



**MVOTMA**

Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente

## **RED DE MONITOREO COSTERO** **Monitoreo de playas**

**Quinquenio 2010-2015 y temporada 2014 – 2015**



**DIVISION CALIDAD AMBIENTAL**

Luis Reolón

**DEPARTAMENTO SEGUIMIENTO COMPONENTES DEL AMBIENTE**

Magdalena Hill

Gabriel Yorda

**Responsable del Programa de Monitoreo**

Malvina Masdeu

**Personal responsable del Análisis de la Información**

Malvina Masdeu

**Muestreo y análisis de campo y Laboratorio**

Intendencia de Colonia

Intendencia de San José

Intendencia de Montevideo

Intendencia de Canelones

Intendencia de Maldonado

Intendencia de Rocha

## **Tabla de contenido**

1-RESUMEN EJECUTIVO .....	2
2-INTRODUCCIÓN.....	2
2.1-Antecedentes.....	3
2.2-Normativa.....	3
2.3 -Programa de Monitoreo.....	4
<i>Área de estudio</i> .....	5
3-OBJETIVO.....	6
4-METODOLOGÍA .....	7
5-RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	8
5.1-Evolución temporal de algunos indicadores de calidad del agua (2010 al 2015). .....	8
5.2-Temporada 2014-2015 .....	11
Playas de Colonia .....	16
Playas de Montevideo .....	27
Playas de Canelones.....	35
Playas de Maldonado.....	45
Playas de Rocha .....	53
6-SÍNTESIS .....	62
7-BIBLIOGRAFÍA.....	63

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Categorización de las playas propuesta por GESTA-Agua	<b>3</b>
<b>Tabla 2.</b> Playas Monitoreadas en el marco el Convenio de Cooperación Técnica entre MVOTMA e Intendencias costeras (exp. 2013/14000).	<b>5</b>
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de cada playa de Colonia considerando toda la temporada.	<b>25</b>
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de cada playa de Montevideo considerando toda la temporada.	<b>33</b>
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de cada playa de Canelones considerando toda la temporada.	<b>43</b>
<b>Tabla 6.</b> Medias geométricas de los coliformes termotolerantes para cada mes y promedio de las medias geométricas para la temporada.	<b>52</b>
<b>Tabla 7.</b> Medias geométricas de los coliformes termotolerantes para cada playa para el período comprendido entre el 26 de diciembre de 2013 y el 2 de abril de 2014.	<b>62</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Zonificación del Río de la Plata y su frente marítimo, delimitado por rangos de salinidad (PSU) y batimetría (m)	<b>4</b>
<b>Figura 2.</b> Evolución temporal de la temperatura en las playas de los seis departamentos costeros.	<b>8</b>
<b>Figura 3.</b> Evolución temporal de la conductividad en las playas de los seis departamentos costeros	<b>9</b>
<b>Figura 4.</b> Evolución temporal de la salinidad en las playas de los seis departamentos costeros.	<b>10</b>
<b>Figura 5.</b> Evolución temporal de coliformes termotolerantes en las playas de los seis departamentos costeros.	<b>11</b>
<b>Figura 6.</b> Gradiente espacial de la temperatura promedio por playa, para la temporada de verano.	<b>12</b>
<b>Figura 7.</b> Gradiente espacial de la conductividad promedio por playa, para la temporada de verano	<b>12</b>
<b>Figura 8.</b> Gradiente espacial de la salinidad promedio por playa, para la temporada de verano.	<b>13</b>
<b>Figura 9.</b> Gradiente espacial del oxígeno disuelto (mg/l) promedio por playa, para la temporada de verano.	<b>14</b>
<b>Figura 10.</b> Gradiente espacial del pH promedio por playa, para la temporada de verano.	<b>14</b>
<b>Figura 11.</b> Gradiente espacial de la media geométrica promedio de los coliformes termotolerantes por playa, para la temporada de verano.	<b>15</b>
<b>Figura 12.</b> Mapa de las playas de Colonia.	<b>16</b>
<b>Figura 13.</b> Gradiente temporal de la temperatura de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este	<b>17</b>

<b>Figura 14.</b> Gradiente espacial de la temperatura promedio de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.	<b>18</b>
<b>Figura 15.</b> Gradiente temporal de la conductividad de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.	<b>19</b>
<b>Figura 16.</b> Gradiente espacial del promedio de conductividad para la temporada de las playas de Colonia.	<b>20</b>
<b>Figura 17.</b> Variación temporal del pH en las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	<b>22</b>
<b>Figura 18.</b> Variación espacial del pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	<b>22</b>
<b>Figura 19.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	<b>23</b>
<b>Figura 20.</b> Variación espacial del oxígeno disuelto promedio, de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	<b>24</b>
<b>Figura 21.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.	<b>25</b>
<b>Figura 22.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior).	<b>26</b>
<b>Figura 23.</b> Mapa de las playas de Montevideo.	<b>27</b>
<b>Figura 24.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>28</b>
<b>Figura 25.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>29</b>
<b>Figura 26.</b> Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>30</b>

<b>Figura 27.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>30</b>
<b>Figura 28.</b> Variación temporal del pH de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.	<b>31</b>
<b>Figura 29.</b> pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este	<b>31</b>
<b>Figura 30.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este. Todos los datos pertenecen al 2014.	<b>32</b>
<b>Figura 31.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior).	<b>34</b>
<b>Figura 32.</b> Mapa de las playas de Canelones.	<b>35</b>
<b>Figura 33.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>36</b>
<b>Figura 34.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>37</b>
<b>Figura 35.</b> Variación temporal de la conductividad y salinidad de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>38</b>
<b>Figura 36.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>38</b>
<b>Figura 37.</b> Variación temporal del pH de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>39</b>
<b>Figura 38.</b> pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>40</b>
<b>Figura 39.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>41</b>

<b>Figura 40.</b> Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>42</b>
<b>Figura 41.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.	<b>42</b>
<b>Figura 42.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada	<b>44</b>
<b>Figura 43.</b> Mapa de las playas de Maldonado.	<b>45</b>
<b>Figura 44.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>46</b>
<b>Figura 45.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este	<b>46</b>
<b>Figura 46.</b> Variación temporal de la conductividad y salinidad de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>48</b>
<b>Figura 47.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>49</b>
<b>Figura 48.</b> Variación temporal del pH de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>50</b>
<b>Figura 49.</b> pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>50</b>
<b>Figura 50.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>51</b>
<b>Figura 51.</b> Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>51</b>
<b>Figura 52.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.	<b>52</b>



<b>Figura 53.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada.	<b>53</b>
<b>Figura 54.</b> Mapa de las playas de Rocha.	<b>54</b>
<b>Figura 55.</b> Variación temporal de la temperatura de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>55</b>
<b>Figura 56.</b> Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>56</b>
<b>Figura 57.</b> Variación temporal de la conductividad y salinidad de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>56</b>
<b>Figura 58.</b> Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este	<b>57</b>
<b>Figura 59.</b> Variación temporal del pH de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>58</b>
<b>Figura 60.</b> pH promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>59</b>
<b>Figura 61.</b> Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>60</b>
<b>Figura 62.</b> Oxígeno disuelto promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.	<b>61</b>
<b>Figura 63.</b> Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este	<b>61</b>
<b>Figura 64.</b> Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada.	<b>62</b>

## **1-RESUMEN EJECUTIVO**

A partir de diciembre de 2013 se conforma la **Red de Monitoreo Costero**, integrada formalmente por las Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha, coordinada por la DINAMA y en sus inicios con el apoyo del proyecto FREPLATA. Esta Red comienza a implementar sus actividades de monitoreo en enero de 2014. Las mismas son efectuadas por los técnicos de las respectivas instituciones involucradas y coordinadas a través de la DINAMA. Durante la temporada de verano 2014-2015 se monitorearon 45 playas<sup>1</sup>. Adicionalmente a las playas del convenio, en Rocha se monitorearon tres puntos más por resolución de esa intendencia (Punta del Diablo, arroyo Valizas y playa del arroyo Valizas). Los valores de las variables contenidas dentro de la normativa generalmente fueron aceptables según lo establecido en la misma. Existieron algunas excepciones, como fue el caso de los coliformes termotolerantes en dos playas de Colonia (Verde y Fomento). Los coliformes termotolerantes de estas playas estuvieron permanentemente por encima del límite admitido, por lo cual la temporada de ambas playas fue clasificada como no apta para baños. Por otra parte, ocurrieron algunos eventos de floración tanto en Montevideo como en Canelones, siendo este último departamento el más afectado ya que dichos eventos persistieron durante la mayor parte del verano.

## **2-INTRODUCCIÓN**

El agua representa un insumo fundamental para la vida, constituyendo un elemento insustituible en diversas actividades humanas, además de mantener el equilibrio en el medio ambiente. En el escenario mundial, la escasez de los recursos hídricos y la diseminación de los factores condicionantes para una gestión integrada, constituyen un requisito fundamental para el desarrollo equilibrado y en consonancia con la preservación del medio ambiente.

Los principios orientadores de gestión de agua deberán ordenar su uso múltiple y posibilitar su preservación para generaciones futuras, minimizando y evitando los problemas originados de la escasez y de la contaminación de los cursos de agua, los cuales afectan y comprometen los diversos usos de los recursos hídricos.

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) es el organismo responsable a nivel Nacional de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los *Planes Nacionales de Protección del Medio Ambiente* y de proponer e instrumentar la *Política Nacional* en la materia, generando pautas que garanticen un desarrollo sostenible.

El Departamento de Seguimiento de Componentes del Ambiente tiene el cometido de formular, ejecutar y evaluar los planes nacionales de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua

del país. En este contexto, coordina el monitoreo de calidad de agua de las playas del Río de la Plata y Océano Atlántico.

## **2.1-Antecedentes**

Desde 1990 la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), en coordinación con algunas Intendencias costeras se encarga de llevar adelante el Programa de Evaluación de la Calidad del Agua de las Playas. Este programa abarca la costa del Río de la Plata y del Océano Atlántico desde la ciudad de Colonia del Sacramento (departamento de Colonia) hasta la Barra del Arroyo Chuy (departamento de Rocha). Hasta el período 2012-2013 este programa contó con la participación de las Intendencias de Colonia, Canelones y Maldonado. A partir de la temporada 2013-2014 se formalizan sus actividades así como las instituciones participantes a través de un Convenio de Cooperación Técnica entre el MVOTMA e Intendencias costeras (exp. 2013/14000). De esta forma, a partir de diciembre de 2013 se conforma lo que se denomina **Red de Monitoreo Costero**, integrada formalmente por las Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha y coordinada por la DINAMA. Esta Red amplía el alcance de las actividades de monitoreo desarrolladas históricamente, ya que aumenta el número de variables monitoreadas y además se fortalece el monitoreo de las floraciones de cianobacterias. Adicionalmente se aumenta el período de monitoreo, abarcando también los meses comprendidos fuera de la temporada estival (abril-setiembre). De esta manera el monitoreo que anteriormente se realizaba solo durante el verano, ahora se efectuará a lo largo de todo el año. Este informe se referirá específicamente a los datos obtenidos durante la temporada estival.

## **2.2-Normativa**

La normativa uruguaya de calidad de agua en la cual se basa la División de Calidad Ambiental para evaluar la calidad del agua de las playas es la propuesta de modificación del Decreto 253/79. En esta propuesta se incorporan aspectos adicionales a los contenidos en el Decreto 253/79 que fueron consensuados con una serie de instituciones nacionales y departamentales. Dentro de esta modificación se encuentran los criterios para evaluar la aptitud de playas para recreación por contacto directo.

### ***Criterios de evaluación***

En febrero del 2005 surge una Resolución Ministerial (99/2005) que resuelve que los cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km<sup>2</sup> pueden ser clasificados como de clase 3, a los efectos de aplicar los estándares establecidos para esa clase en el Decreto N° 253/79 y modificativos. Según esa normativa, para los cuerpos de agua de esa clase, el estándar

bacteriológico sólo permite clasificar las playas en **Aptas** y **No Aptas** para baño, de acuerdo al cumplimiento o no de un valor límite establecido para la concentración de coliformes termotolerantes (media geométrica móvil de 1000 UFC/100ml en función de 5 muestras). En el 2008 el GESTA-Agua (Grupo de Estandarización para AGUA) que es un Grupo Interinstitucional coordinada por DINAMA), lanza una propuesta para la modificación del Decreto 253/79. En la misma se establecen 4 categorías de agua para baños. Estas categorías se basan en los valores de la media geométrica de la concentración de coliformes termotolerantes (Tabla 1). El valor límite para considerar a una playa dentro del grupo de las categorías aptas se mantiene según el valor dado por la normativa vigente para la clase 3 (concentración límite de 1000 UFC/100ml, como valor de la media geométrica de 5 muestras consecutivas). A su vez, la clasificación de las playas por temporada, es decir, teniendo en cuenta todos los datos de coliformes obtenidos entre el comienzo y el fin de la misma, se obtienen a partir de promediar las medias geométricas anteriormente mencionadas. Para evaluar la condición bacteriológica de las playas, la División de Calidad Ambiental se basa en la propuesta anteriormente mencionada, ya que mantiene el anterior valor límite que establece aptitud o no para baños (los de la clase 3 del Decreto 253/79), pero además define categorías (Tabla 1) y ofrece una opción para clasificar anualmente las aguas destinadas para recreación.

Para el oxígeno disuelto y el pH la propuesta de modificación también establece objetivos de calidad para aguas superficiales, que no difieren de los establecidos en la clase 3 del decreto vigente. Para el caso del oxígeno disuelto este objetivo es de un mínimo de 5 mg/l, mientras que el pH debe encontrarse dentro del rango de 6,5 y 8,5.

**Tabla 1.** Categorización de las playas propuesta por GESTA-Agua (2008).

<b>Categoría</b>	<b>Coliformes termotolerantes (UFC / 100 ml)</b>
Excelente	Coliformes termotolerantes $\leq$ 250
Muy Buena	$250 <$ Coliformes termotolerantes $\leq$ 500
Satisfactoria	$500 <$ Coliformes termotolerantes $\leq$ 1000
No Apta	Coliformes termotolerantes $>$ 1000

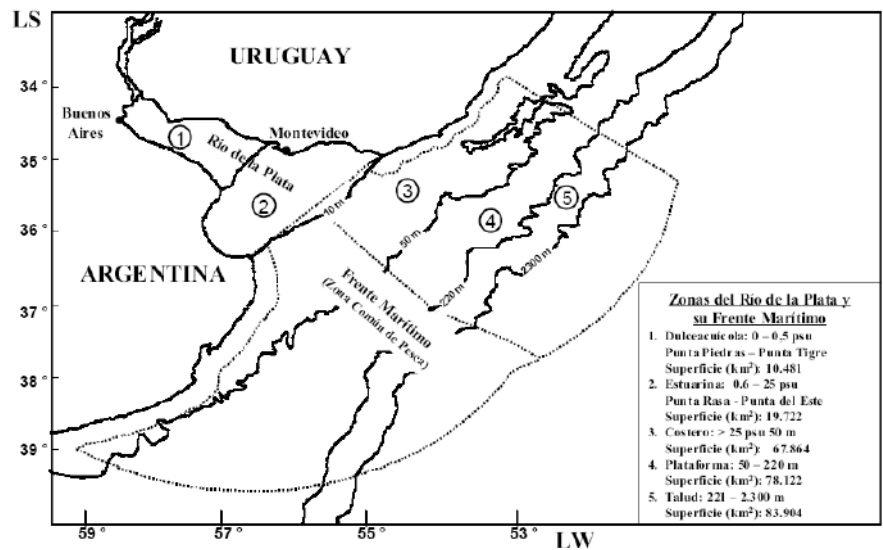
### **2.3 -Programa de Monitoreo**

Según lo establecido en el Convenio, la Red de Monitoreo Costero está integrada por las Intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha. En este contexto se deben monitorear un total de 48 playas pertenecientes a estos departamentos (Tabla 2). Sin

embargo para este informe no se cuenta con información para las playas de San José, ya que la misma no fue enviada. Por lo tanto se presenta la información de 45 playas contenidas en el convenio y con tres puntos adicionales que monitorea por resolución propia la Intendencia de Rocha: el Arroyo Valizas en la zona del puente y también en una zona de baño cercana a donde el arroyo desemboca a la playa y otro punto en Punta del Diablo.

**Área de estudio**

El Río de la Plata y su Frente Marítimo abarcan un área cercana a los 252.000 km<sup>2</sup>. En el confluyen las aguas de los ríos Paraná y Uruguay en su nacimiento, y las aguas de las corrientes del Brasil y de las Malvinas en su desembocadura. Como consecuencia de esta interacción se generan condiciones ambientales (salinidad, turbidez, profundidad, biota acuática) muy variables (Cantera, 2005), estableciéndose de esta forma cinco ambientes ecológicos relativamente homogéneos en donde las diversas especies cumplen sus ciclos vitales. Los cinco ambientes son: (1) Fluvial; desde la nacimiento hasta Punta Tigre, (2) Estuarino; desde P. Tigre a Punta del Este, (3) Oceánico costero; desde P. Del Este en adelante, (4) Plataforma continental y (5) Talud continental (Fig. 1). El monitoreo de playas involucra a las primeras tres zonas: **Fluvial, Estuarina y Oceánica Costera**, comprendidas en los Departamentos de Colonia a Rocha, según se muestra en la Tabla 2. Esta zonificación no es estática, ya que se ve sometida a fuerzas relativamente aleatorias como son los factores climáticos locales y regionales, sumado a factores azarosos cíclicos como el fenómeno de El Niño-La Niña.



**Figura 1.** Zonificación del Río de la Plata y su frente marítimo, delimitado por rangos de salinidad (PSU) y batimetría (m) (tomado de Cantera, 2005).

**Tabla 2.** Playas Monitoreadas en el marco el Convenio de Cooperación Técnica entre MVOTMA e Intendencias costeras (exp. 2013/14000).

COLONIA	SAN JOSÉ	MONTEVIDEO	CANELONES	MALDONADO	ROCHA
Real de San Carlos	Bocas del Cufre	Pajas Blancas	Shangrilá	Solís	La Balconada
Municipal	Kiyú	Cerro	El Pinar	Argentino Hotel	La Bahía
Oreja de Negro	Playa Pascual	Ramírez	Salinas	Piriápolis Prefectura	Costa Azul
Ferrando		Pocitos	Atlántida Mansa	San Francisco Parking	La Pedrera
Artilleros		Malvín	Atlántida Brava	San Francisco Este	Aguas Dulces
Playa Verde Juan Lacaze		Carrasco	Parque del Plata	Portezuelo	La Coronilla
Playa Sur Juan Lacaze			La Floresta	Parada 31	Barra del Chuy
Fomento			Costa Azul	Parada 24	
				Parada 16	
				Parada 10	
				Parada 2	
				El Emir	
				Parada 6 Brava	
				La Barra, Posta del Cangrejo	
				Montoya	
				José Ignacio	

### 3-OBJETIVO

Este informe tiene dos grandes objetivos. Uno es describir la calidad del agua de las playas del Río de la Plata y del océano Atlántico y evaluar su aptitud para recreación por contacto directo durante la temporada de verano 2014/2015. El segundo objetivo es evaluar si en los últimos cinco períodos de estudio se visualiza alguna tendencia o cambio para las variables históricamente monitoreadas.

#### **4-METODOLOGÍA**

Las muestras así como las mediciones “in situ” fueron tomadas en las playas mencionadas en la Tabla 2, en las zonas de mayor concurrencia de bañistas, entre las 08:00 y las 17:00 hs. La frecuencia de muestreo fue semanal en los departamentos de Colonia, Montevideo, Canelones y Maldonado, y quincenal en el departamento de Rocha. En Rocha esta frecuencia se debe a que el excelente estado sanitario históricamente registrado en sus playas, no amerita un mayor esfuerzo de monitoreo.

En cada punto de muestreo se realizaron mediciones de: temperatura (°C), conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $\text{mS}/\text{cm}$ ), salinidad (UPS), pH, oxígeno disuelto ( $\text{mg}/\text{l}$ ), clorofila-*a* (U.F.) y ficocianina (U.F.). Sin embargo, debido a que las mediciones de ficocianina y clorofila se realizan con una metodología que aún se encuentra en etapa de ajustes, los datos no serán presentados en este informe. En cada punto, también se toman muestras para realizar el análisis bacteriológico. Para ello se utilizaron frascos de polipropileno de boca ancha y estériles. Se llenaron los recipientes dejando una pequeña cámara de aire para permitir la homogenización de la muestra antes de ser analizada en el laboratorio. Los frascos fueron trasladados a los respectivos laboratorios de cada intendencia, a temperaturas inferiores a los 10°C aproximadamente (DINAMA, 2009).

En los respectivos laboratorios, la determinación de coliformes termotolerantes se realizó por el método de membrana filtrante, siguiendo los procedimientos estandarizados de operación del Laboratorio Ambiental de DINAMA (5053 UY) (DINAMA, 2009).

Adicionalmente a las variables monitoreadas, se realiza un monitoreo visual, en el cual se registra cual es el estado del agua en función de si se visualizan o no floraciones de cianobacterias. Si no hay floración ni algas dispersas se registra “cero”, si hay presencia de algas dispersas en el agua se registra “uno” y si hay una floración establecida se registra “dos”.

Para finalizar vale aclarar que la Intendencia de Montevideo fue la única que por motivos logísticos acordó no realizar mediciones de oxígeno disuelto. Por otro lado, debido a que históricamente la salinidad registrada en las playas de Colonia es nula o casi nula, (variando sus valores entre 0,0 y 0,1 UPS) y teniendo en cuenta que el equipo tiene una precisión de 0,1 UPS, los resultados para esta variable en este departamento no fueron graficados.

##### ***Análisis de datos***

Para analizar si existen tendencias temporales a lo largo de los años para las variables que se han registrado históricamente (temperatura, conductividad, salinidad y coliformes termotolerantes) se consideraron los datos obtenidos en los últimos cinco períodos de estudio (desde el 2010-2011 al 2014-2015). De esta manera, por departamento y para cada variable se realizó un gráfico con promedios anuales y con sus respectivos máximos y mínimos. Para analizar los datos obtenidos durante la última temporada (2014-2015) se analizó el comportamiento temporal de cada variable

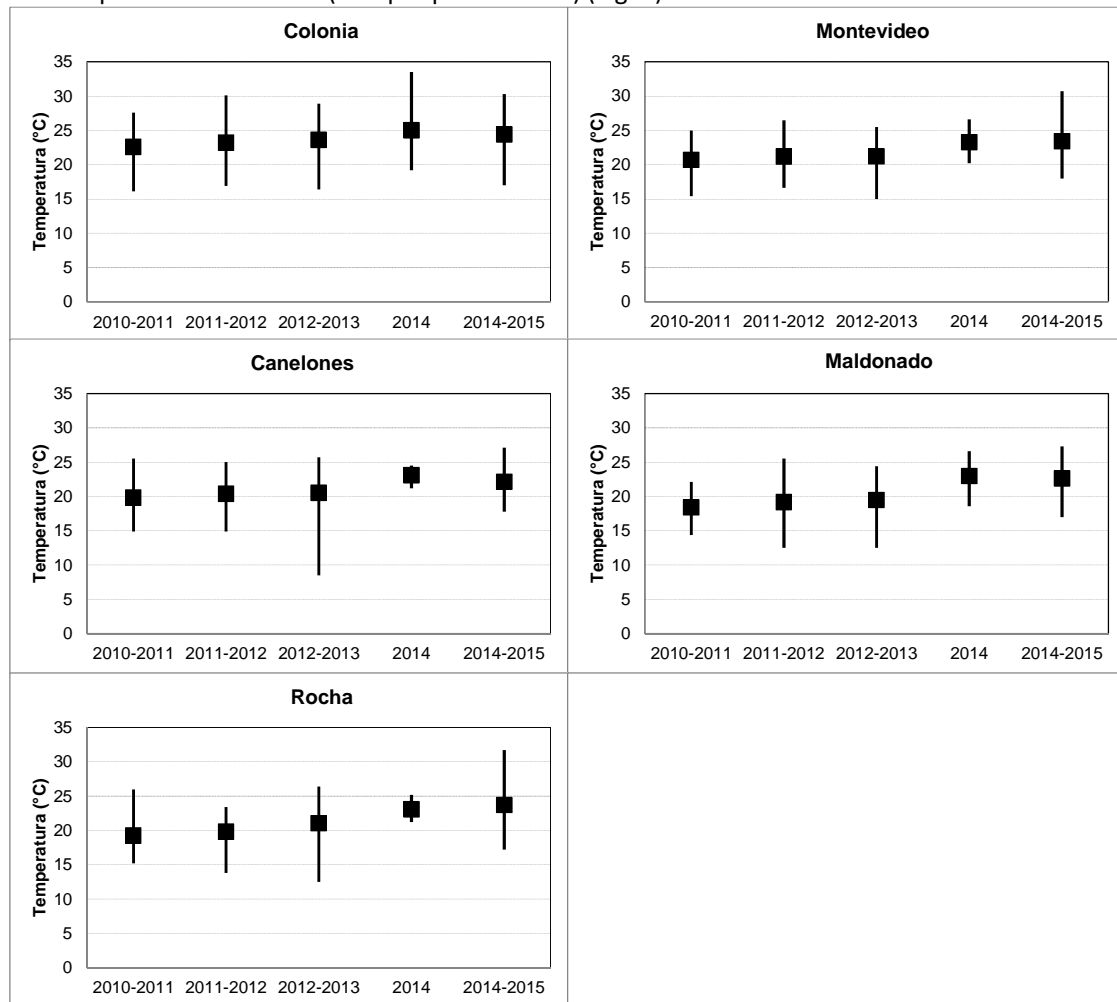
en cada playa a lo largo de la temporada. Para ello se graficaron los resultados puntuales de cada variable a lo largo del tiempo. Los objetivos de calidad indicados por la normativa se representaron como líneas rojas entrecortadas en los gráficos correspondientes. Los resultados para coliformes termotolerantes se mostraron como gráficos de barras. A su vez, para cada departamento se graficaron los promedios de la temporada, máximos y mínimos de cada variable en cada playa, a modo de visualizar si existe algún comportamiento espacial marcado.

