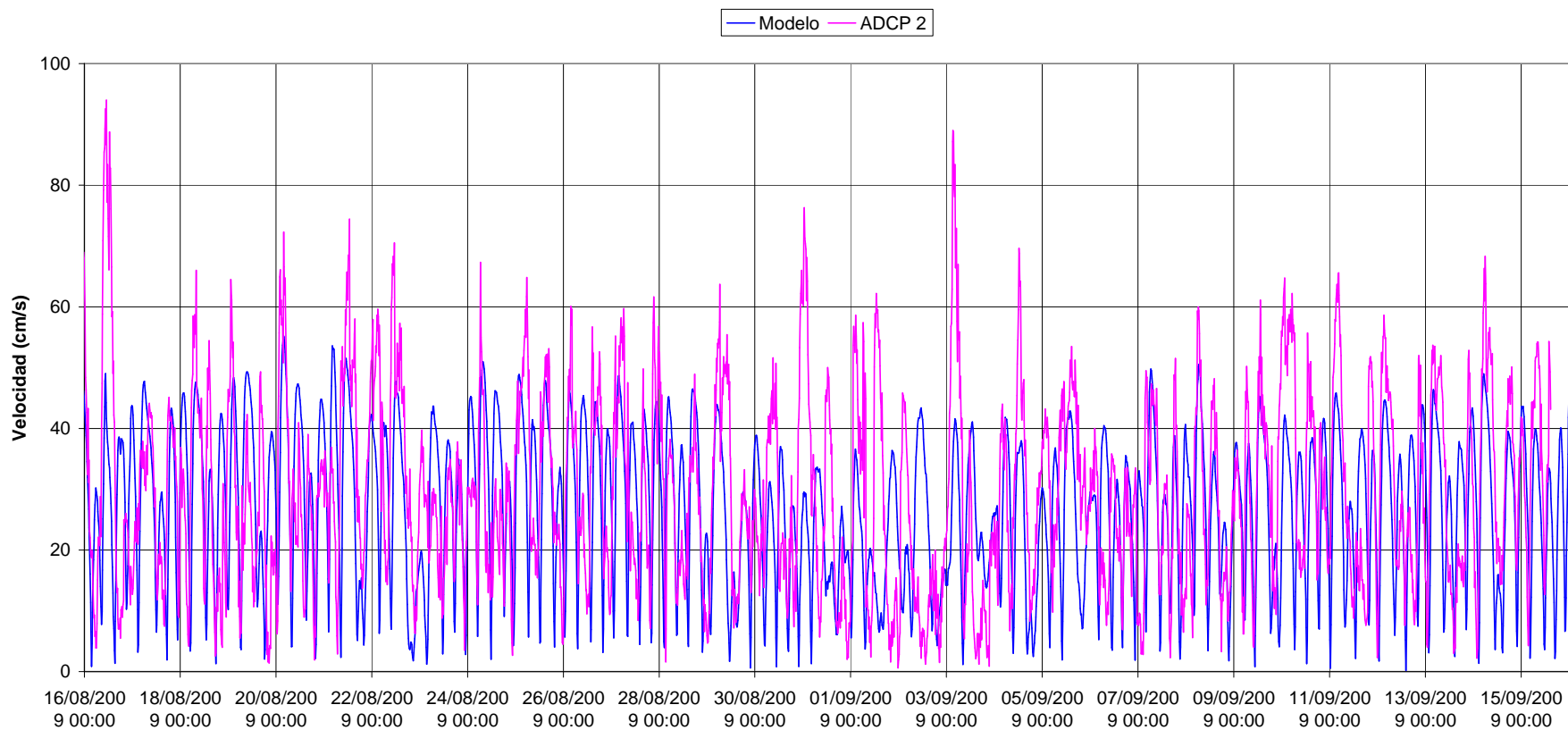


Figura A.5.3.6.2.15 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 2, Mes 3. Capa superficial.

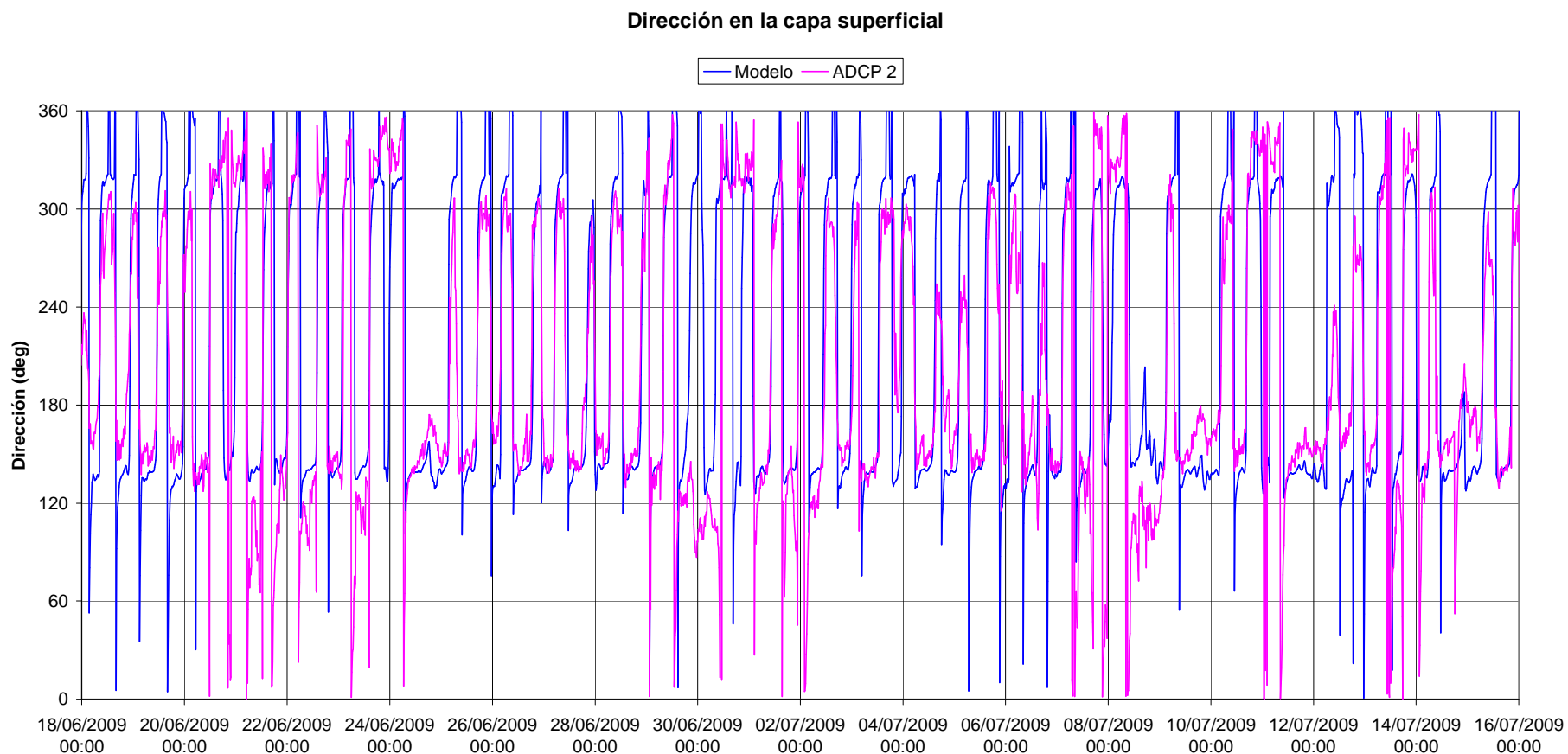


Figura A.5.3.6.2.16 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 2, Mes 1. Capa superficial.

Dirección en la capa superficial

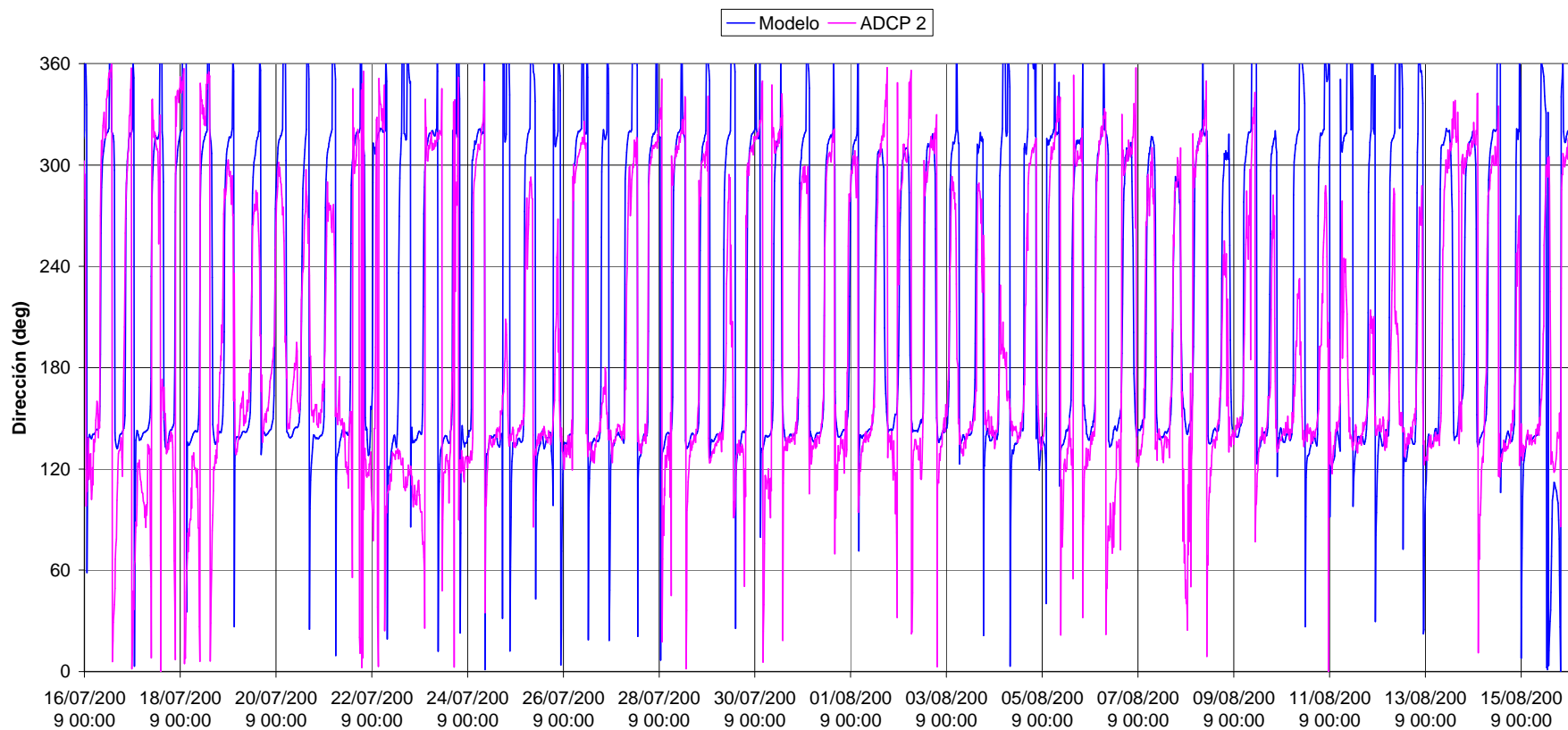
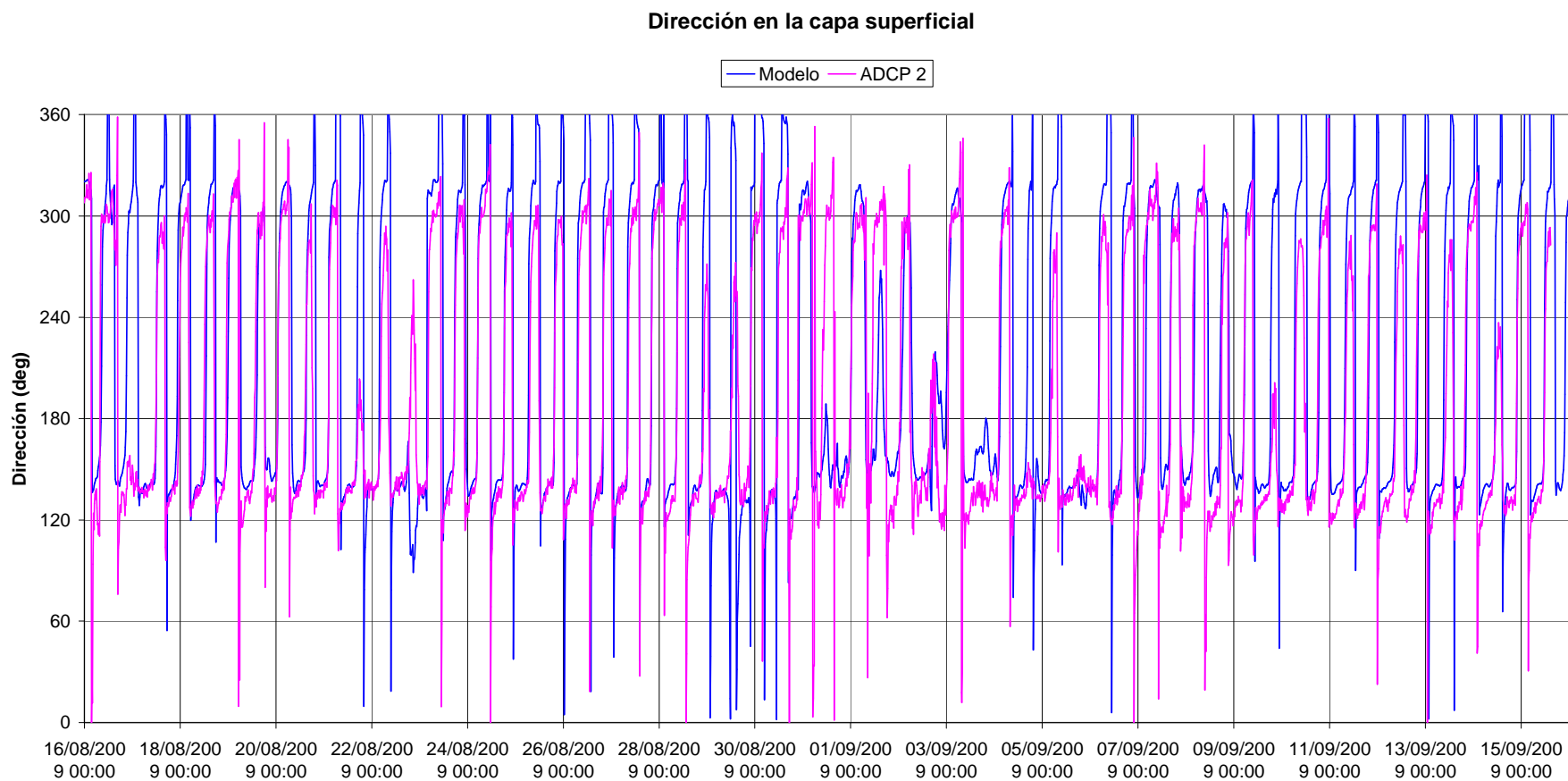


Figura A.5.3.6.2.17 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 2, Mes 2. Capa superficial.





*Figura A.5.3.6.2.18 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 2, Mes 3. Capa superficial.*

### Velocidad en la capa media

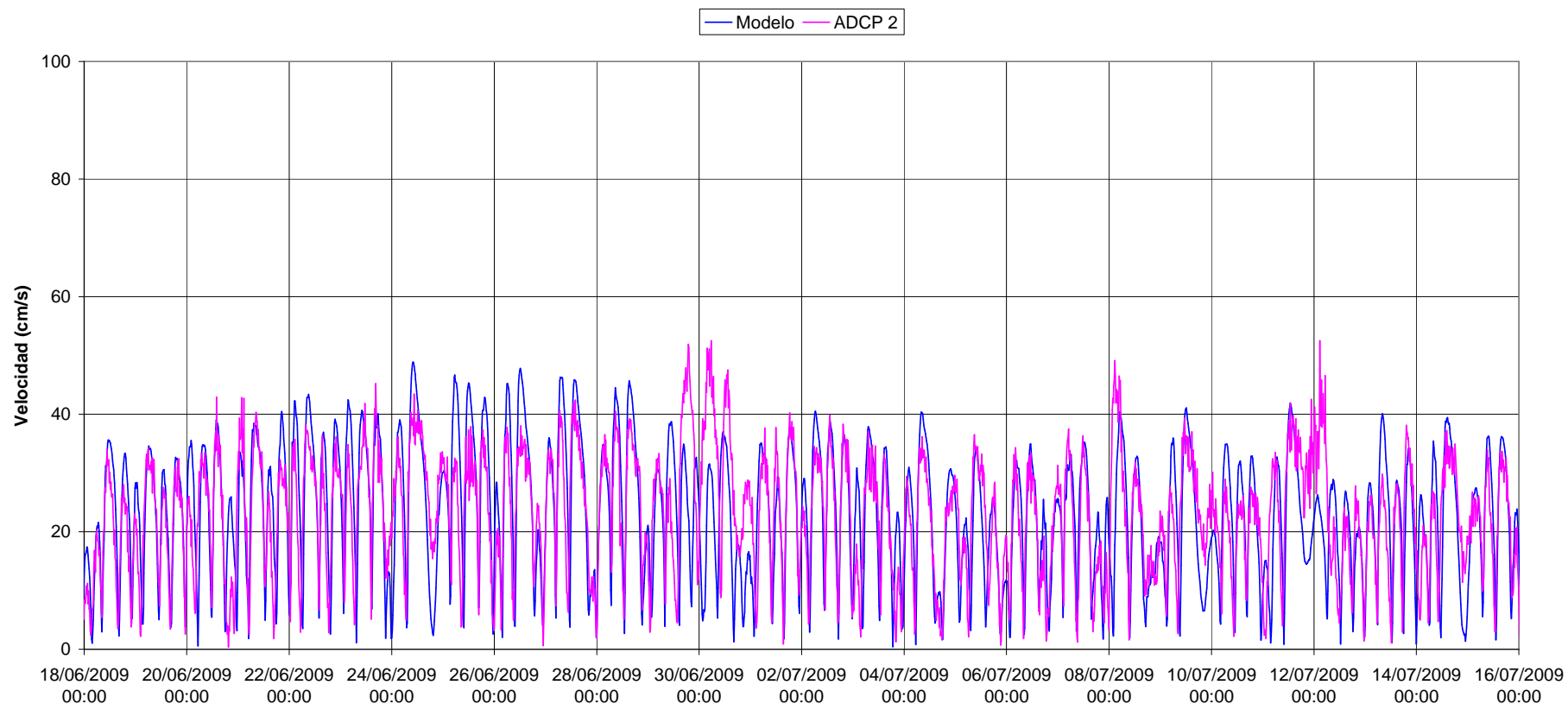


Figura A.5.3.6.2.19 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 2, Mes 1. Capa intermedia.

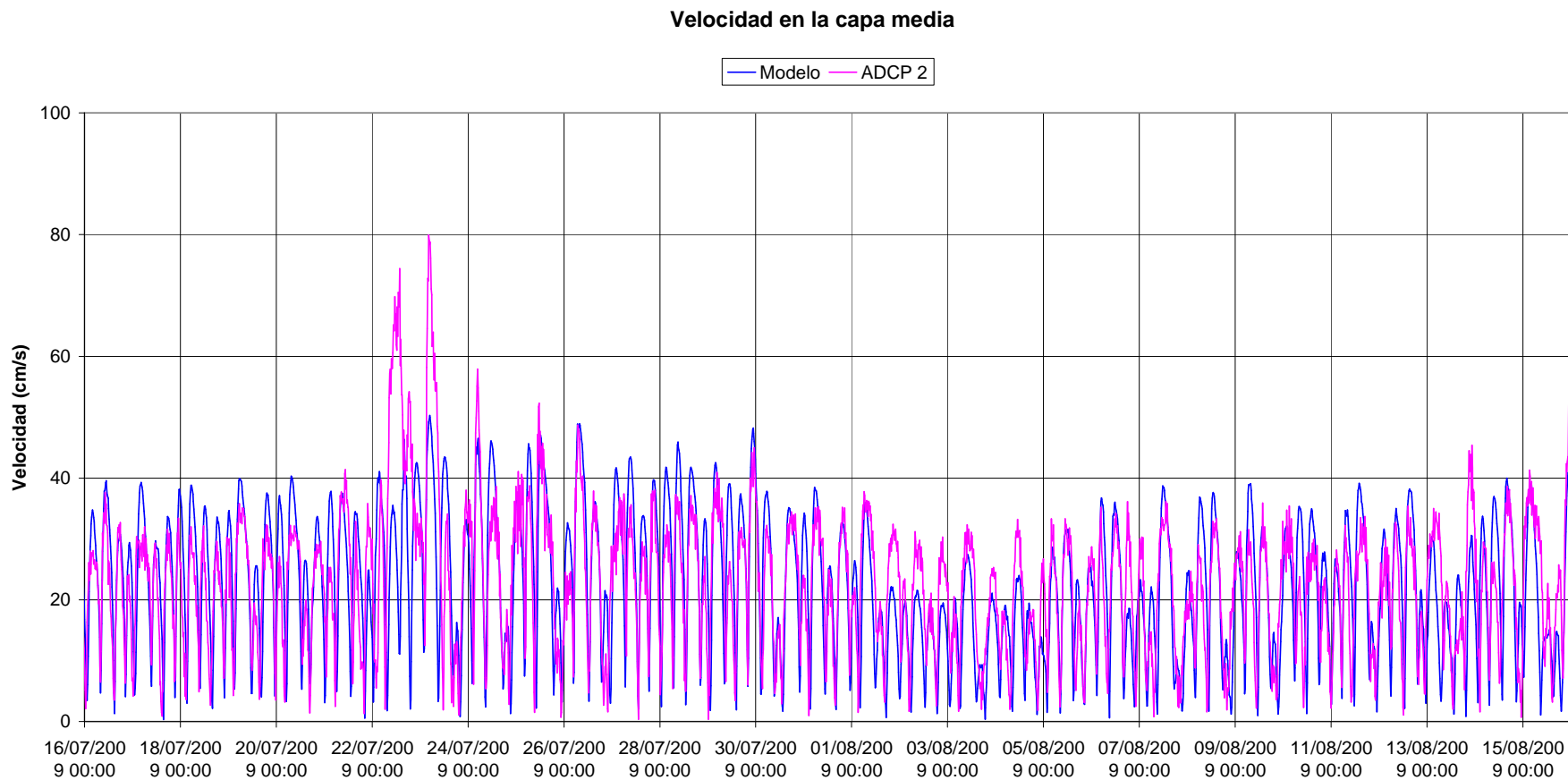


Figura A.5.3.6.2.20 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 2, Mes 2. Capa intermedia.

### Velocidad en la capa media

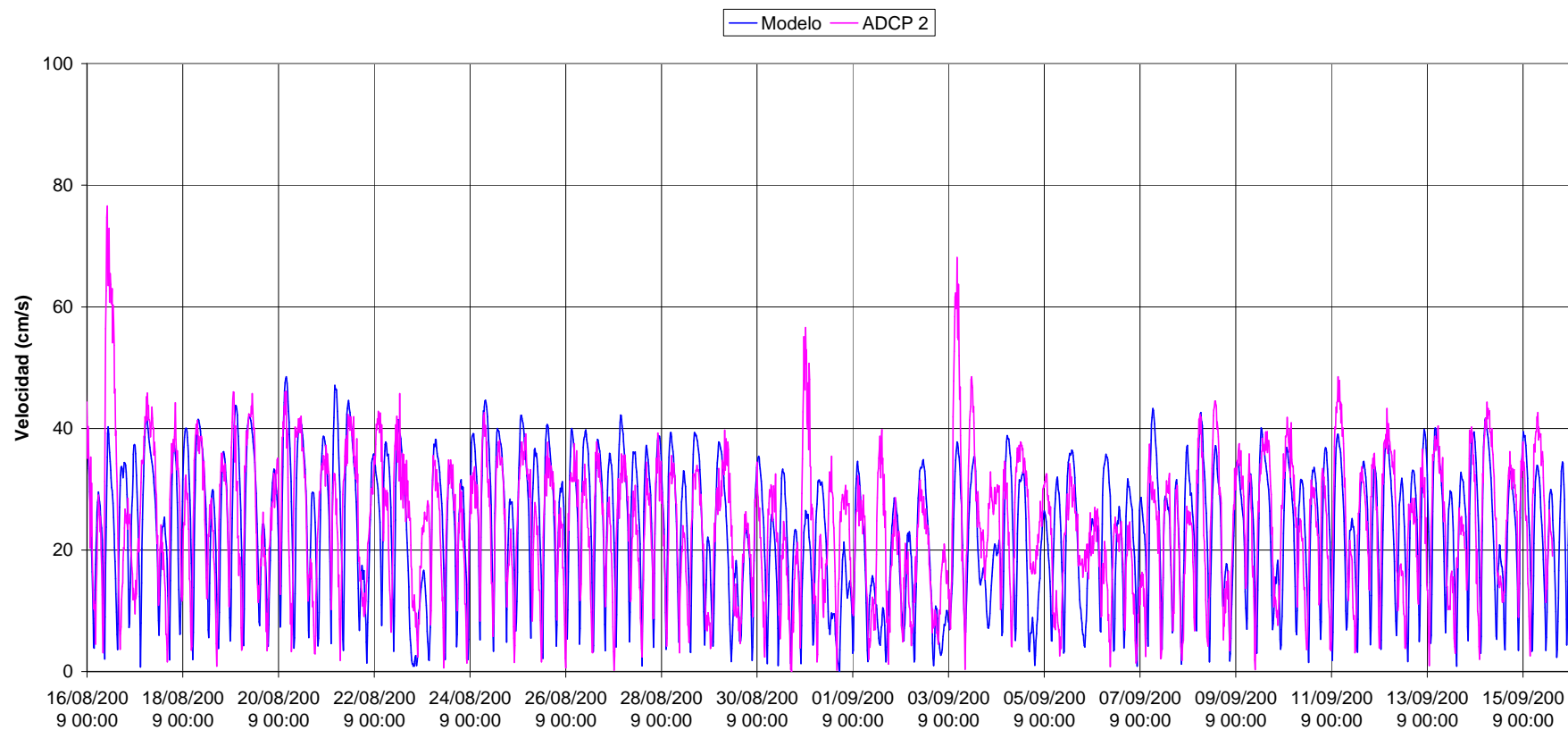


Figura A.5.3.6.2.21 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 2, Mes 3. Capa intermedia.

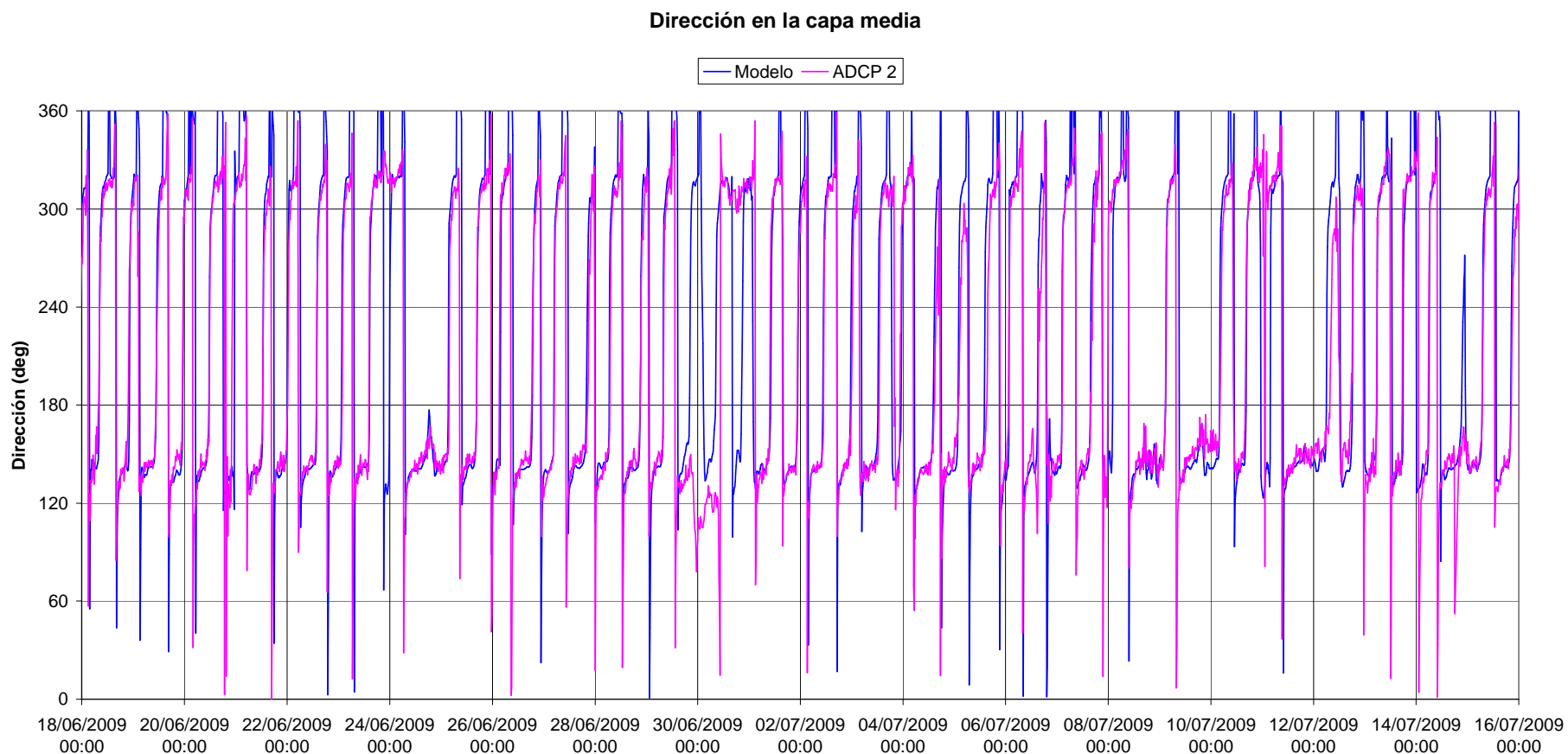
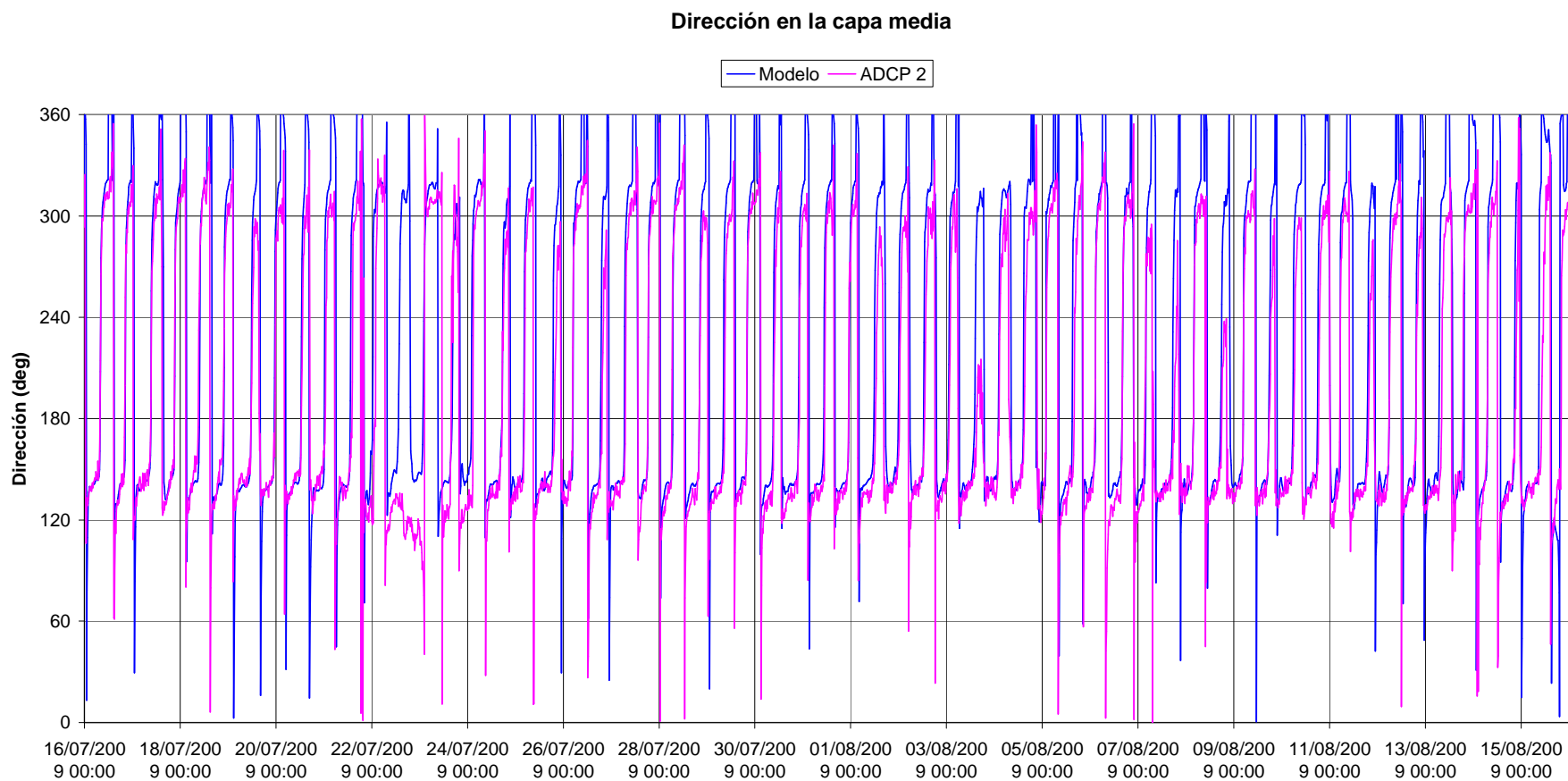


Figura A.5.3.6.2.22 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 2, Mes 1. Capa intermedia.



*Figura A.5.3.6.2.23 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 2, Mes 2. Capa intermedia.*

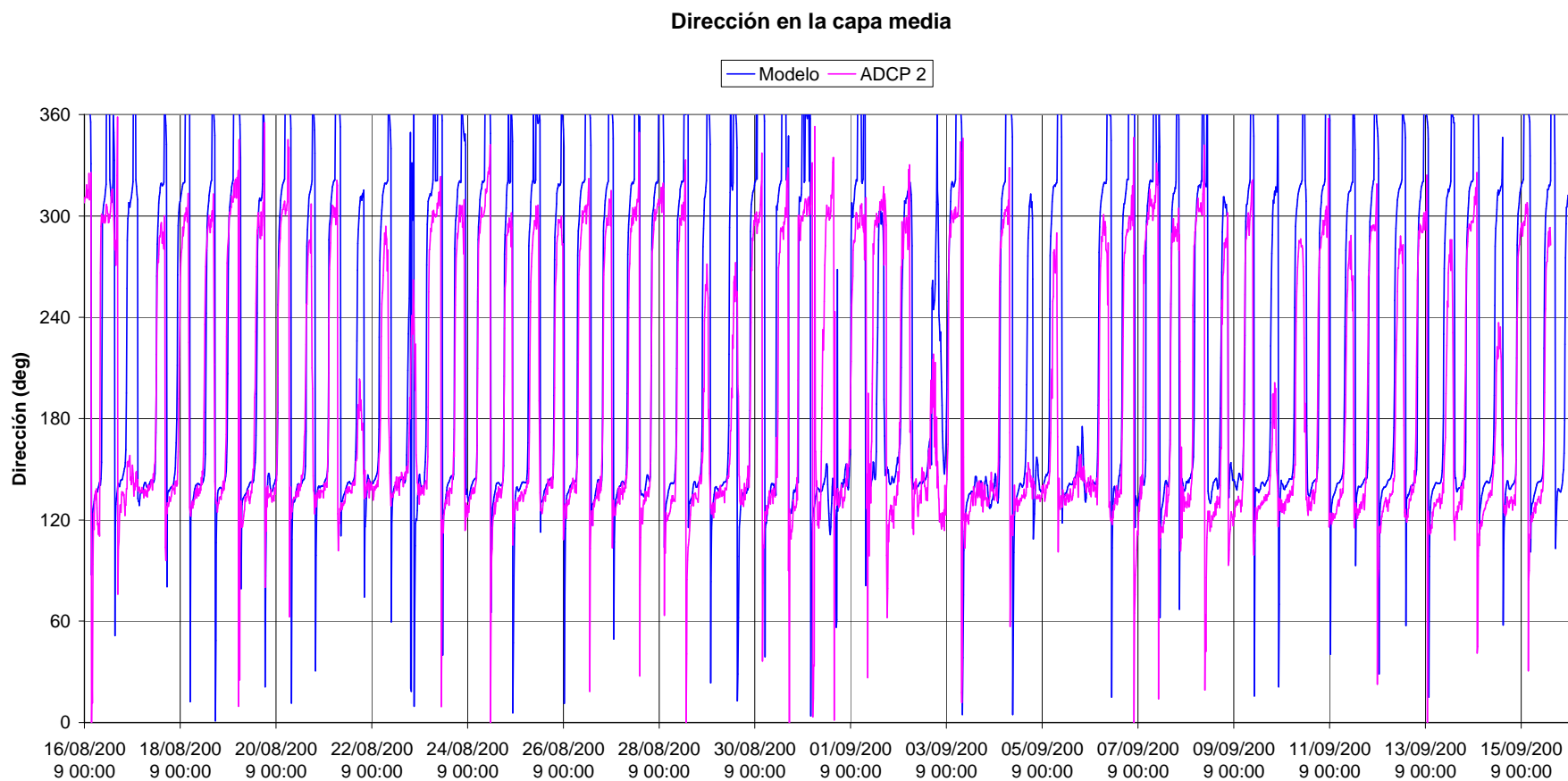


Figura A.5.3.6.2.24 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 2, Mes 3. Capa intermedia.



### ADCP 3

#### Velocidad en la capa superficial

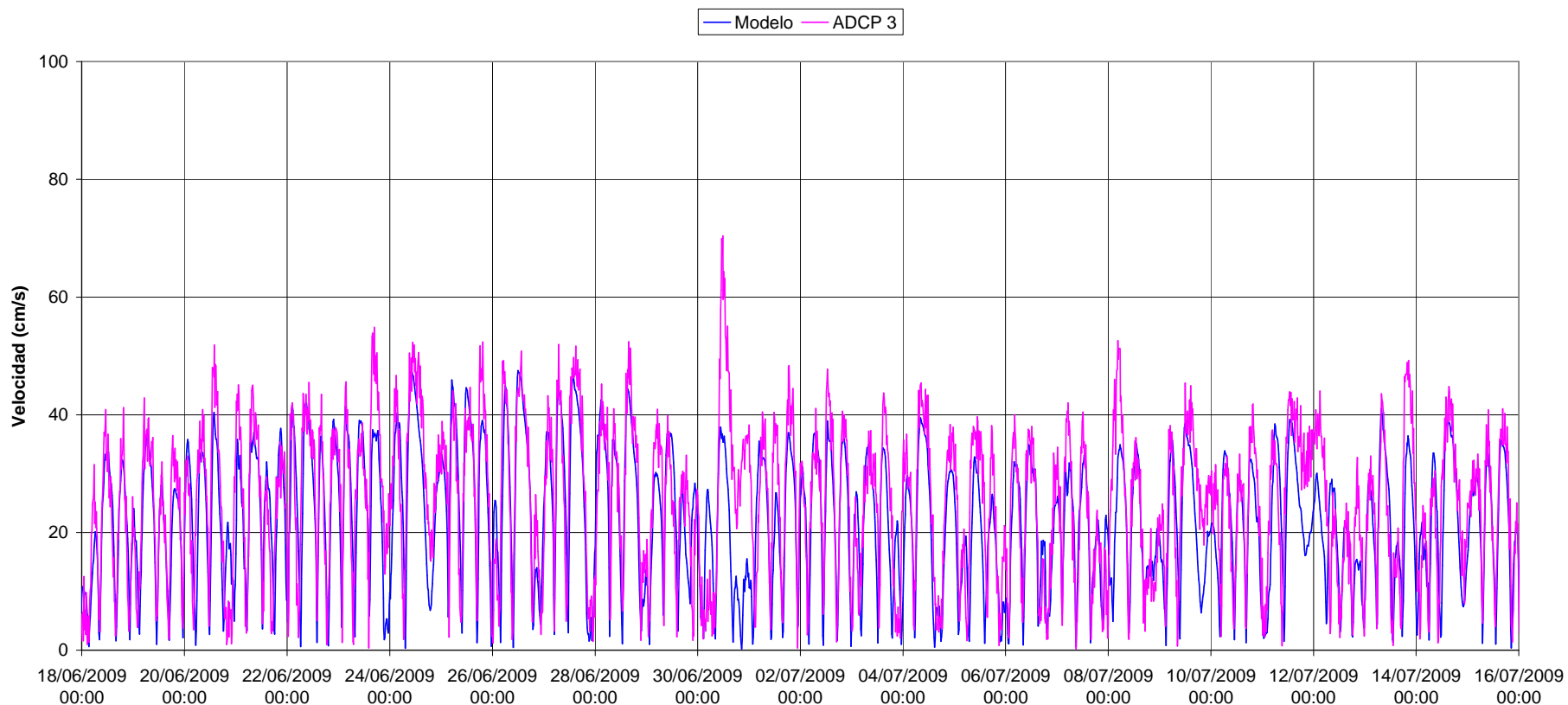


Figura A.5.3.6.2.25 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 3, Mes 1. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

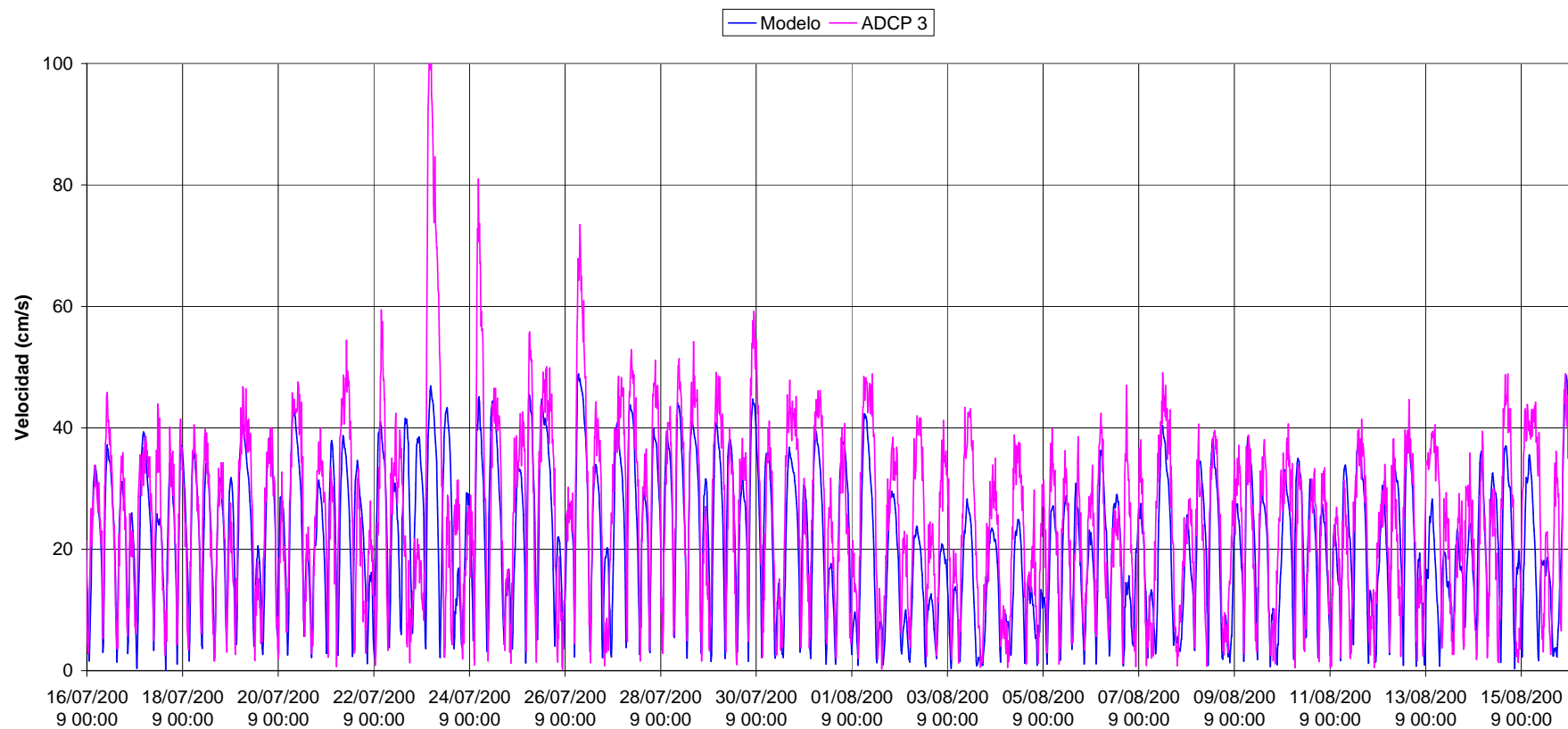


Figura A.5.3.6.2.26 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 3, Mes 2. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

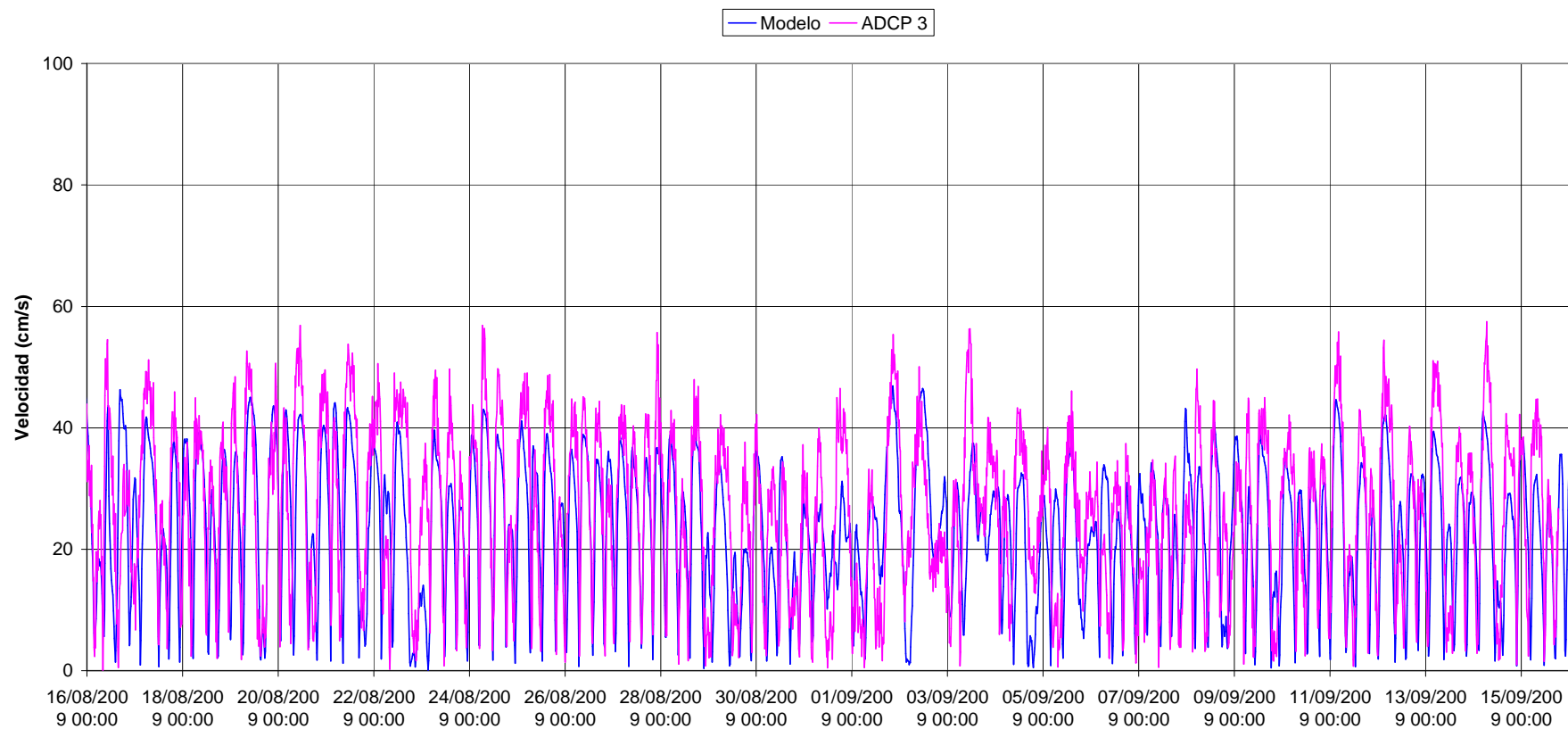


Figura A.5.3.6.2.27 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 3, Mes 3. Capa superficial.

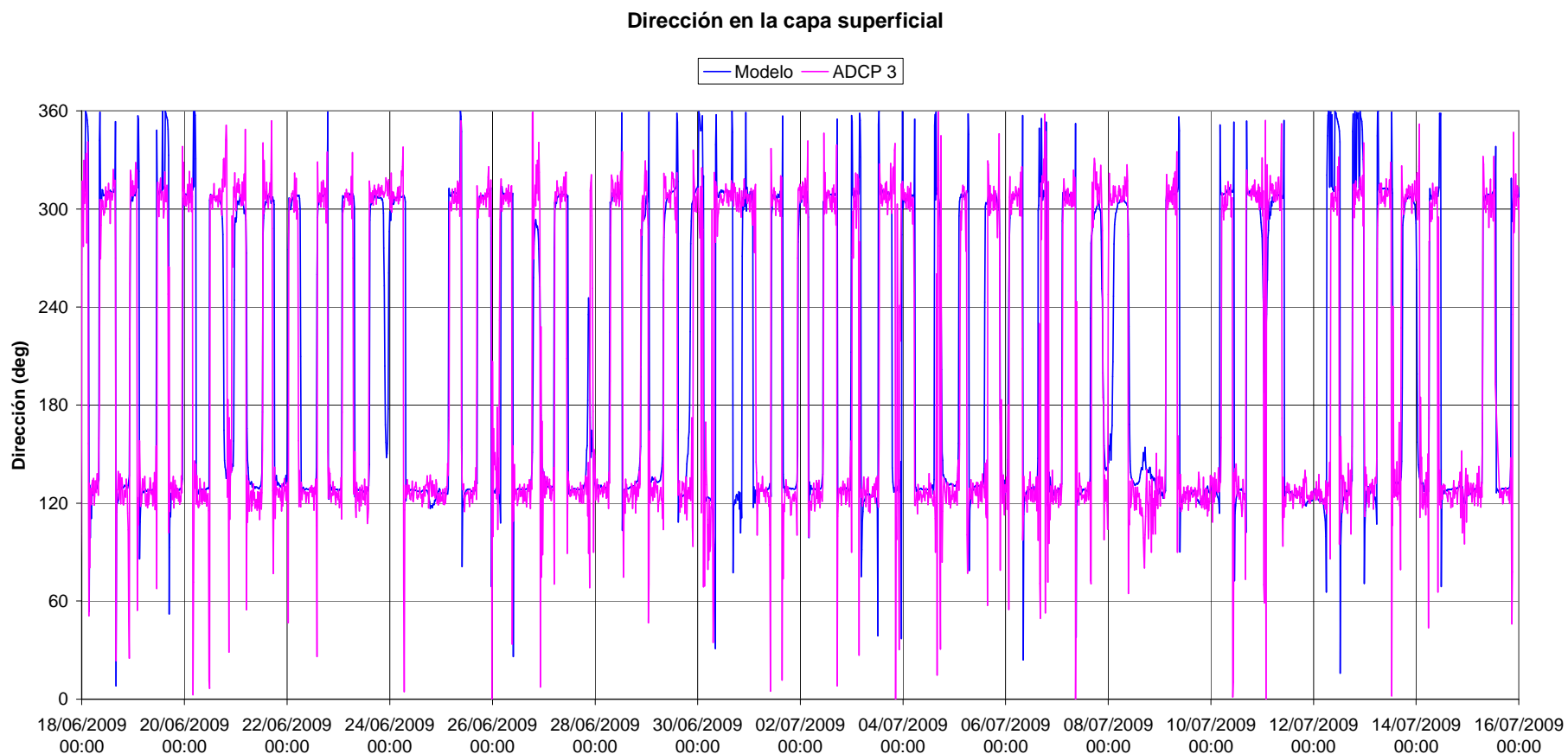


Figura A.5.3.6.2.28 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 3, Mes 1. Capa superficial.

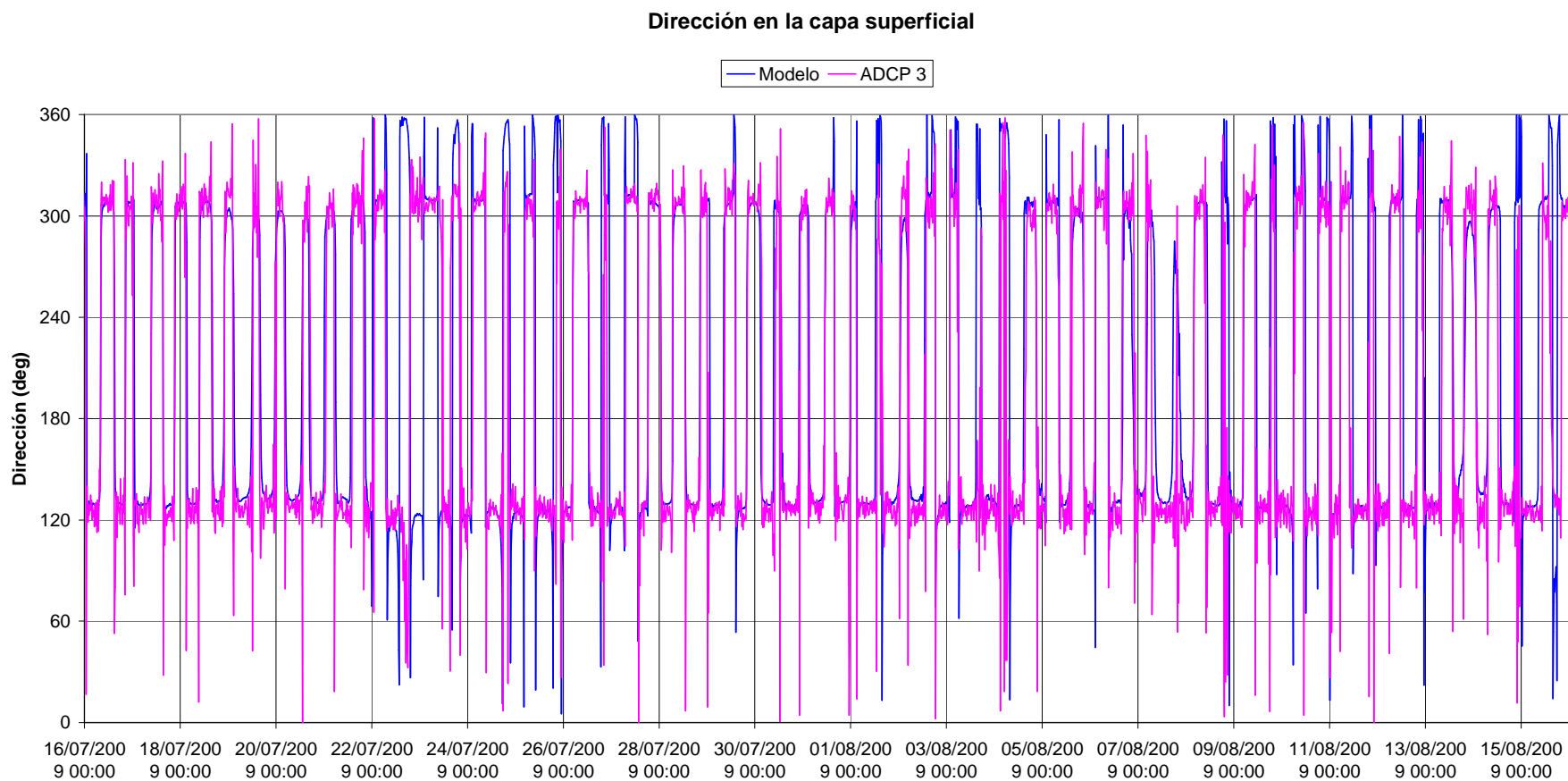
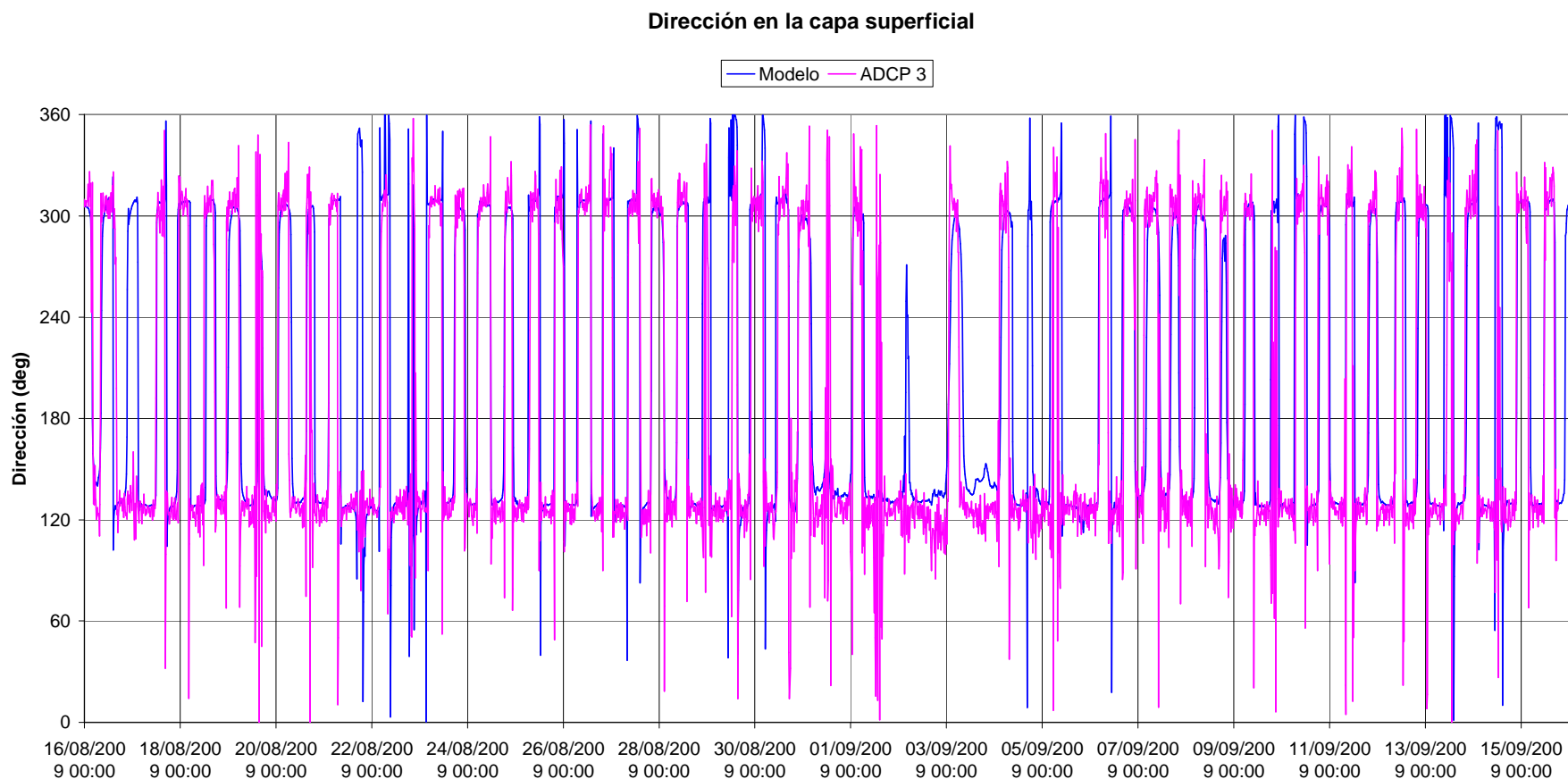


Figura A.5.3.6.2.29 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 3, Mes 2. Capa superficial.