## 5-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1-Evolución temporal de algunos indicadores de calidad del agua (2010 al 2015).

#### *Temperatura*

La temperatura del agua no mostró ninguna tendencia temporal definida. El patrón común a la mayoría de los departamentos es el de mostrar las temperaturas algo más elevadas durante los dos últimos períodos de estudio (excepto para Colonia) (Fig. 2).

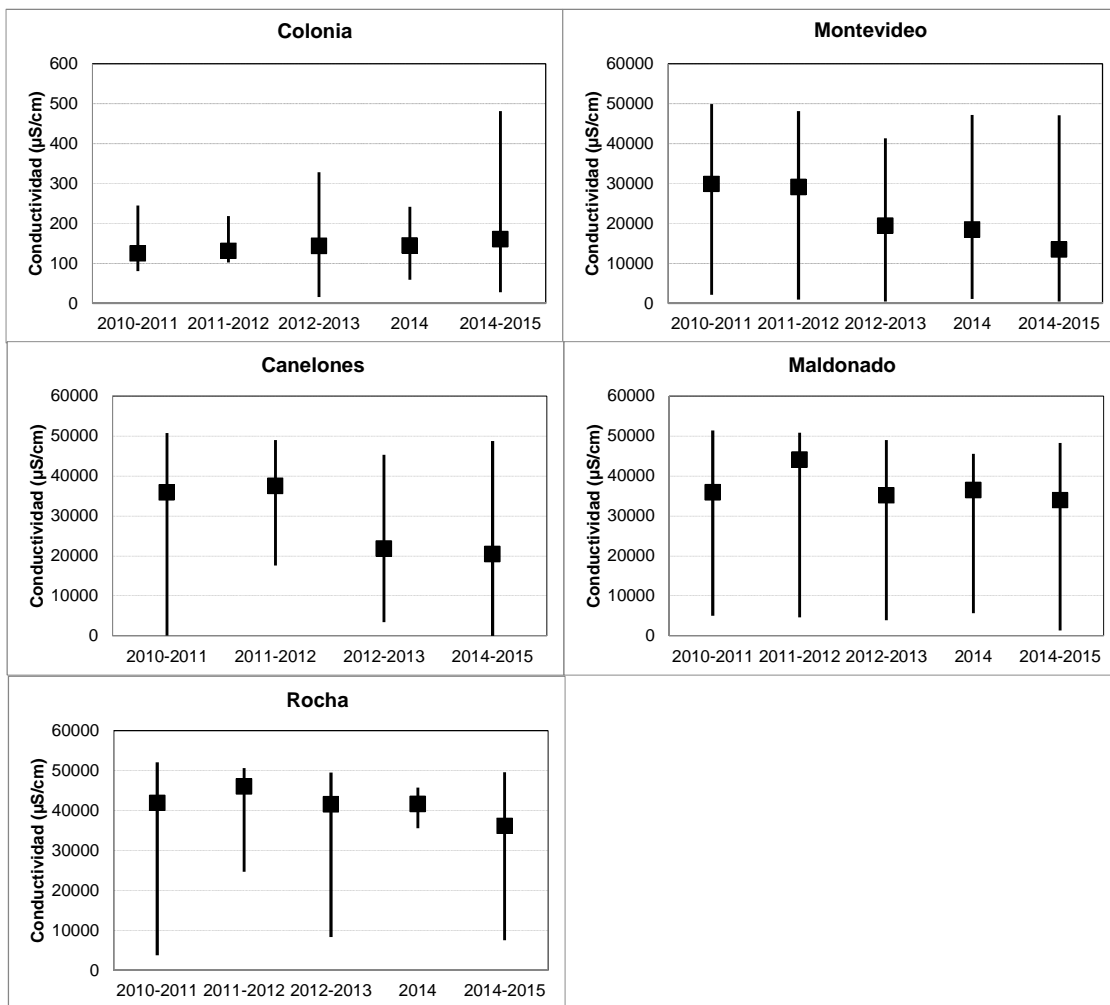


**Figura 2.** Evolución temporal de la temperatura en las playas de los seis departamentos costeros. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.



## Conductividad

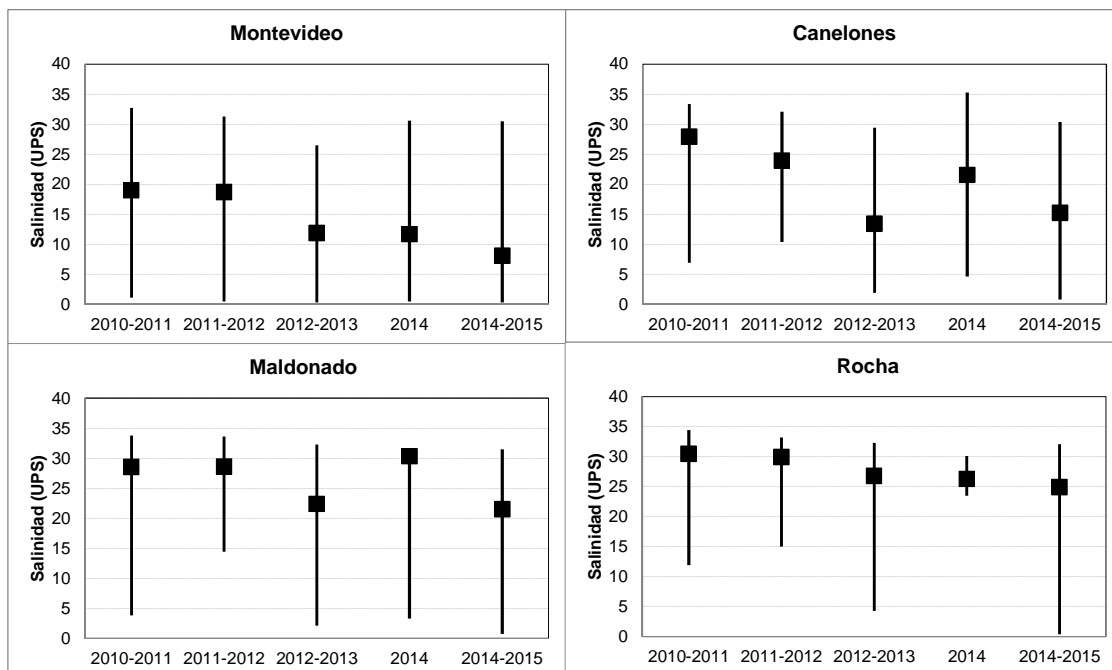
La conductividad del agua tampoco presentó una tendencia temporal definida (Fig. 3). Puede notarse que la conductividad promedio aumenta hacia los departamentos que se encuentran más al este, lo cual es esperable debido al acercamiento hacia el océano y por lo tanto a una mayor concentración de sales disueltas en el agua.



**Figura 3.** Evolución temporal de la conductividad en las playas de los seis departamentos costeros. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos. Tener en cuenta que la escala de Colonia no es la misma que la utilizada para el resto de los departamentos.

## Salinidad

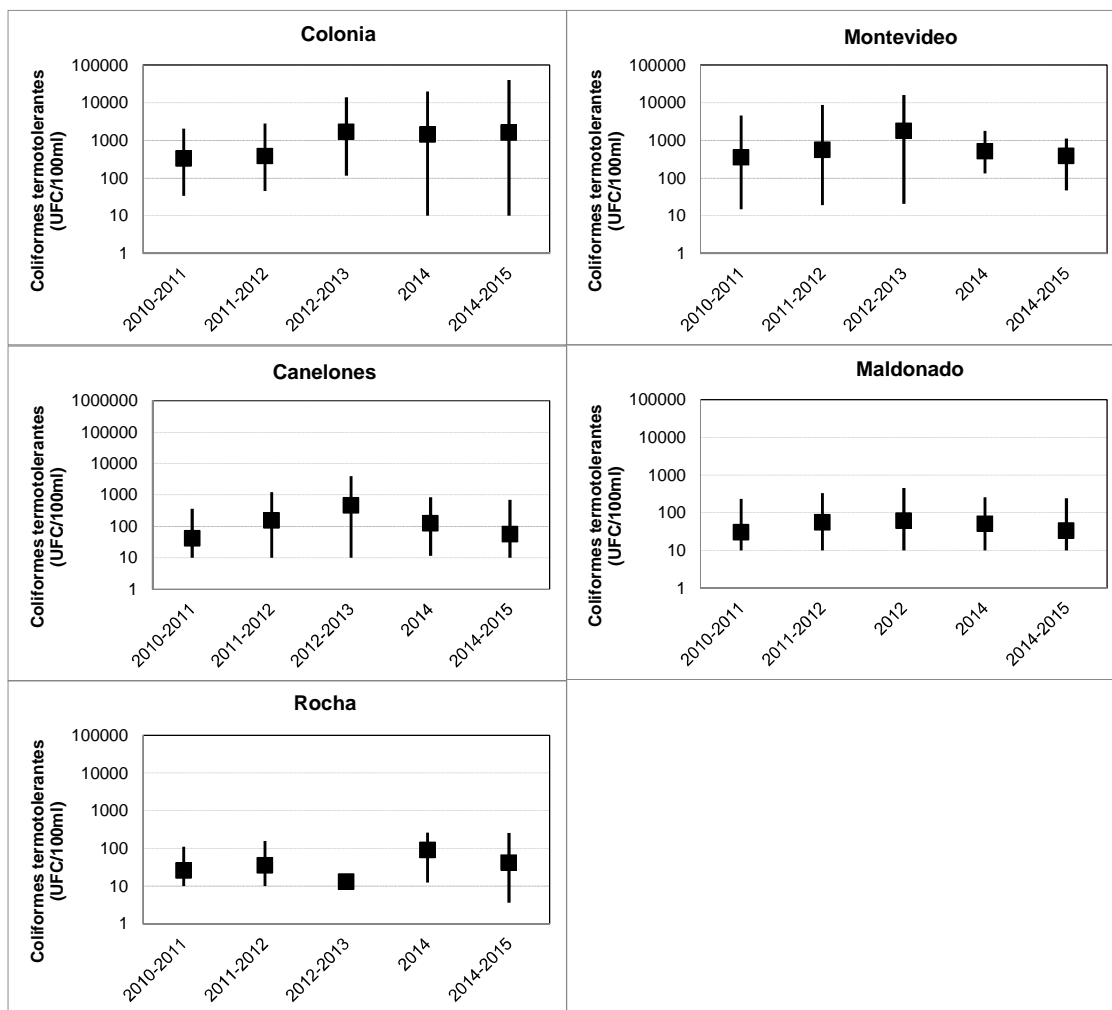
Como se mencionó anteriormente, la salinidad para Colonia no fue evaluada porque fue prácticamente nula. Para el resto de los departamentos, esta variable siguió a grandes rasgos el mismo patrón que la conductividad (Fig. 4).



**Figura 4.** Evolución temporal de la salinidad en las playas de los seis departamentos costeros. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

## Coliformes termotolerantes

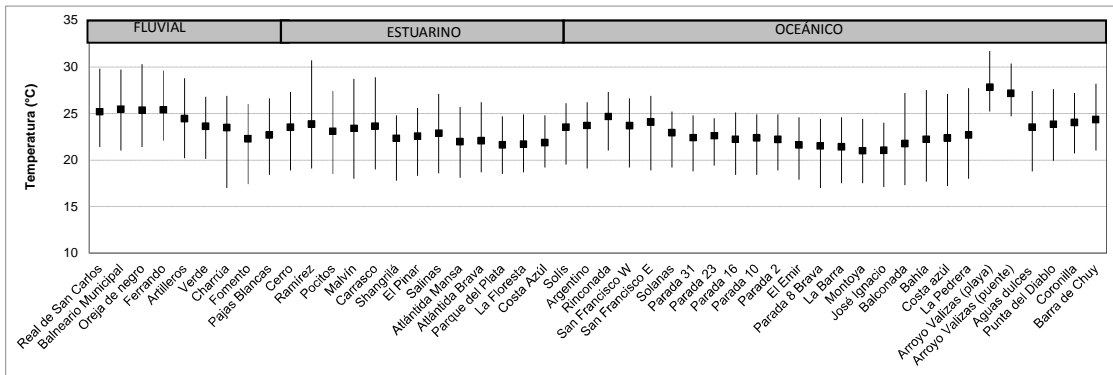
Los coliformes termotolerantes no mostraron ninguna tendencia temporal definida. Es decir, no hay un aumento ni una disminución, al menos marcada a lo largo de los últimos cinco períodos de monitoreo. A modo general lo más destacable es que los valores de coliformes parecen disminuir desde los departamentos del oeste hacia el este (Fig. 5). Este patrón se mantiene históricamente, y podría deberse a que los coliformes parecen verse inactivados por la salinidad (Belkin & Rozen, 2001; Noble *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2008), que aumenta en el sentido espacial mencionado.



**Figura 5.** Evolución temporal de los coliformes termotolerantes en las playas de los seis departamentos costeros. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

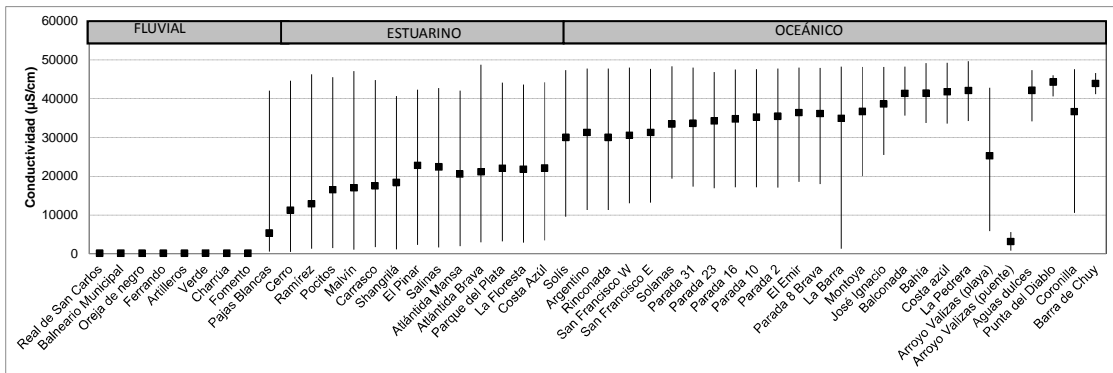
### 5.2-Temporada 2014-2015

Durante el período de estudio, la **temperatura** del agua de las playas del Río de la Plata y costa atlántica presentó un rango de variación entre 17,0 °C y 31,7 °C, con un valor promedio de 23,2 °C. El análisis espacial muestra cierta disminución de las temperaturas promedio desde el oeste hacia el este, o sea, hacia el ambiente más oceánico de la costa. La excepción más marcada a esta tendencia la hacen los puntos monitoreados sobre el Arroyo Valizas, que tienen temperaturas más elevadas (Fig. 6).



**Figura 6.** Gradiente espacial de la temperatura promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

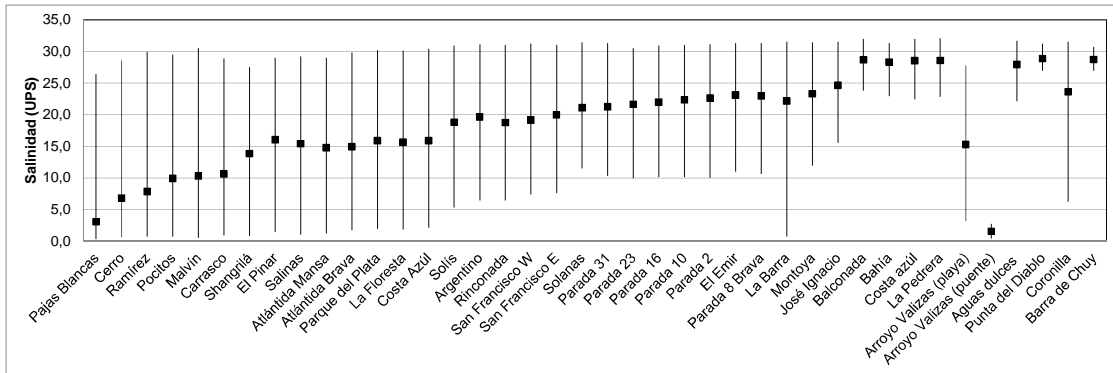
La **conductividad** del agua de las playas monitoreadas, registró una amplitud de entre 28,1 uS/cm y 49600 uS/cm, incrementándose de oeste a este. El valor promedio para toda la temporada y todas las estaciones fue de 24100 uS/cm. La variación espacial de este parámetro muestra una mayor variabilidad en las playas de la zona estuarina, o sea, desde las playas de Montevideo hasta Canelones (Fig. 7). Este comportamiento es esperable por la influencia marina que afecta el Río de la Plata medio. Se destaca el efecto que tienen algunos afluentes como el arroyo Maldonado en La Barra de Punta del Este, y el canal Andreoni en La Coronilla (Fig. 7), que aumentan la variabilidad que se visualiza en esas playas como puntos con gran amplitud entre los máximos y los mínimos. Esto posiblemente está asociado a momentos de mucha o poca descarga de agua dulce desde los mencionados afluentes hacia las playas aledañas. Otro punto de gran amplitud se encuentra en el arroyo Valizas, pero en la zona de playa (sobre la desembocadura). Esto posiblemente se deba a la alternancia entre descarga de agua dulce e intrusión marina.



**Figura 7.** Gradiente espacial de la conductividad promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

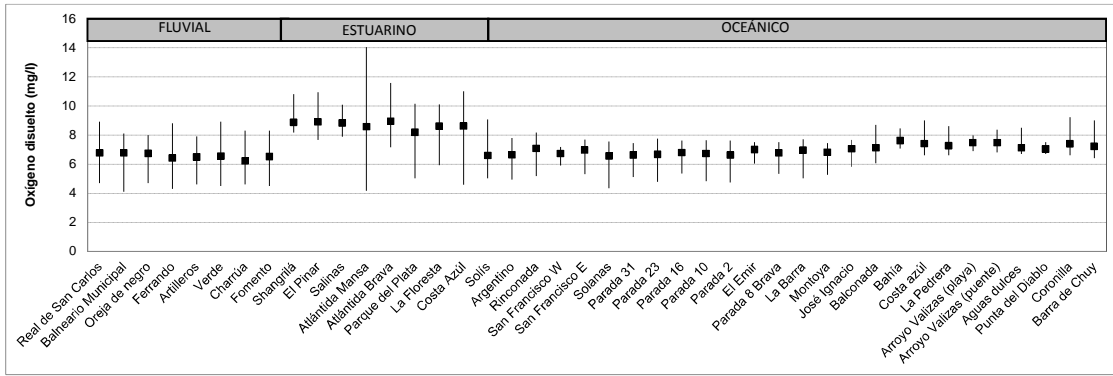
La **salinidad** del agua presentó el mismo comportamiento que la conductividad, incrementándose sus valores desde la zona fluvial a la oceánica. Esta variable presentó un rango de variación entre 0,3 UPS y 32,1 UPS, con un valor promedio de 18,8 UPS para el período analizado. Al igual que

ocurre para la conductividad, La Coronilla y La Barra son los puntos con mayor amplitud en sus valores, posiblemente por la influencia del arroyo Maldonado en La Barra y del Canal Andreoni en la Coronilla. A su vez el arroyo Valizas en la zona puente presentó bajos valores tanto de salinidad como de conductividad, y poca variación de esta variable, lo que es congruente con la ubicación de este punto, que se encuentra a varios kilómetros de la playa y donde posiblemente la intrusión marina tenga poca influencia (Fig. 8).



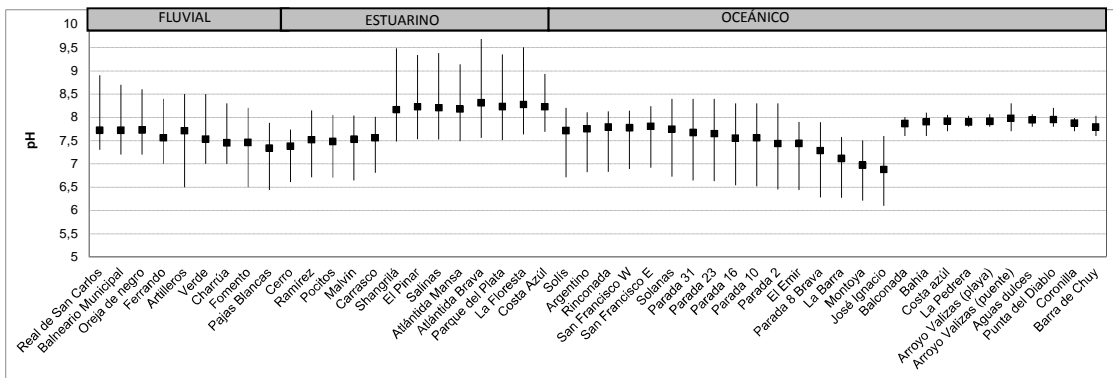
**Figura 8.** Gradiente espacial de la salinidad promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

El **oxígeno disuelto** promedio de las playas estuvo comprendido entre 4,1 mg/l y 14,1 mg/l a lo largo de la costa (Fig. 9). En Canelones los datos siempre fueron un poco superiores a los del resto de los departamentos. Esto puede deberse a alguna particularidad del ambiente en esa zona o más probablemente a algún desajuste del equipo de medición en esta Intendencia. De todas maneras a pesar que los datos en ese departamento son algo más elevados, siguen encontrándose dentro de los valores esperados. La concentración de oxígeno disuelto depende de varios factores, tanto bióticos como abióticos. Entre estos últimos se encuentran la salinidad y la temperatura, que tienen efectos reductores de la solubilidad del oxígeno en el agua (Hutchinson, 1957). Debido a que los gradientes de salinidad y temperatura en la costa son inversos (salinidad aumenta mientras que temperatura disminuye hacia el este) sus efectos sobre el oxígeno disuelto serían opuestos, por lo que es difícil sugerir que tipo de tendencia espacial para el oxígeno es esperable en este gradiente espacial.



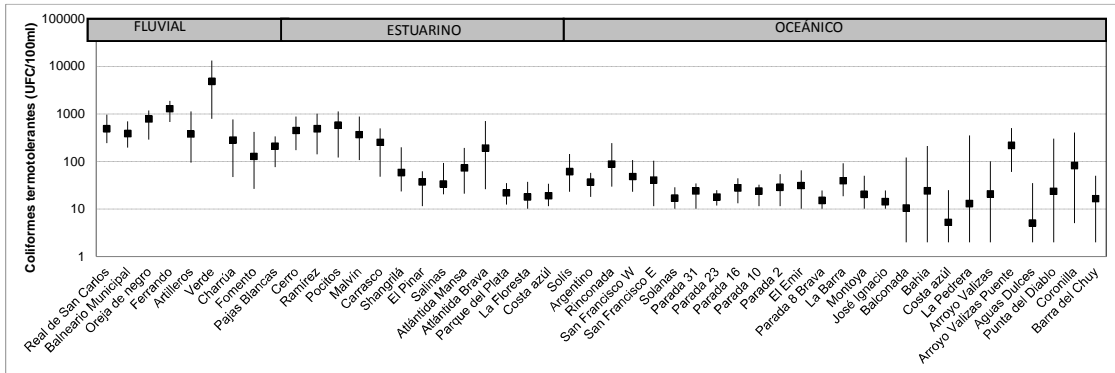
**Figura 9.** Gradiente espacial del oxígeno disuelto (mg/l) promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

El **pH** promedio de las playas durante la temporada, presentó variaciones entre 6,1 y 9,7 (Fig. 10). Los promedios de esta variable siempre se mantuvieron dentro del rango admitido por el decreto. Sin embargo en algunas playas del oeste puede observarse que hubo máximos que superaron el límite superior admitido (8,5). Esta variable no presentó ninguna tendencia espacial marcada.