*Figura A.5.3.6.2.30 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 3, Mes 3. Capa superficial.*

### Velocidad en la capa media

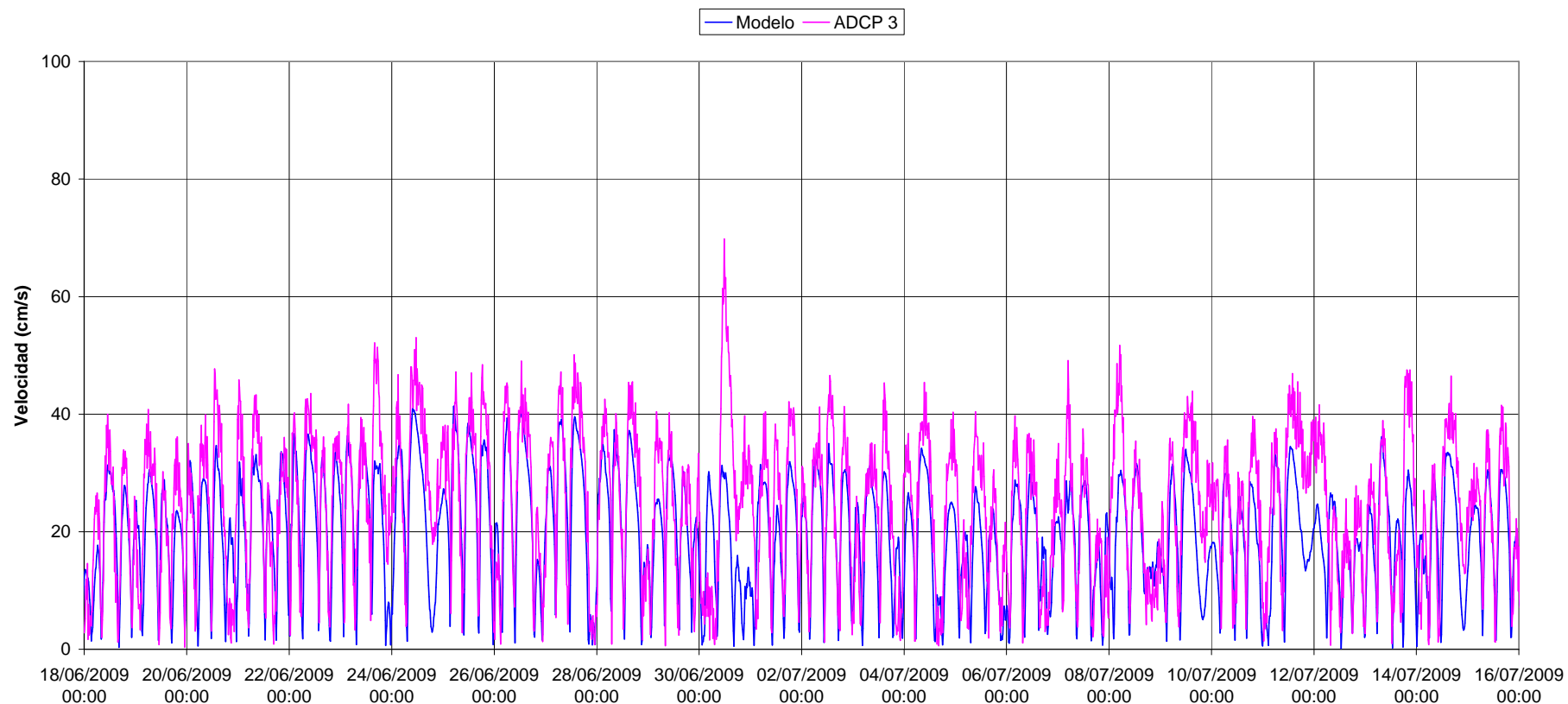


Figura A.5.3.6.2.31 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 3, Mes 1. Capa intermedia.



### Velocidad en la capa media

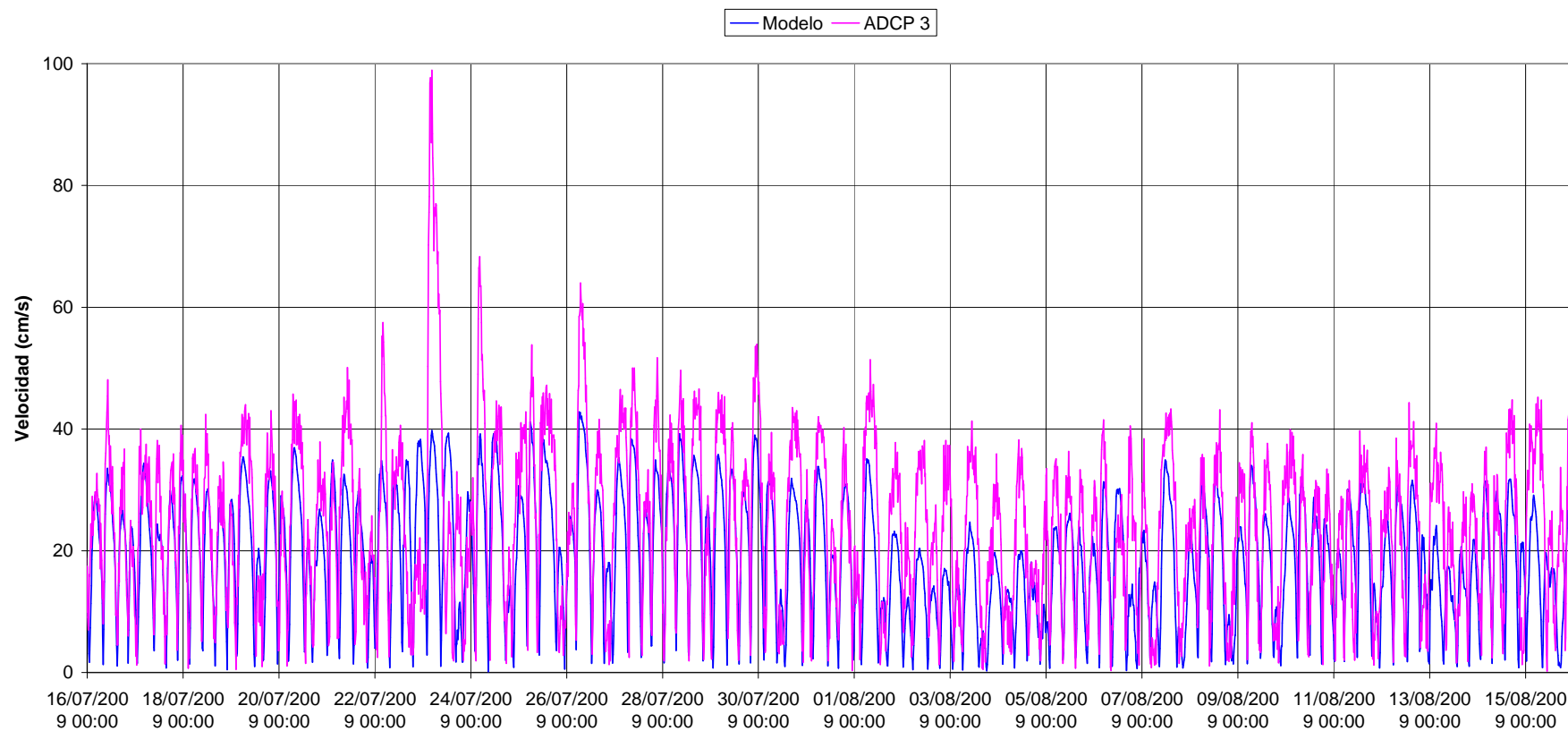


Figura A.5.3.6.2.32 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 3, Mes 2. Capa intermedia.

### Velocidad en la capa media

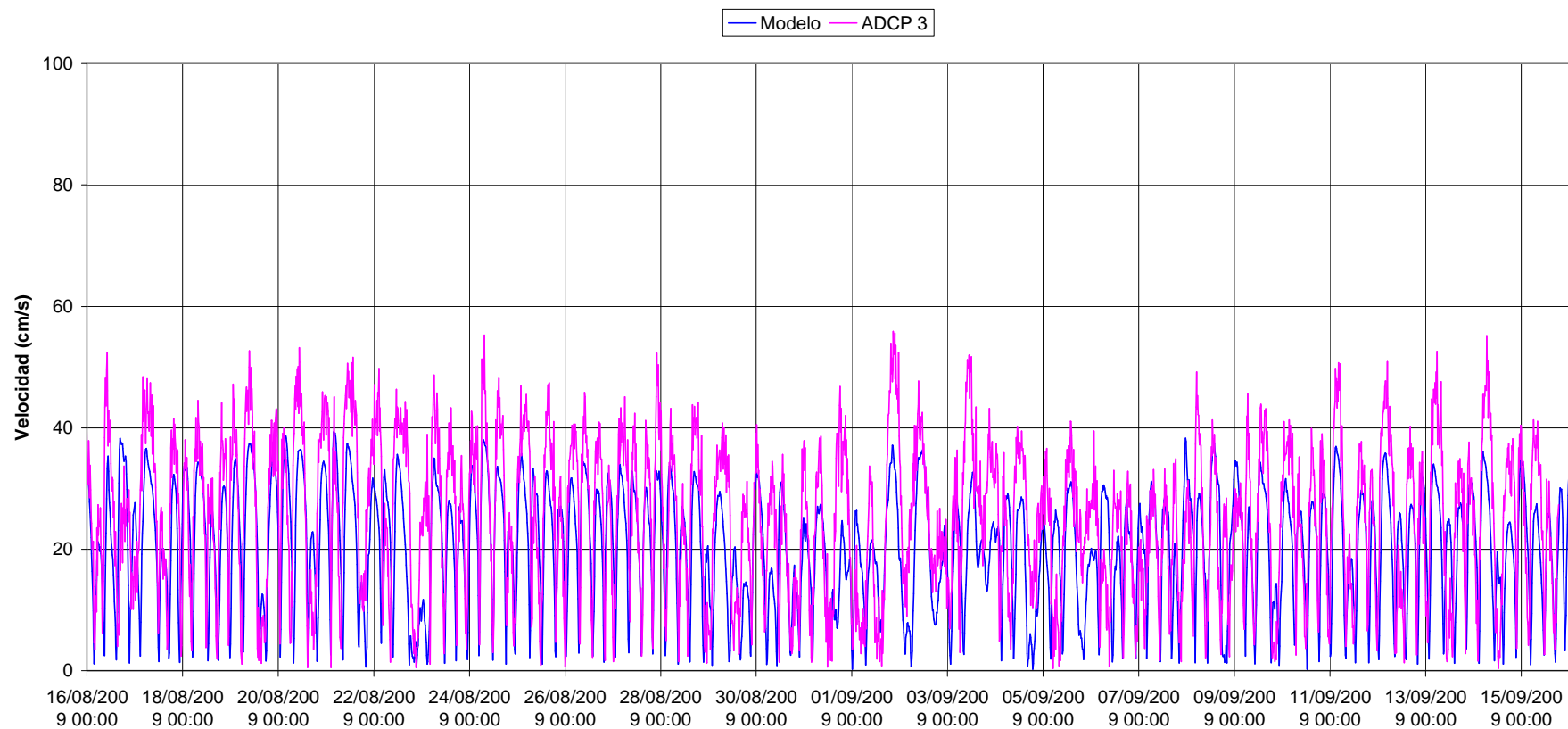


Figura A.5.3.6.2.33 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 3, Mes 3. Capa intermedia.

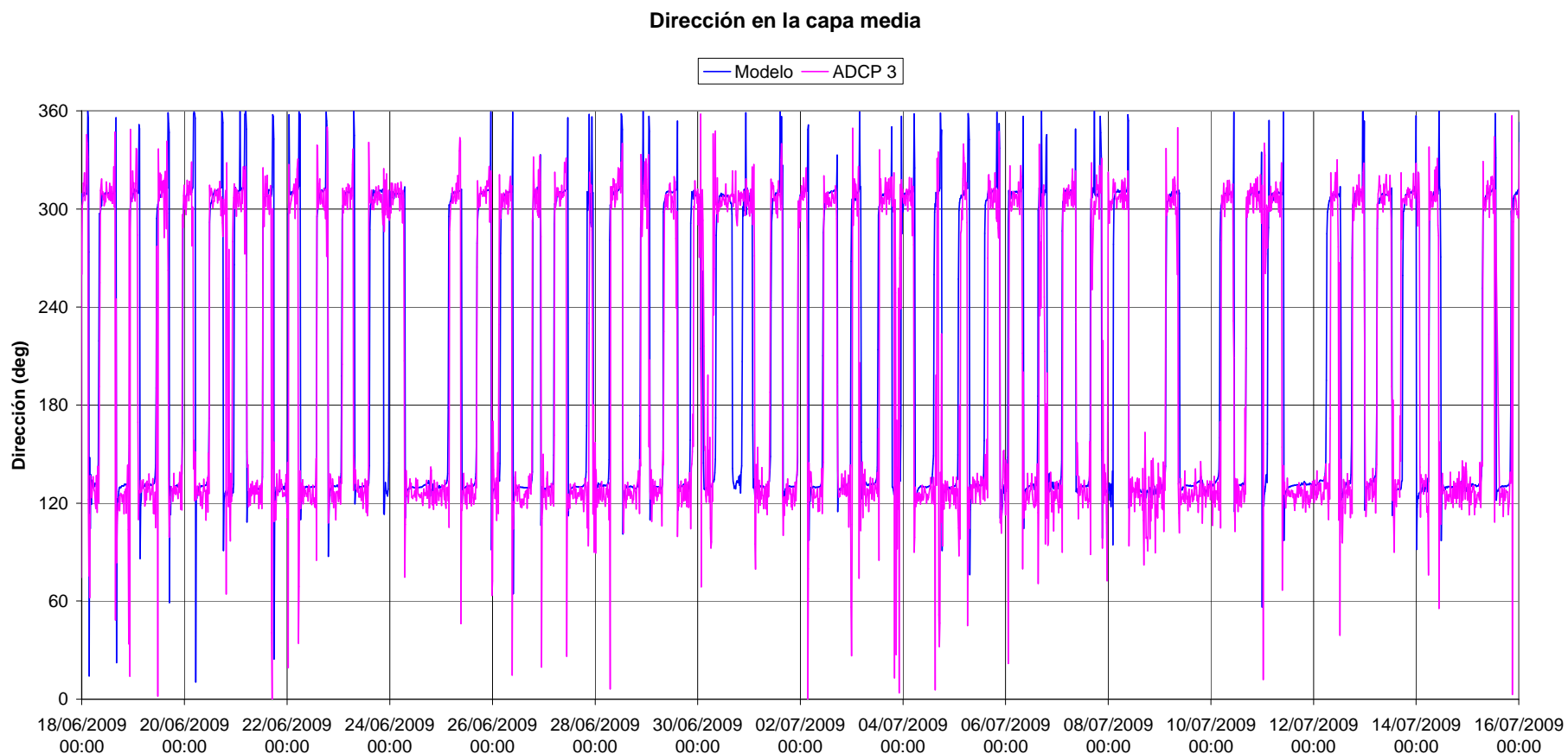


Figura A.5.3.6.2.34 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 3, Mes 1. Capa intermedia.

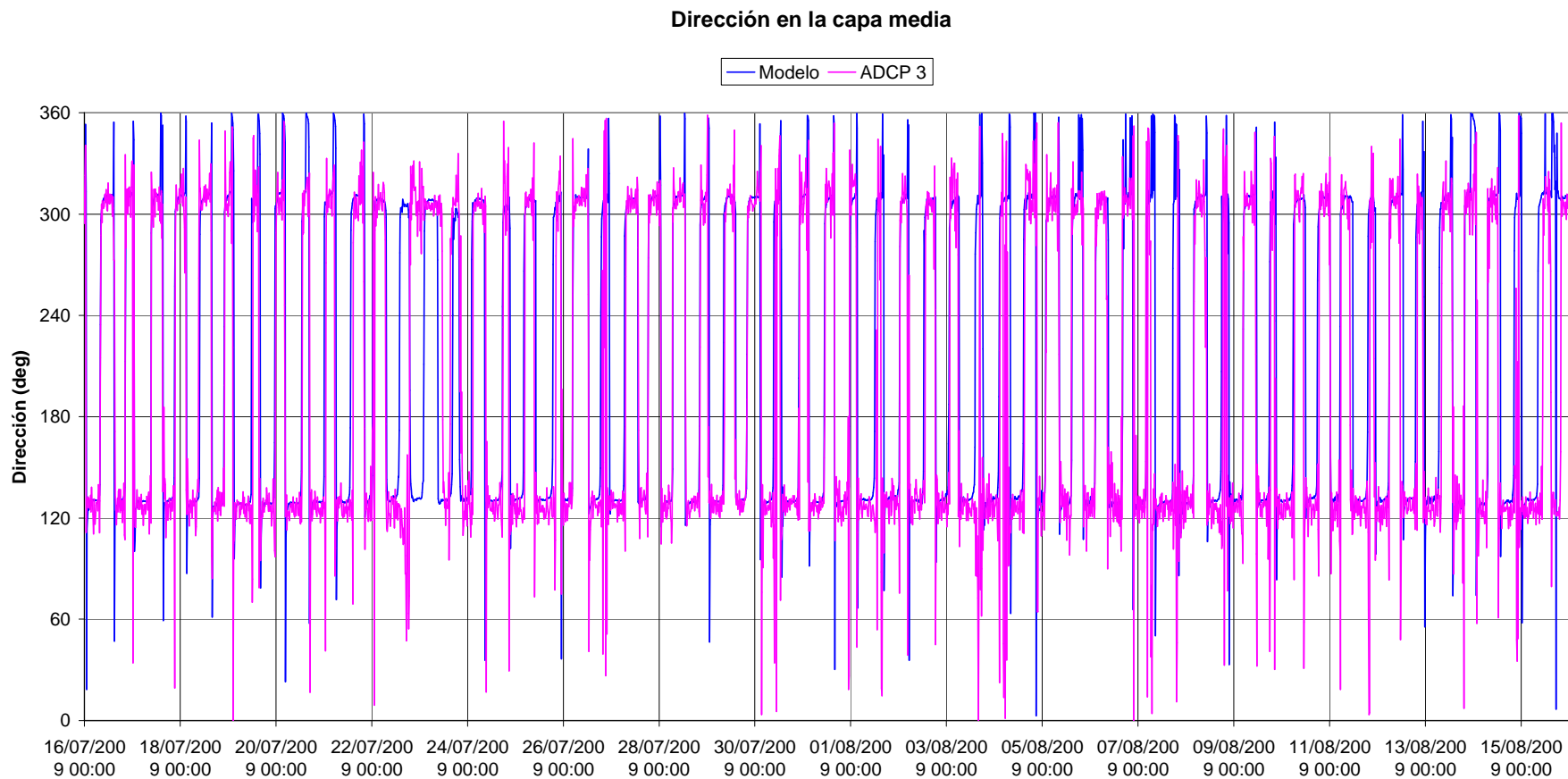


Figura A.5.3.6.2.35 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 3, Mes 2. Capa intermedia.

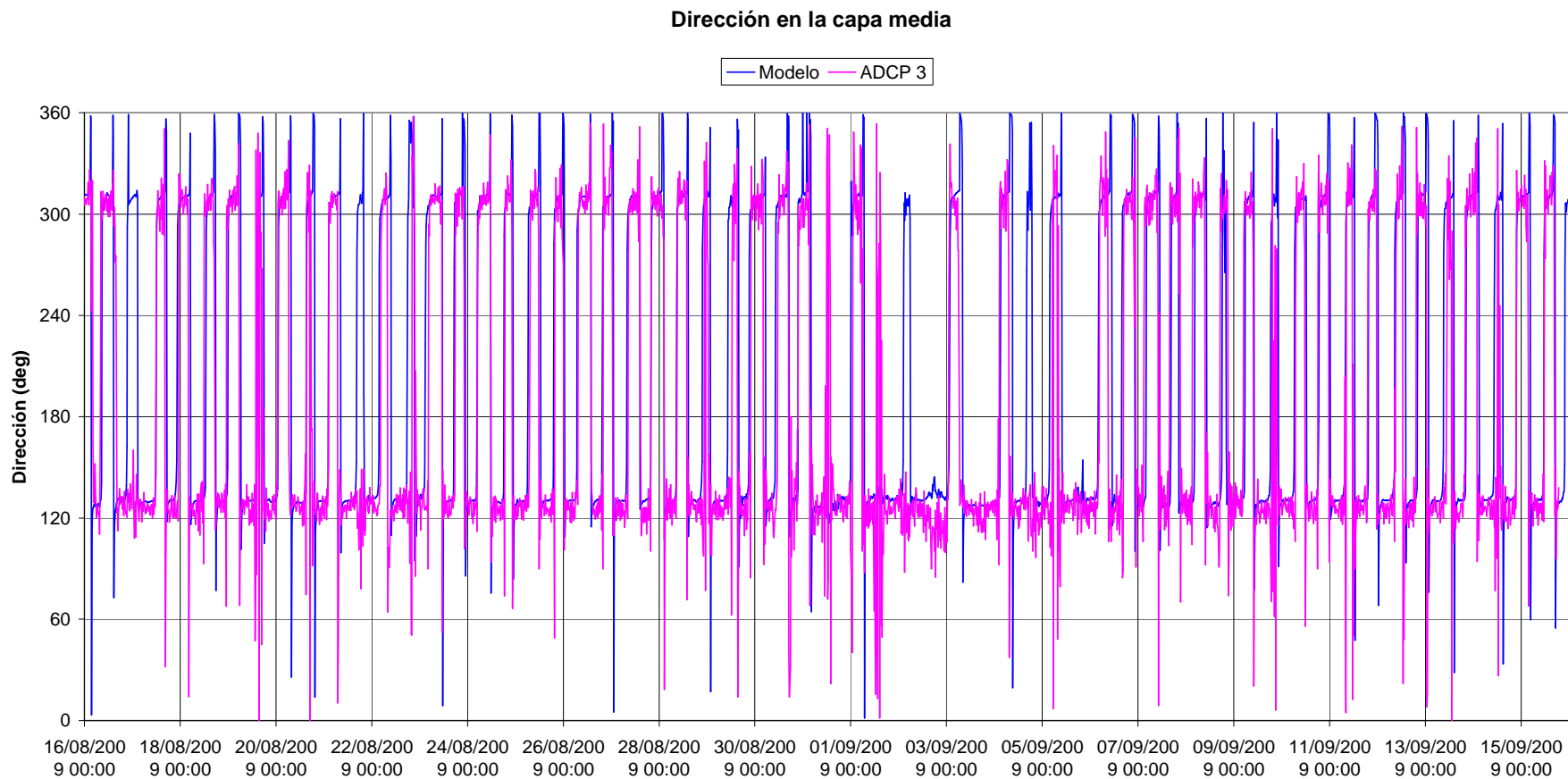


Figura A.5.3.6.2.36 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 3, Mes 3. Capa intermedia.

## ADCP 4

### Velocidad en la capa superficial

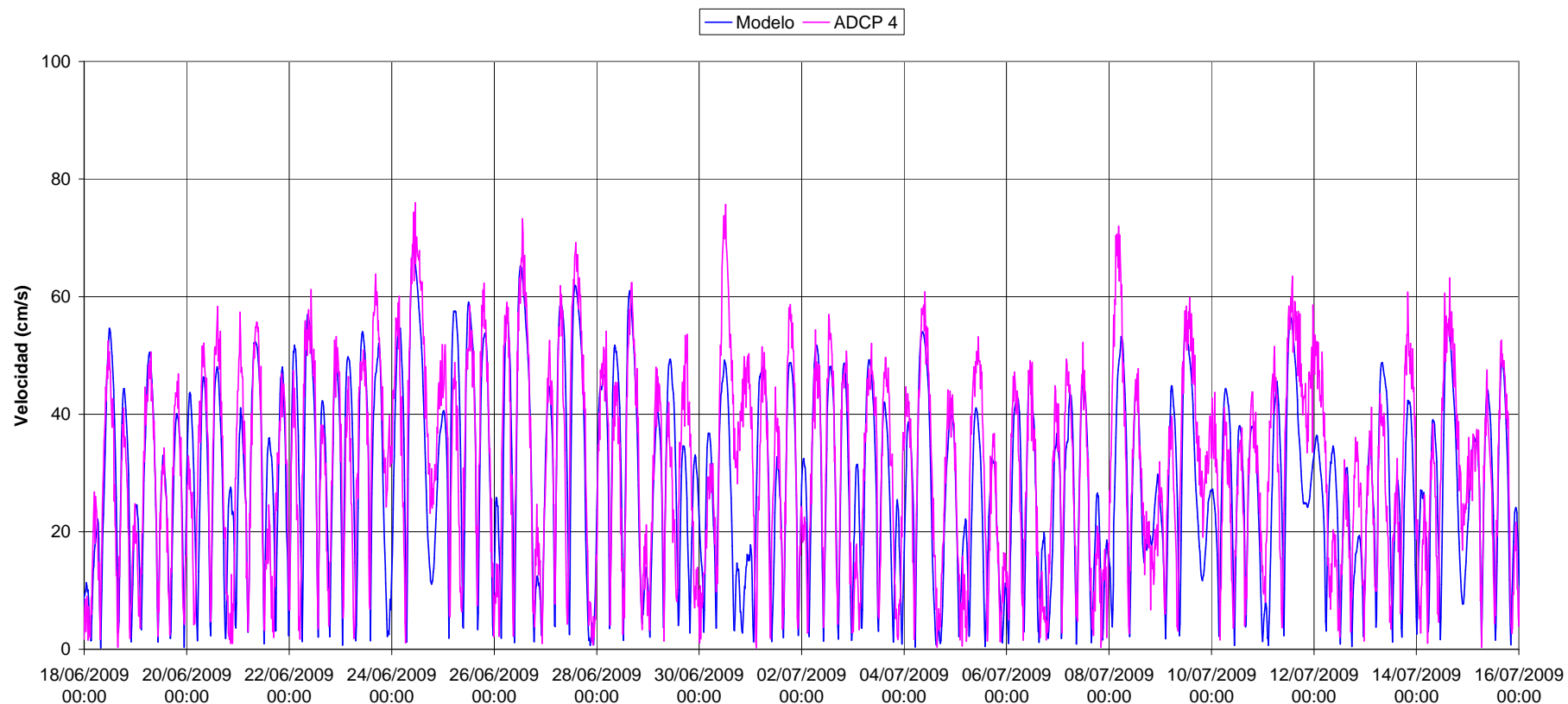


Figura A.5.3.6.2.37 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 4, Mes 1. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

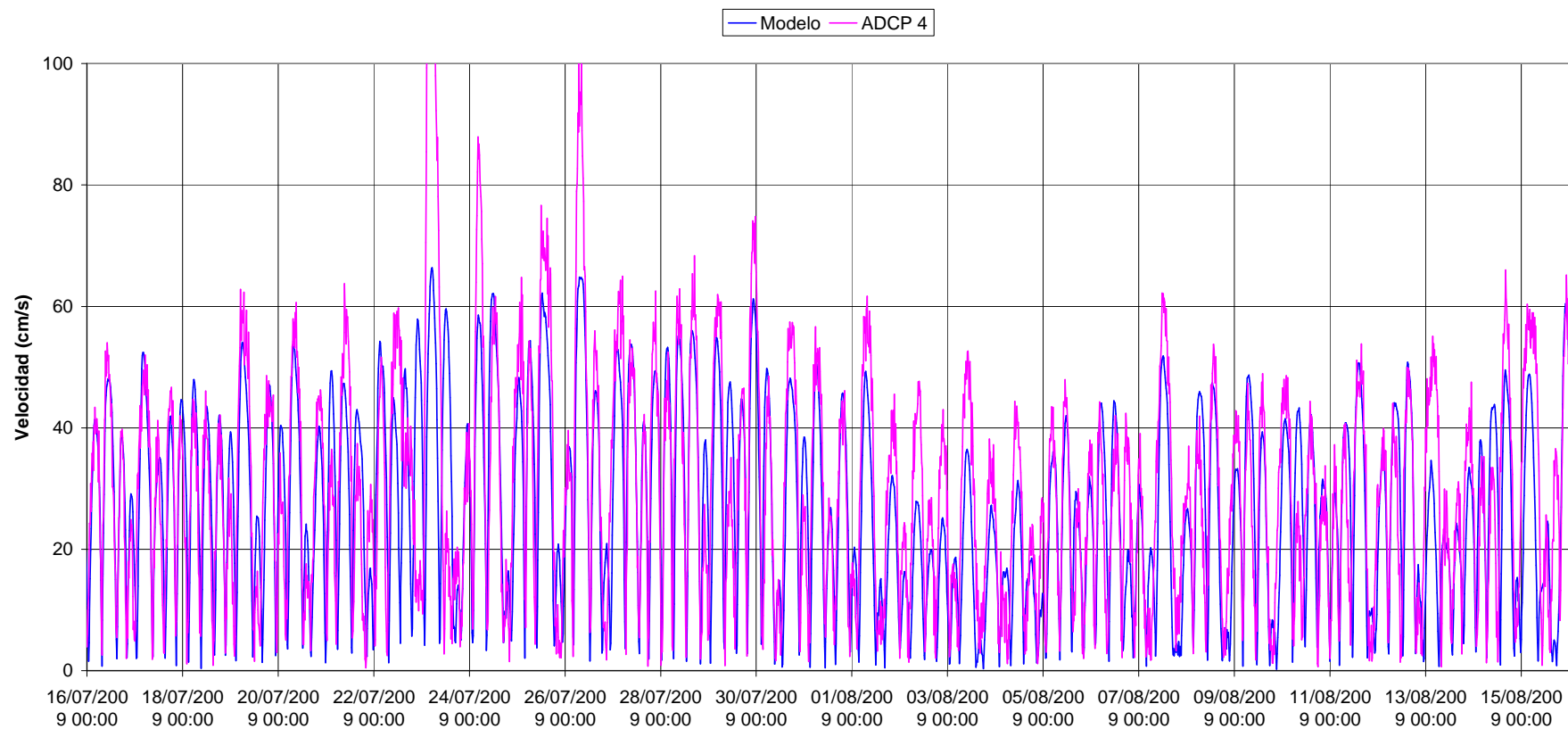


Figura A.5.3.6.2.38 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 4, Mes 2. Capa superficial.



### Velocidad en la capa superficial

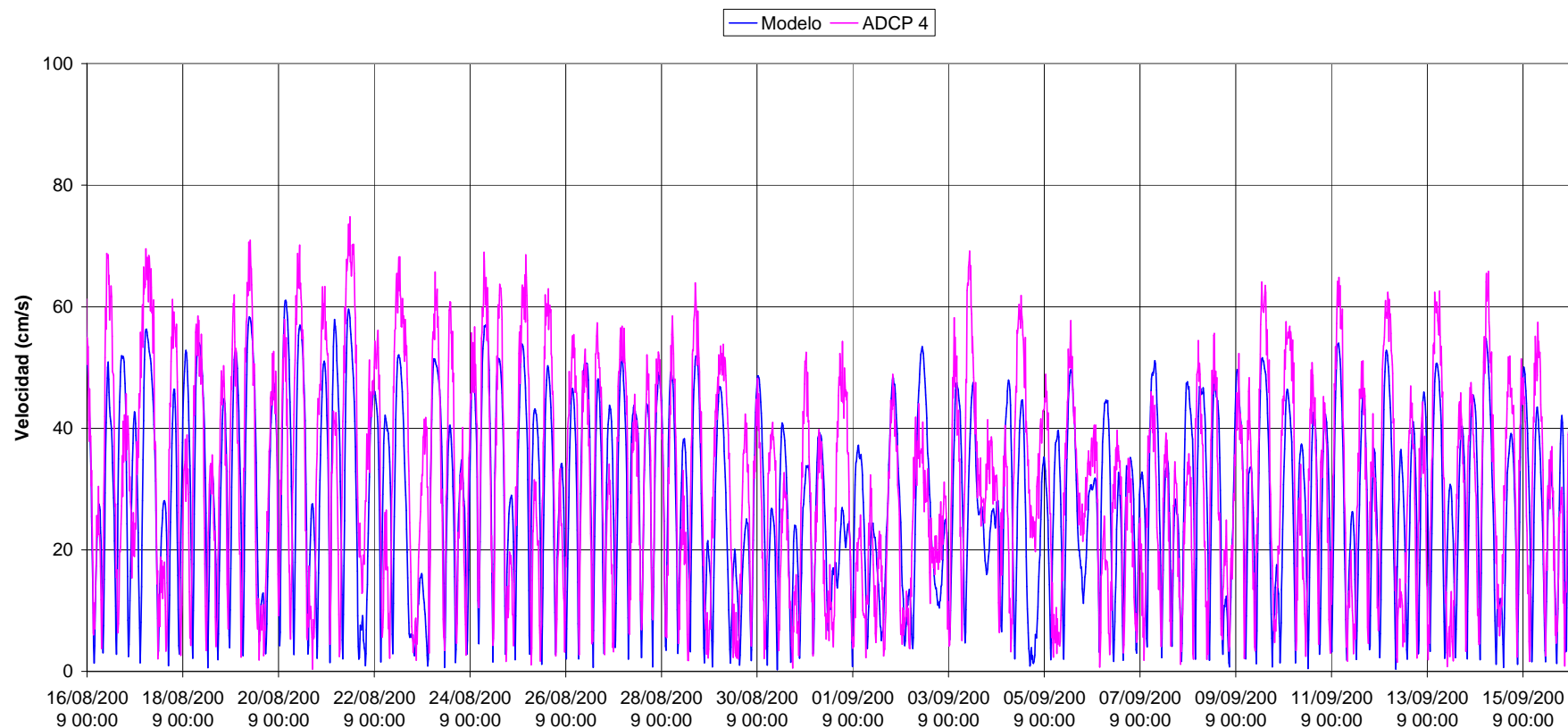


Figura A.5.3.6.2.39 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 4, Mes 3. Capa superficial.

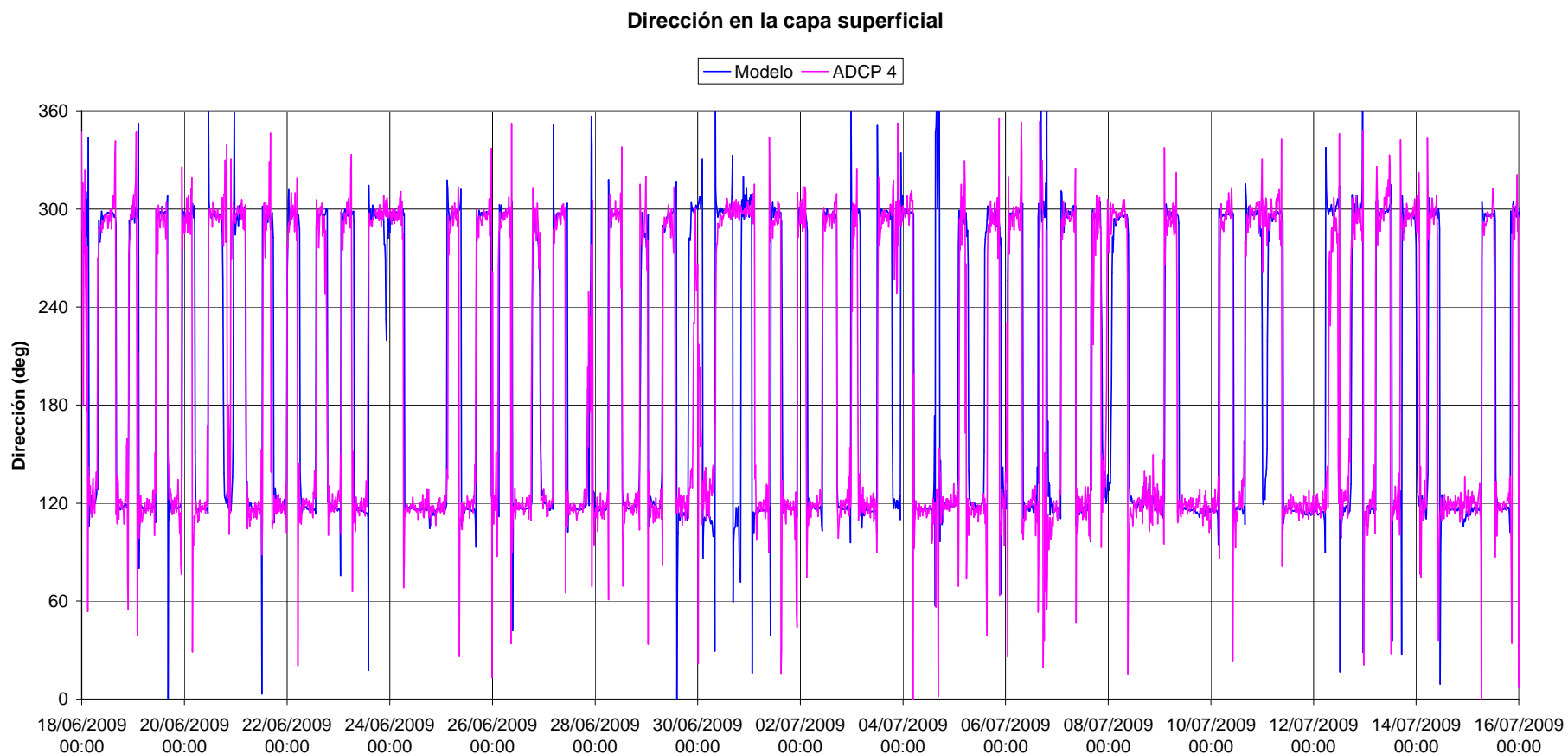


Figura A.5.3.6.2.40 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 4, Mes 1. Capa superficial.

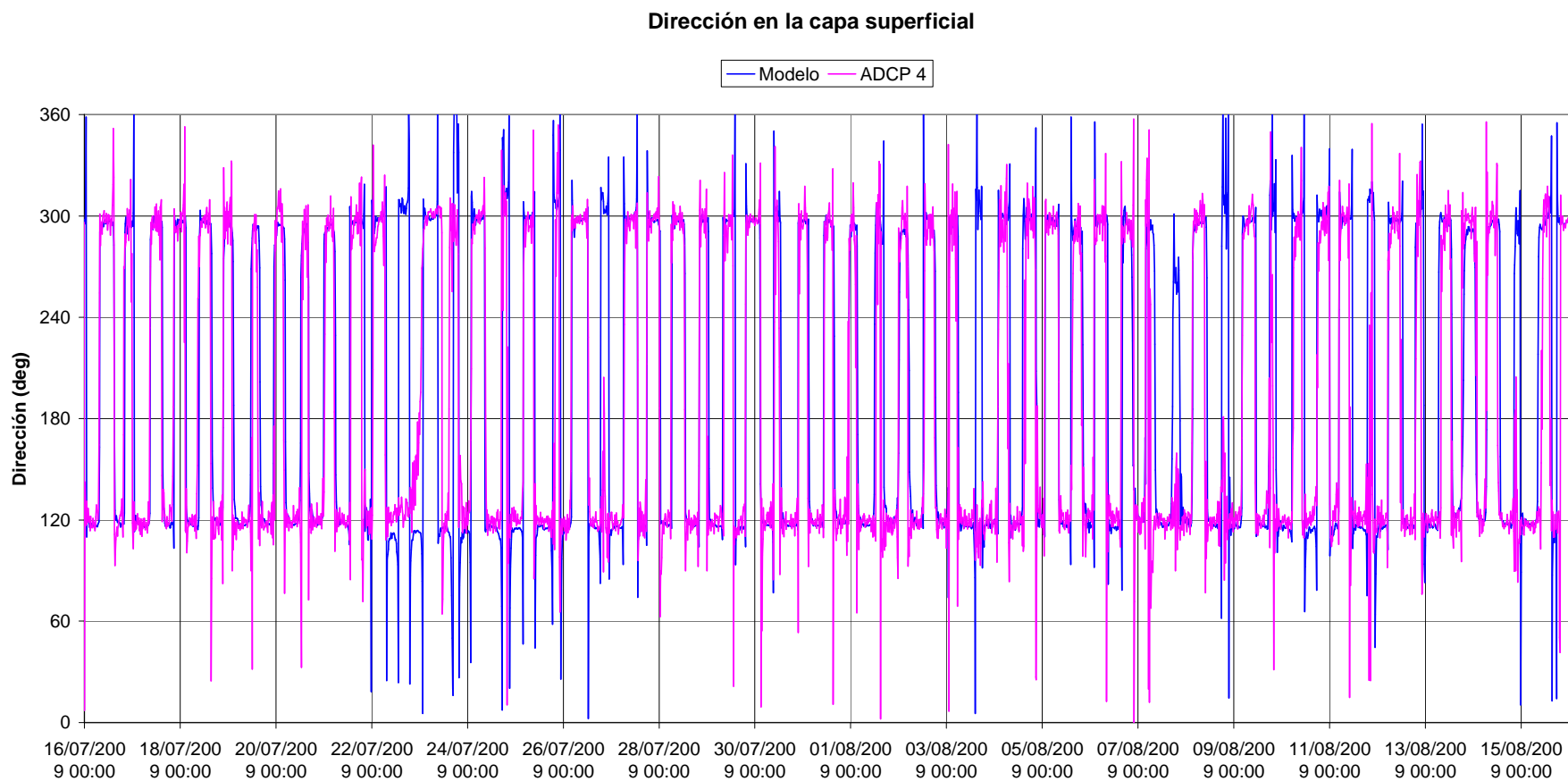


Figura A.5.3.6.2.41 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 4, Mes 2. Capa superficial.

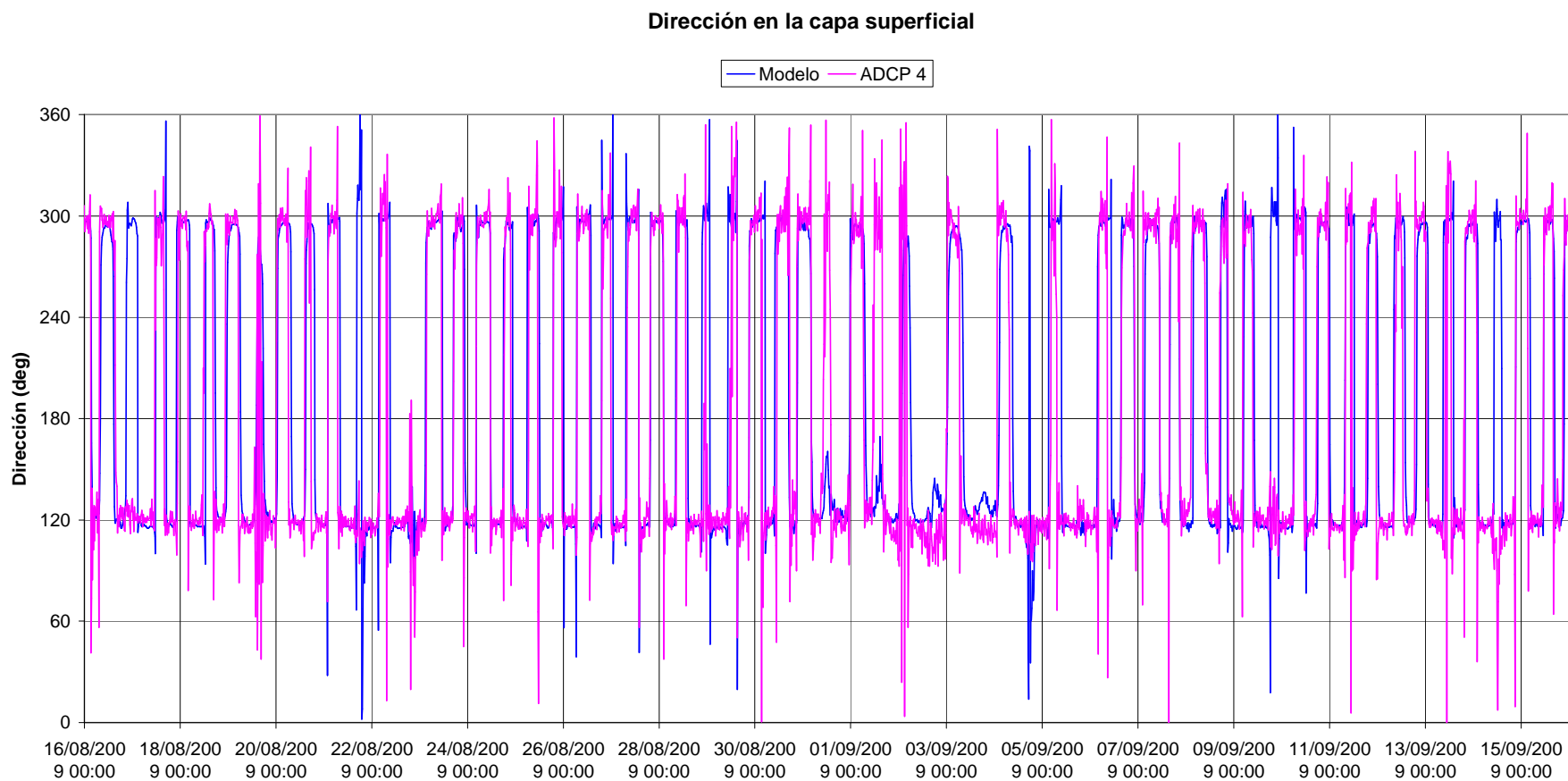


Figura A.5.3.6.2.42 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 4, Mes 3. Capa superficial.

### Velocidad en la capa media

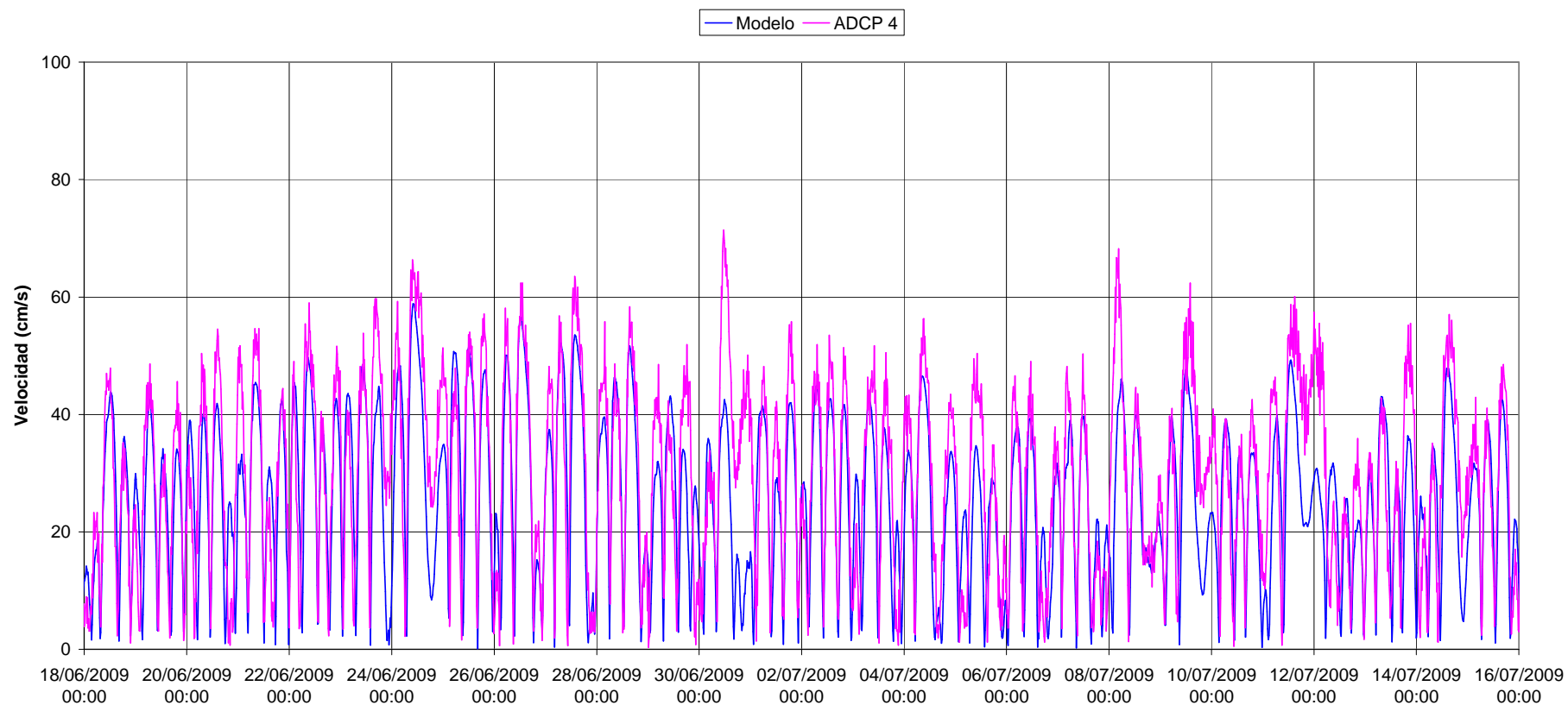


Figura A.5.3.6.2.43 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 4, Mes 1. Capa intermedia.

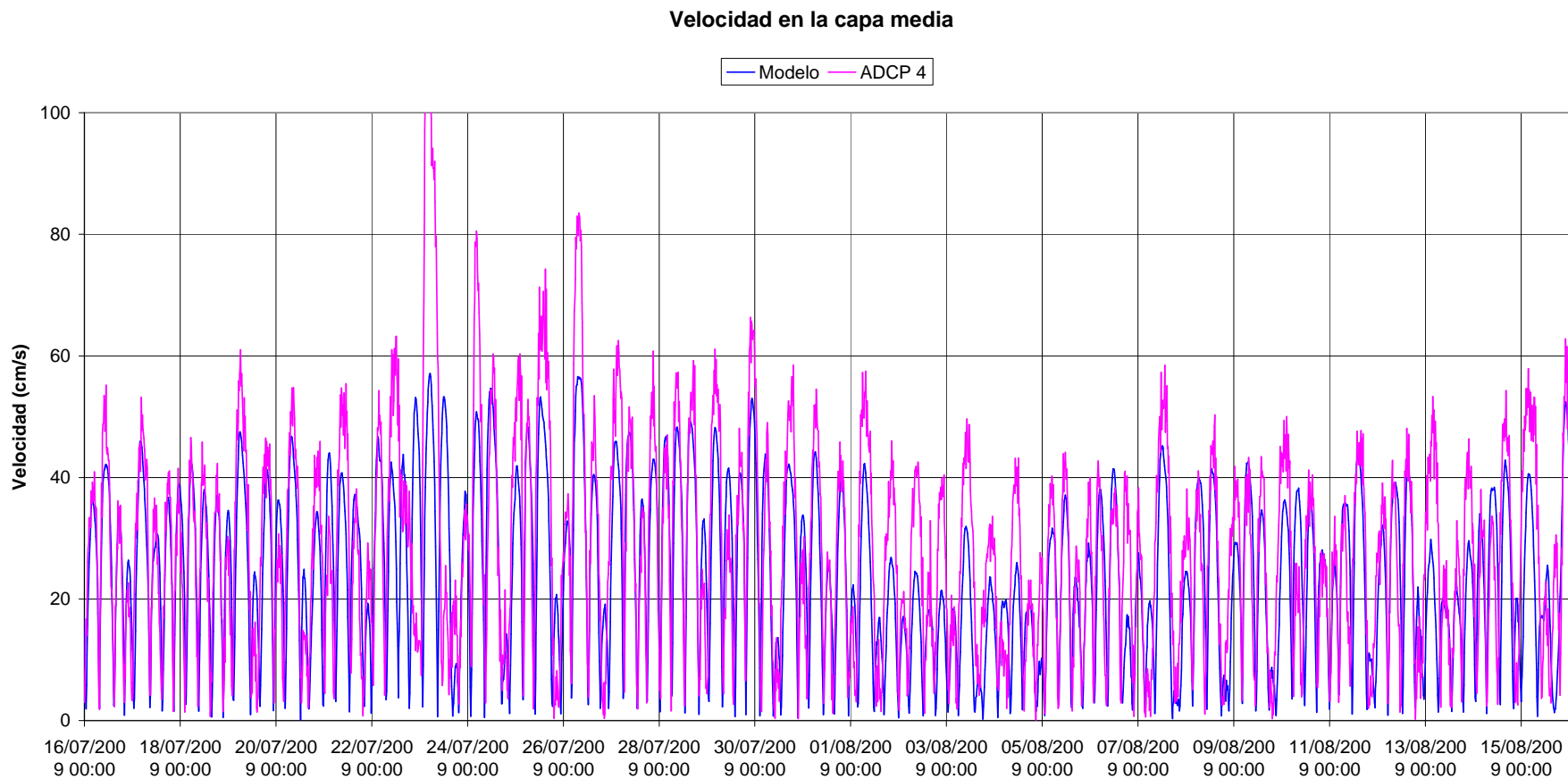


Figura A.5.3.6.2.44 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 4, Mes 2. Capa intermedia.

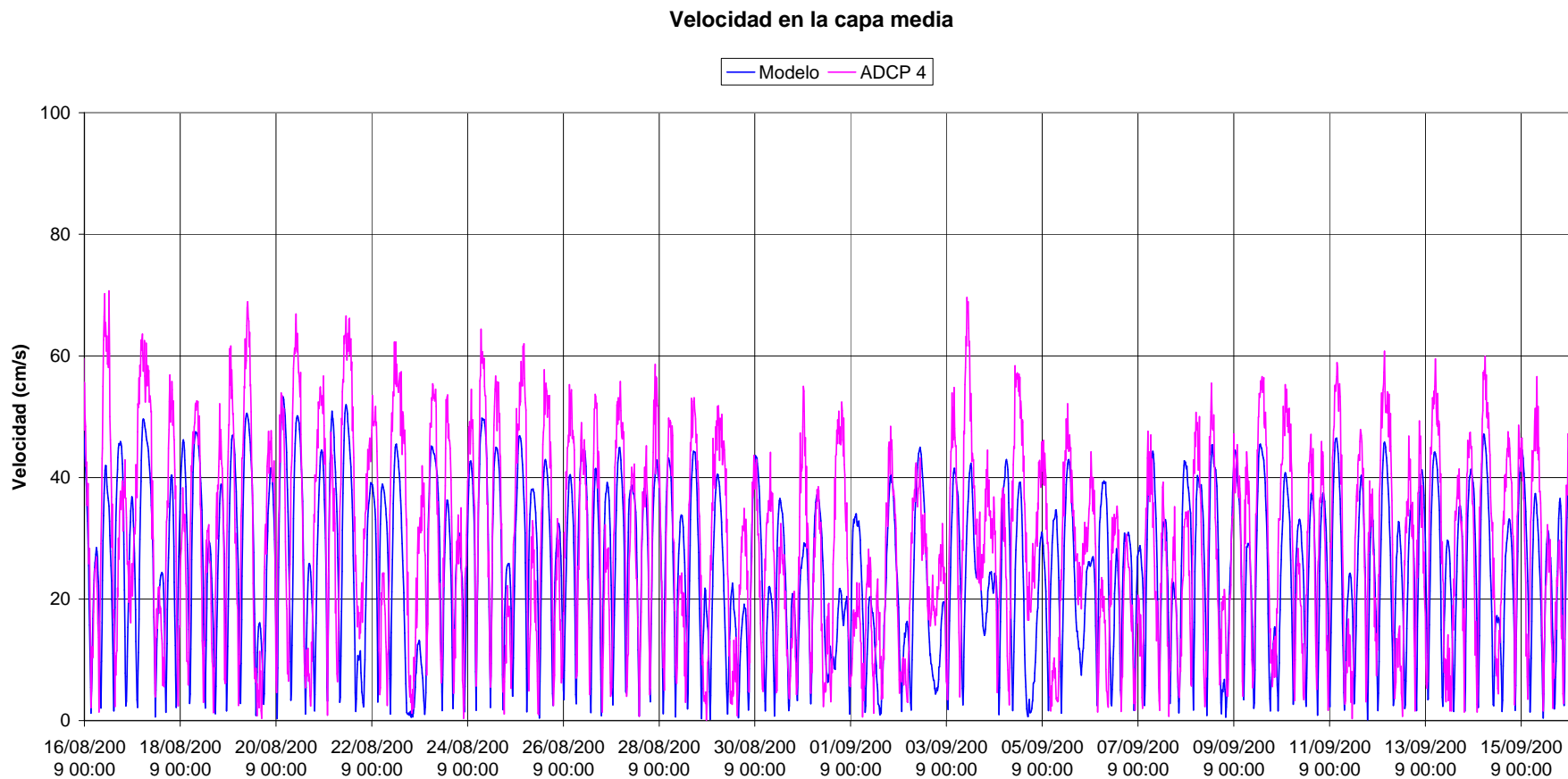
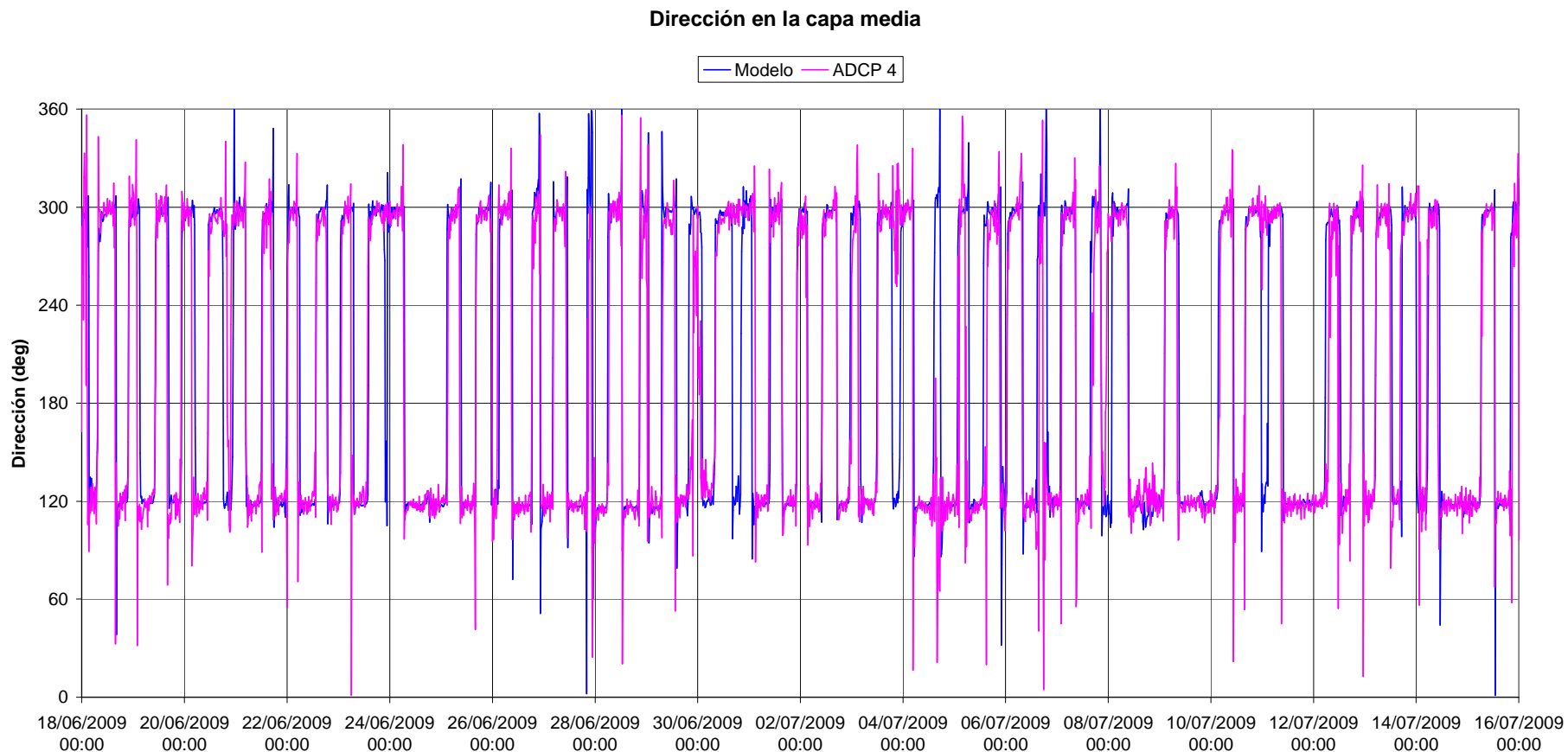


Figura A.5.3.6.2.45 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 4, Mes 3. Capa intermedia.