**Figura 10.** Gradiente espacial del pH promedio por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

Durante la temporada los **coliformes termotolerantes** mostraron diferencias espaciales en su distribución, disminuyendo su concentración de oeste a este (Fig. 11). Este patrón ha sido registrado históricamente en los monitoreos de playas llevados a cabo por la DINAMA (DINAMA 2011a, 2011b, 2012, 2015). Teniendo en cuenta que la salinidad presenta un patrón inverso al de los coliformes (aumenta de oeste a este) estos resultados son coherentes con estudios que reportan que la presencia de los mismos se ve afectada negativamente por la salinidad (Belkin & Rozen, 2001; Noble *et al.*, 2004). Casi todas las playas del Río de la Plata y de la costa atlántica estuvieron aptas para baño, a excepción de dos playas de Colonia, que superaron la concentración del estándar de calidad (MG5 < 1000 UFC/100 ml). Estas playas fueron Ferrando y Playa Verde. Esta última fue la que presentó el máximo valor (Fig. 11).



**Figura 11.** Gradiente espacial de la media geométrica promedio de los coliformes termotolerantes por playa, para la temporada de verano. Se observan los promedios anuales (cuadrado negro) con sus respectivos máximos y mínimos.

## Playas de Colonia

En el departamento de Colonia se monitorearon ocho playas con frecuencia semanal (con escasas excepciones) en el período comprendido entre el 15 de octubre de 2014 y el 26 de marzo de 2015 (Fig. 12). En total se realizaron 23 muestreos en cada playa.

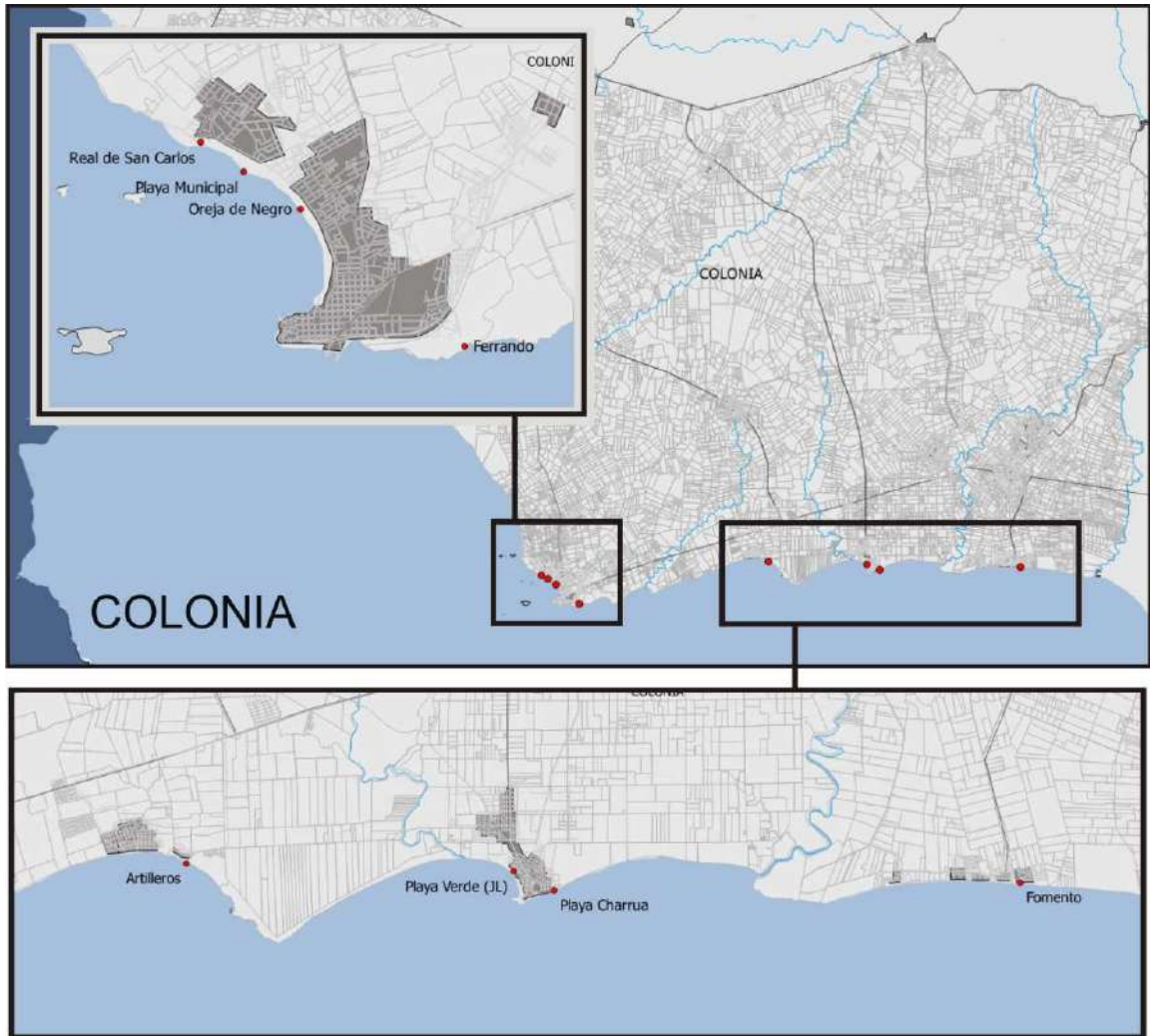
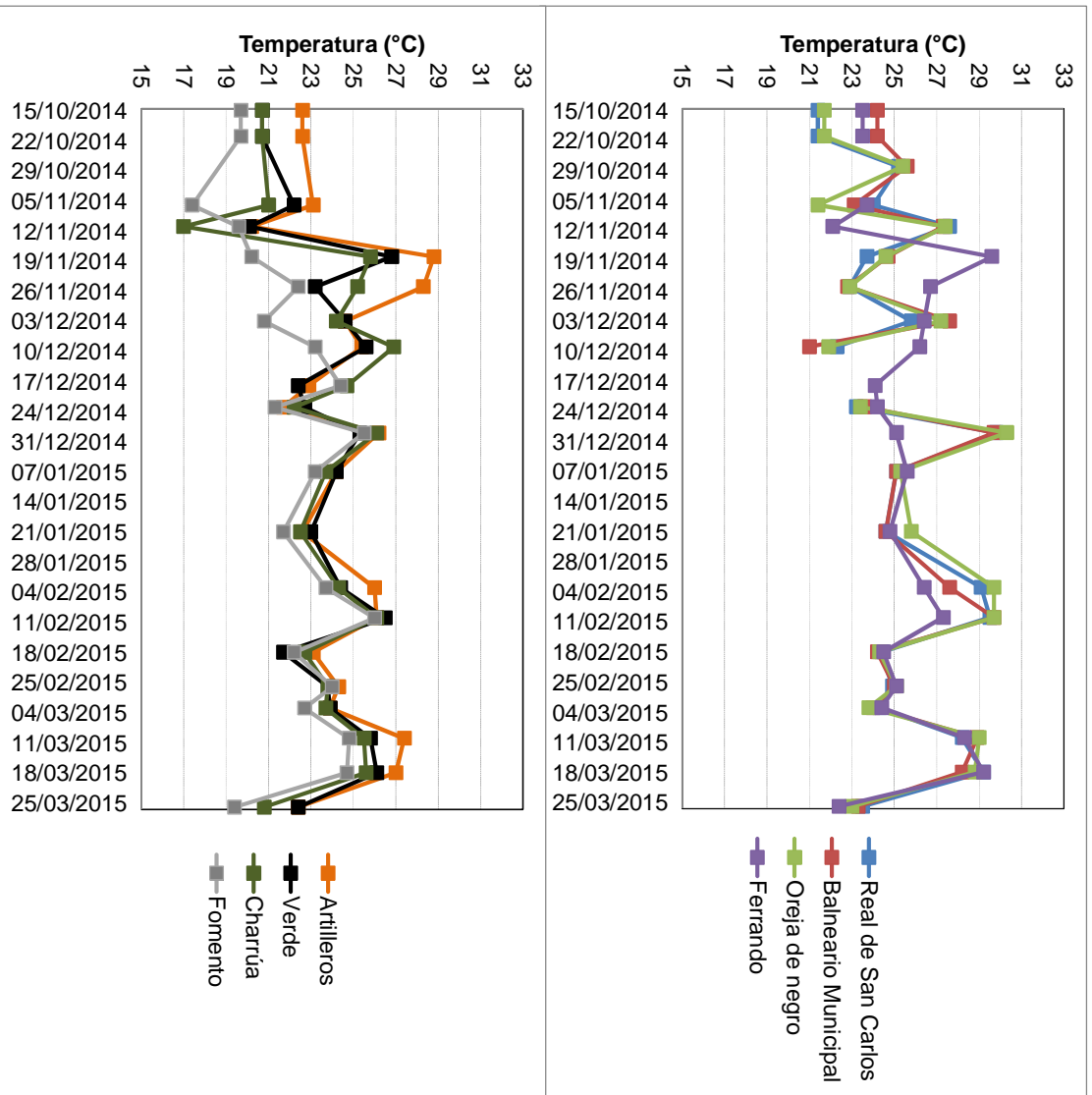


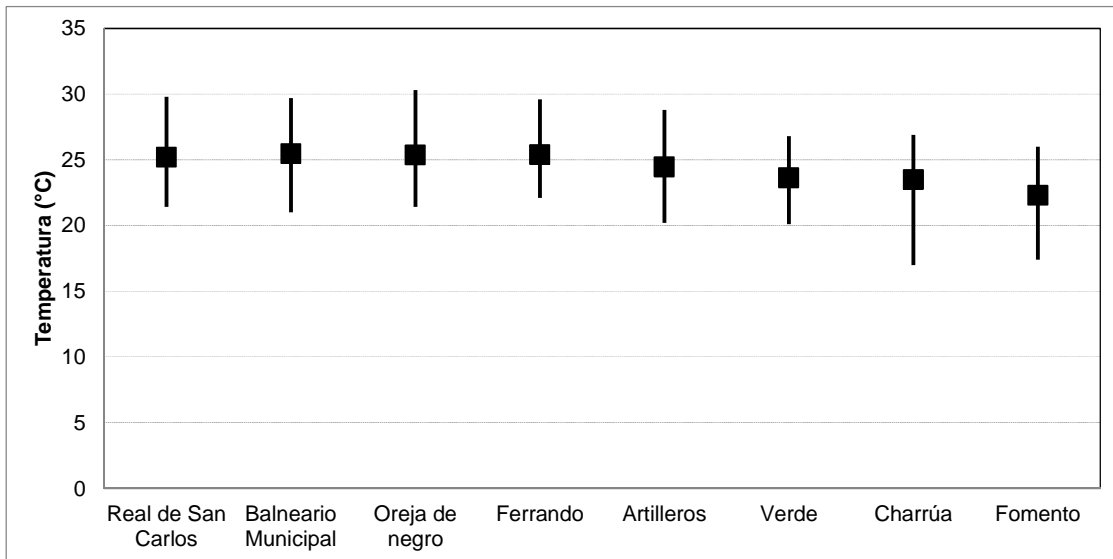
Figura 12. Mapa de las playas de Colonia.

La **temperatura** del agua de las playas de Colonia presentó un rango de variación de entre 17,0 °C a principios de noviembre (Playa Charrúa) a 30,3 °C a fines de diciembre (Oreja de Negro) (Fig. 13).

En cuanto a la temperatura promedio de cada playa, considerando toda la temporada, la Figura 14 muestra que Balneario Municipal, Ferrando y Oreja de negro fueron las playas de mayores temperaturas (25,4 °C), mientras que Fomento fue la de menor temperatura (22,3 °C).

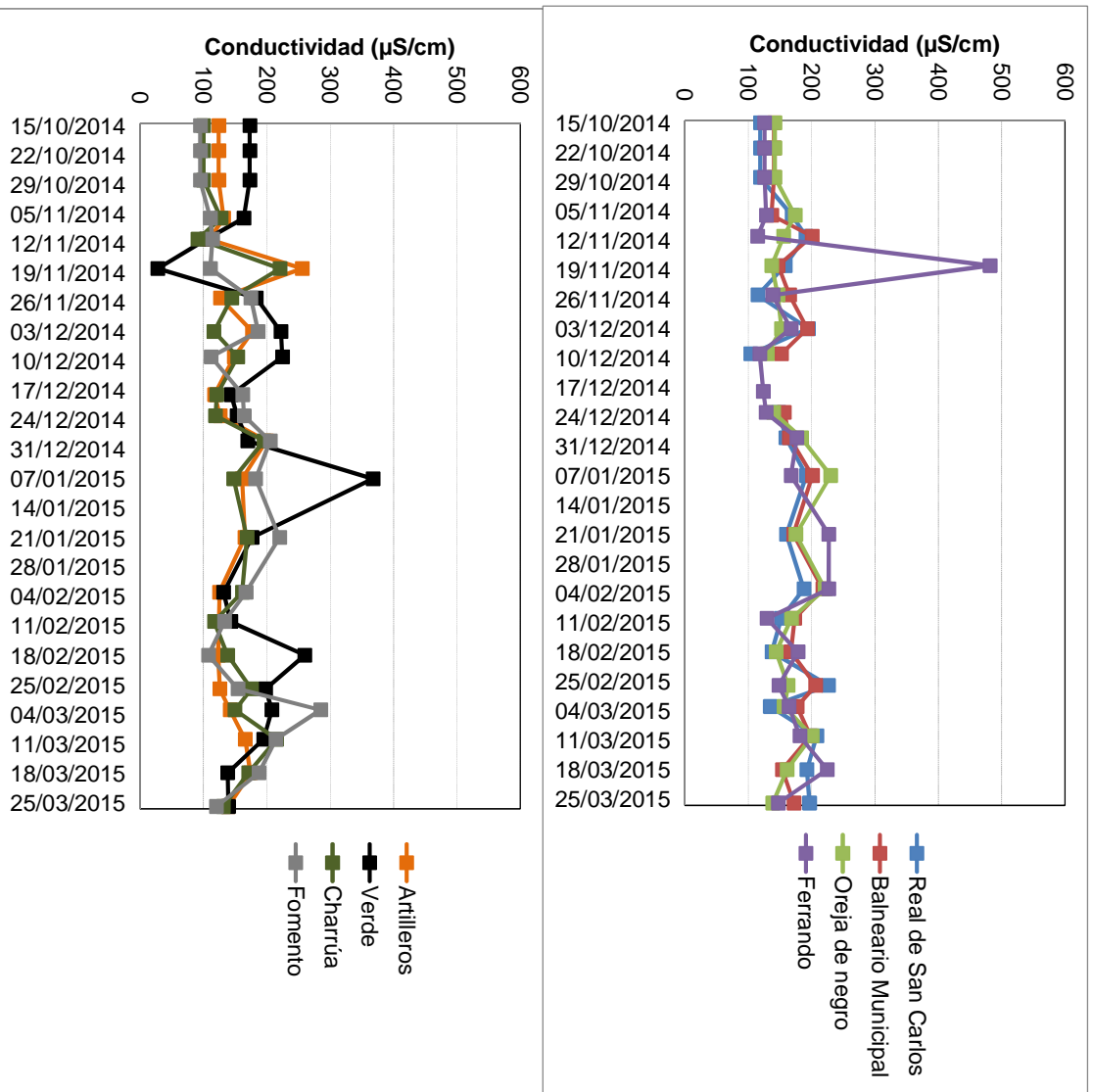


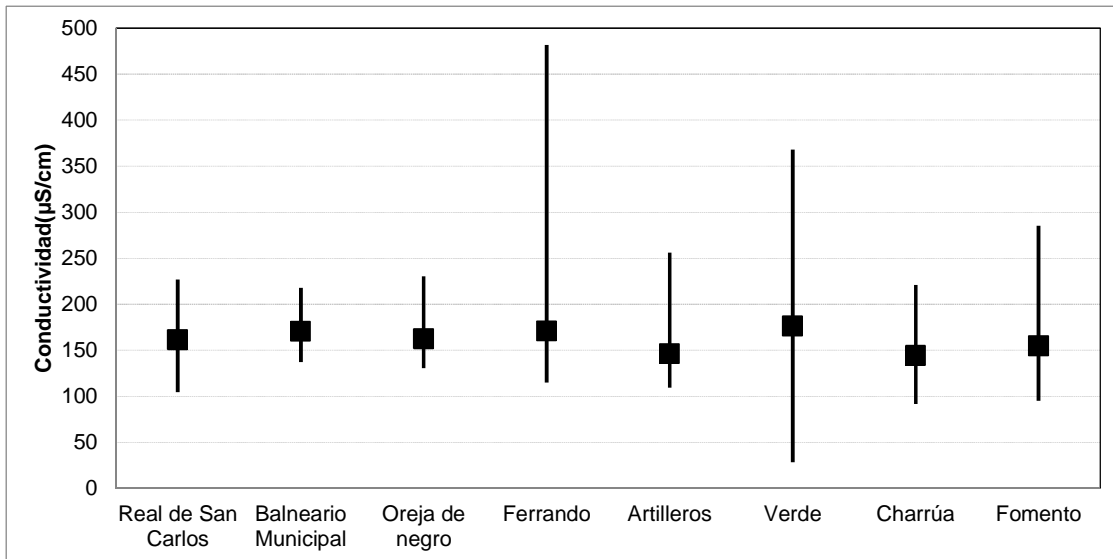




**Figura 14.** Gradiente espacial de la temperatura promedio de las playas de Colonia, orientadas de oeste a este.

La **conductividad** se mantuvo siempre por debajo de 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 15). Al analizar las variaciones de la conductividad promedio por playa, no se observó la existencia de un gradiente espacial, encontrándose todas las playas en valores cercanos a los 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , al igual que ocurrió en la temporada anterior (Fig. 16). En playa Ferrando, hay un dato que se dispara del resto de los valores. Este aumento no pudo ser atribuible a ningún evento en particular.





**Figura 16.** Gradiente espacial del promedio de conductividad para la temporada de las playas de Colonia.

El **pH** de las playas no presentó ninguna tendencia a lo largo del tiempo para las playas monitoreadas. El mínimo registrado fue de 6,5 (Artilleros y Fomento) y el máximo fue 8,9 (Real de San Carlos). En tres ocasiones se excede el rango admitido por la normativa (6,5 a 8,5), superándose el límite permitido. Esto ocurrió en Real de San Carlos (8,9) Balneario Municipal (8,7) y Oreja de Negro (8,6) (Fig. 17). Estas dos últimas playas también habían presentado valores excedidos durante la temporada pasada (Dinama, 2015). Si bien el exceso se da solo en una ocasión en cada playa, es necesario seguir prestando especial atención a estas locaciones. Por último, el pH promedio de la temporada en cada playa se encuentra entre 7,5 y 8,0 (Fig. 18).

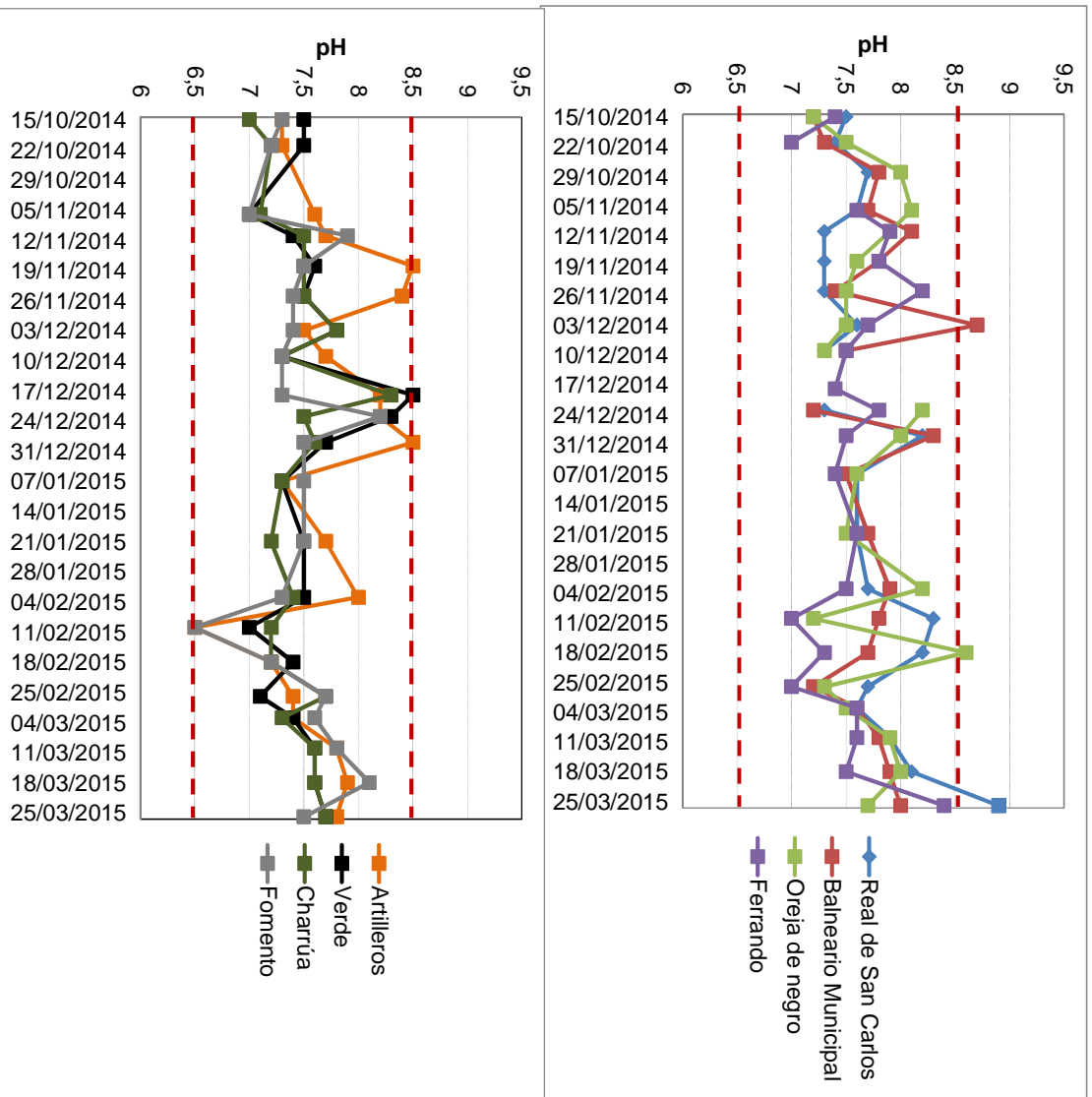
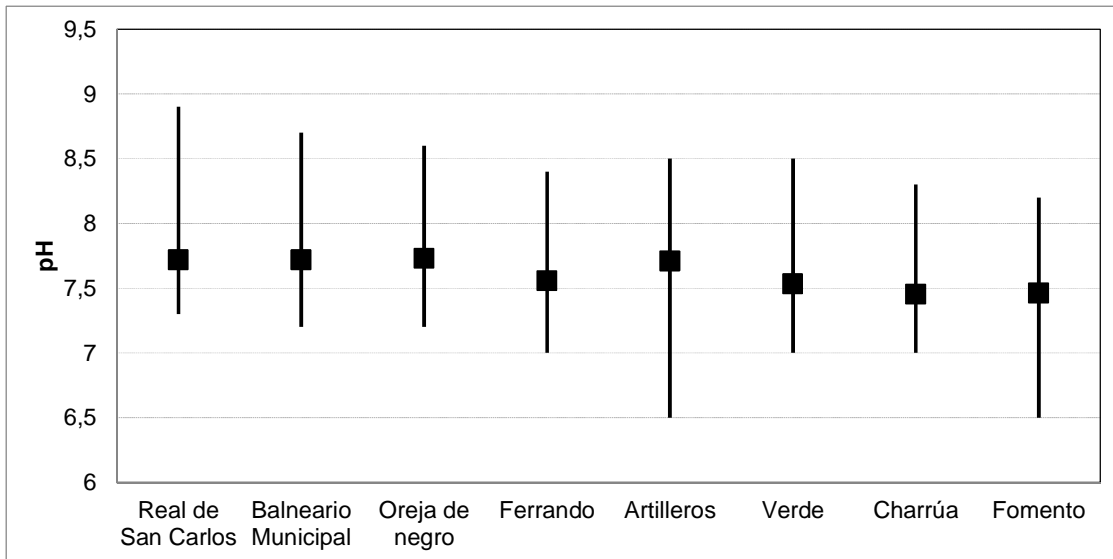


Figura 17. Variación temporal del pH en las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.