*Figura A.5.3.6.2.46 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 4, Mes 1. Capa intermedia.*

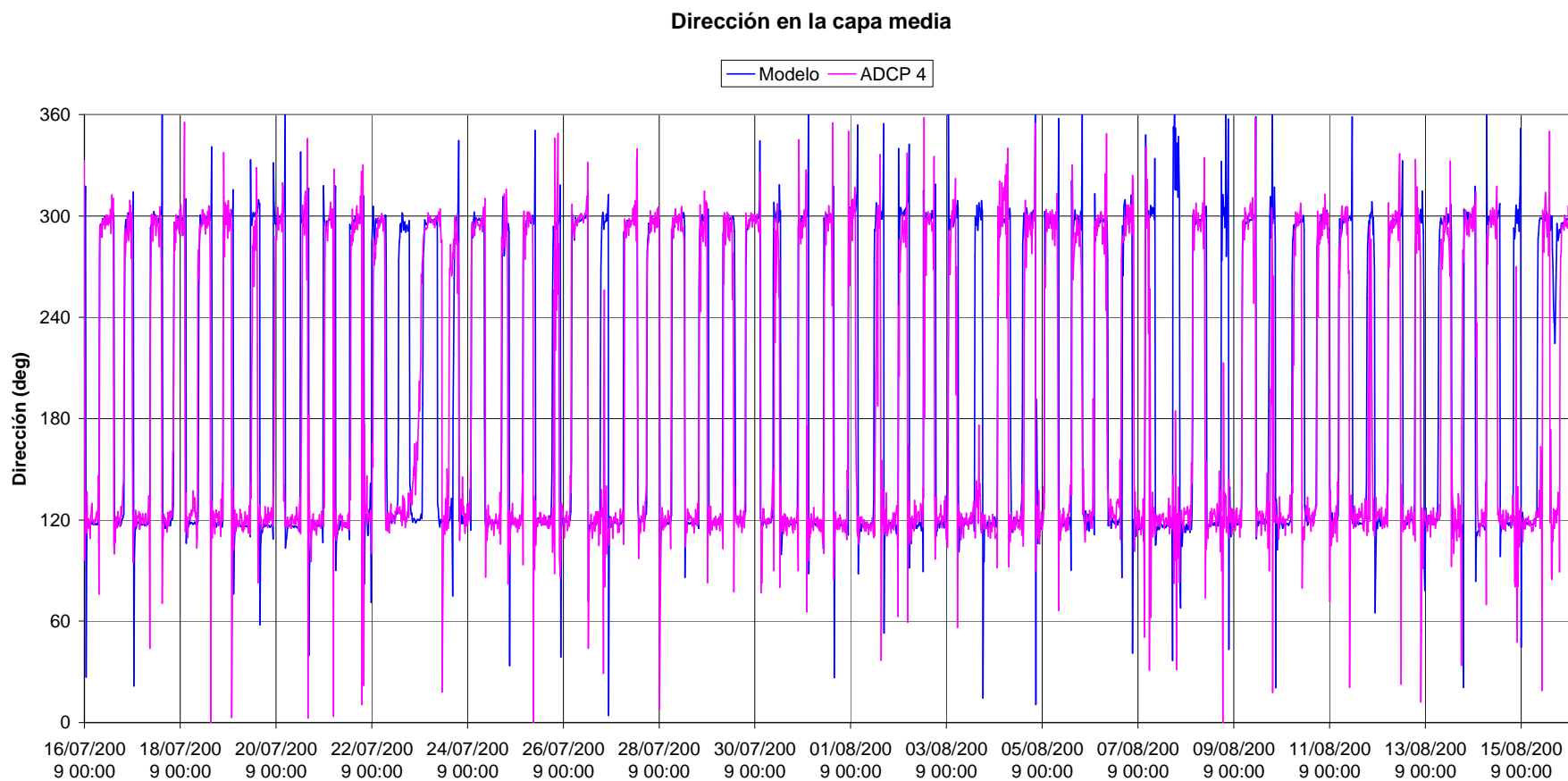


Figura A.5.3.6.2.47 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 4, Mes 2. Capa intermedia.

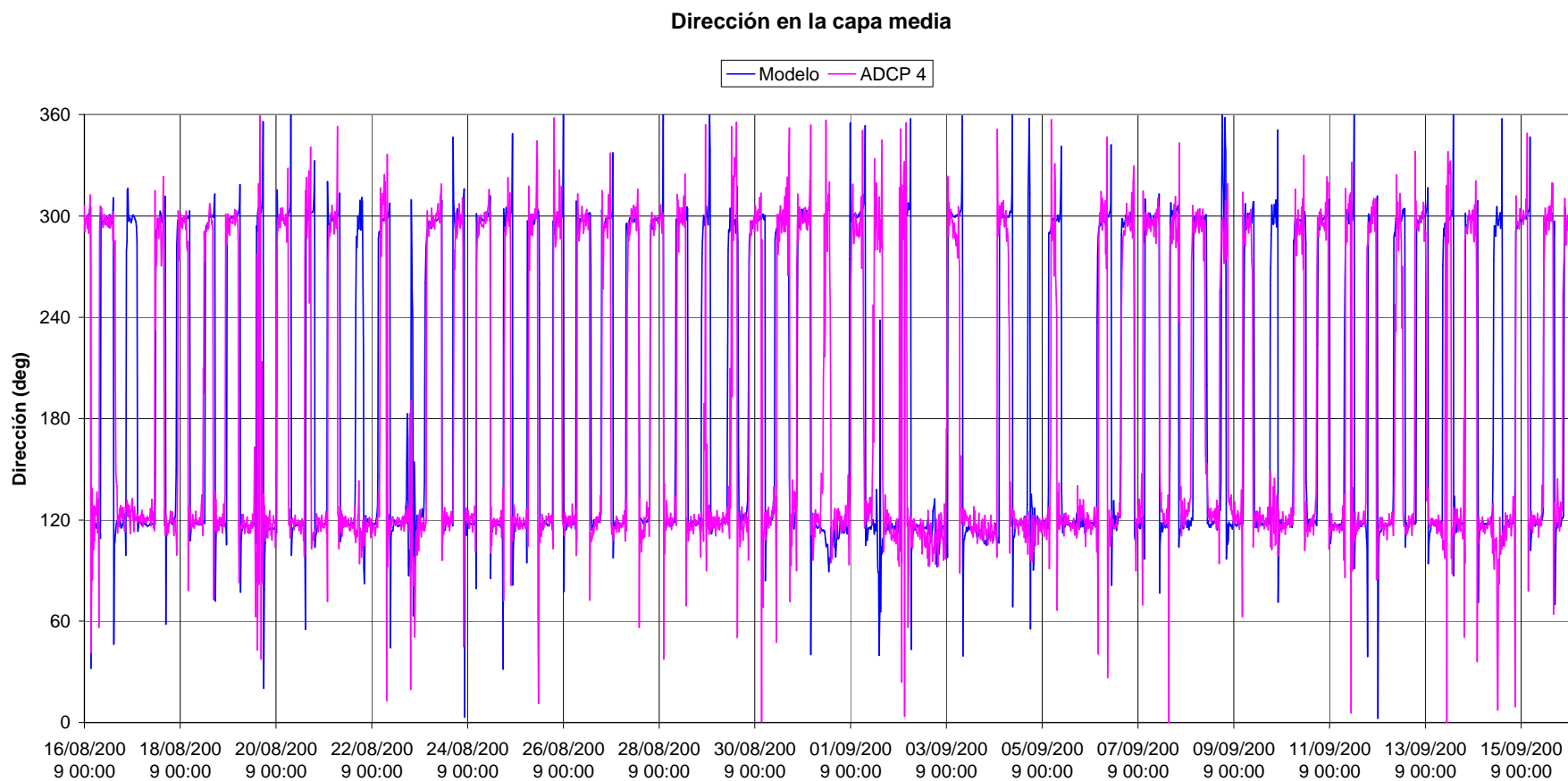


Figura A.5.3.6.2.48 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 4, Mes 3. Capa intermedia.

## ADCP 5

### Velocidad en la capa superficial

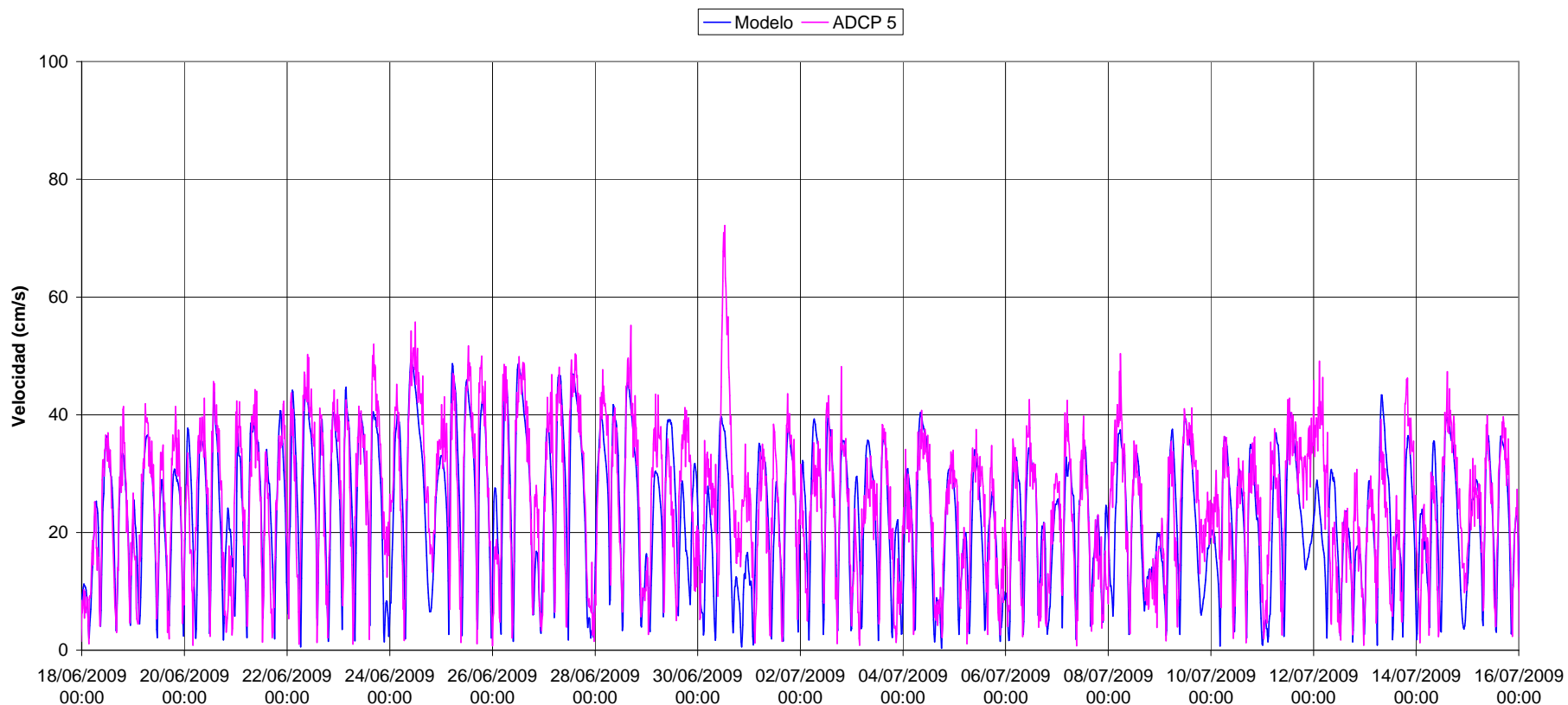


Figura A.5.3.6.2.49 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 5, Mes 1. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

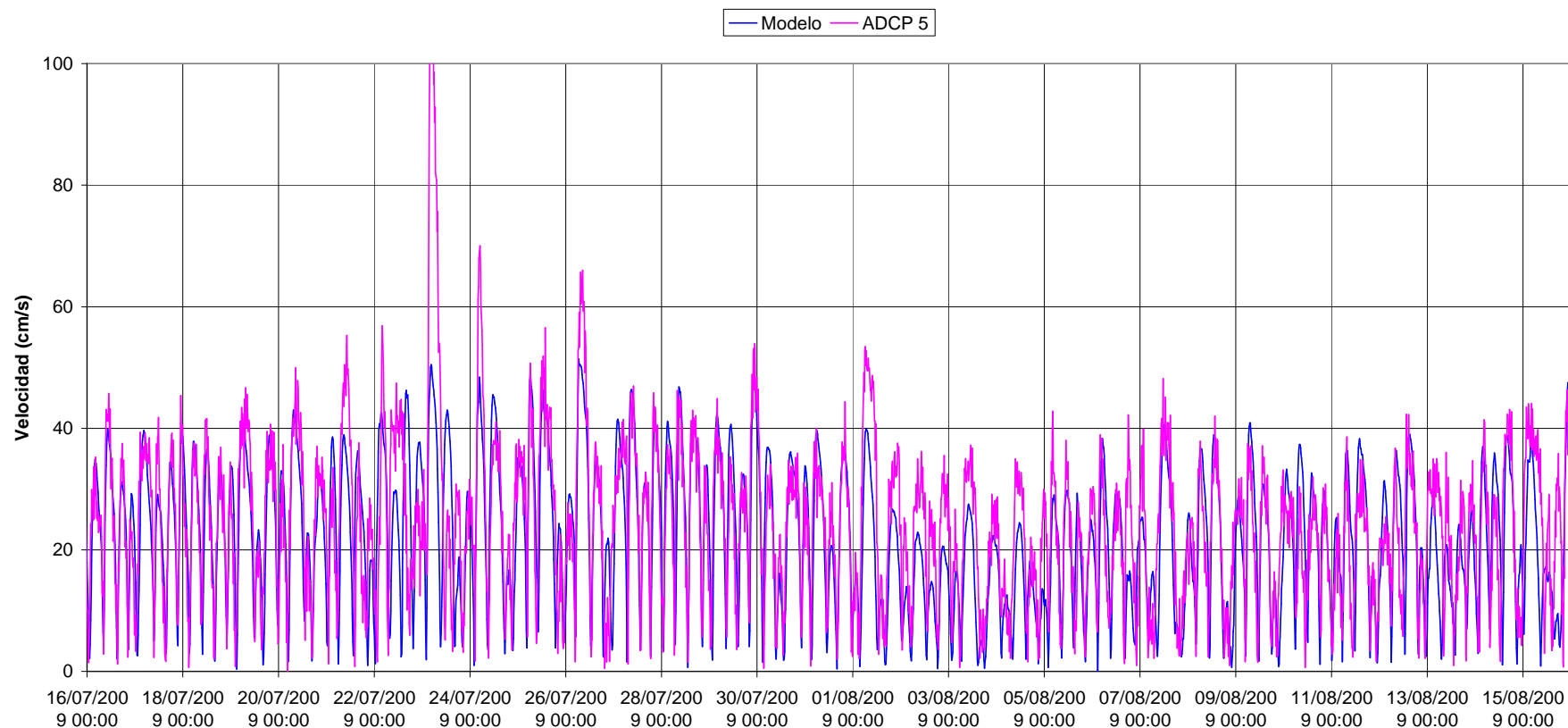


Figura A.5.3.6.2.50 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 5, Mes 2. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

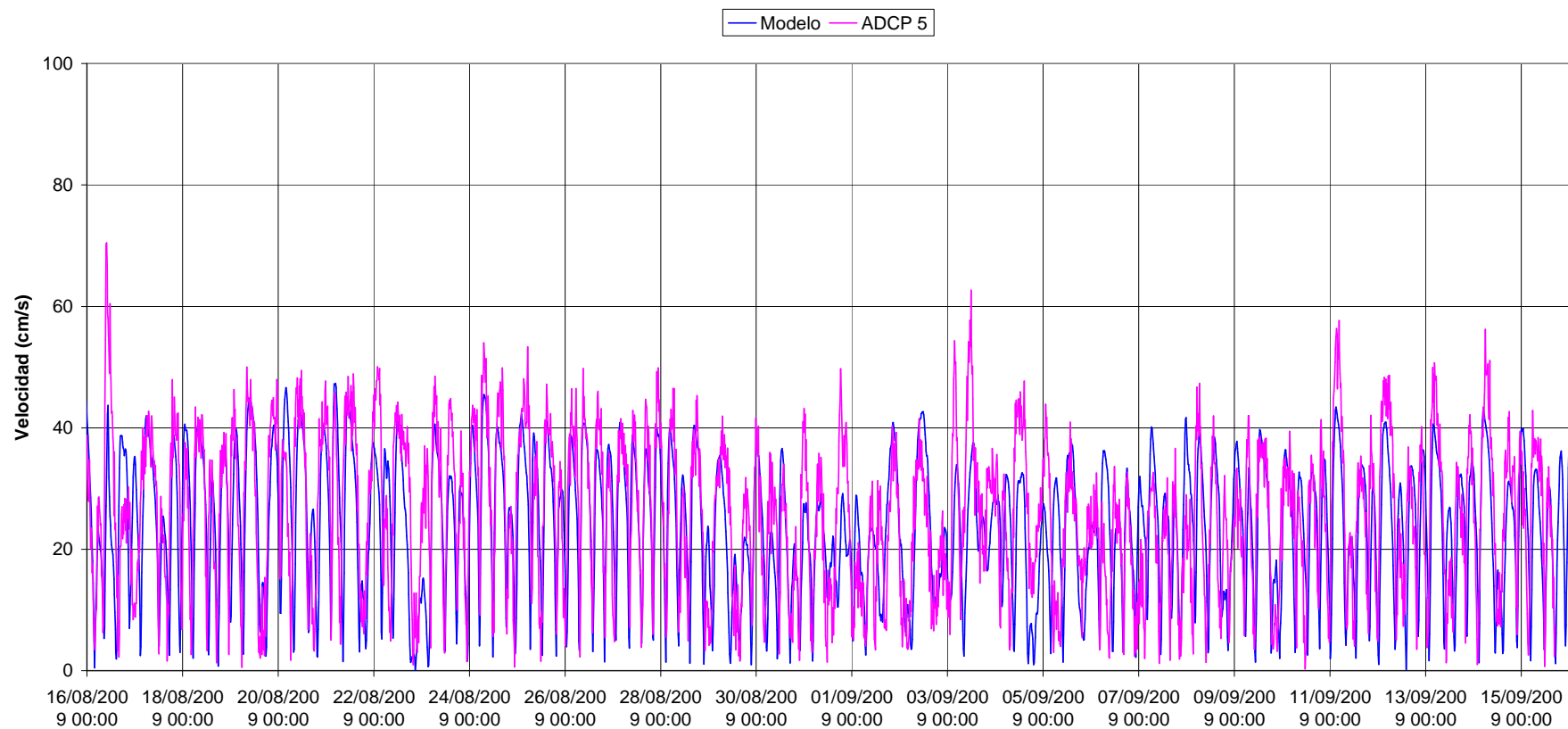
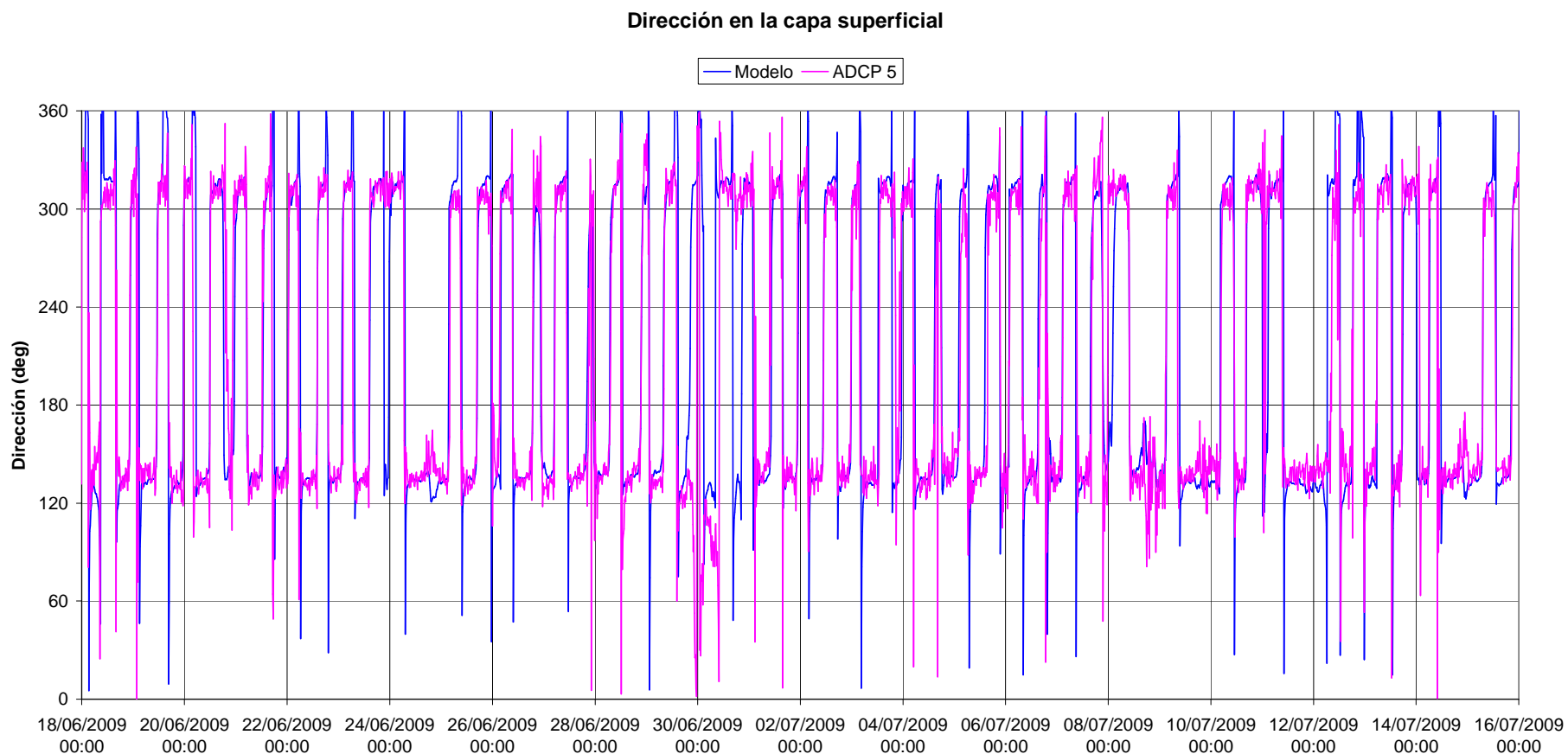


Figura A.5.3.6.2.51 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 5, Mes 3. Capa superficial.



*Figura A.5.3.6.2.52 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 5, Mes 1. Capa superficial.*



Dirección en la capa superficial

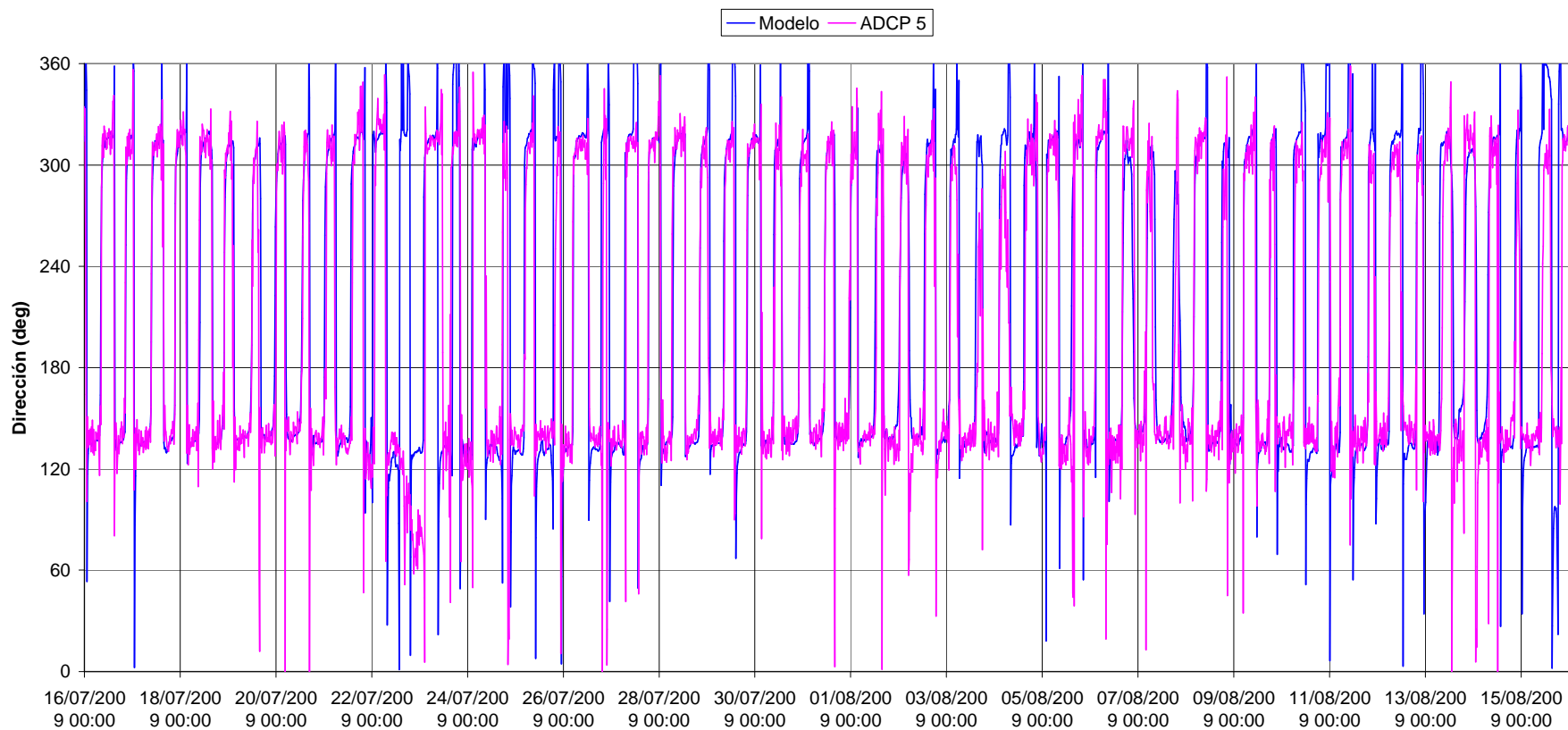


Figura A.5.3.6.2.53 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 5, Mes 2. Capa superficial.