**Figura 18.** Variación espacial del pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** fluctuó entre los 4,1 mg/l (Balneario Municipal) y los 8,9 mg/l (Real de San Carlos y Playa Verde) a lo largo de la temporada. Todas las playas presentan al menos una ocasión en la cual los valores se encontraron por debajo de los admitidos por la normativa (<5 mg/l). Estas situaciones ocurren principalmente en dos muestreos puntuales: el 29 de diciembre y el 21 de enero, encontrándose aceptables los valores para el resto de las fechas. Generalmente las tendencias temporales fueron similares, aumentando o disminuyendo los valores en las diferentes playas para las mismas fechas (Fig. 19).

Los promedios del oxígeno disuelto para la temporada no mostraron ninguna tendencia espacial y se encontraron entre los 6,2 mg/l y los 6,8 mg/l. El promedio máximo se encontró en Real de San Carlos y Balneario Municipal (6,8 mg/l) y el mínimo en playa Charrúa (6,2 mg/l) (Fig. 20).

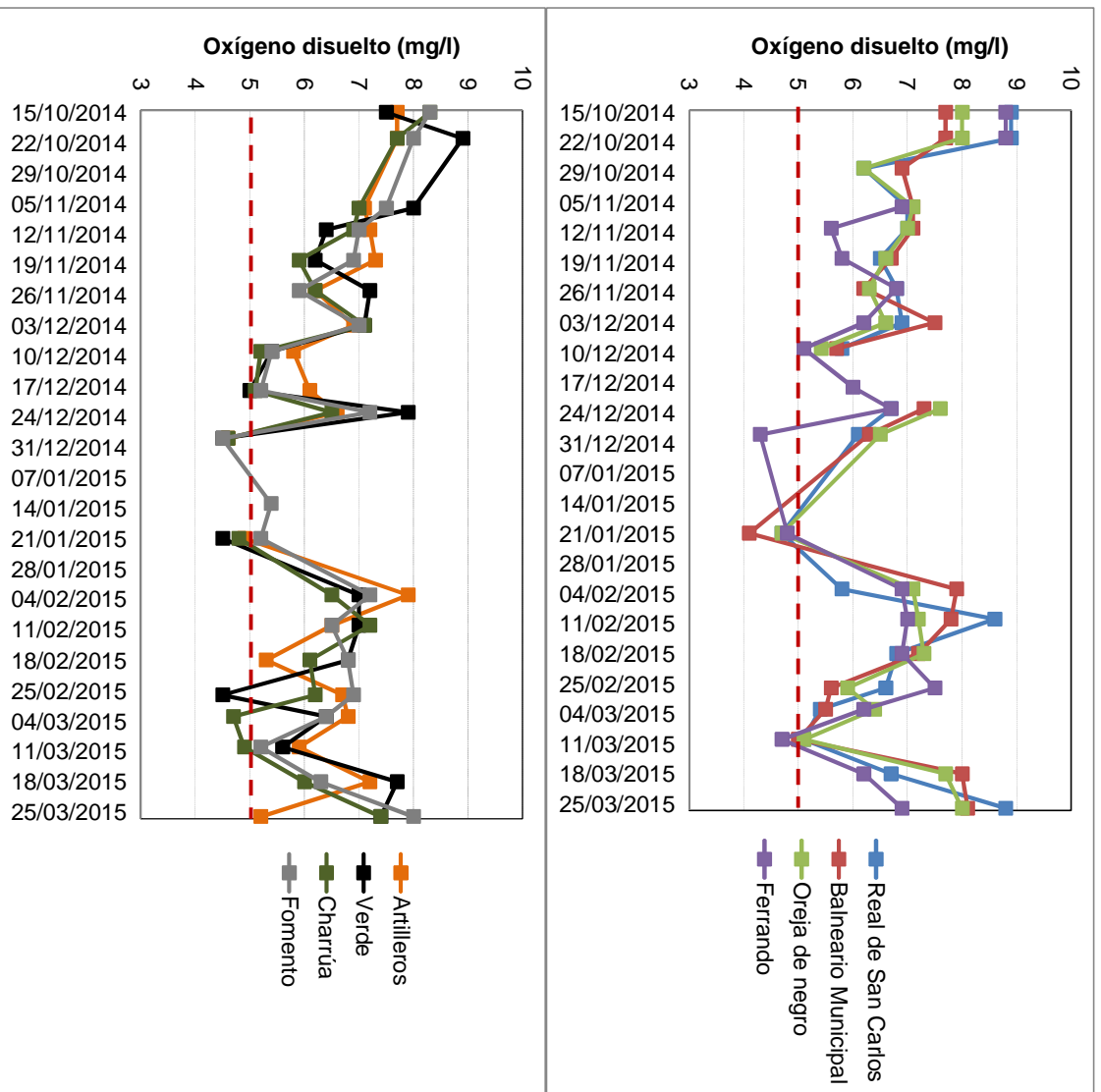
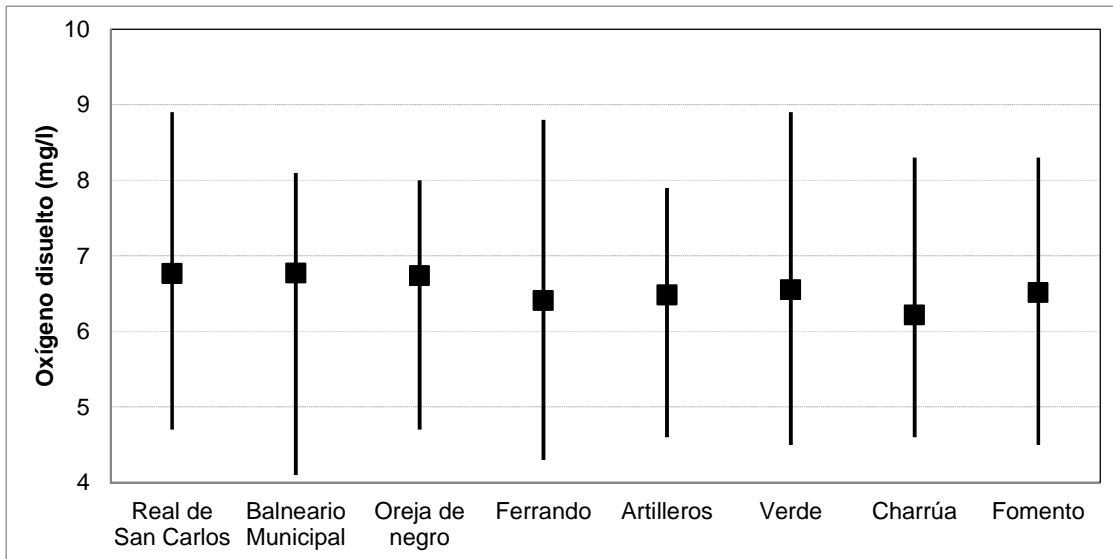


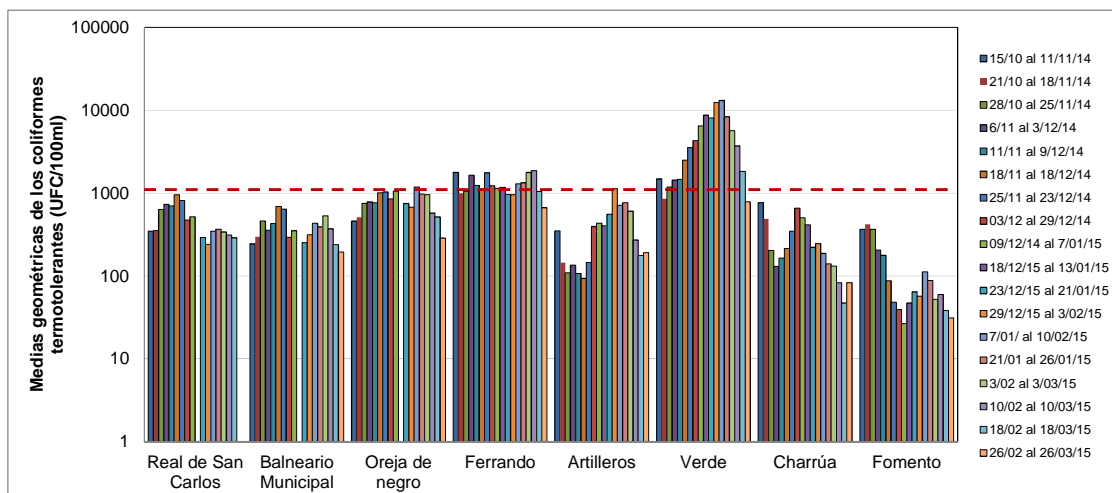
Figura 19. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.



**Figura 20.** Variación espacial del oxígeno disuelto promedio, de las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este.

Al analizar las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes**, se evidencia que la mayoría de las playas presentaron valores de aptitud durante toda la temporada (<1000 UFC/ml). Sin embargo las playas Verde y Ferrando superaron en varias ocasiones el valor máximo admitido. Playa Verde en particular presentó valores muy por encima del límite establecido por la normativa y esta situación se mantiene durante la mayor del período analizado (solo se mantuvo dentro de los límites en dos ocasiones). En esta playa la situación de no aptitud ocurre desde hace varios años (Dinama 2012, Dinama 2012-datos no publicados-, Dinama 2015). Los motivos de tan elevada concentración de coliformes en esta zona podrían estar relacionados a la falta de saneamiento que existe en las viviendas de la zona de Juan Lacaze. Playa Ferrando también presenta valores de no aptitud durante la mayor parte de la temporada (solo se mantuvo dentro de los límites en cuatro ocasiones). En esta playa los valores de no aptitud podrían estar relacionados con los vertidos del caño colector que desemboca en playa Honda, una playa lindera a playa Ferrando. Por último, la playa Oreja de Negro también superó en algunas ocasiones el límite admitido. Sin embargo, esto solo ocurrió en cuatro períodos y los valores no fueron tan elevados (Fig. 21).





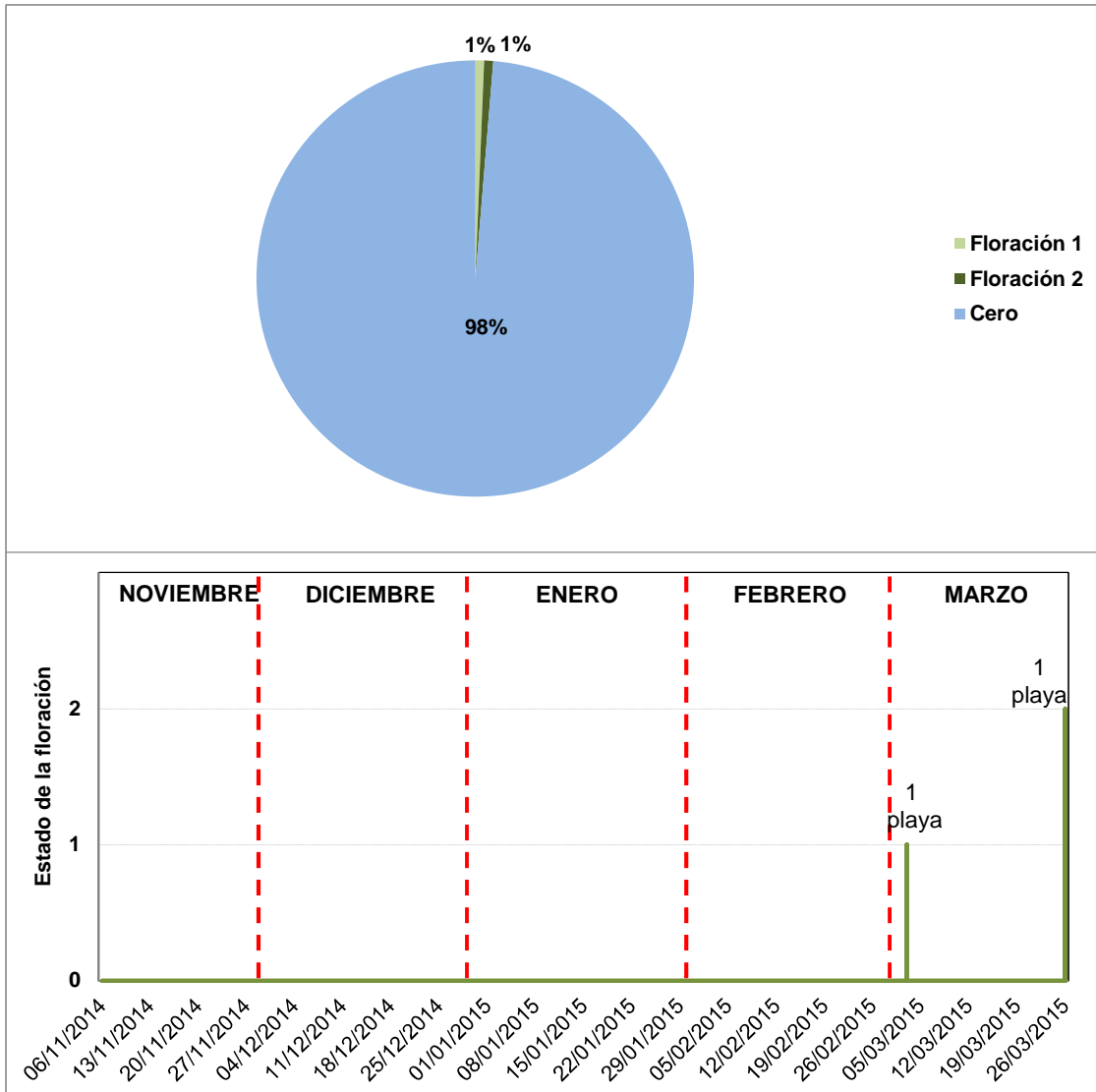
**Figura 21.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Colonia, ordenadas de oeste a este. Notar que la escala en la cual están expresados los valores del eje “y” es logarítmica.

La clasificación de la temporada muestra que la mayoría de las playas tuvieron valores aceptables, a excepción de las playas Ferrando y Verde, tal como lo sugerían sus medias geométricas por período. Estos resultados contrastan con los obtenidos durante la anterior temporada, donde la mayoría de las playas habían sido clasificadas como no aptas para baños (Dinama, 2015). Esa situación había sido atribuible a las intensas lluvias ocurridas y los resultados de esta temporada apoyan esa suposición, ya que en una temporada “normal” en cuanto a precipitaciones la mayoría de las playas volvió a valores de aptitud (Tabla 3).

**Tabla 3.** Clasificación de cada playa de Colonia considerando toda la temporada.

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (15/10/2014 al 26/03/2015)	Clasificación y aptitud de la temporada
Real de San Carlos	481,1	MUY BUENA-APTA
Balneario Municipal	381,0	MUY BUENA-APTA
Oreja de Negro	770,7	SATISFACTORIA-APTA
Ferrando	1276,9	NO APTA
Artilleros	372,8	MUY BUENA-APTA
Verde. Juan Lacaze	4763,2	NO APTA
Charrúa. Juan Lacaze	279,2	MUY BUENA-APTA
Fomento	126,8	EXCELENTE

Por último, el **reporte visual** indica que esta temporada se caracterizó por la ausencia de floraciones (98,0 % de los casos), registrándose escasos eventos tipo 1 (1,0 % de los casos) y tipo 2 (1,0 % de los casos) (Figura 22, gráfico superior). En el gráfico inferior de la misma figura se observa el comportamiento temporal de las floraciones, indicando que el único evento de tipo 2 ocurrió el 26 de marzo en Real de San Carlos, mientras que el evento tipo 1, solo ocurre en playa Charrúa el 5 de marzo.



**Figura 22.** Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración (0) durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior). Los números indican la cantidad de playas en las que se registró ese estado de la floración en esa fecha.

## Playas de Montevideo

En el departamento de Montevideo se realizaron 24 muestreos entre el 15 de octubre del 2014 y el 23 de marzo de 2015 en 6 playas, desde Pajas Blancas hasta Carrasco (Fig. 23).

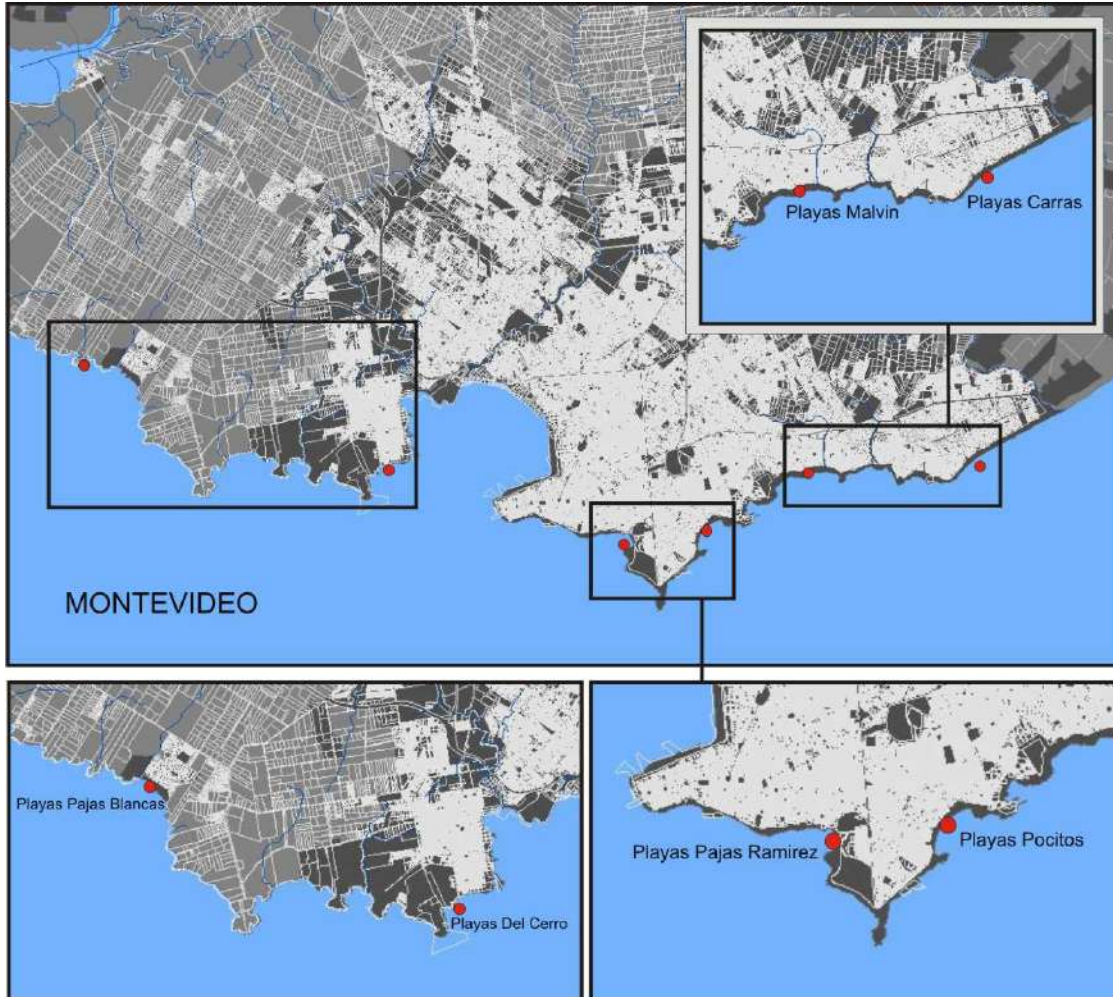
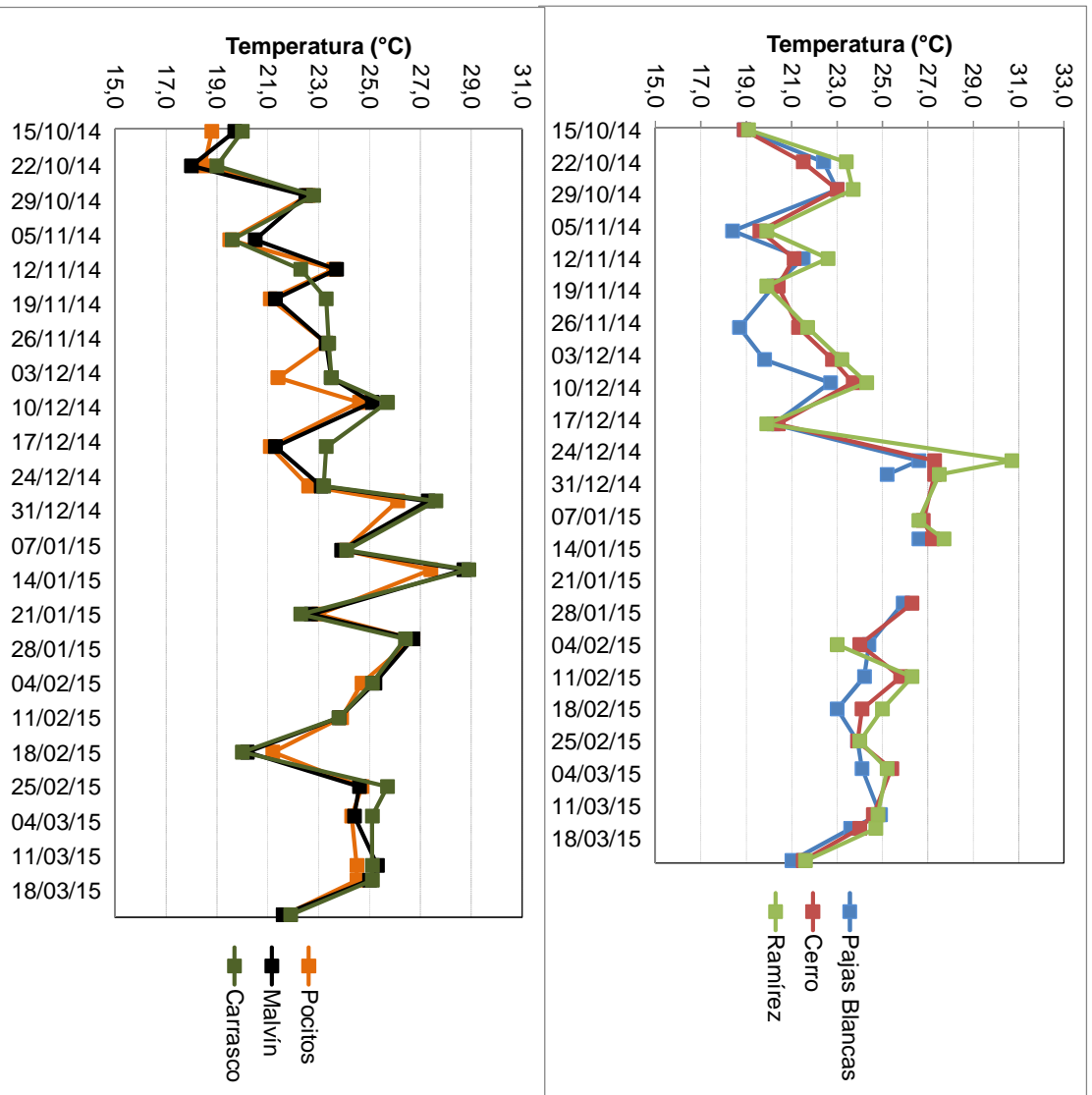
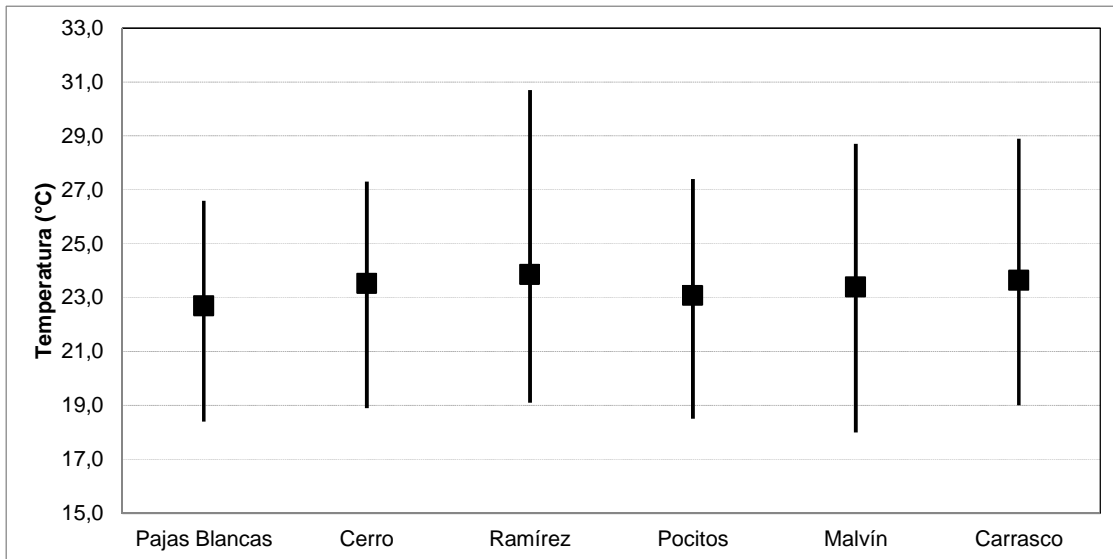


Figura 23. Mapa de las playas de Montevideo.