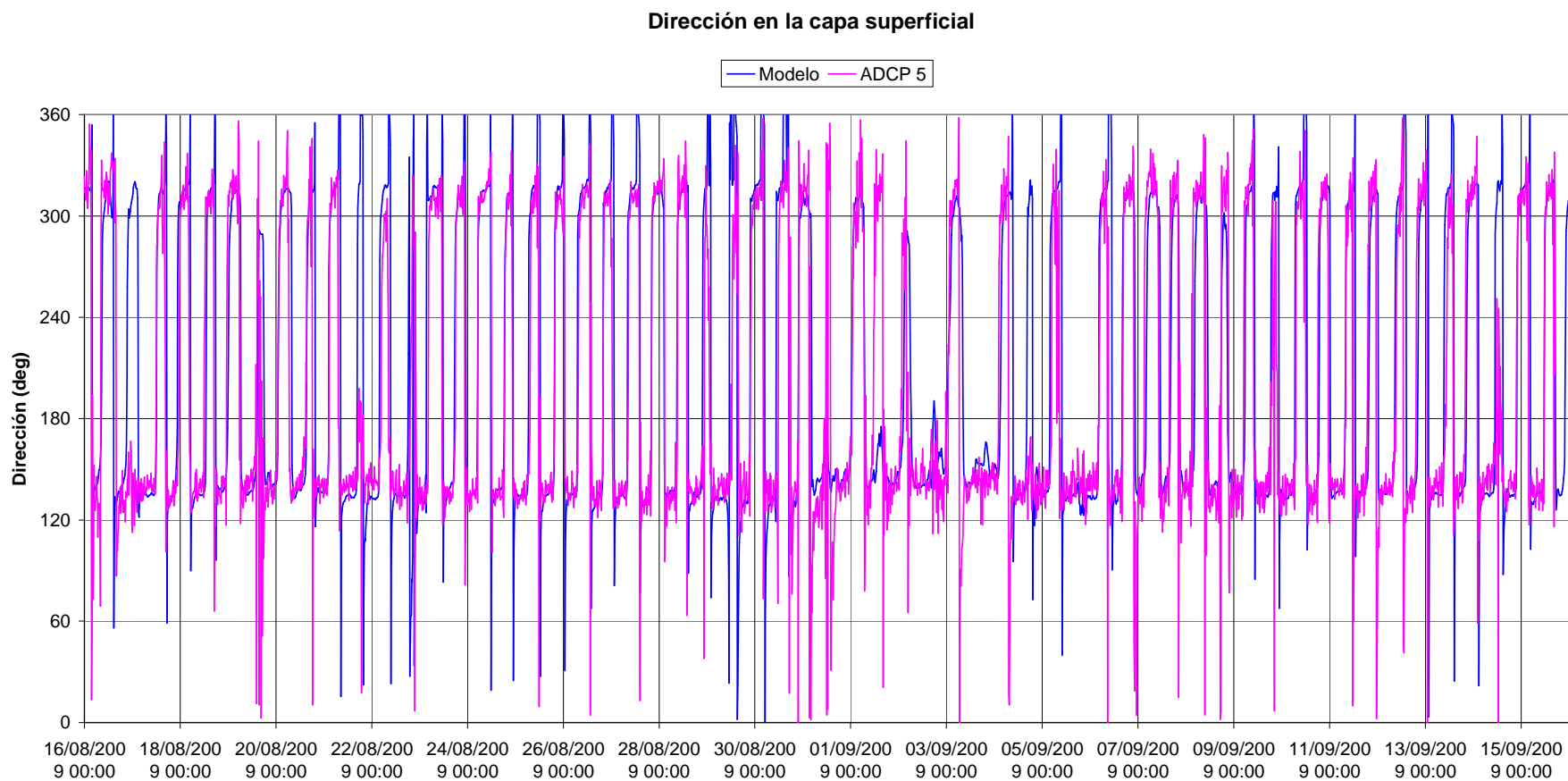


Figura A.5.3.6.2.54 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 5, Mes 3. Capa superficial.

### Velocidad en la capa media

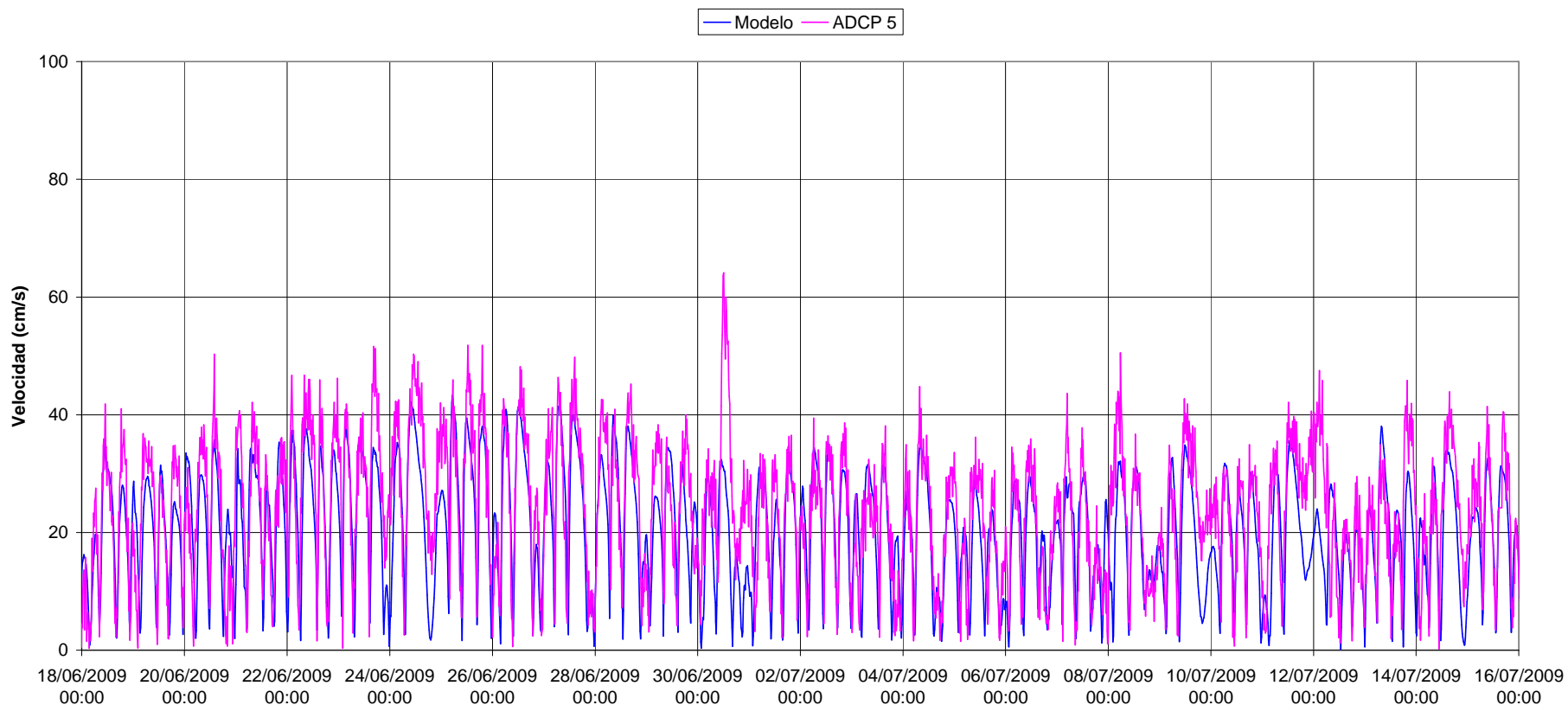


Figura A.5.3.6.2.55 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 5, Mes 1. Capa intermedia.

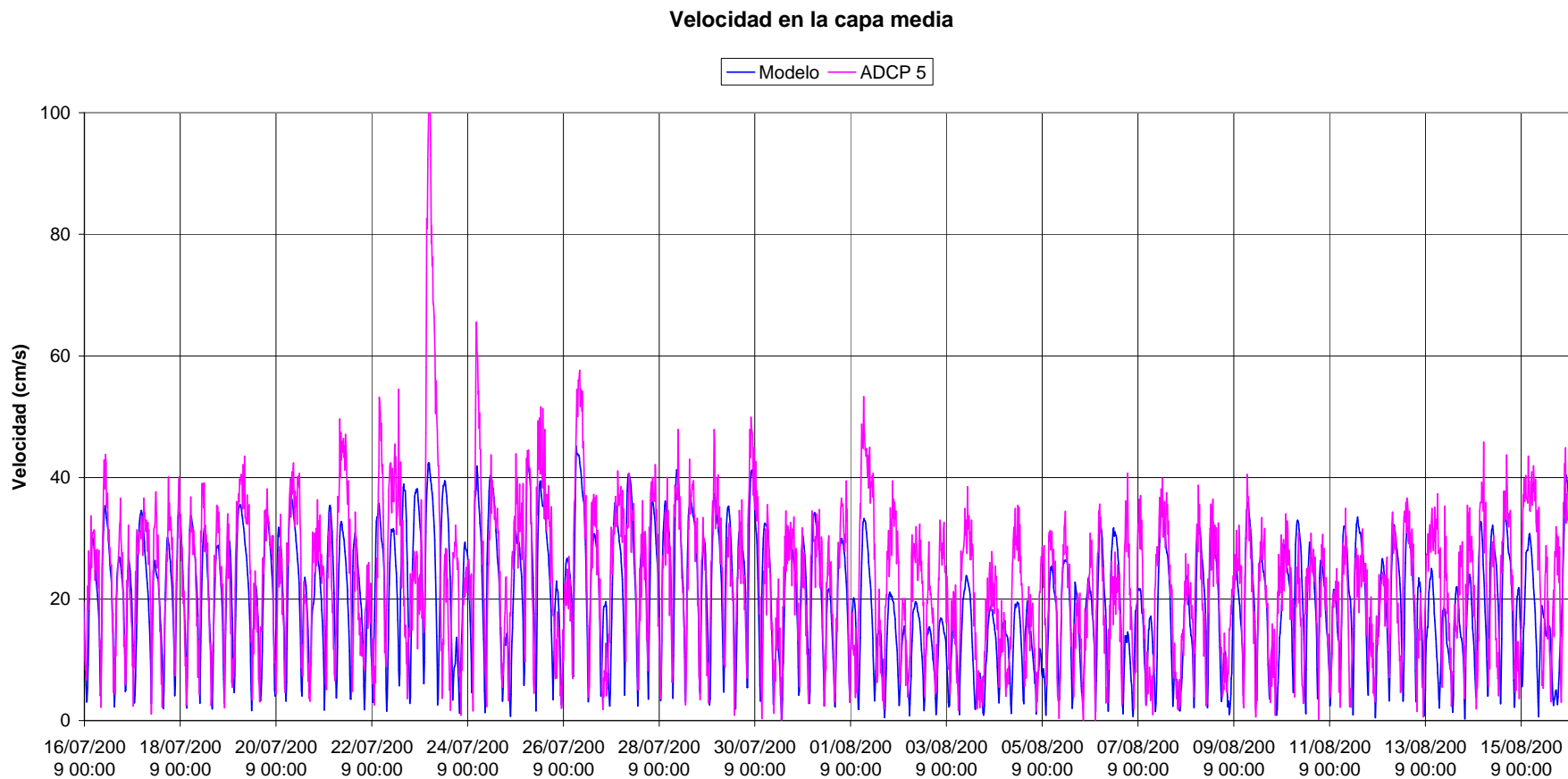


Figura A.5.3.6.2.56 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 5, Mes 2. Capa intermedia.

### Velocidad en la capa media

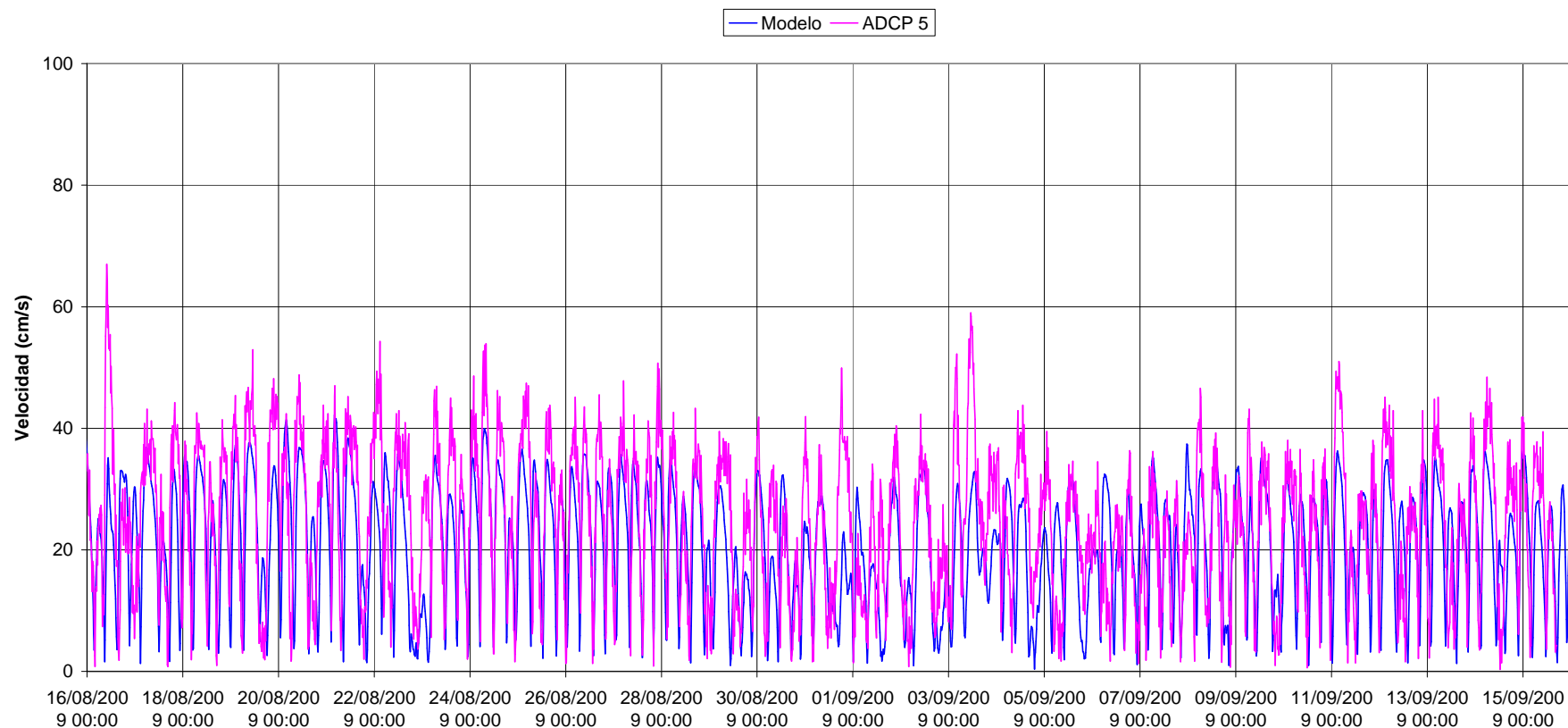


Figura A.5.3.6.2.57 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 5, Mes 3. Capa intermedia.

Dirección en la capa media

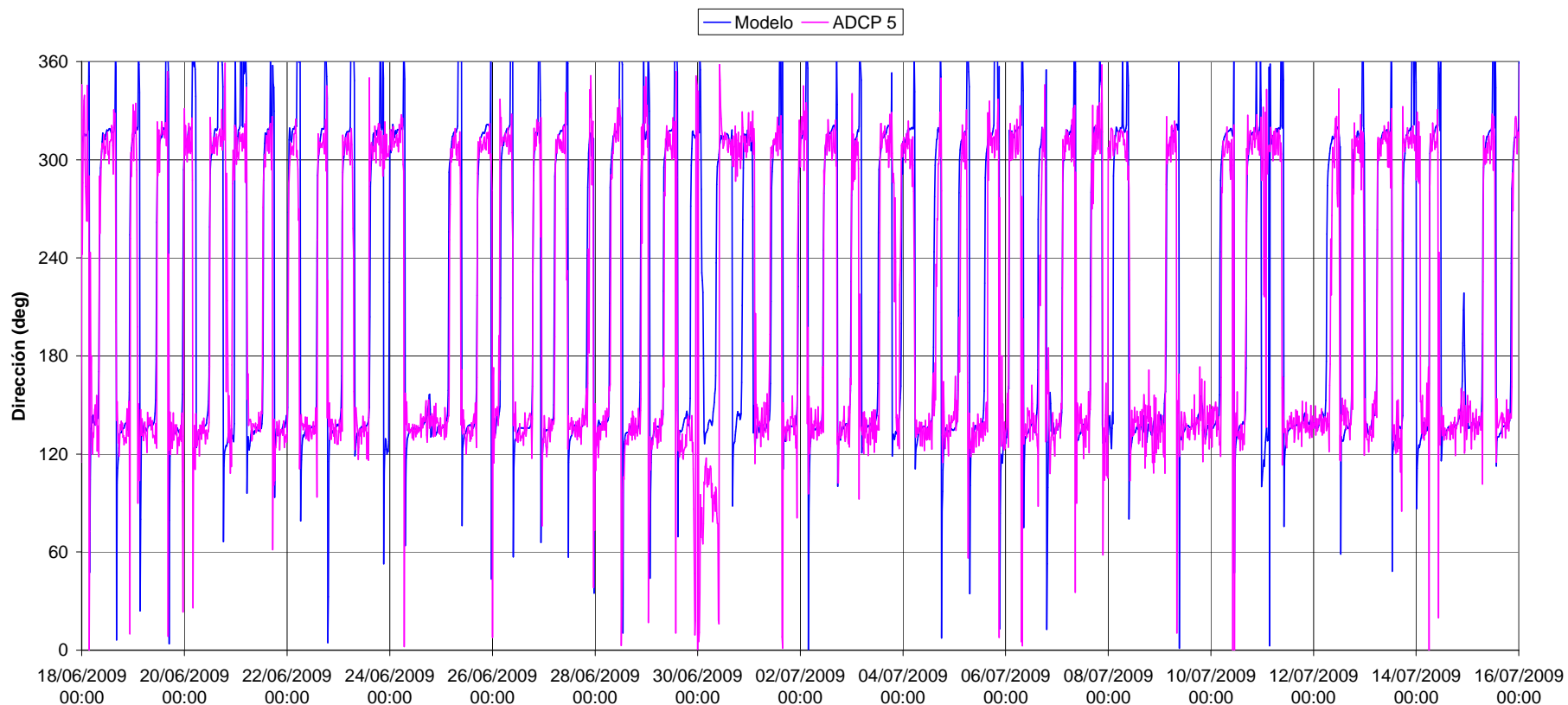


Figura A.5.3.6.2.58 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 5, Mes 1. Capa intermedia.

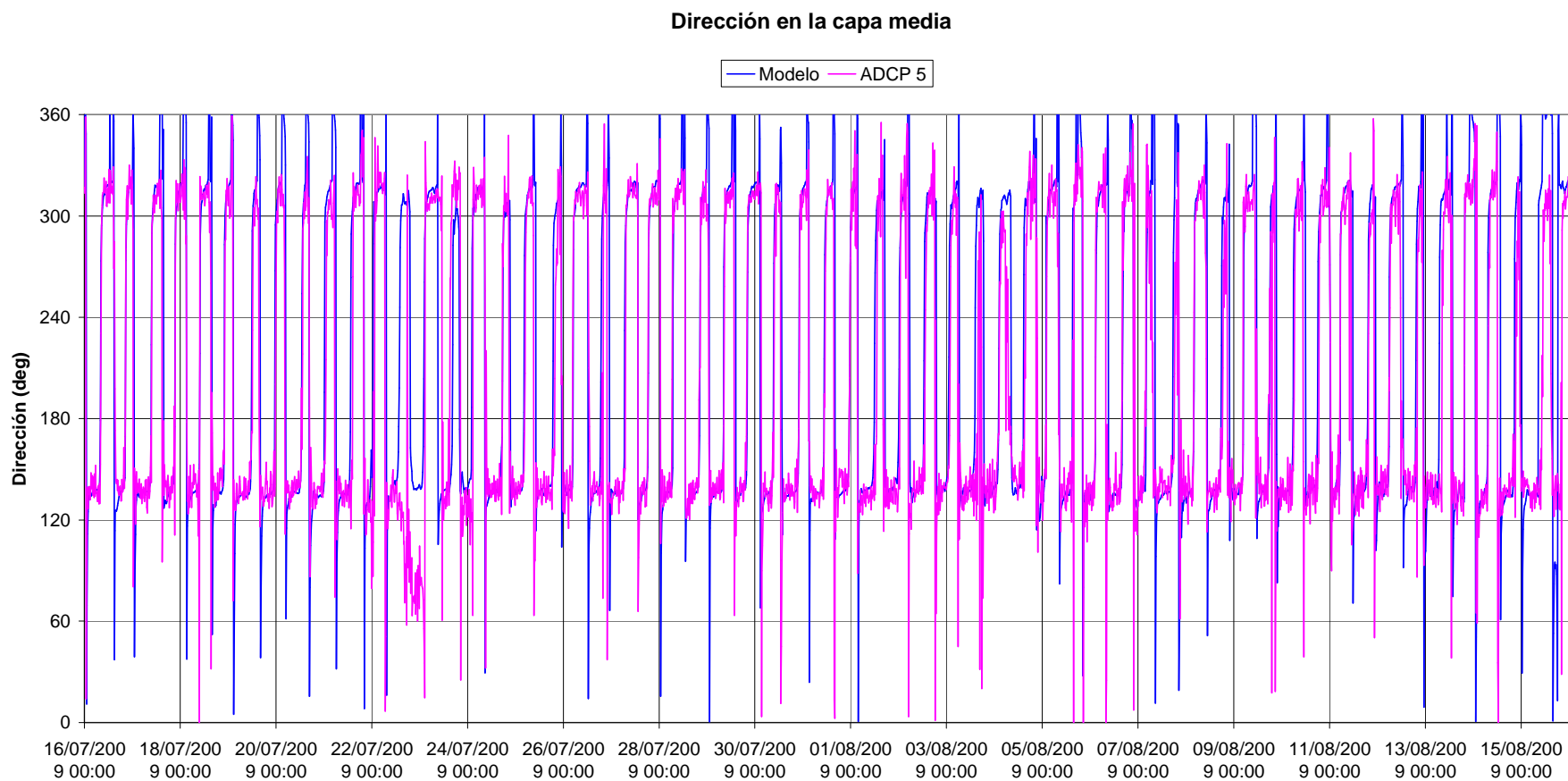


Figura A.5.3.6.2.59 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 5, Mes 2. Capa intermedia.



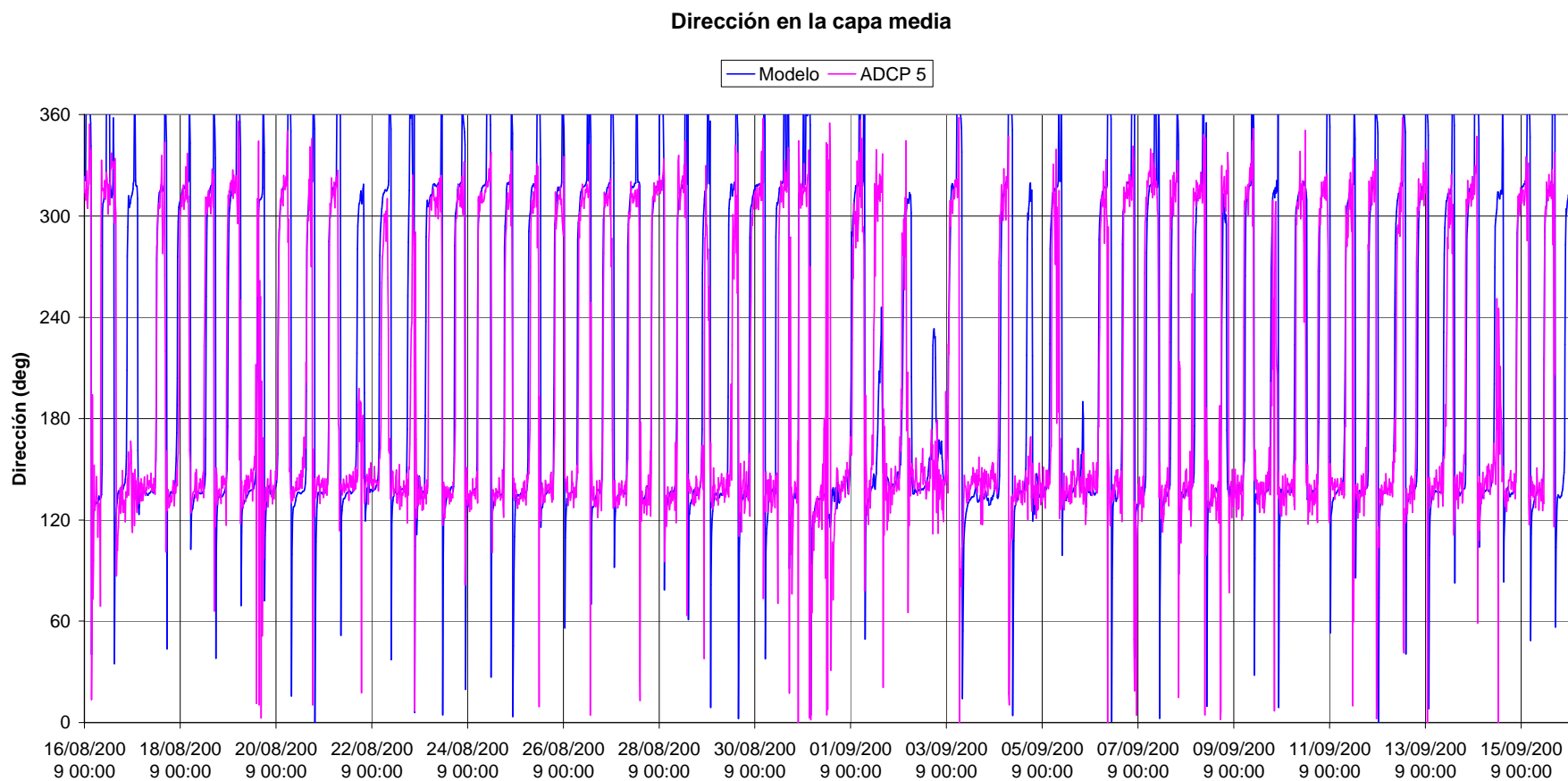


Figura A.5.3.6.2.60 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 5, Mes 3. Capa intermedia.

## ADCP 6

### Velocidad en la capa superficial

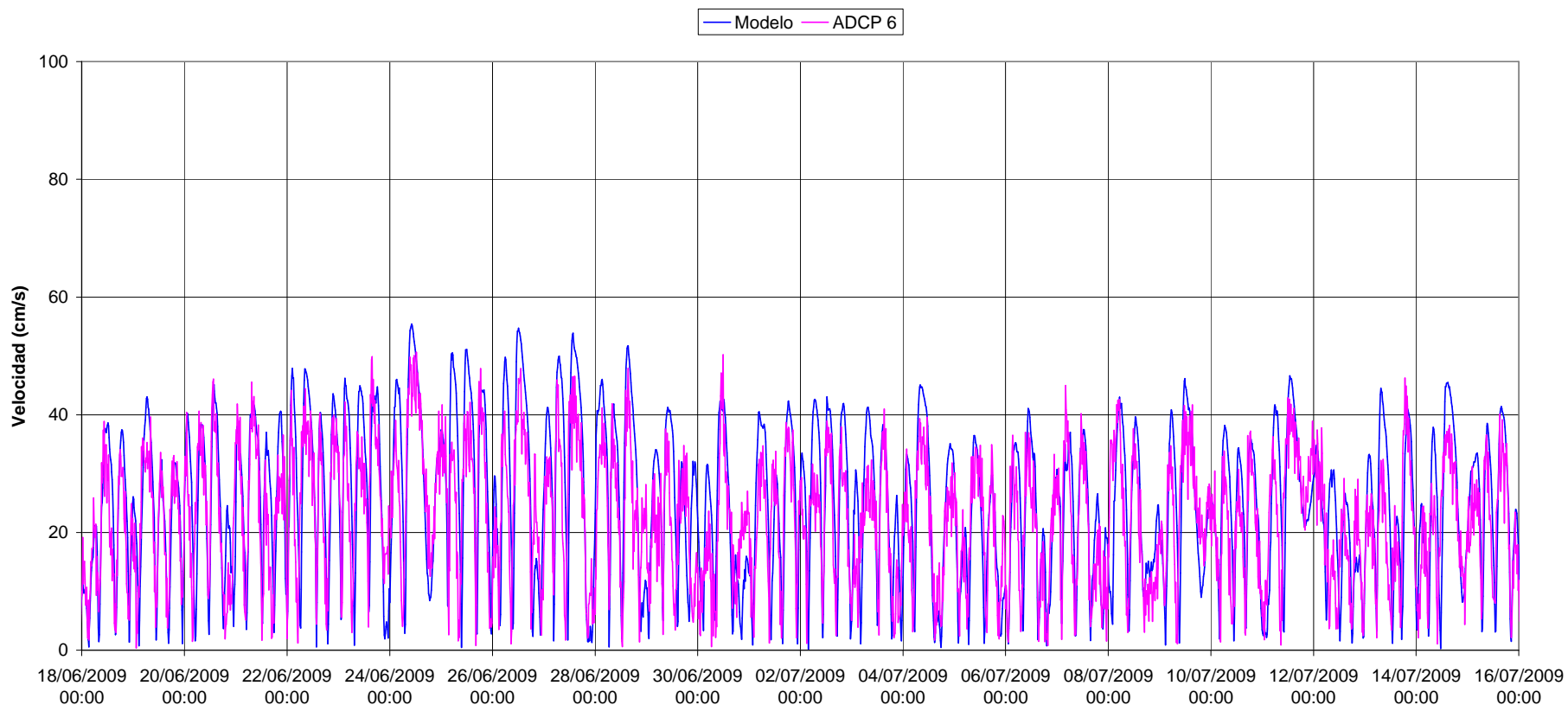


Figura A.5.3.6.2.61 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 6, Mes 1. Capa superficial.