La **temperatura** del agua a lo largo del período de monitoreo fluctuó entre los 18,0 °C en octubre (Malvín) y los 30,7 °C en diciembre (Ramírez). El patrón general es un aumento de la temperatura desde octubre hacia diciembre-enero y luego un descenso de la misma hacia marzo (Fig. 24). La temperatura promedio de la temporada varió entre los 22,7 °C y los 23,9 °C, siendo Pajas Blancas la playa de menor y Ramírez la de mayor temperatura promedio (Fig. 25).

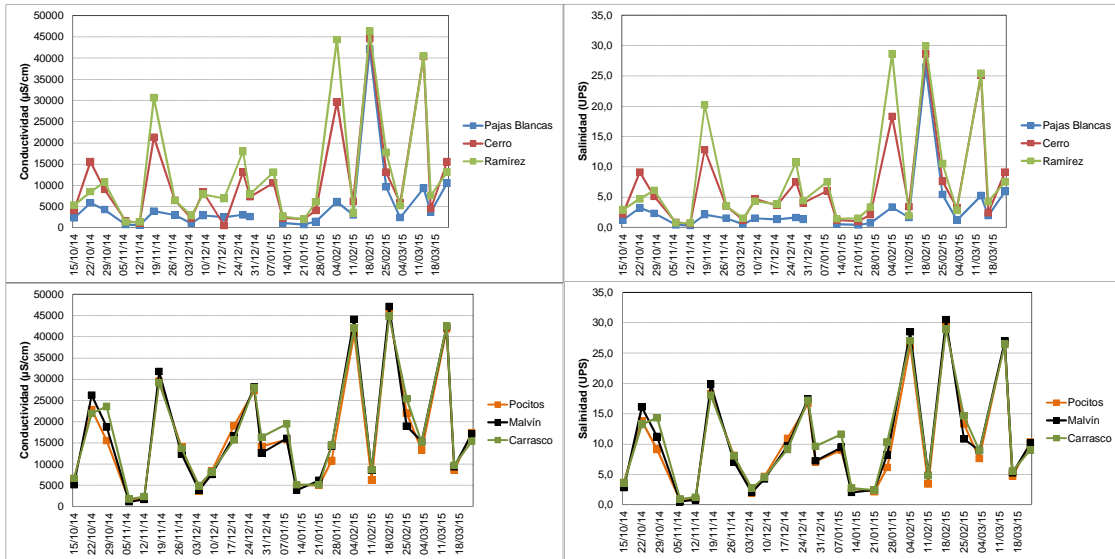




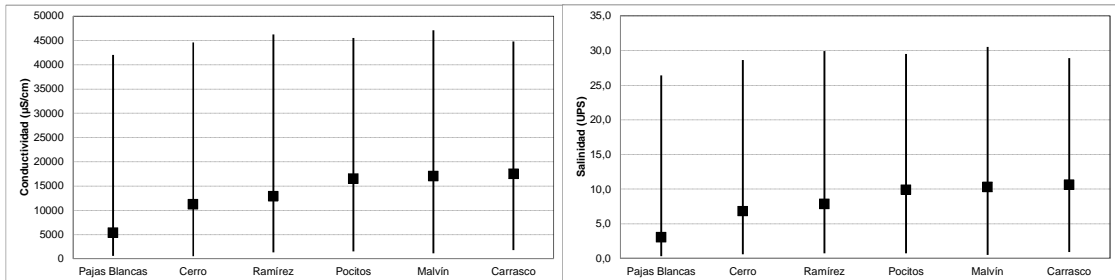
**Figura 25.** Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

Los valores de **conductividad** y de **salinidad** presentaron grandes variaciones a lo largo de la temporada, pero estas fluctuaciones siguieron las mismas tendencias en las diferentes playas monitoreadas. El mínimo valor de conductividad ocurrió en el Cerro (499,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y el de salinidad en Pajas Blancas (0,3 UPS), mientras que los máximos de ambas variables ocurrieron en playa Malvín (47100,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 30,5 UPS, de conductividad y salinidad respectivamente). Consistentemente en todas las playas los máximos se dieron el 18 de febrero (Fig. 26). Estos patrones son muy similares a los de la temporada anterior, donde los mínimos se registraron en pajas Blancas y los máximos en Malvín el 19 de febrero (Masdeu 2015).

Como era de esperar, la conductividad y salinidad promedio de las playas presentó un leve incremento desde el oeste hacia el este con un mínimo de 5313,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en Pajas Blancas y un máximo de 17484,8 en Carrasco  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en Carrasco. La salinidad se comportó de igual manera, registrándose el mínimo nuevamente en Pajas Blancas (0,3 UPS) y el máximo en Carrasco (10,6 UPS) (Fig. 27).



**Figura 26.** Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.



**Figura 27.** Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

El pH de las playas de Montevideo se mantuvo dentro de los límites admitidos en el decreto (6,5 a 8,5), a excepción de un registro en la playa de Pajas Blancas, donde el valor de pH se encontró levemente por debajo del mínimo establecido (6,4). Este valor fue el mínimo registrado mientras que el máximo ocurrió en Pocitos (8,1) (Fig. 28).

Los valores promedio del pH por playa y para toda la temporada no mostraron ningún gradiente espacial. Estos valores se mantuvieron siempre dentro del límite admitido fluctuando entre 7,3 (Pajas Blancas) y 7,6 (Carrasco) (Fig. 29).

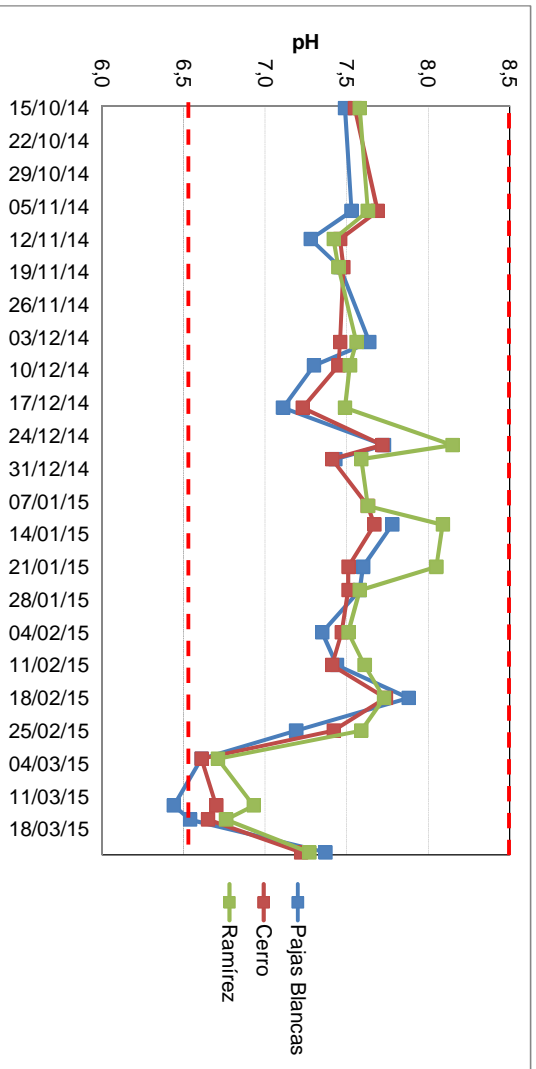


Figura 28. Variación temporal del pH de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

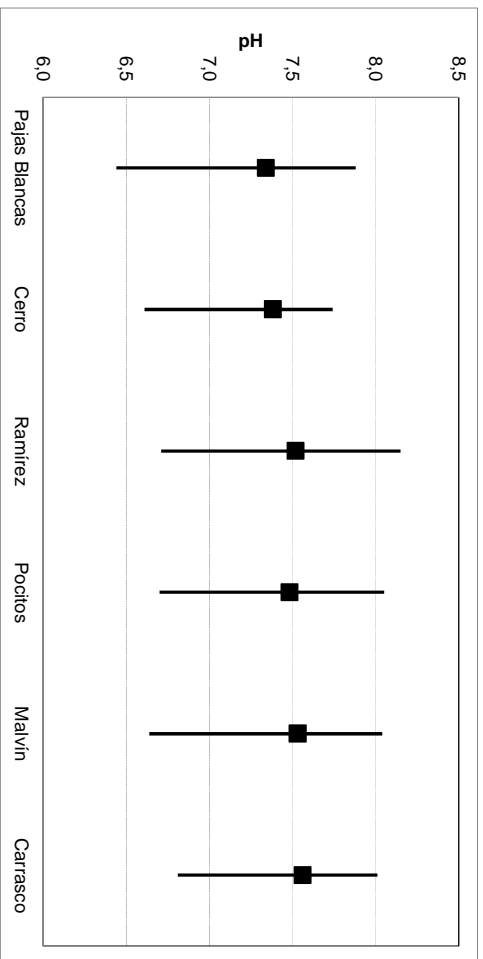
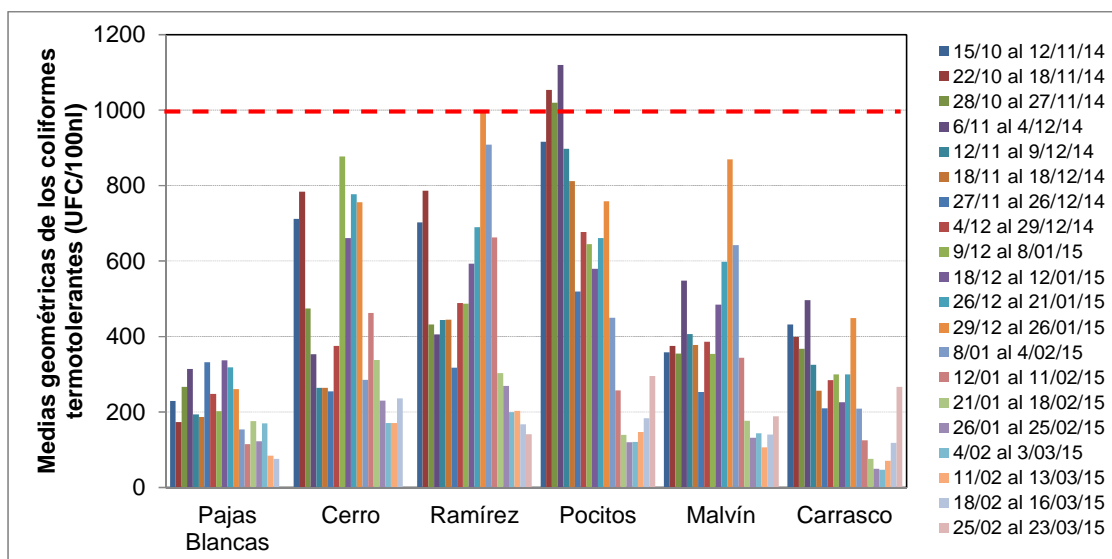


Figura 29. pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

Del análisis de las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes** por período, se observa que solo la playa Pocitos excedió en tres ocasiones (desde el 22 de octubre al 4 de diciembre de 2014) el valor de la media geométrica admitido por la normativa (1000 UFC/100ml). Estas excedencias son leves (menos de 1200 UFC/100ml en los tres casos). El resto de las playas fueron aptas para baños en todos los períodos analizados (Fig. 30).

Vale la pena destacar que de acuerdo a la definición de la Intendencia de Montevideo, las excedencias antes mencionadas en la Playa Pocitos, corresponden al período no estival. En la página web de esta institución se encuentra publicado el “Informe Anual del Programa de Monitoreo de Agua de Playas y Costa de Montevideo 2014-2015”, donde se reporta mayor información (<http://www.montevideo.gub.uy/ciudad-y-cultura/deportes-y-playas/playas/informes-monitoreo-de-agua-de-playas-y-costas/informe-semanal-de-calidad-del-agua-de-las-playas-de>).

Dicho Programa de Monitoreo tiene una frecuencia de dos veces por semana en temporada no estival (1 de abril – 14 de noviembre) y tres a cuatro veces por semana en temporada estival (15 de noviembre a 31 de marzo) por lo que cada media geométrica de cinco valores, es calculada con mayor número de datos, pudiendo así reflejar mejor las variaciones en períodos más cortos de tiempo.



**Figura 30.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Montevideo, ordenadas de oeste a este.

A su vez, la clasificación de la temporada de cada una de las playas muestra que todas estuvieron aptas para baños, siendo Pajas Blancas la playa que obtuvo la mejor clasificación (excelente) (Tabla 4). Estos resultados, si bien no son iguales, son muy similares a los obtenidos por la propia Intendencia de Montevideo (Intendencia de Montevideo, 2015) en su informe anual. Las pequeñas

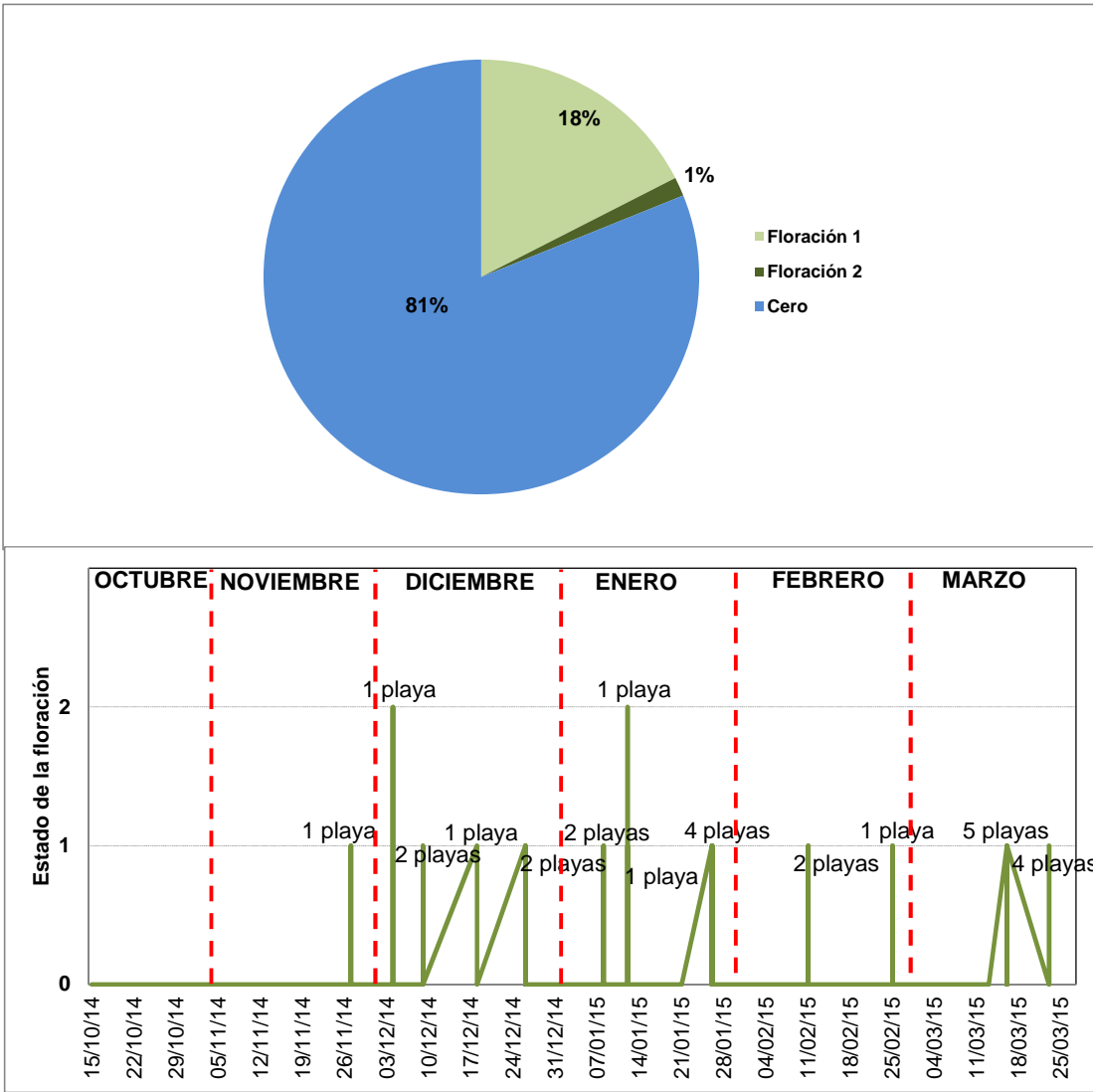


diferencias en los resultados posiblemente estén relacionadas a diferentes criterios en el inicio del período de monitoreo.

**Tabla 4.** Clasificación de cada playa de Montevideo considerando toda la temporada.

<b>Playa</b>	<b>Media geométrica promedio para la temporada (15/10/2014 al 23/03/2015)</b>	<b>Clasificación y aptitud de la temporada</b>
Pajas Blancas	208,4	<b>Excelente-APTA</b>
Cerro	444,5	<b>Muy buena-APTA</b>
Ramírez	482,1	<b>Muy buena-APTA</b>
Pocitos	568,6	<b>Satisfactoria-APTA</b>
Malvín	362,0	<b>Muy buena-APTA</b>
Carrasco	250,4	<b>Muy buena-APTA</b>

El **reporte visual** indica la ocurrencia de varios casos de floración tipo 1 (18,0 % de los casos), y de un 1,0 % de casos de floración tipo 2 (Fig. 31, gráfico superior). En el gráfico inferior de la misma figura se observa que los eventos comenzaron a ocurrir a fines de noviembre, haciéndose más frecuentes en diciembre y enero. En estos dos meses fue en los únicos en los que se registraron floraciones tipo 2 (solo un evento en cada mes y ambos ocurrieron en playa Ramírez). En febrero los eventos disminuyeron su frecuencia de aparición y en marzo aumentaron nuevamente (Fig. 31, gráfico inferior).



**Figura 31.** Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las floraciones (gráfico inferior). Los números indican el número de playas en las que se registró ese estado de la floración (ya sea 1 o 2) en esa fecha.

## Playas de Canelones

En el departamento de Canelones se monitorearon 8 playas entre el 5 de noviembre de 2014 y el 18 de marzo de 2015 (Fig. 32). En total se realizaron 16 muestreos en cada playa.

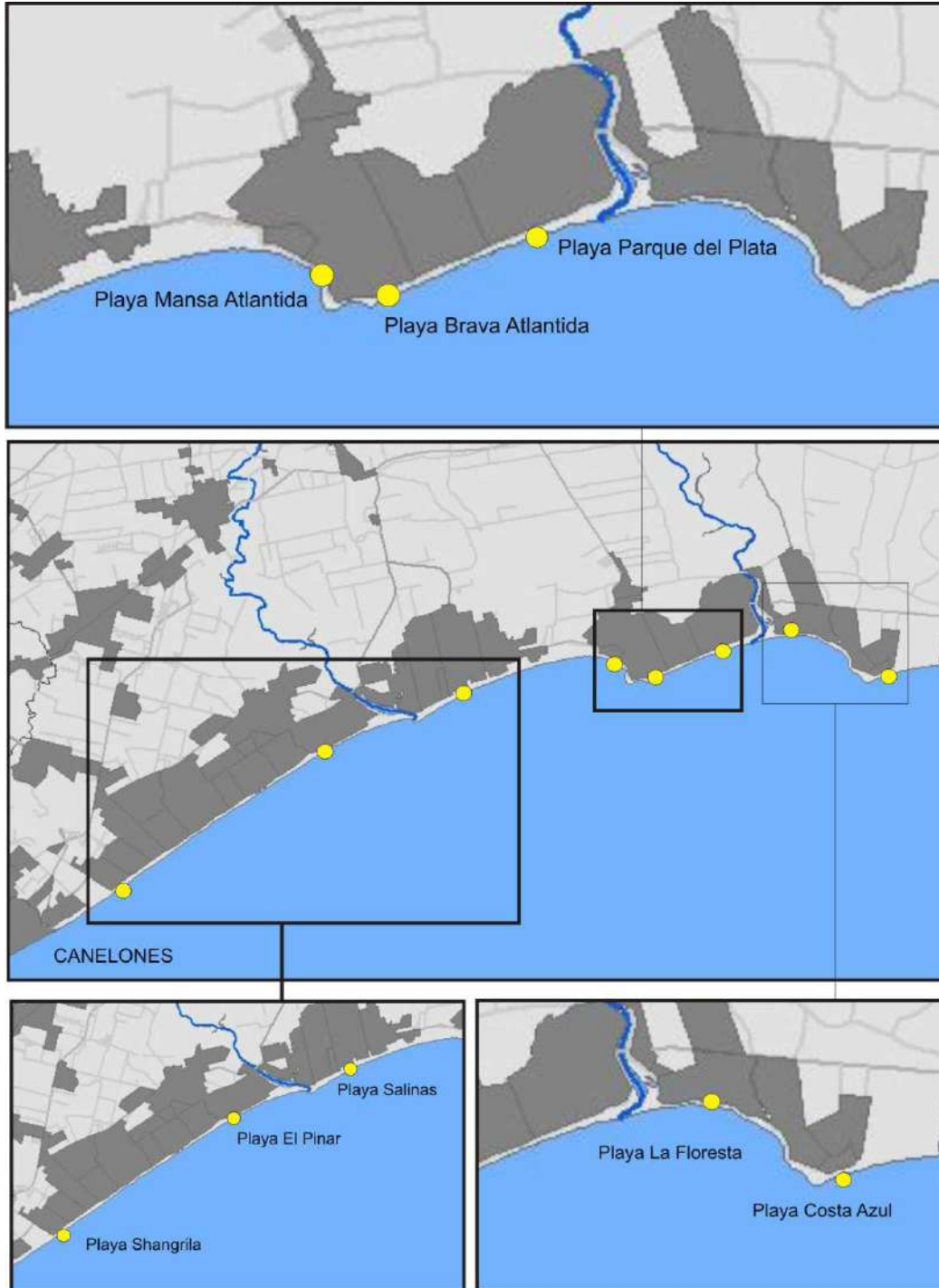


Figura 32. Mapa de las playas de Canelones.

La temperatura del agua de las playas de Canelones presentó un rango de variación entre 17,8 °C (Shangrilá) y 27,1 °C (Salinas). A pesar de que existieron ciertas variaciones hay una tendencia al aumento de la temperatura hacia enero y luego a disminuir hacia marzo, pero finalizando con temperaturas más elevadas que en el principio de la temporada (Fig. 33).

En cuanto a la temperatura promedio de cada playa durante la temporada, la Figura 34 muestra que Parque del Plata fue la playa con menores temperaturas (21,6 °C), mientras que Salinas fue la de mayores temperatura promedio (22,9 °C).

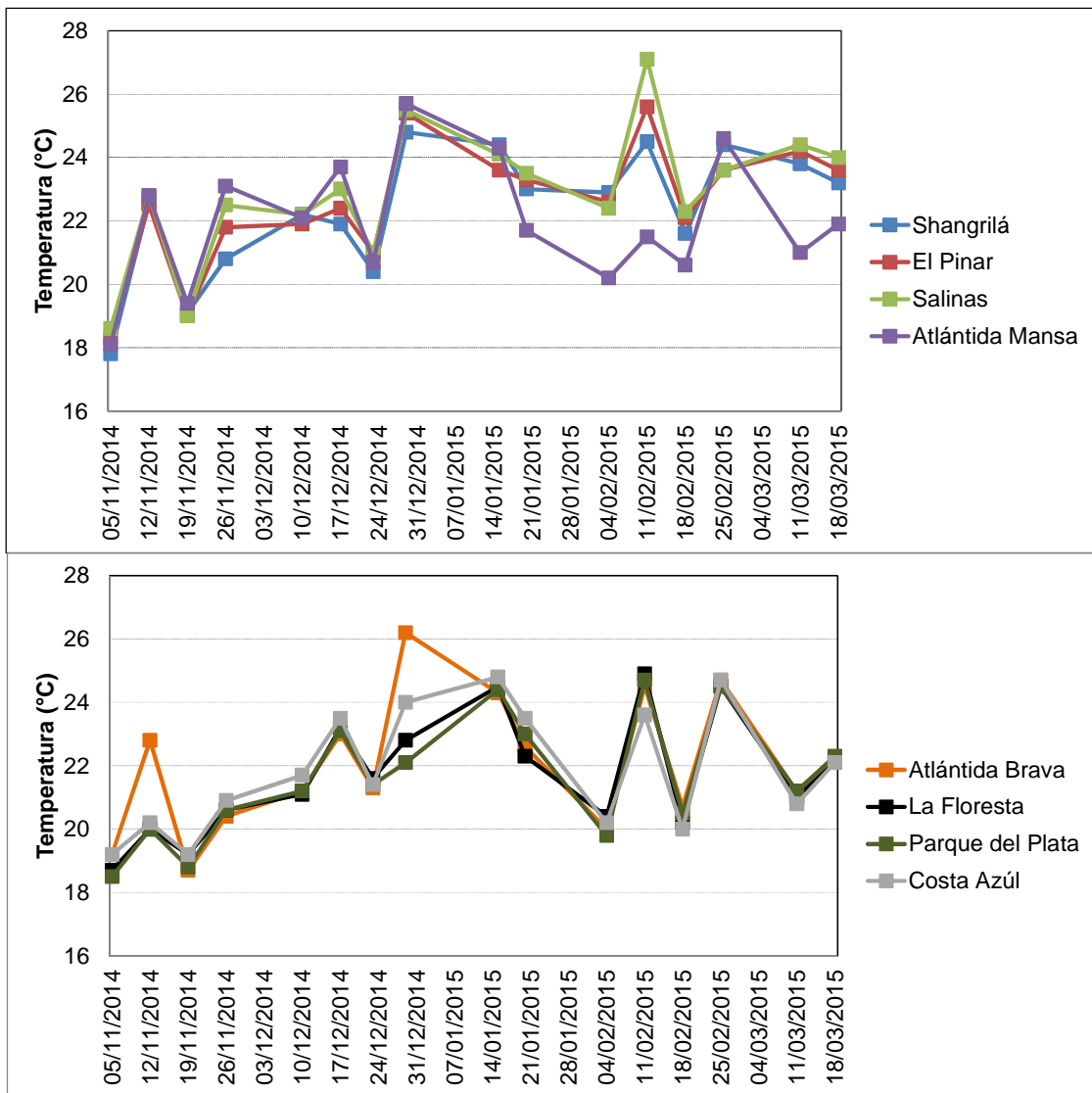
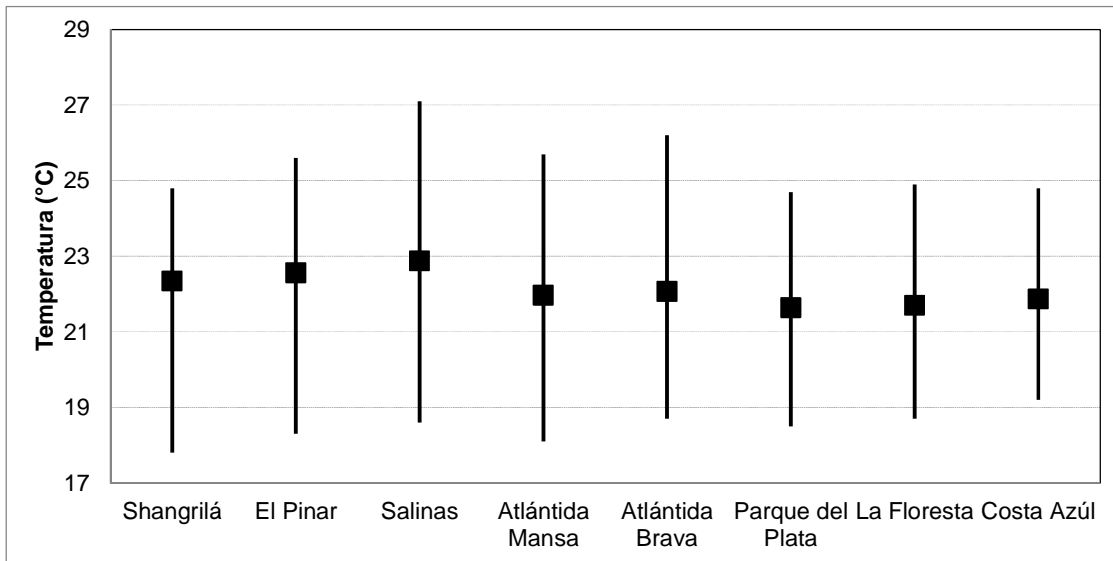


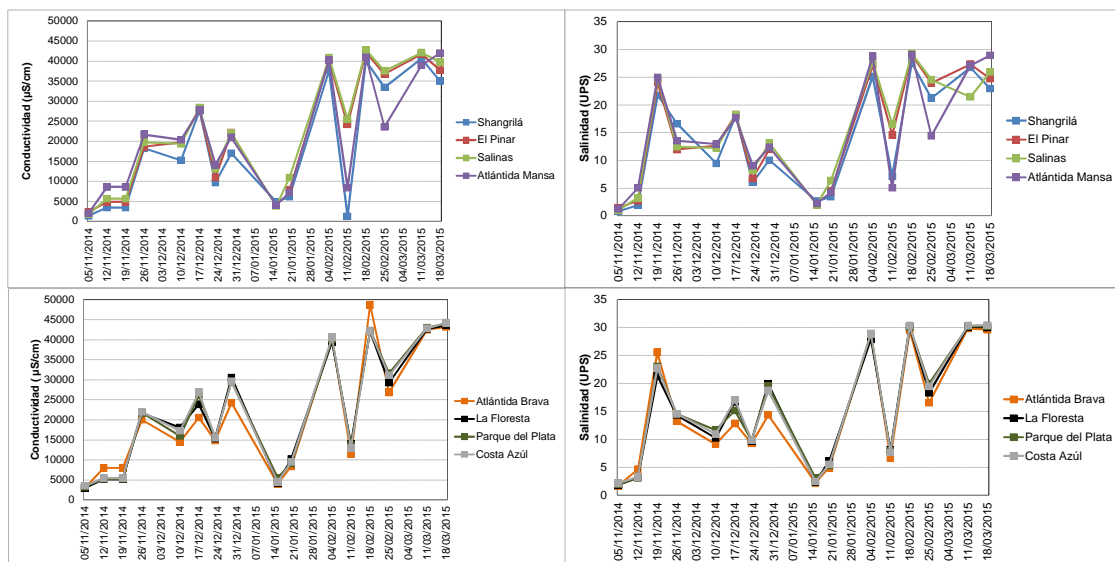
Figura 33. Variación temporal de la temperatura de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.



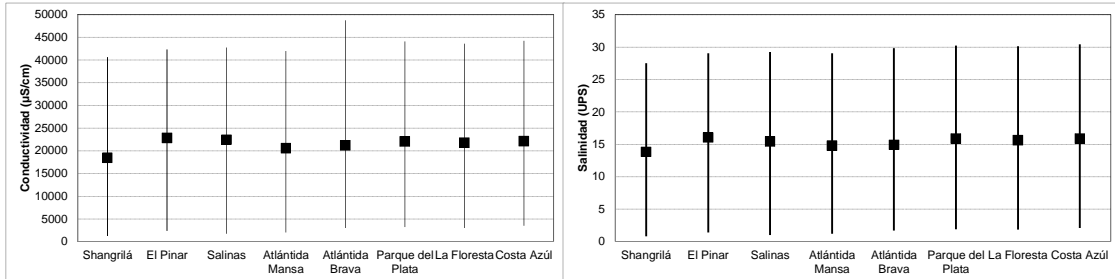
**Figura 34.** Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

Los valores de **conductividad** y de **salinidad** siguieron a grandes rasgos el mismo comportamiento a lo largo del tiempo. Los mínimos valores tanto de salinidad como de conductividad se registraron en Shangrilá (0,8 UPS y 1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para salinidad y conductividad, respectivamente) mientras que el máximo de salinidad se encontró en Costa Azul (30,4 UPS) y el de conductividad en Atlántida Brava (48730  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Fig. 35).

Al contrario de lo esperado, en esta temporada los promedios de ambas variables no mostraron un aumento de las mismas hacia el este (zona de mayor influencia de agua marina), no encontrándose ninguna tendencia en el espacio (Fig. 36).



**Figura 35.** Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.



**Figura 36.** Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

El pH de las playas de Canelones generalmente se mantuvo dentro de los límites admitidos en el decreto. Sin embargo hay algunas excepciones que exceden el límite superior. Las mismas ocurrieron en todas las playas puntualmente el 4 y 11 de febrero, y en algunas el 11 y 18 de marzo. Es la primera vez que se registran excesos para esta variable en este departamento, por lo tanto para los siguientes monitoreos deberá prestarse especial atención a su comportamiento. El mínimo se registró en Shangrilá (7,5) y el máximo en Atlántida Brava (9,7) (Fig. 37). El pH promedio entre playas prácticamente no presentó fluctuaciones, variando entre 8,2 y 8,3 (Fig. 38).

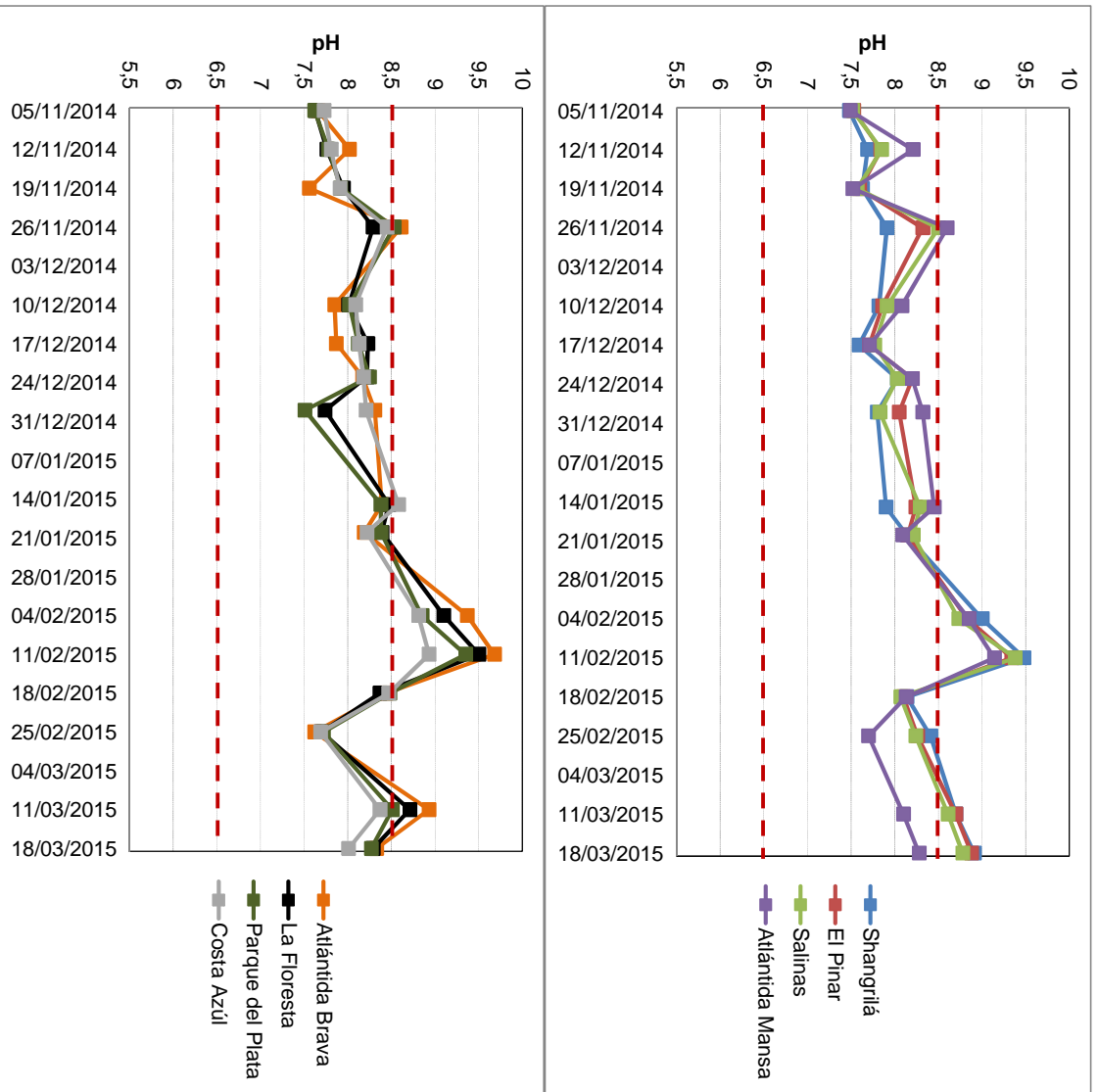
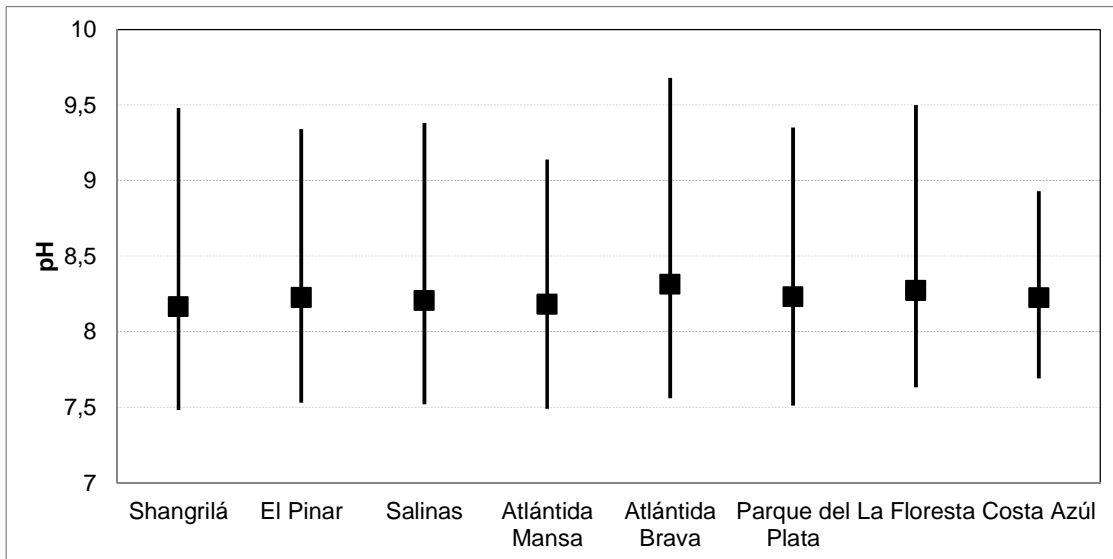


Figura 37. Variación temporal del pH de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.



**Figura 38.** pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** prácticamente no presentó valores por debajo del límite admitido (5,0 mg/l). Sin embargo sobre el final de la temporada hay cuatro ocasiones en la que los valores se encontraron por debajo del límite (dos veces en Atlántida Mansa, una vez en Costa Azul y una vez en Parque del Plata). Tanto el máximo como el mínimo ocurren en Atlántida Mansa (14,1 mg/l y 4,2 mg/l) (Fig. 39).

A su vez, los promedios para la temporada fluctuaron entre 8,2 mg/l (Parque del Plata) y 8,9 mg/l (Atlántida Mansa) (Fig. 40).



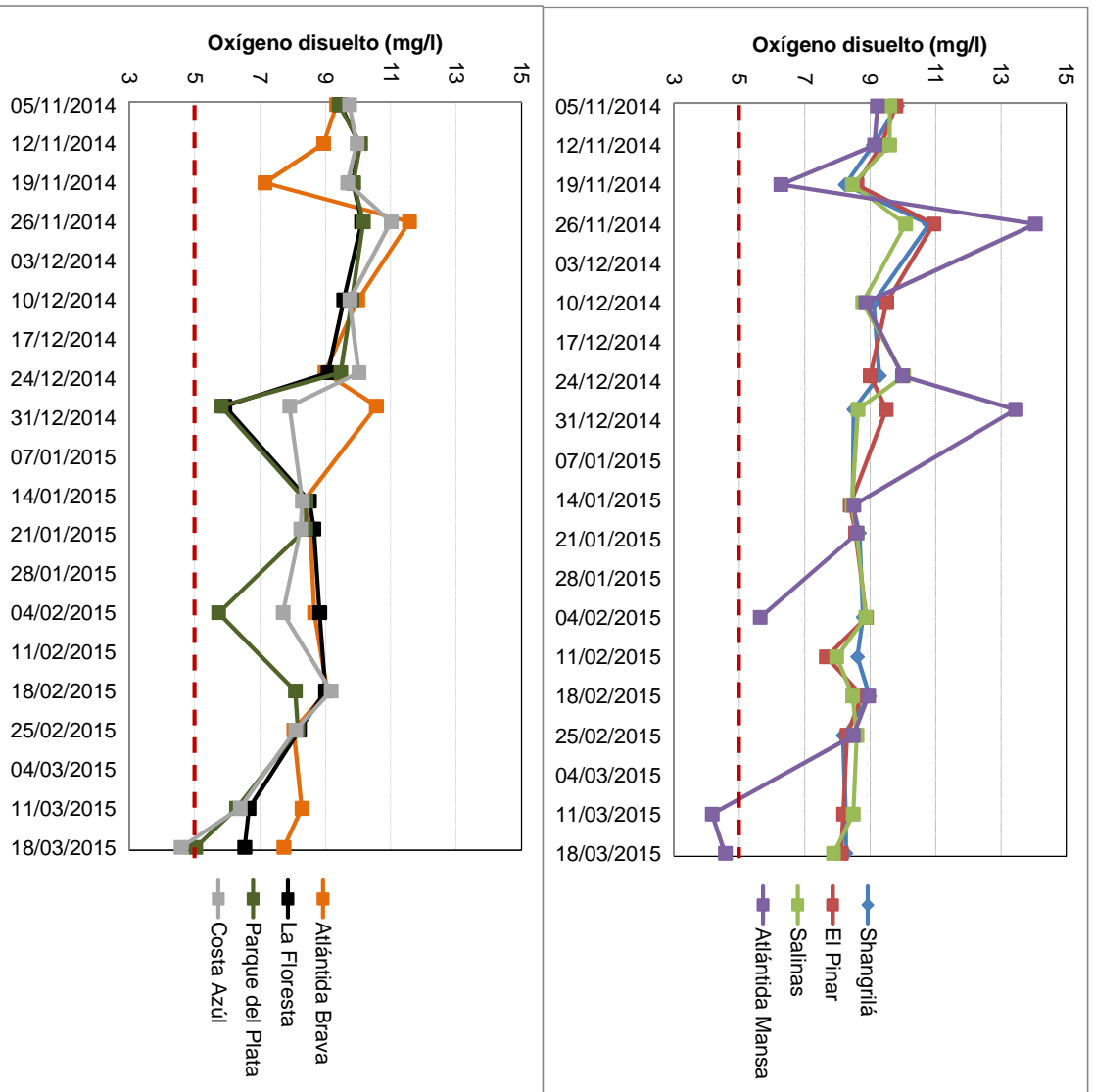
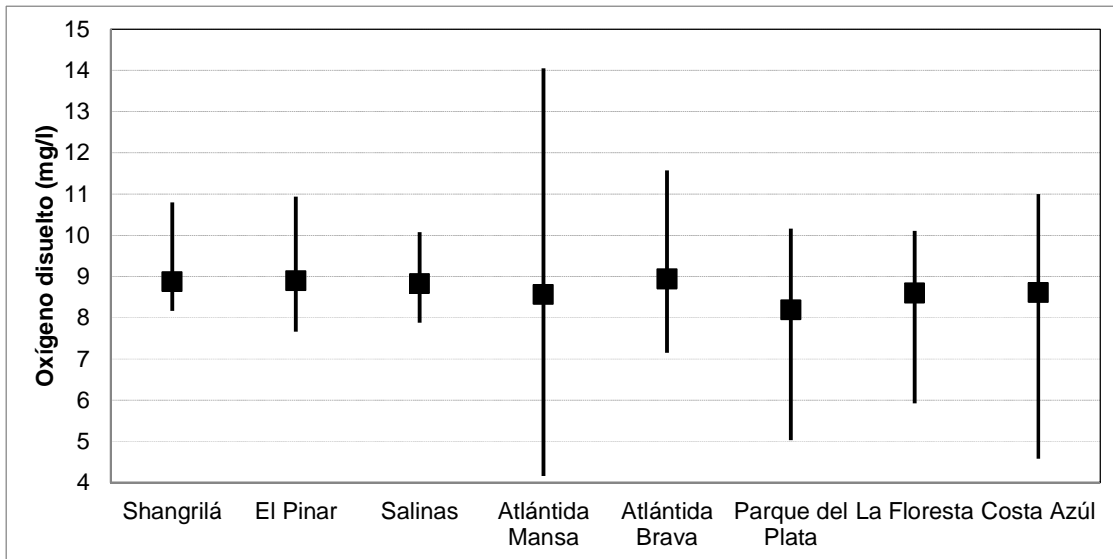
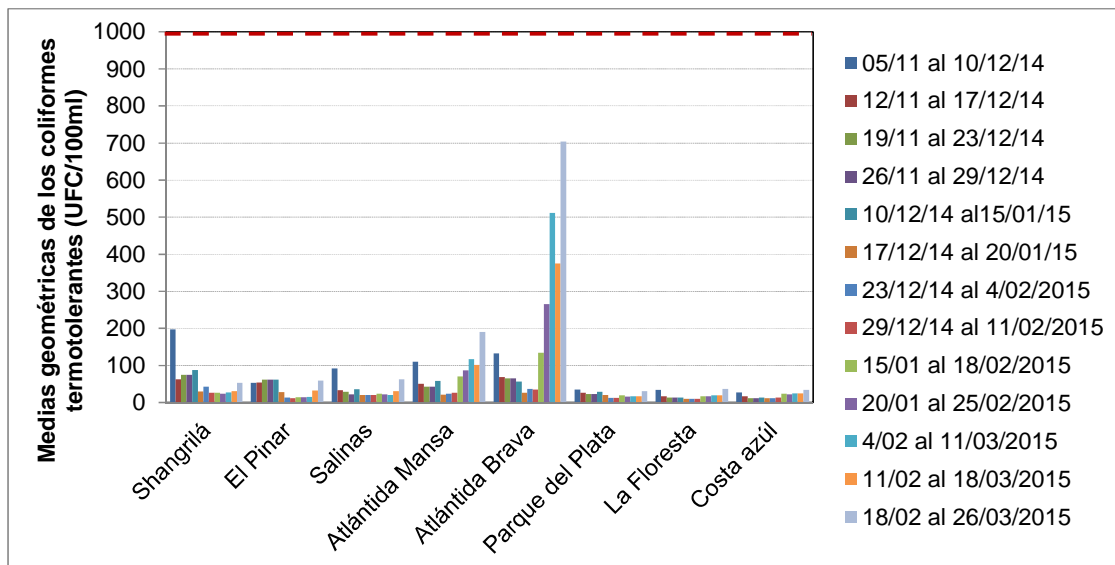


Figura 39. Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.



**Figura 40.** Oxígeno disuelto promedio de la temporada, para cada una de las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

Del análisis de las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes**, se desprende que la mayoría de las playas de Canelones presentaron una calidad del agua para recreación excelente durante la temporada (Fig. 41). A su vez, los promedios de estas medias geométricas permitieron clasificar a todas las playas como aptas y con una excelente aptitud para baños durante la temporada 2014/2015 (Tabla 5).