### Velocidad en la capa superficial

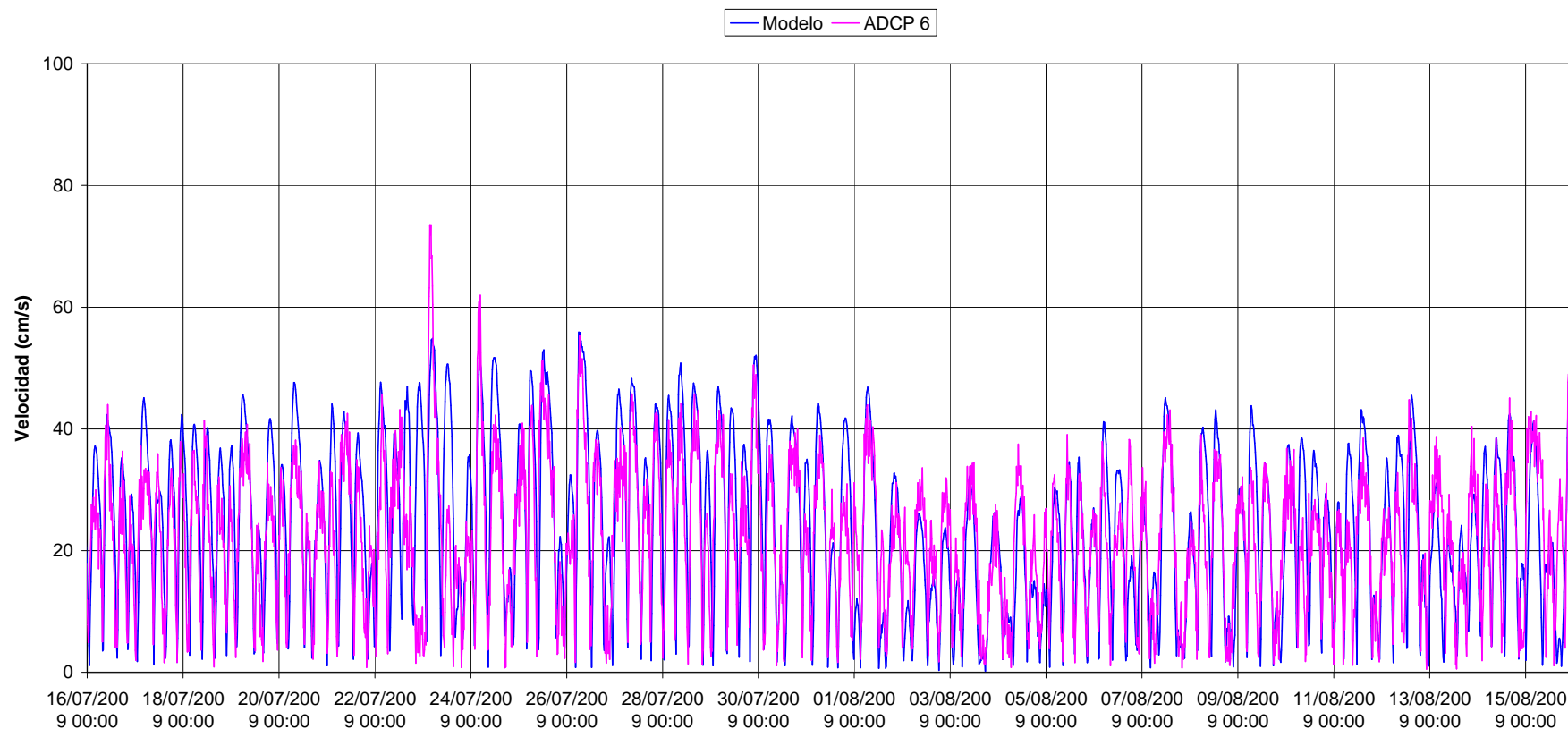


Figura A.5.3.6.2.62 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 6, Mes 2. Capa superficial.

Velocidad en la capa superficial

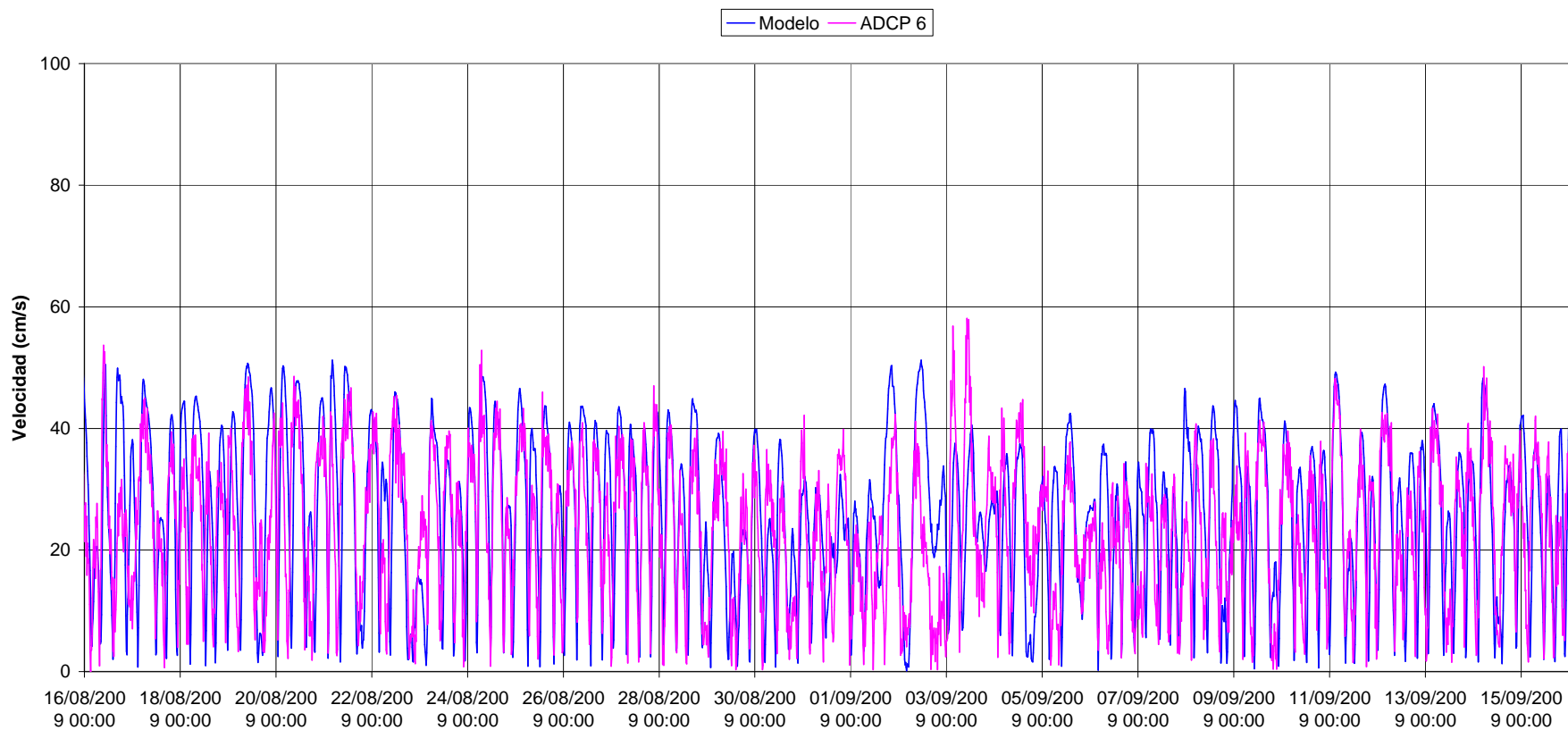
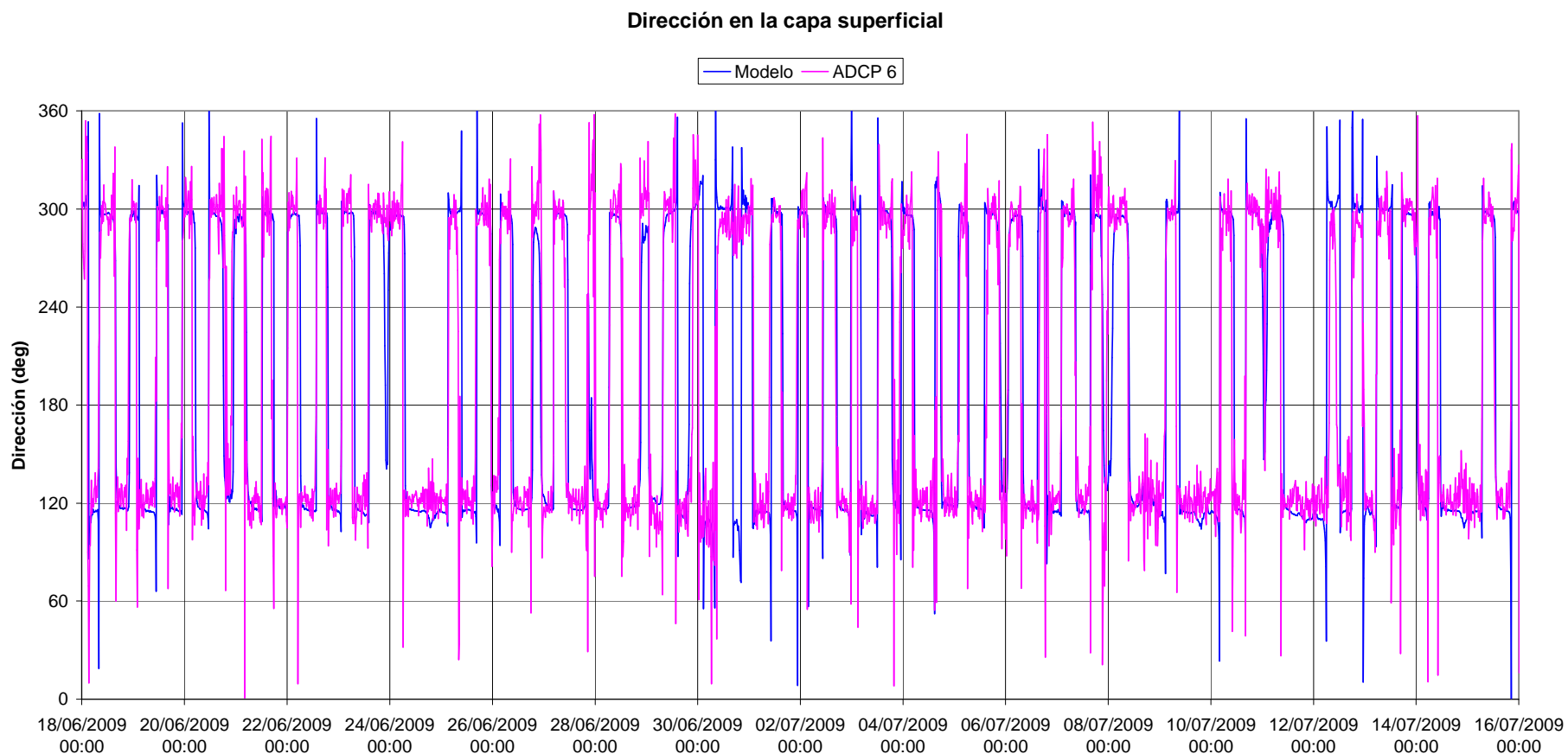
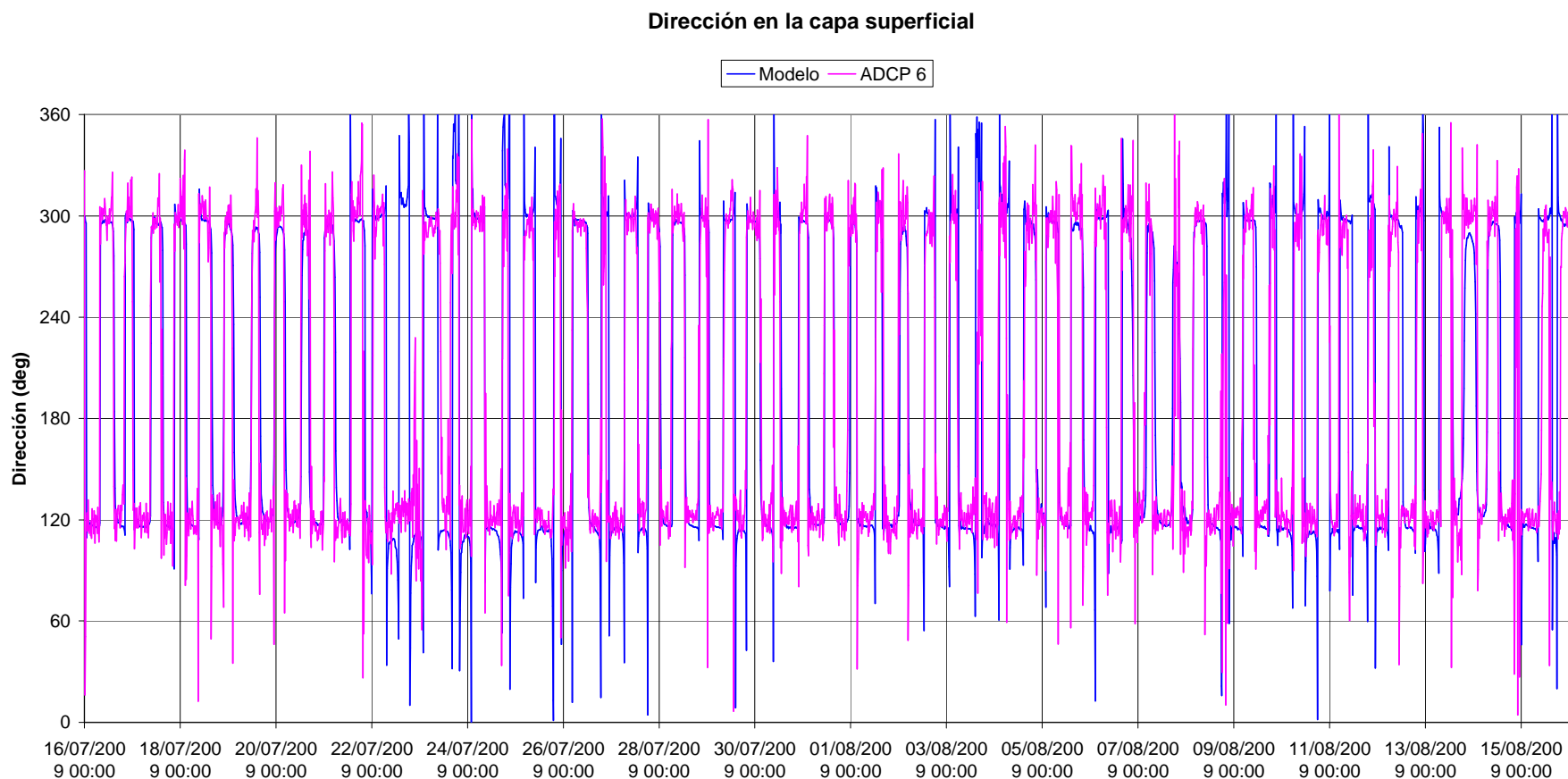


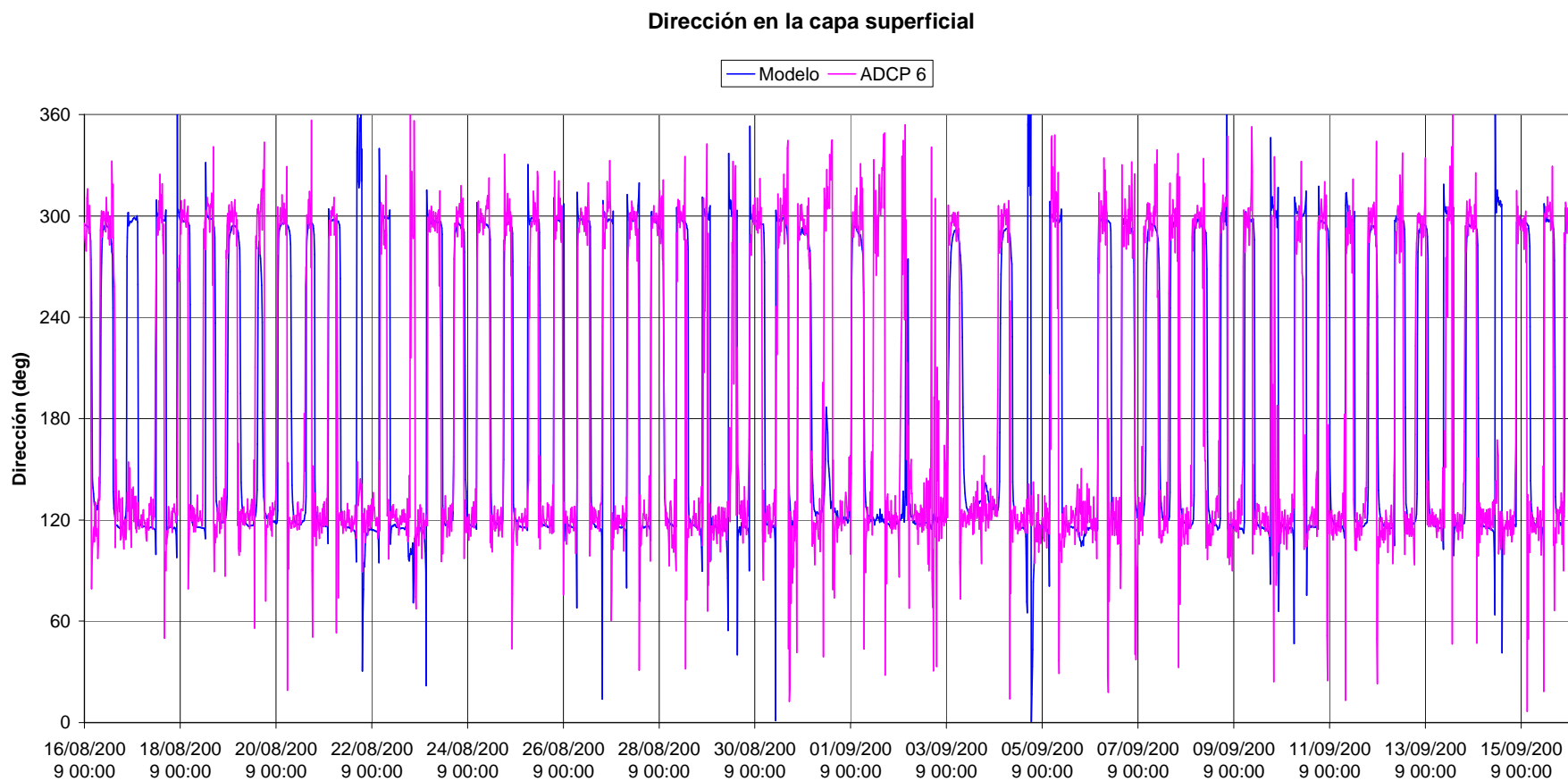
Figura A.5.3.6.2.63 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 6, Mes 3. Capa superficial.



*Figura A.5.3.6.2.64 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 6, Mes 1. Capa superficial.*



*Figura A.5.3.6.2.65 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 6, Mes 2. Capa superficial.*



*Figura A.5.3.6.2.66 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 6, Mes 3. Capa superficial.*



### Velocidad en la capa media

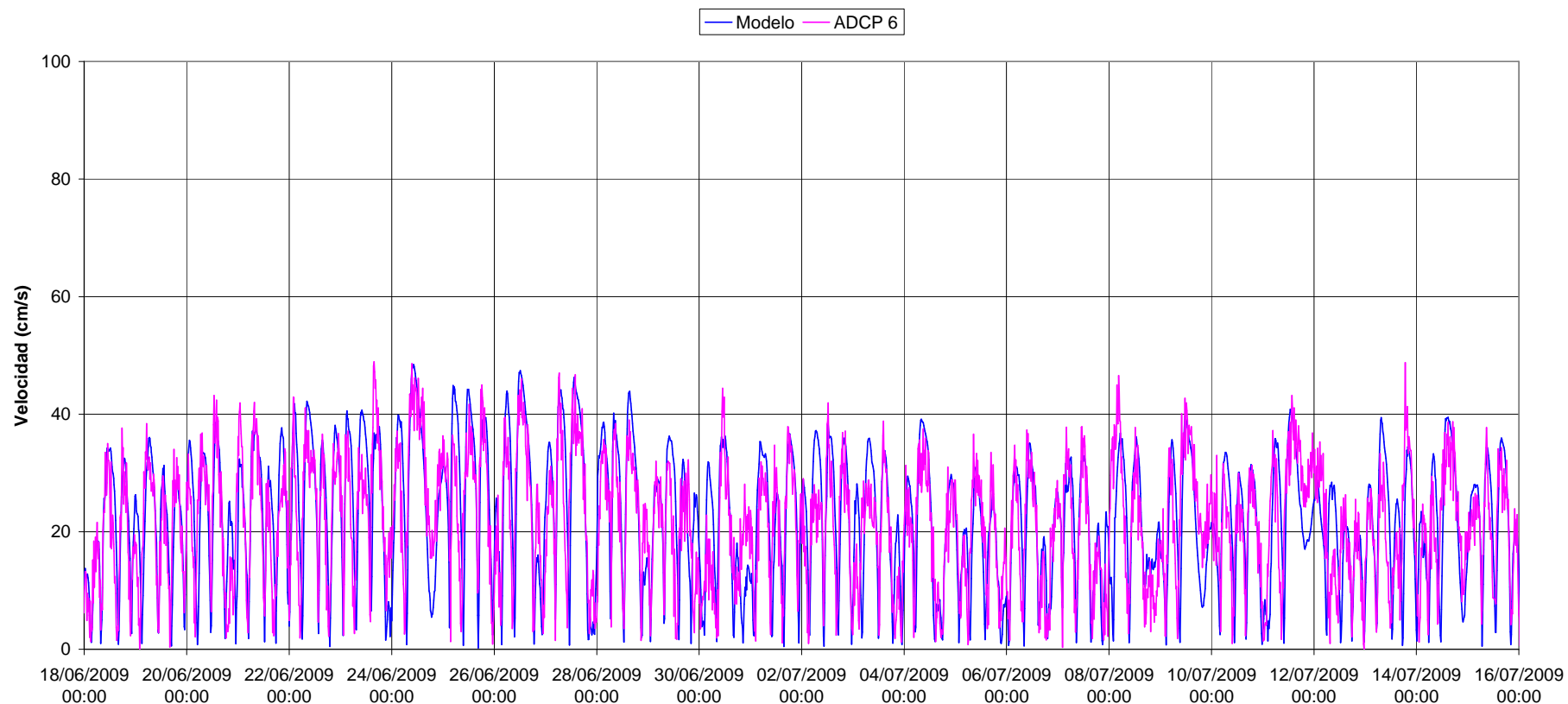


Figura A.5.3.6.2.67 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de velocidad en ADCP 6, Mes 1. Capa intermedia.

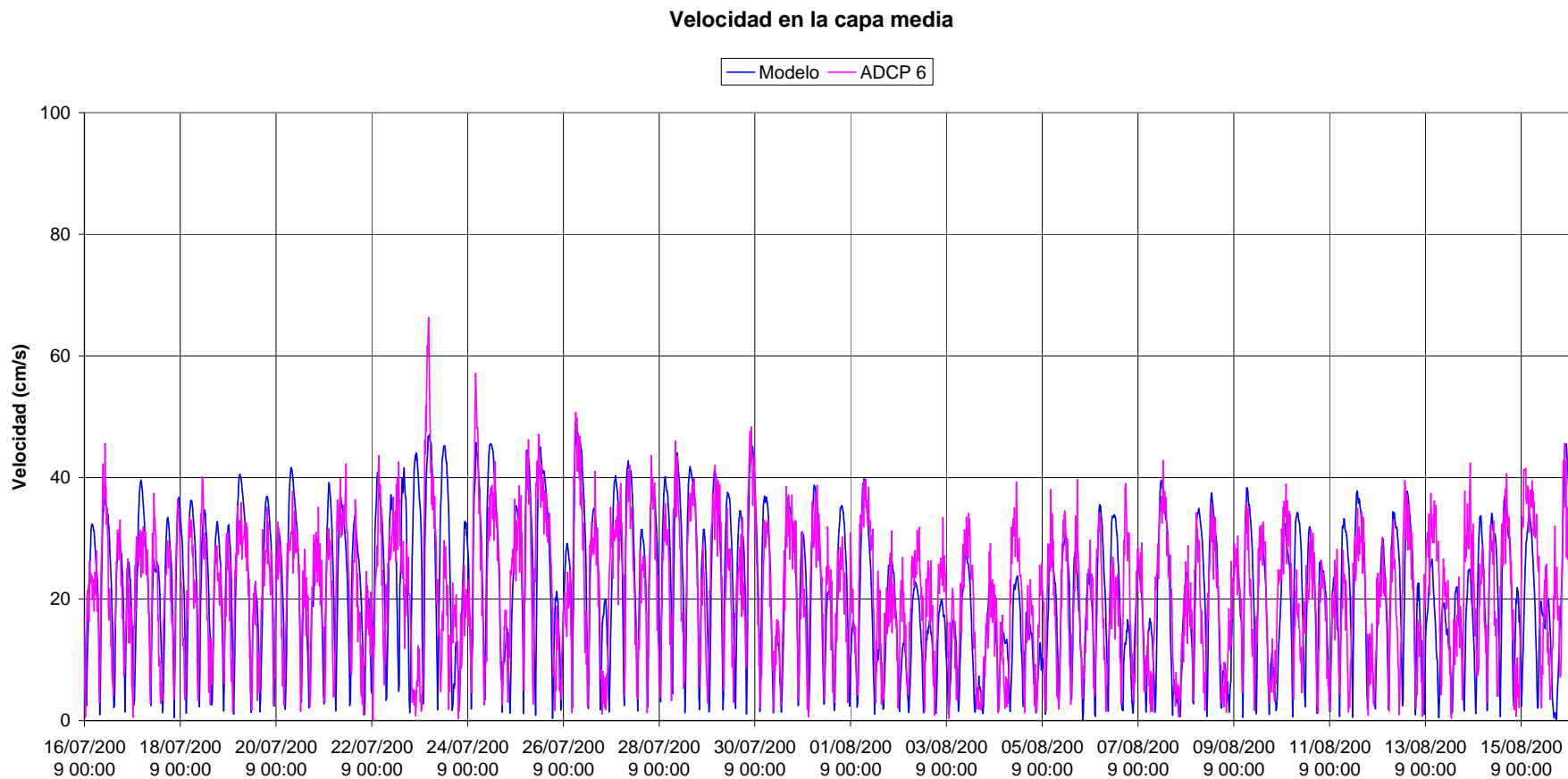


Figura A.5.3.6.2.68 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 6, Mes 2. Capa intermedia.