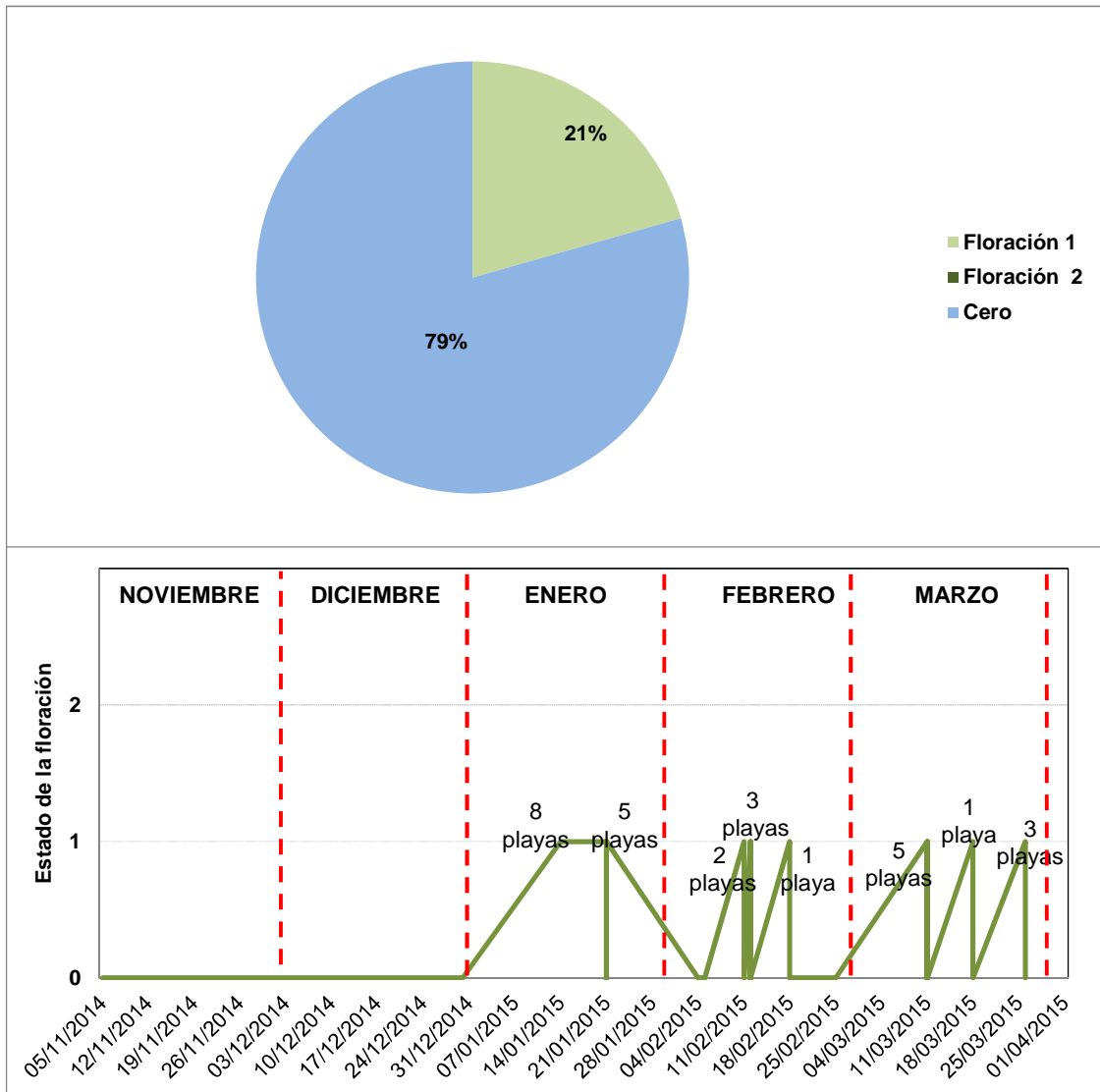


**Figura 41.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Canelones, ordenadas de oeste a este.

**Tabla 5.** Clasificación de cada playa de Canelones considerando toda la temporada.

<b>Playa</b>	<b>Media geométrica promedio para la temporada (5/11/2014 al 18/03/2015)</b>	<b>Clasificación y aptitud de la temporada</b>
Shangrilá	58,1	<b>Excelente-APTA</b>
El Pinar	37,0	<b>Excelente-APTA</b>
Salinas	33,2	<b>Excelente-APTA</b>
Atlántida Mansa	72,4	<b>Excelente-APTA</b>
Atlántida Brava	190,4	<b>Excelente-APTA</b>
Parque del Plata	21,7	<b>Excelente-APTA</b>
La Floresta	17,8	<b>Excelente-APTA</b>
Costa Azul	35,2	<b>Excelente-APTA</b>

Por último, el **reporte visual** indica la ocurrencia de varios casos de floración tipo 1 (21,0 % de los casos), sin registros de floración tipo 2 (Fig. 42, gráfico superior). Vale aclarar que a pesar de que estos eventos fueron clasificados como de tipo 1 cubrieron una gran extensión en el agua y en la arena de varias playas. Además los mismos se mantuvieron presentes en varias playas y durante un período prolongado del verano, ya que ocurrieron en enero, febrero y marzo (Figura 42, gráfico inferior).



**Figura 42.** Casos de floração tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floração durante la temporada (gráfico superior) y comportamiento temporal de las florações (gráfico inferior). Los números indican el número de playas en las que se registró ese estado de la floração en esa fecha.

## Playas de Maldonado

En el departamento de Maldonado se realizaron 19 muestreos entre el 13 de noviembre de 2014 y el 26 de marzo de 2015, en cada una de las 16 playas, desde Solís a José Ignacio (Fig. 43).

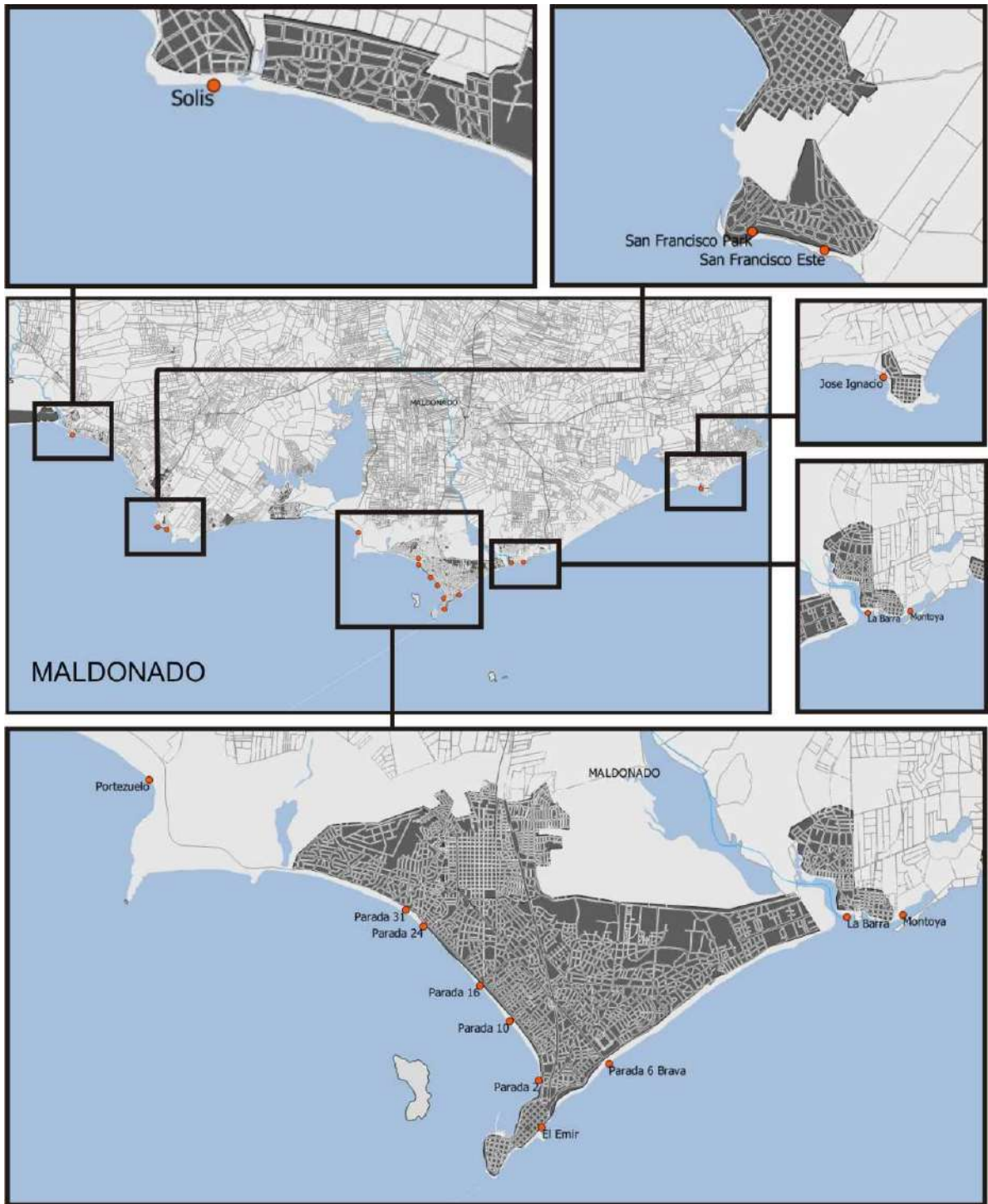


Figura 43. Mapa de las playas de Maldonado.

La temperatura del agua presentó variaciones a lo largo del tiempo. El máximo de temperatura se registró en la playa Rinconada (27,3 °C) a fines de enero, y el mínimo en la parada 8 de la Brava (17,0 °C) hacia fines de noviembre (Fig. 44). Los promedios de temperatura se mantuvieron dentro del rango de los 21,4 y 24,1 °C, con una tendencia a disminuir de oeste a este (Fig. 45). Las variaciones más marcadas se dieron en el tiempo más que entre las playas.

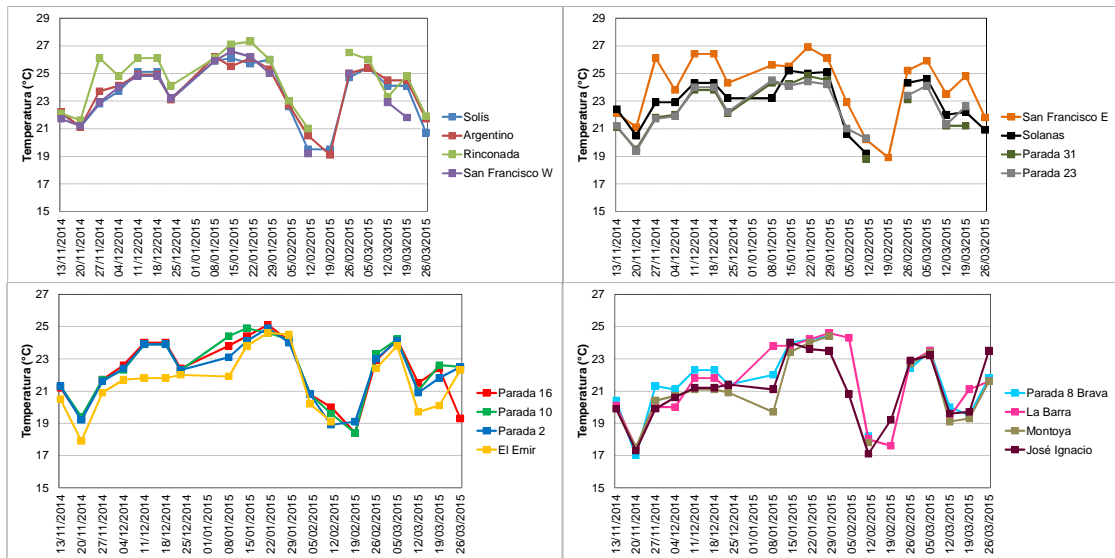


Figura 44. Variación temporal de la temperatura de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

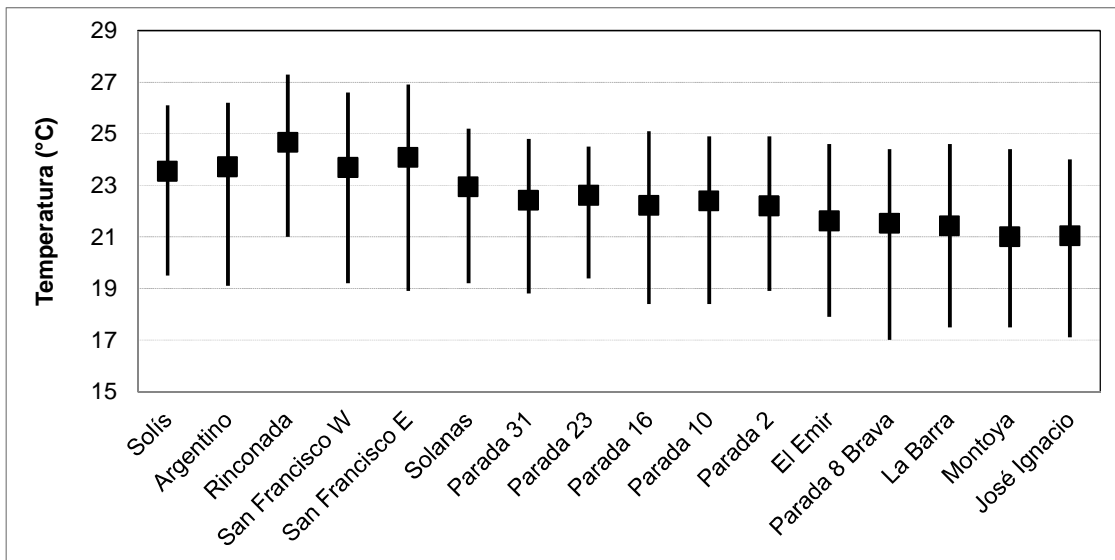


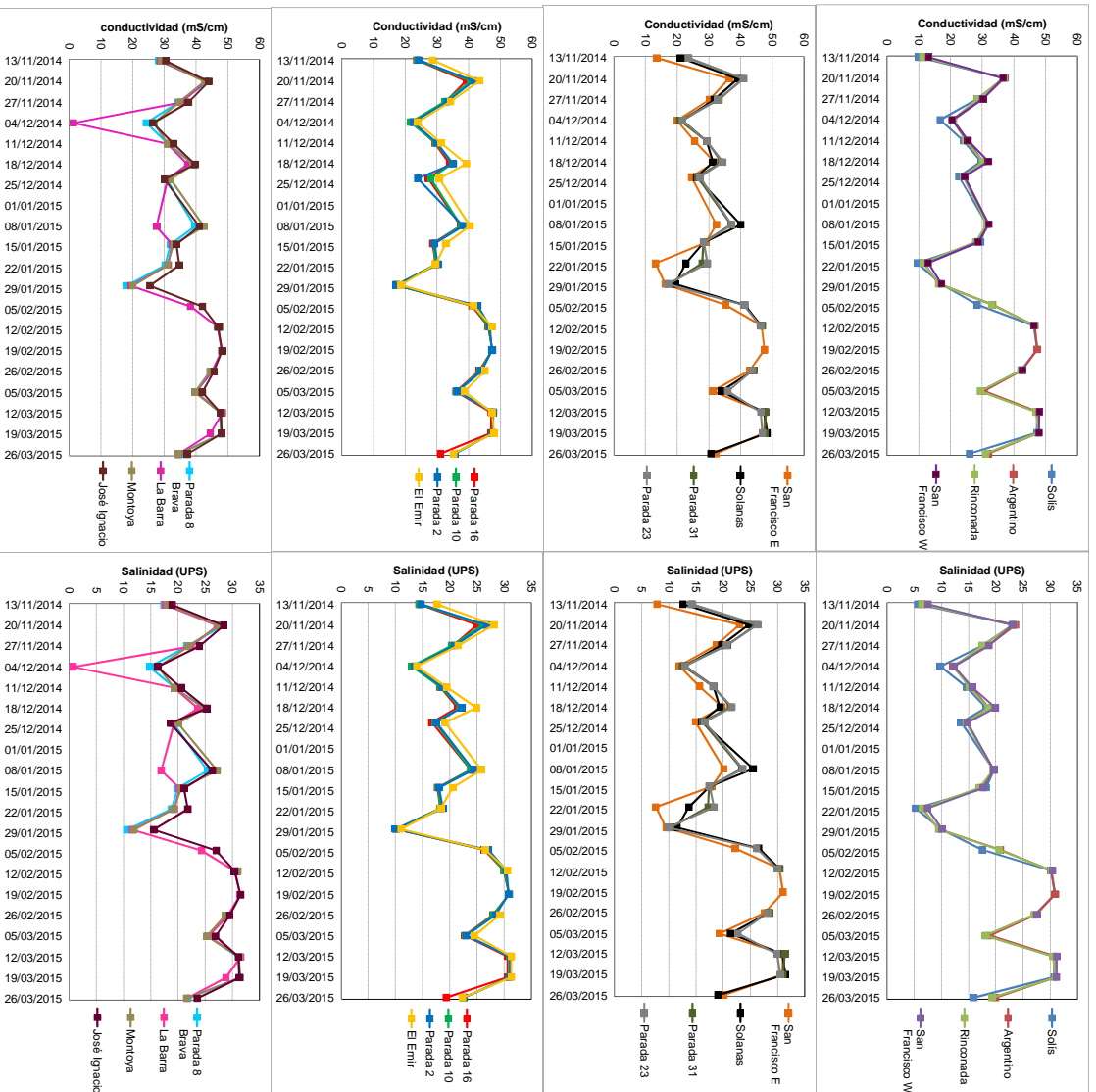
Figura 45. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Los patrones de **conductividad** y **salinidad** siguieron las mismas tendencias tal como puede observarse en la Figura 46. Las mayores variaciones de estas variables se observaron en La Barra, donde hubo una caída abrupta de la misma el 4 de diciembre, posiblemente relacionada a un

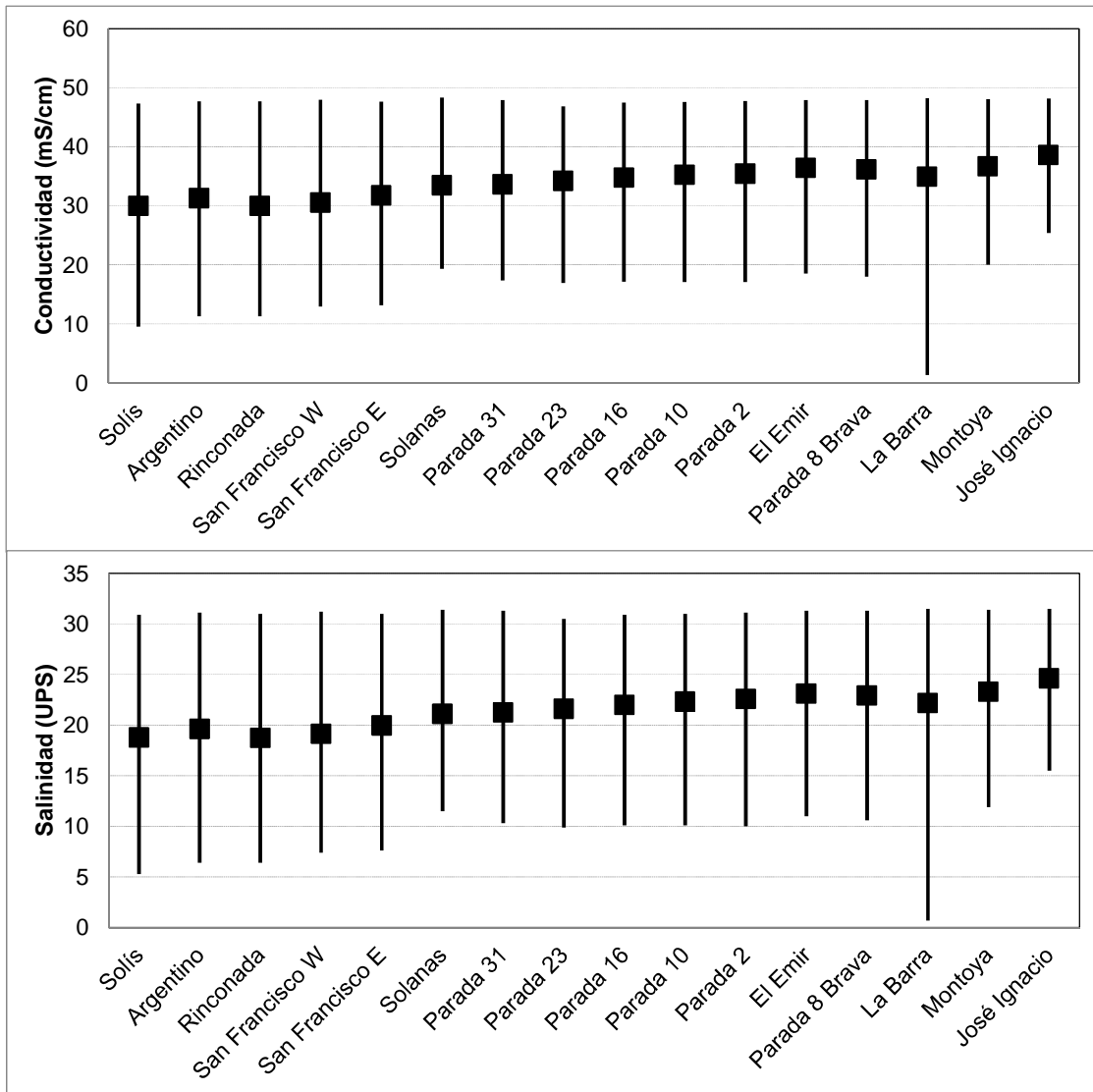
momento de la descarga de agua dulce desde su afluente (Arroyo La Barra) (Fig. 48). Aunque no hay registros de lluvias en esos días si hay registro de viento NE con intensidad de 15 a 35 km/h. Estos vientos pueden generar ingreso de agua dulce al mar. Asimismo debe aclararse que para esa fecha también hay un aumento y exceso de coliformes termotolerantes en el agua (>2000 coliformes termotolerantes), lo que nuevamente sugiere que ha ocurrido una descarga importante de agua dulce.

La conductividad y salinidad promedio aumentaron levemente de oeste a este. La Barra se diferencia del resto de las playas por tener su mínimo muy bajo en relación al resto de las playas

(Fig. 47).



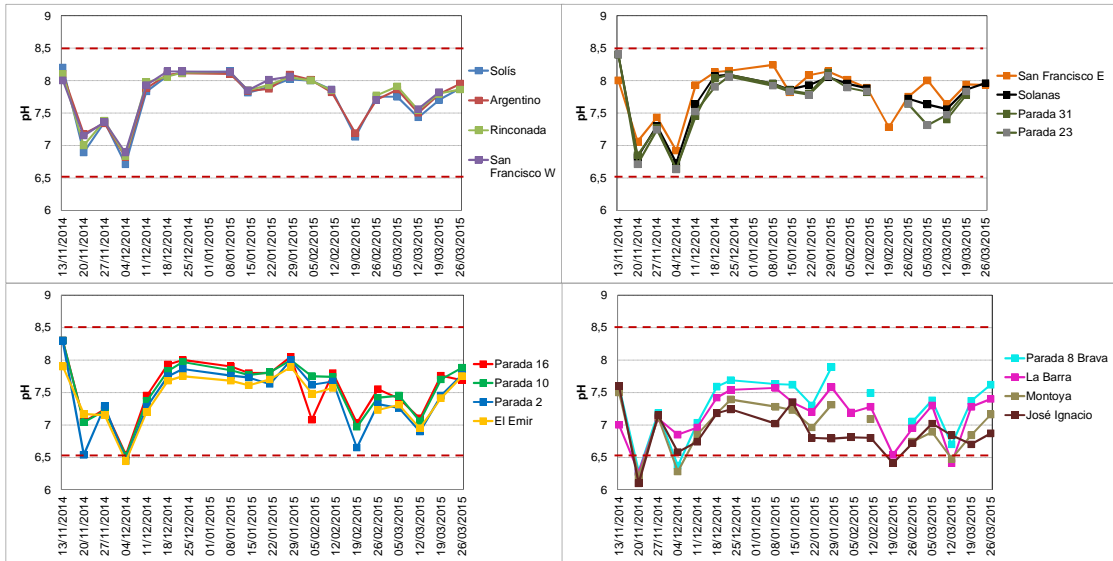
**Figura 46.** Variación temporal de la conductividad (izquierda) y de la salinidad (derecha) de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.



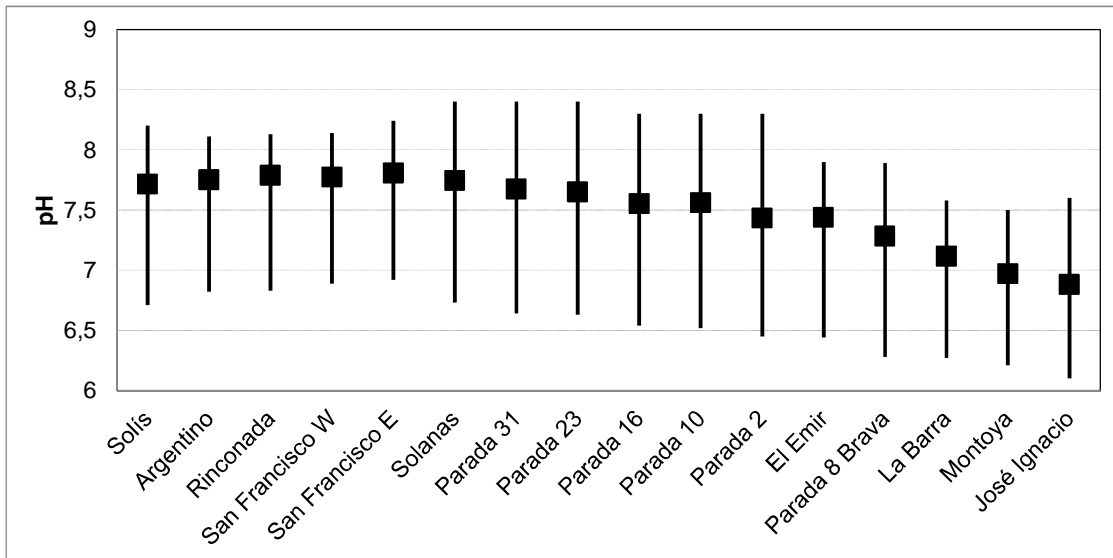
**Figura 47.** Conductividad y salinidad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Los valores de **pH** generalmente se encontraron dentro del rango de calidad objetivo que se sugiere en la propuesta de modificación del decreto 253/79. Sin embargo, hay algunas playas que presentan valores levemente por debajo del límite inferior sugerido (Fig. 48, gráficos inferiores). Los mayores valores de pH (8,4) se registraron en San Francisco Este, Solanas y Parada 31, mientras que los menores valores se presentaron en José Ignacio (6,1) (Fig. 48). El pH promedio mostró cierta tendencia a disminuir de oeste a este y sus valores se mantuvieron entre 6,9 y 7,8 (Fig. 49).