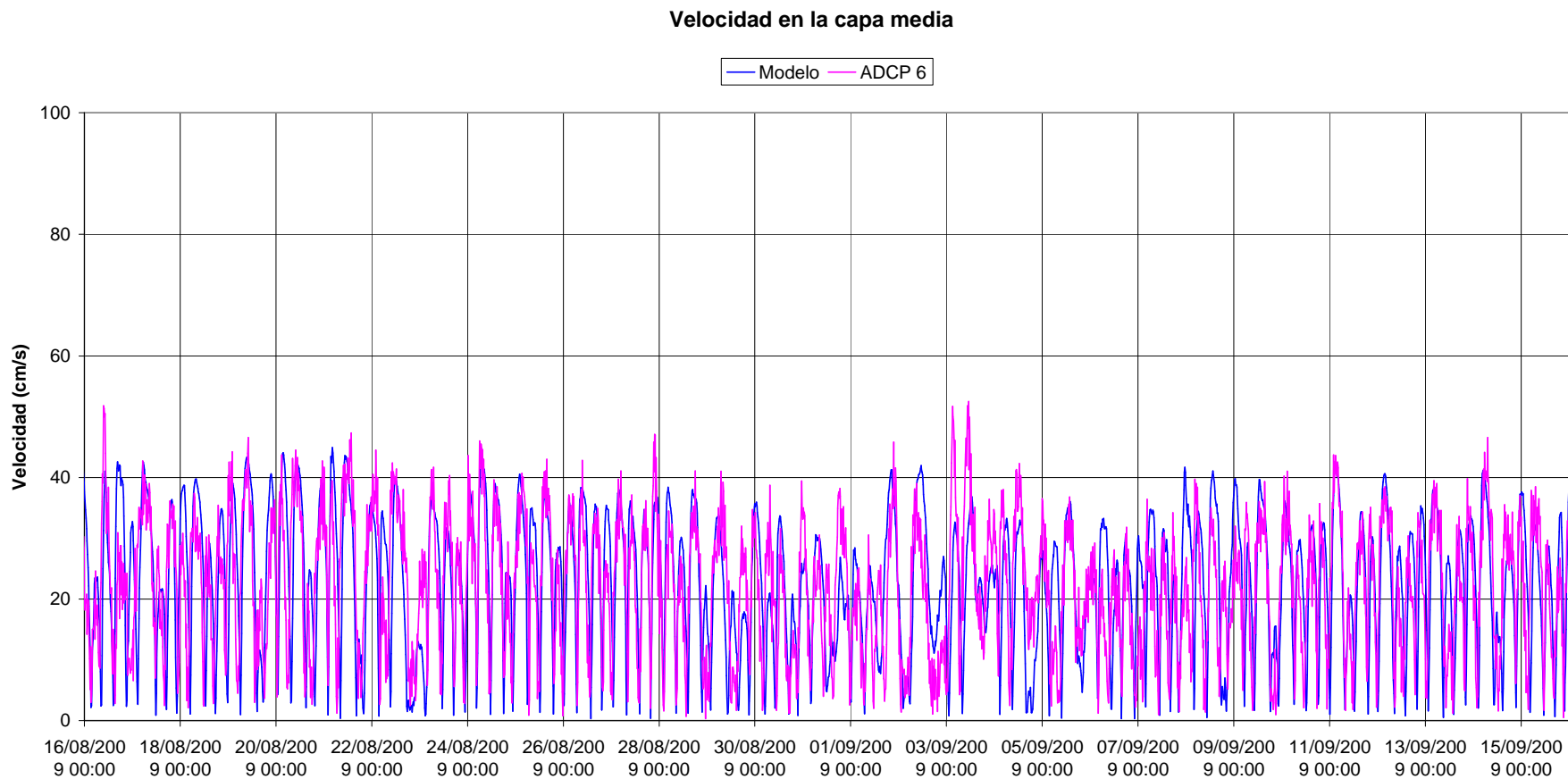
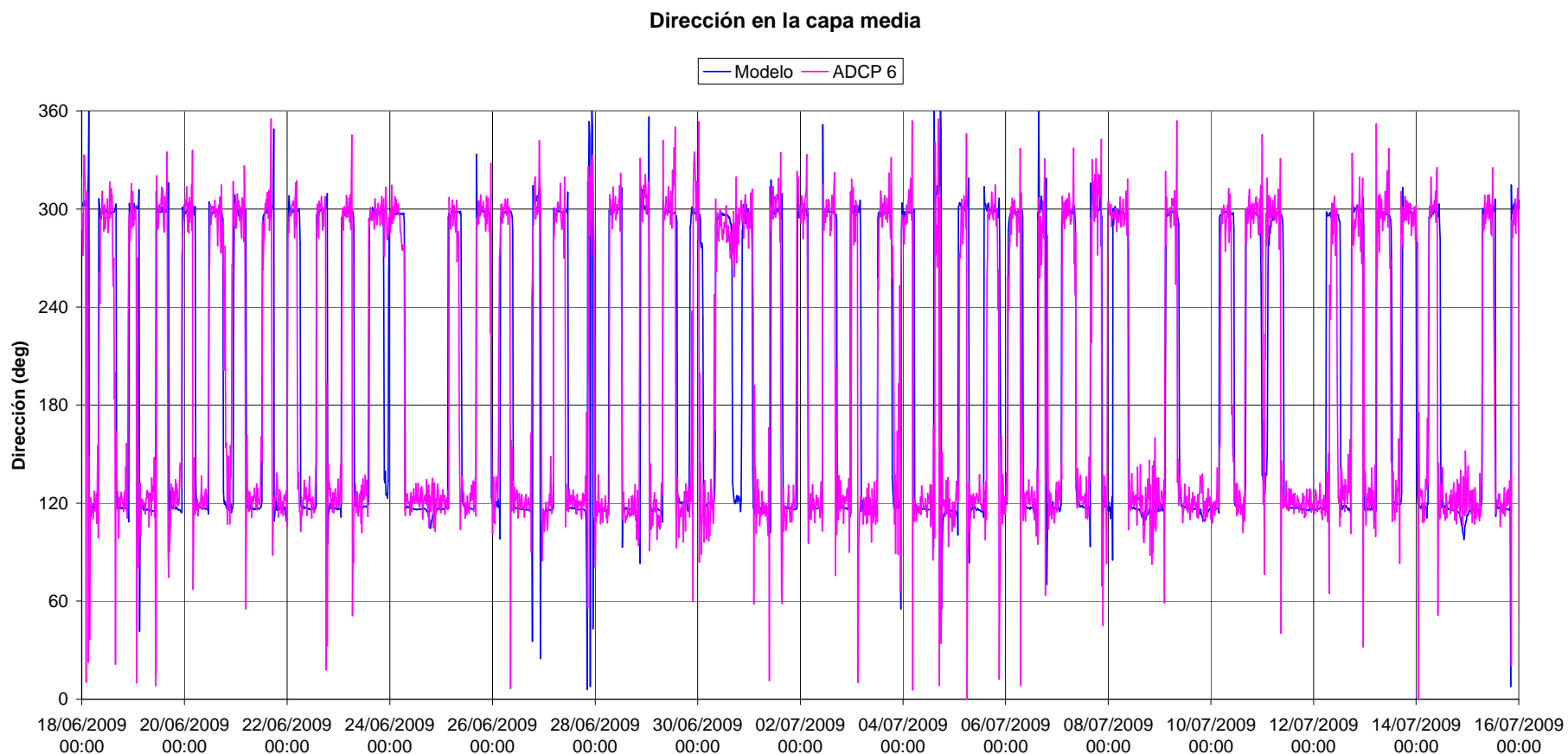
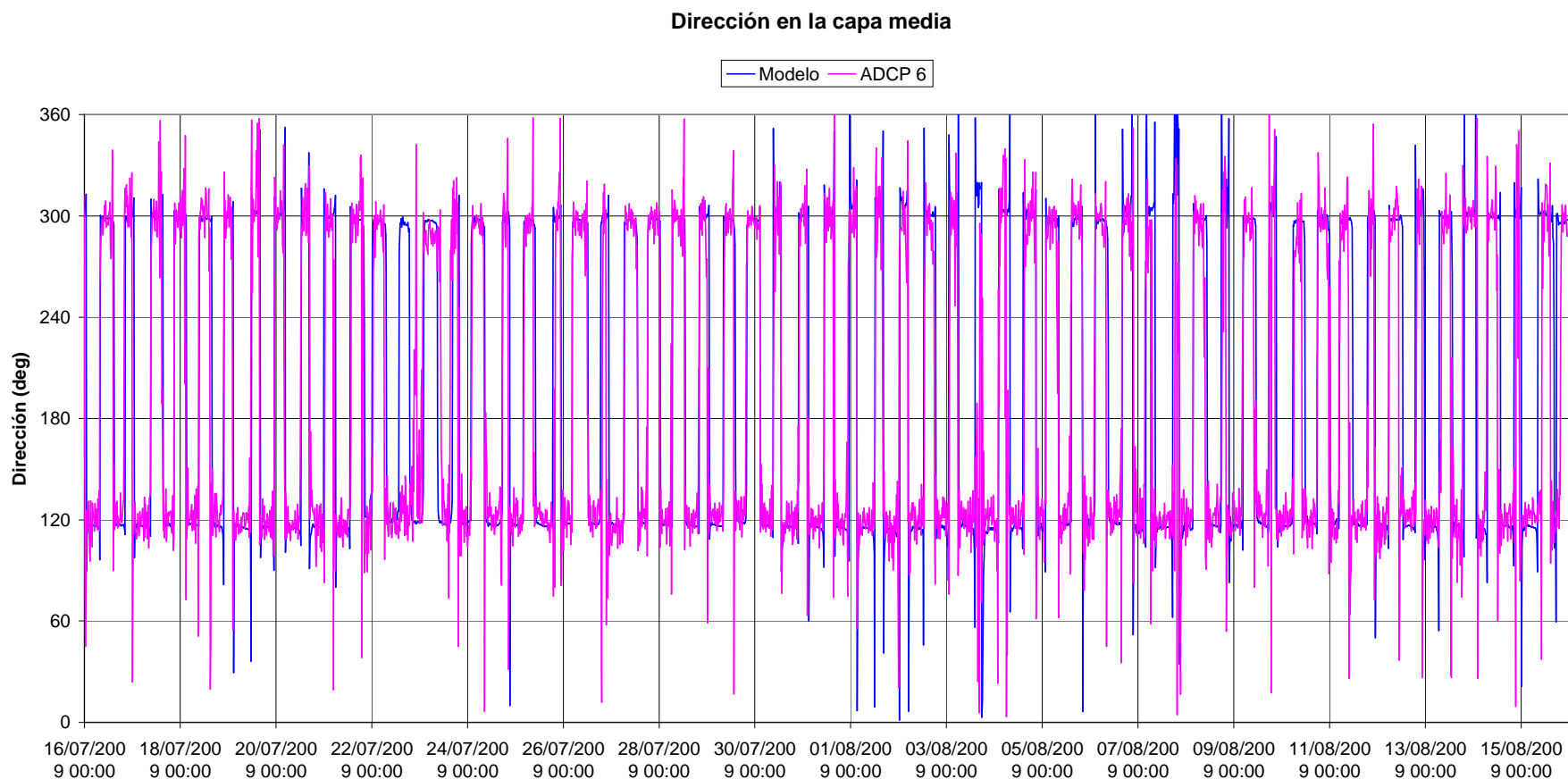


Figura A.5.3.6.2.69 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de velocidad en ADCP 6, Mes 3. Capa intermedia.



*Figura A.5.3.6.2.70 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 6, Mes 1. Capa intermedia.*



*Figura A.5.3.6.2.71 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 6, Mes 2. Capa intermedia.*

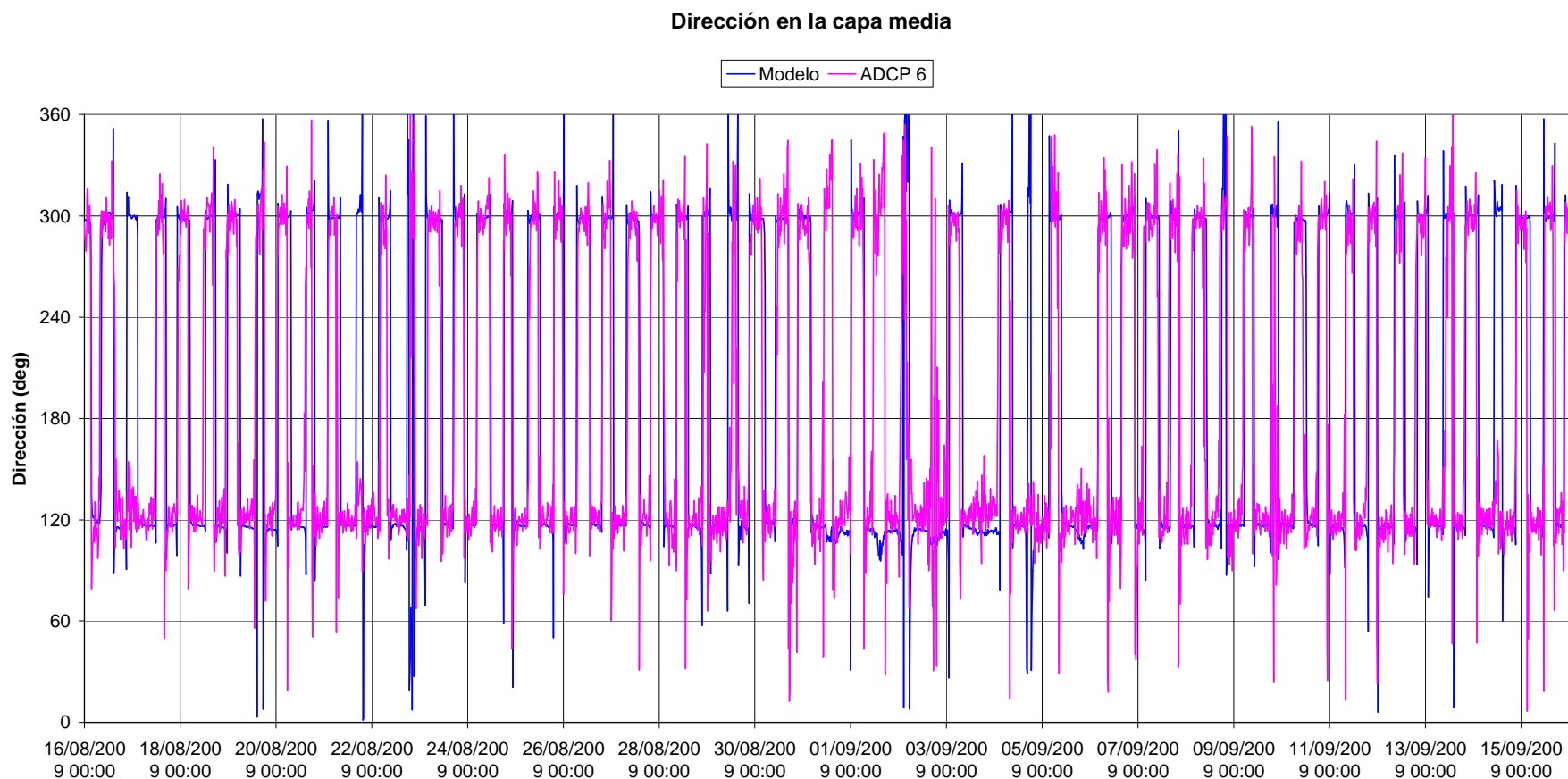


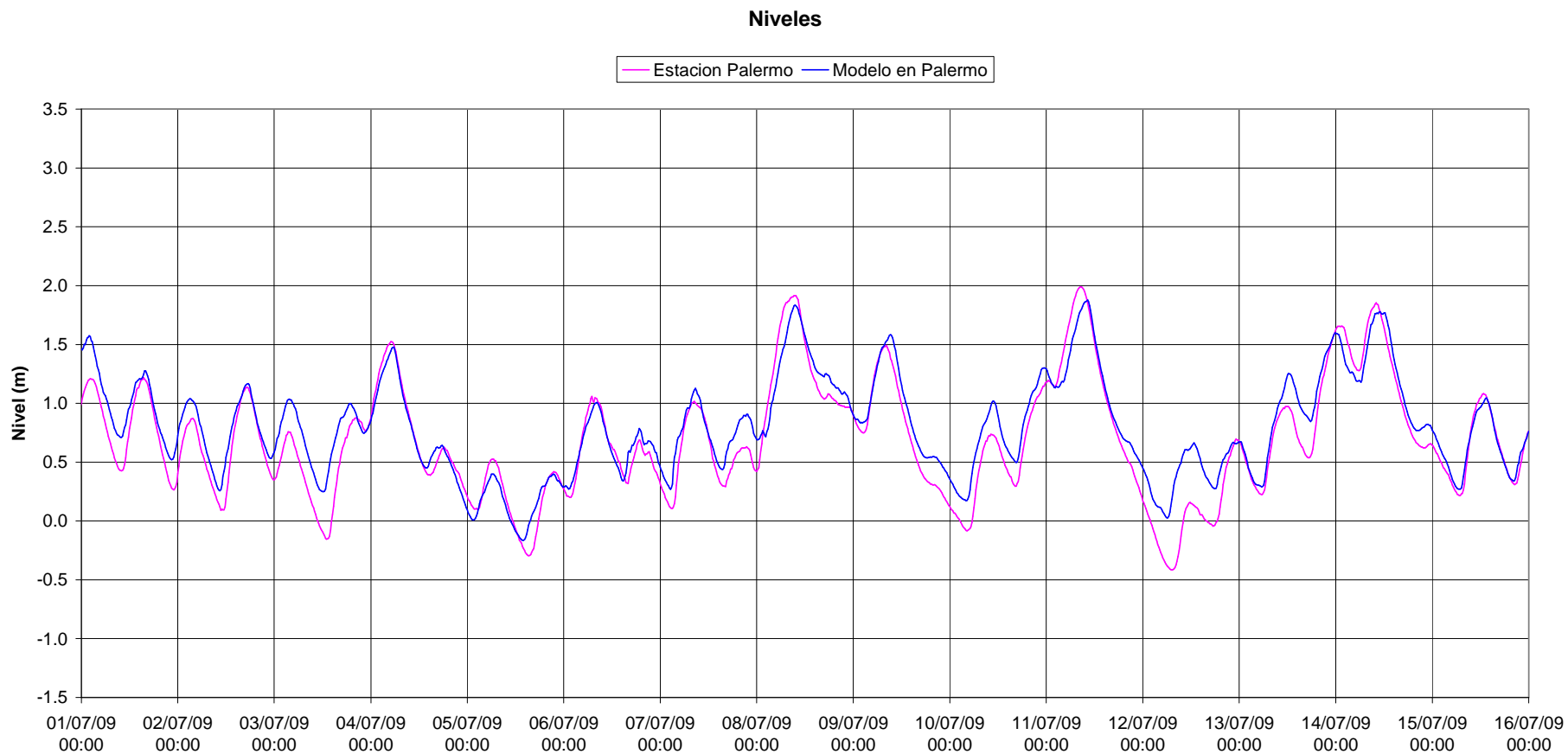
Figura A.5.3.6.2.72 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de dirección de corriente en ADCP 6, Mes 3. Capa intermedia.

## **ANEXO 5.4.2.1**

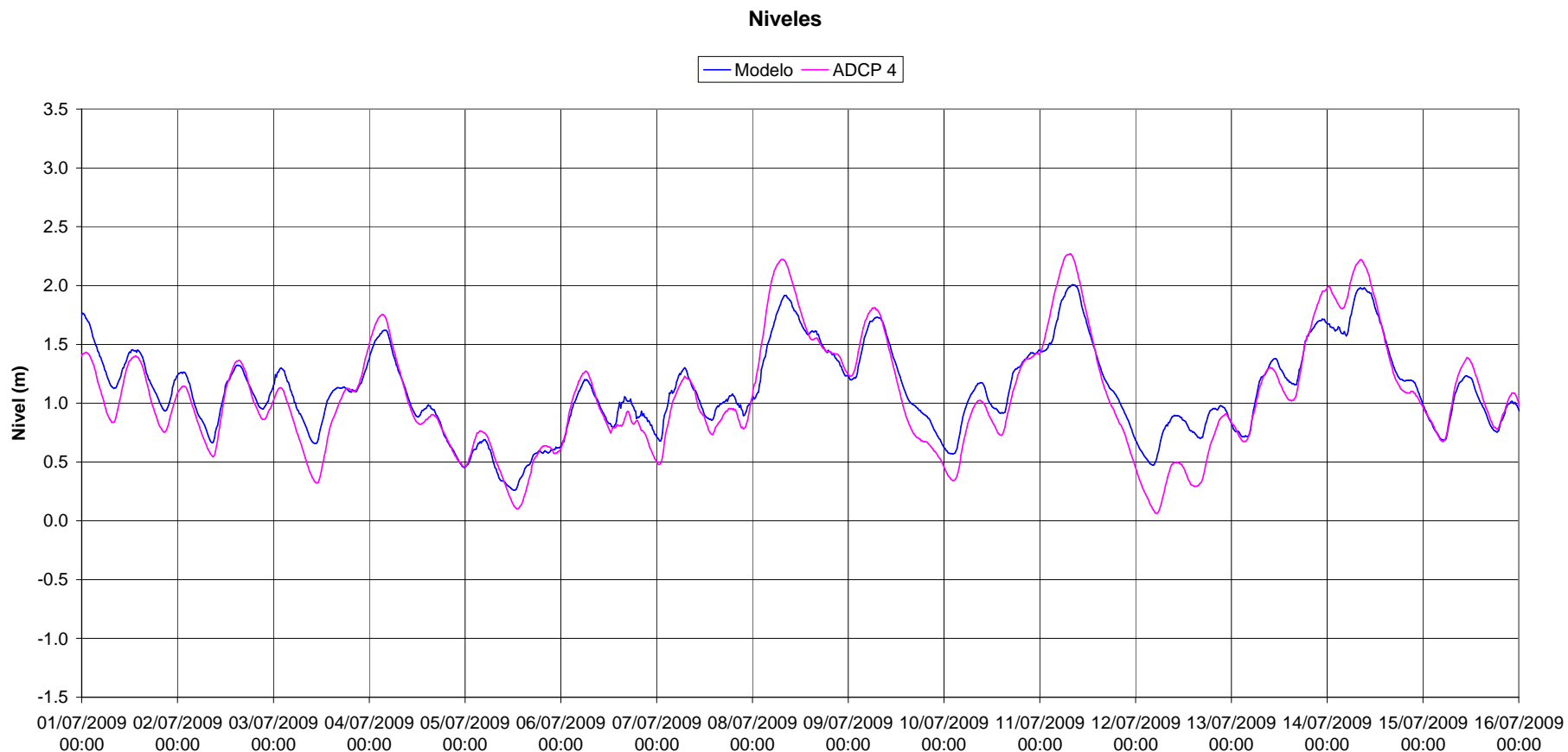
### **Validación del Modelo Anidado en Estaciones de Nivel de Marea**







*Figura A.5.4.2.1.1 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en Palermo.*



*Figura A.5.4.2.1.2 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 4.*

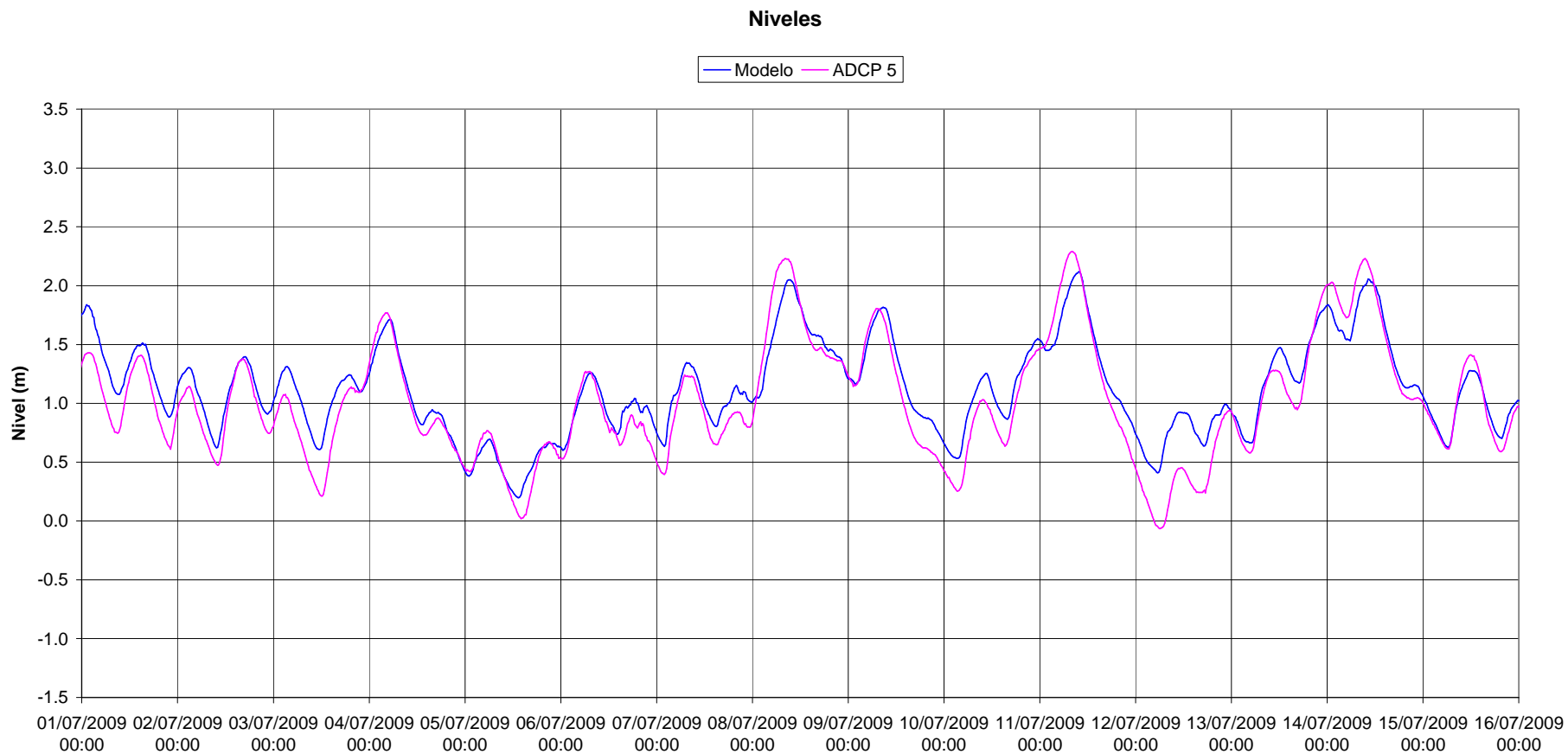


Figura A.5.4.2.1.3 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 5.

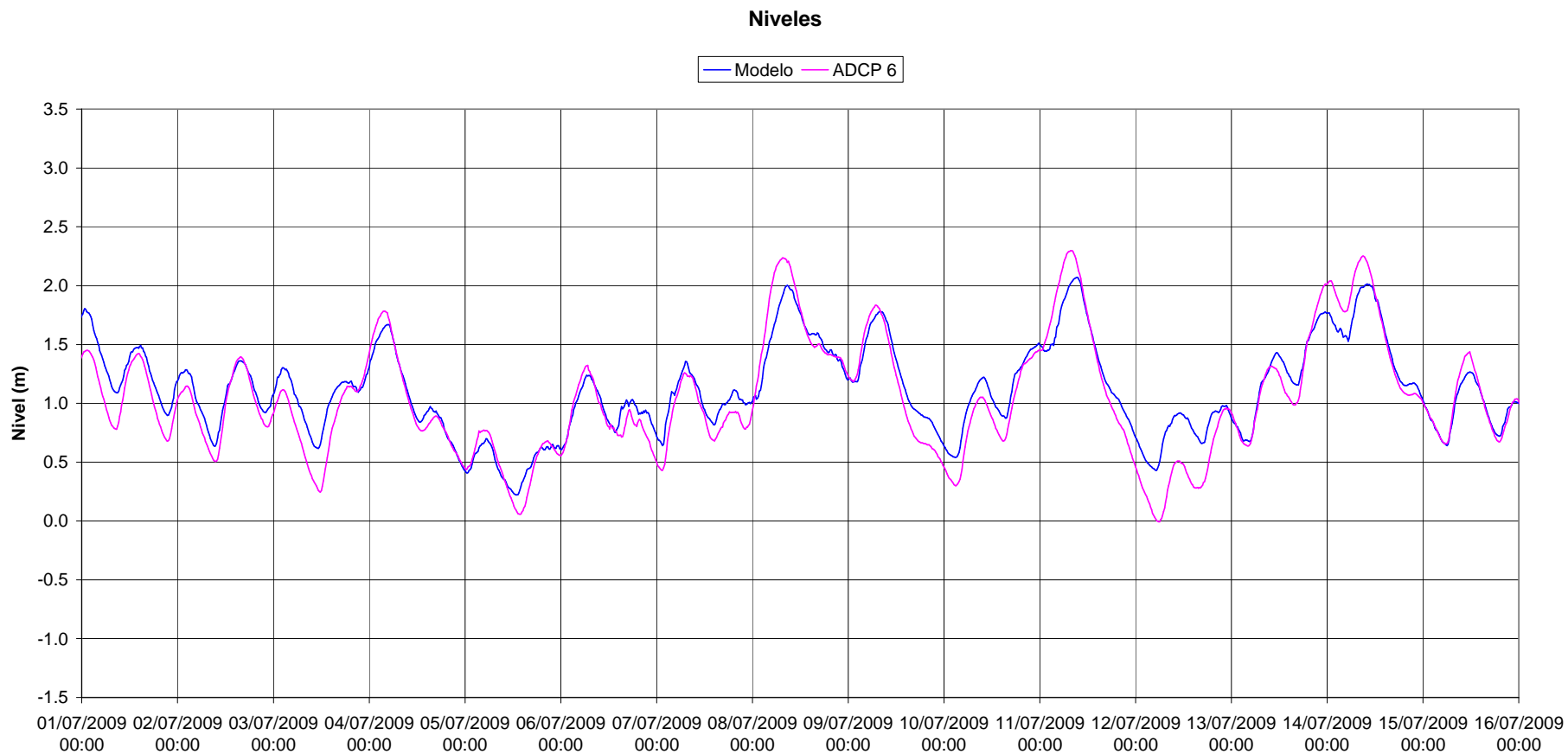


Figura A.5.4.2.1.4 – Comparación entre resultados del modelo y mediciones de nivel de marea en ADCP 6.