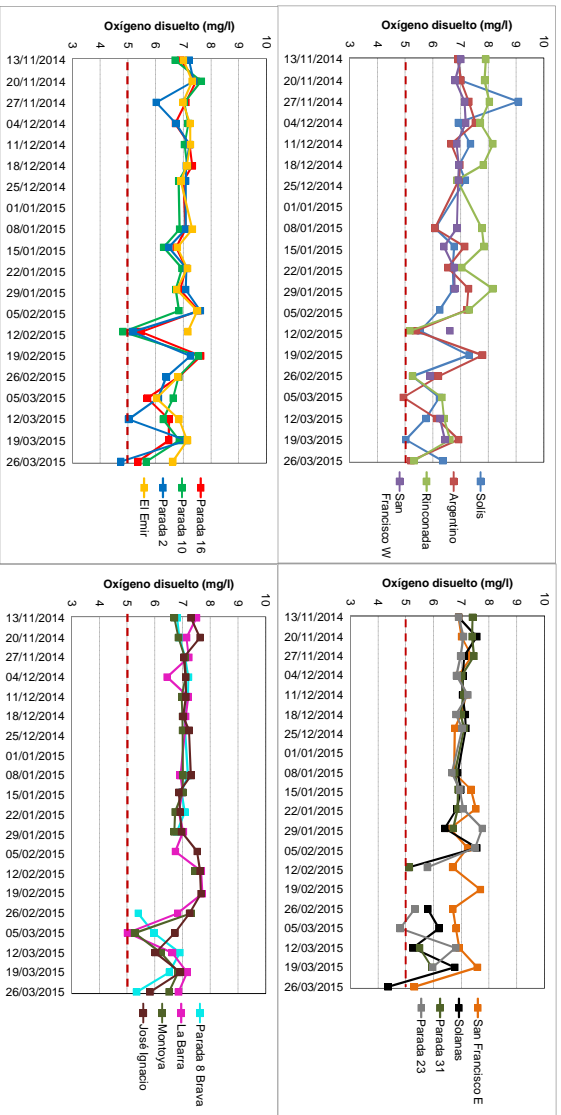
**Figura 48.** Variación temporal del pH de las playas de Maldonado. Las líneas rojas entrecortadas indican el rango de calidad para esta variable sugerido en la propuesta de modificación del decreto 253/79.



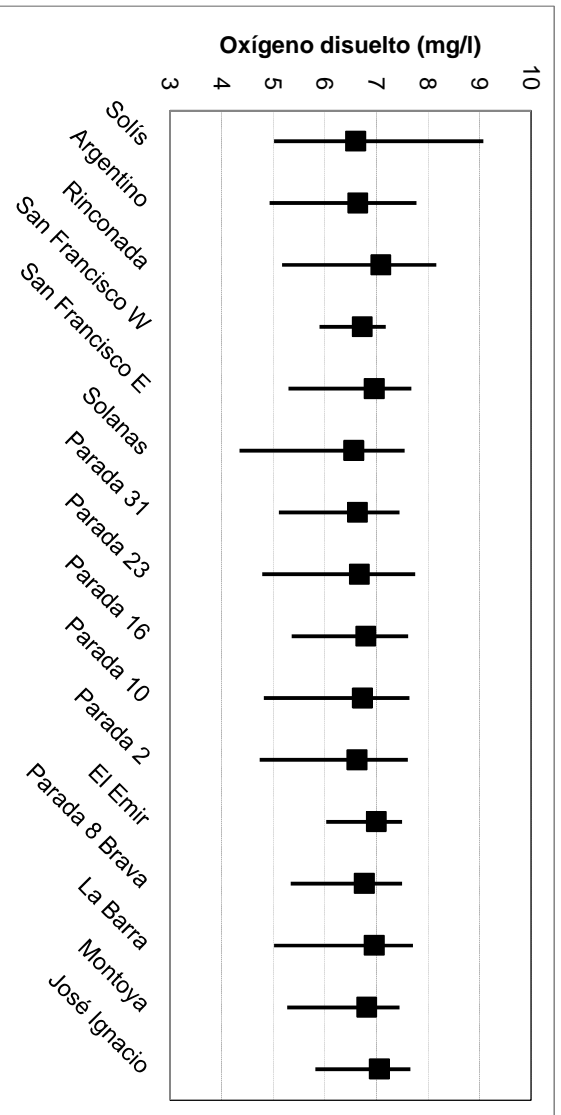
**Figura 49.** pH promedio de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** generalmente se mantuvo dentro del estándar de calidad señalado en el decreto. Sin embargo existieron algunos casos donde los valores se encontraron levemente por debajo del mínimo admitido (5 mg/l). Estos casos ocurrieron en Argentino, Parada 10, Parada 2, Solanas y Parada 23. Estas dos últimas playas también presentaron valores por debajo de los sugeridos por la normativa durante la temporada pasada (Masdeu 2015), por lo que habrá que prestarles especial atención en los próximos monitoreos (Fig. 50).

El oxígeno disuelto promedio no mostró ninguna tendencia espacial y sus valores se encuentran entre 6,5 y 7,1 mg/l (Fig. 51).

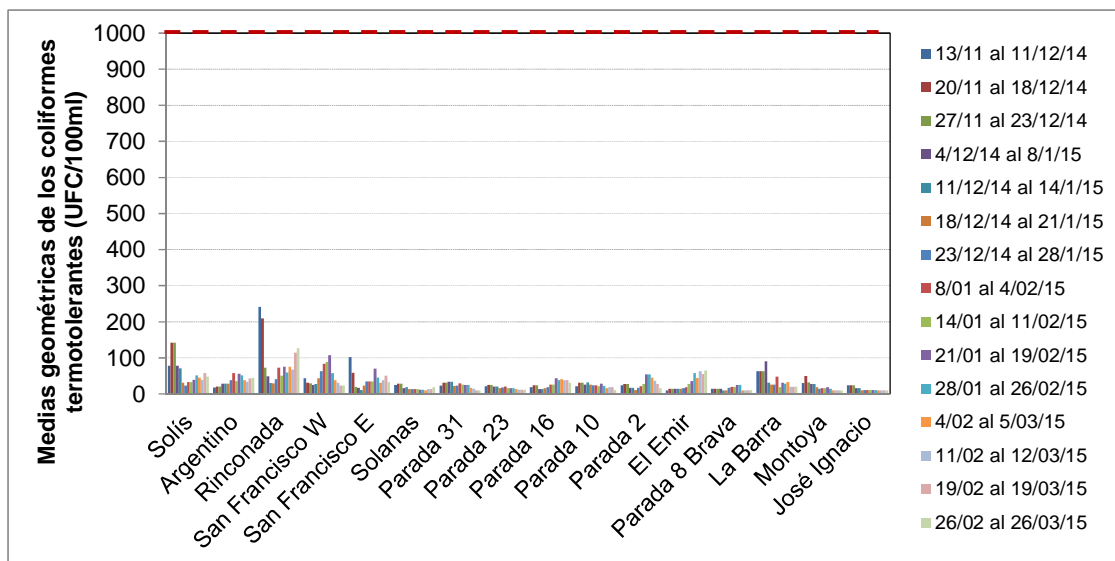


**Figura 50.** Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Maldonado. La línea roja entrecortada indica el valor mínimo de oxígeno disuelto admitido por la modificación del decreto 253/79.



**Figura 51.** Promedio del oxígeno disuelto de la temporada, para cada una de las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

Las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes** nunca excedieron el valor establecido en el decreto (1000 UFC/100ml) (Fig. 52) y la clasificación de la temporada fue excelente para todas las playas (Tabla 6).

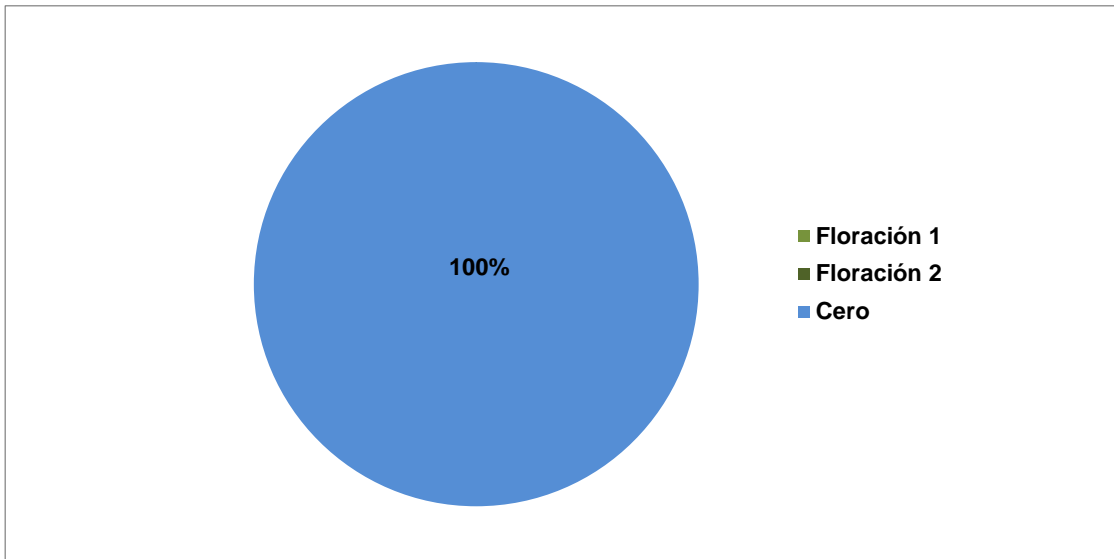


**Figura 52.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Maldonado, ordenadas de oeste a este.

**Tabla 6.** Clasificación de cada playa de Canelones considerando toda la temporada.

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (13/11/2014 al 26/03/2015)	Clasificación y aptitud de la temporada
Solís	60,6	Excelente-APTA
Argentino	36,4	Excelente-APTA
Rinconada	87,8	Excelente-APTA
San Francisco W	47,7	Excelente-APTA
San Francisco E	40,5	Excelente-APTA
Solanas	16,7	Excelente-APTA
Parada 31	23,8	Excelente-APTA
Parada 23	17,7	Excelente-APTA
Parada 16	27,6	Excelente-APTA
Parada 10	23,6	Excelente-APTA
Parada 2	28,5	Excelente-APTA
El Emir	30,9	Excelente-APTA
Parada 8 Brava	15,1	Excelente-APTA
La Barra	38,8	Excelente-APTA
Montoya	20,3	Excelente-APTA
José Ignacio	14,2	Excelente-APTA

El **reporte visual** indica que no existieron casos de floración, ni tipo 1, ni tipo 2 (Fig. 53).



**Figura 53.** Casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada.

## Playas de Rocha

En el departamento de Rocha se realizaron ocho muestreos entre el 27/10/14 y el 4/03/2015 en diez playas que van desde la Balconada hasta El Chuy (Fig. 54).



**Figura 54.** Mapa de las playas de Rocha.

La **temperatura** del agua de las playas de Rocha presentó un rango de variación de entre 17,3 °C en octubre (Balconada) a 31,7 °C a mediados de enero en la playa donde desemboca el Arroyo Valizas. La tendencia general de esta variable es aumentar hasta mediados de enero y luego disminuir hacia marzo, finalizando la temporada con valores más altos que al comienzo de la misma (Fig. 55). El promedio de temperatura para la temporada varió entre 21,8 °C en La Balconada y 27,8 °C en la playa donde desemboca el Arroyo Valizas (Fig. 56).

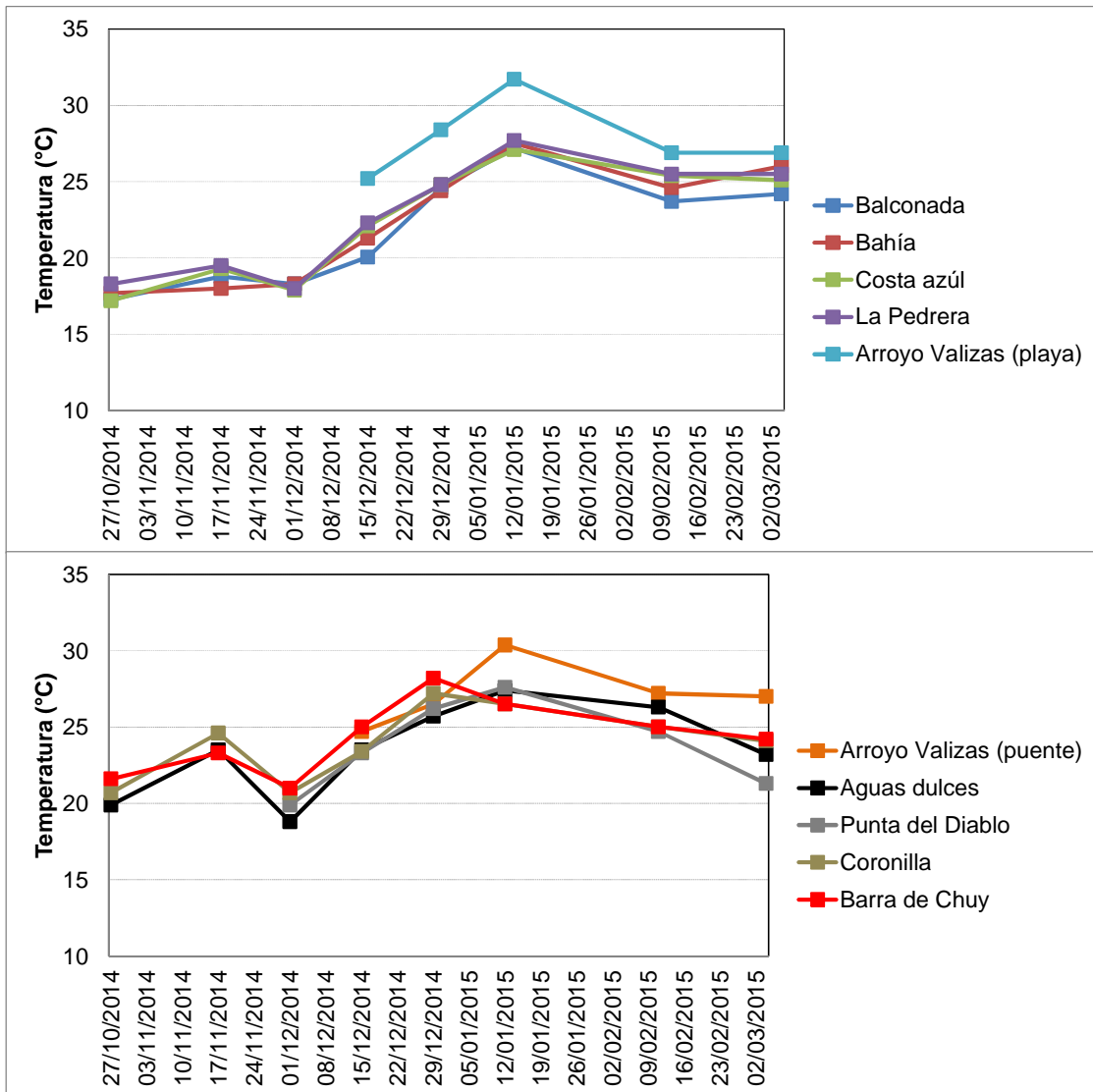


Figura 55. Variación temporal de la temperatura de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

Los patrones de **conductividad** y **salinidad** siguieron las mismas tendencias en los distintos sitios tal como puede observarse en la Figura 57. Las mayores variaciones se observaron en la zona de playa del Arroyo Valizas, así como en la Coronilla. Estos sitios tienen la particularidad de tener momentos de predominancia de agua dulce (por descarga del arroyo) y otros de agua salina, lo que hace que estas zonas sean de gran variabilidad en cuanto a salinidad y conductividad (Fig. 57). Los máximos tanto de conductividad como de salinidad se encontraron en La Pedrera (49,6 mS/cm y 32,1 UPS, respectivamente) y los mínimos en el Arroyo Valizas, en la zona del puente (0,758 mS/cm y 0,4 UPS).

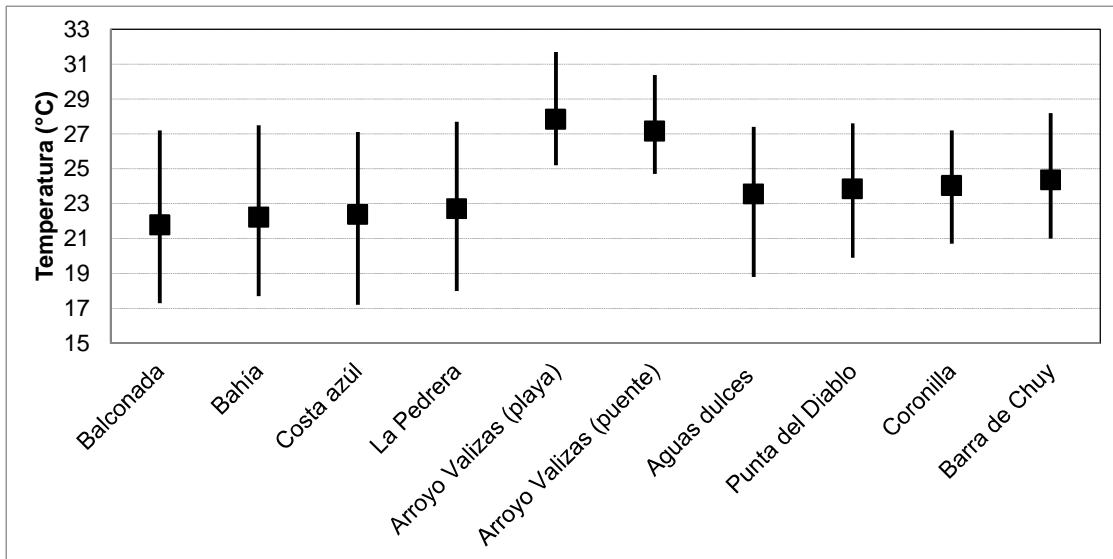


Figura 56. Temperatura promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

La conductividad y salinidad promedio de la mayoría de las playas fue similar entre las mismas. Las playas que se alejan más del resto de los promedios son las que fueron anteriormente mencionadas (Valizas y Coronilla), esto posiblemente se deba a los motivos ya indicados. Por otra parte, como era de esperar, el Arroyo Valizas es el que presenta los valores más bajos para ambas variables durante todo el período de monitoreo, ya que se trata de un curso de agua dulce (Fig. 58).

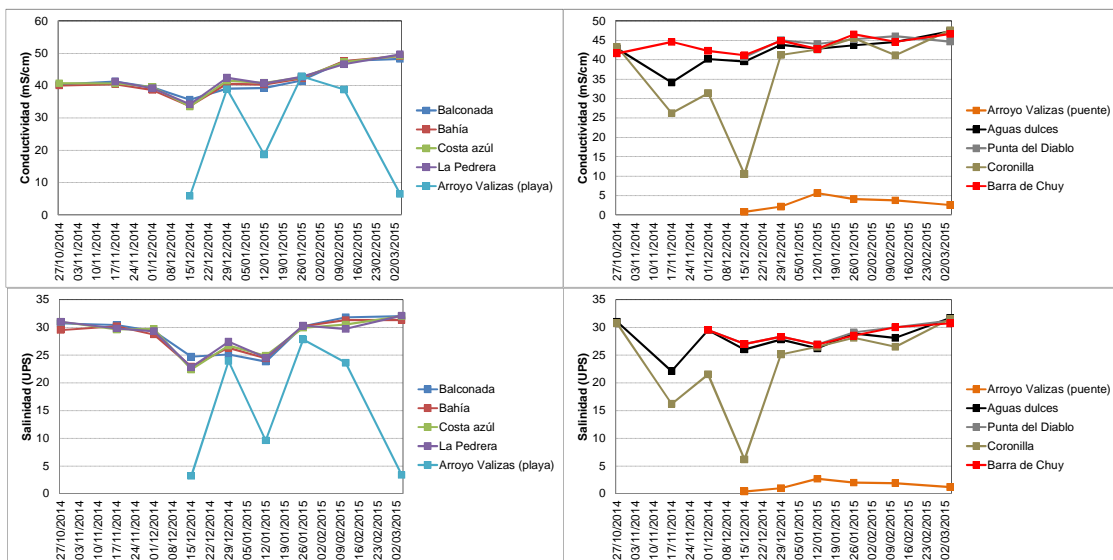


Figura 57. Variación temporal de la conductividad de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

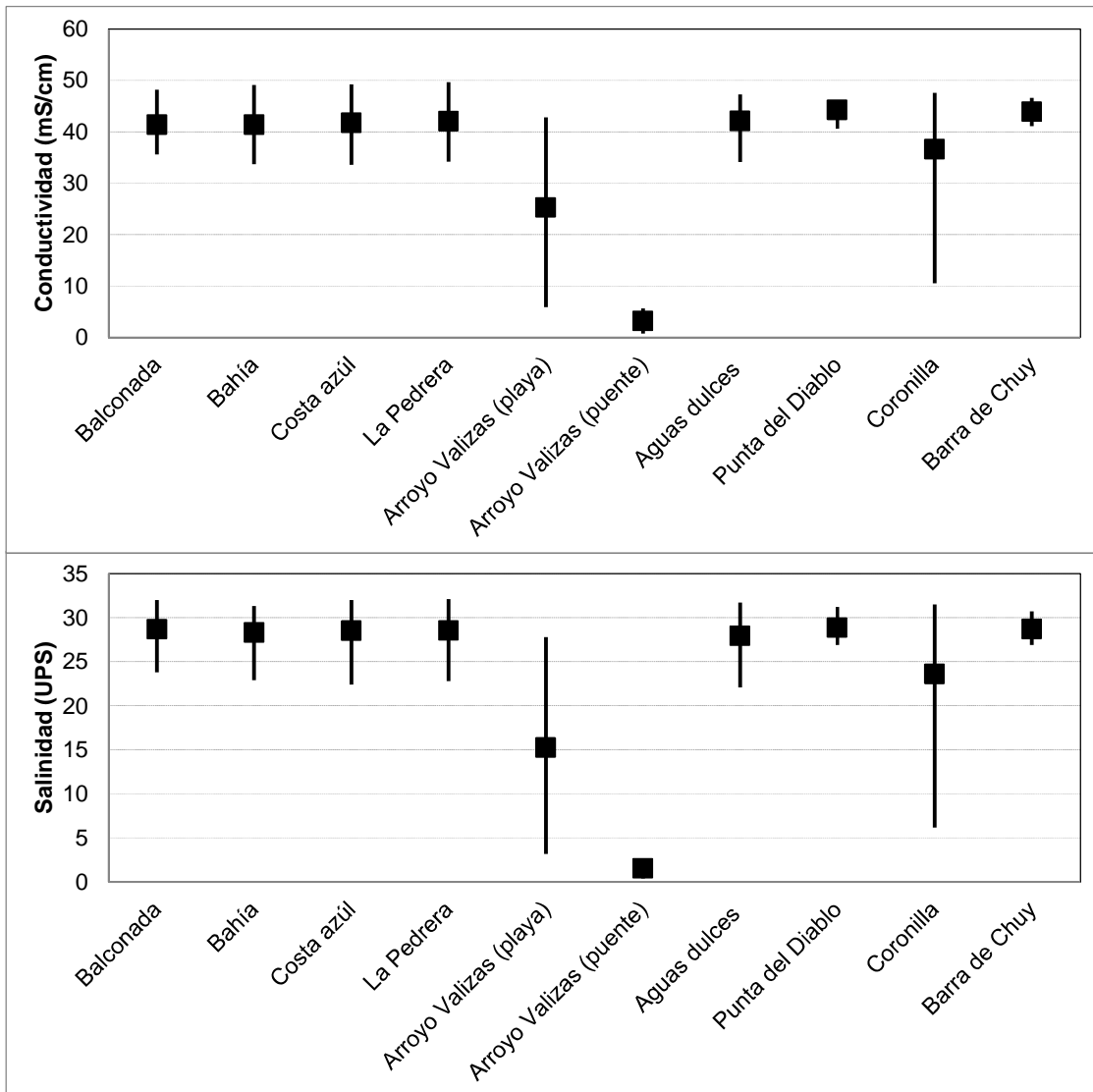
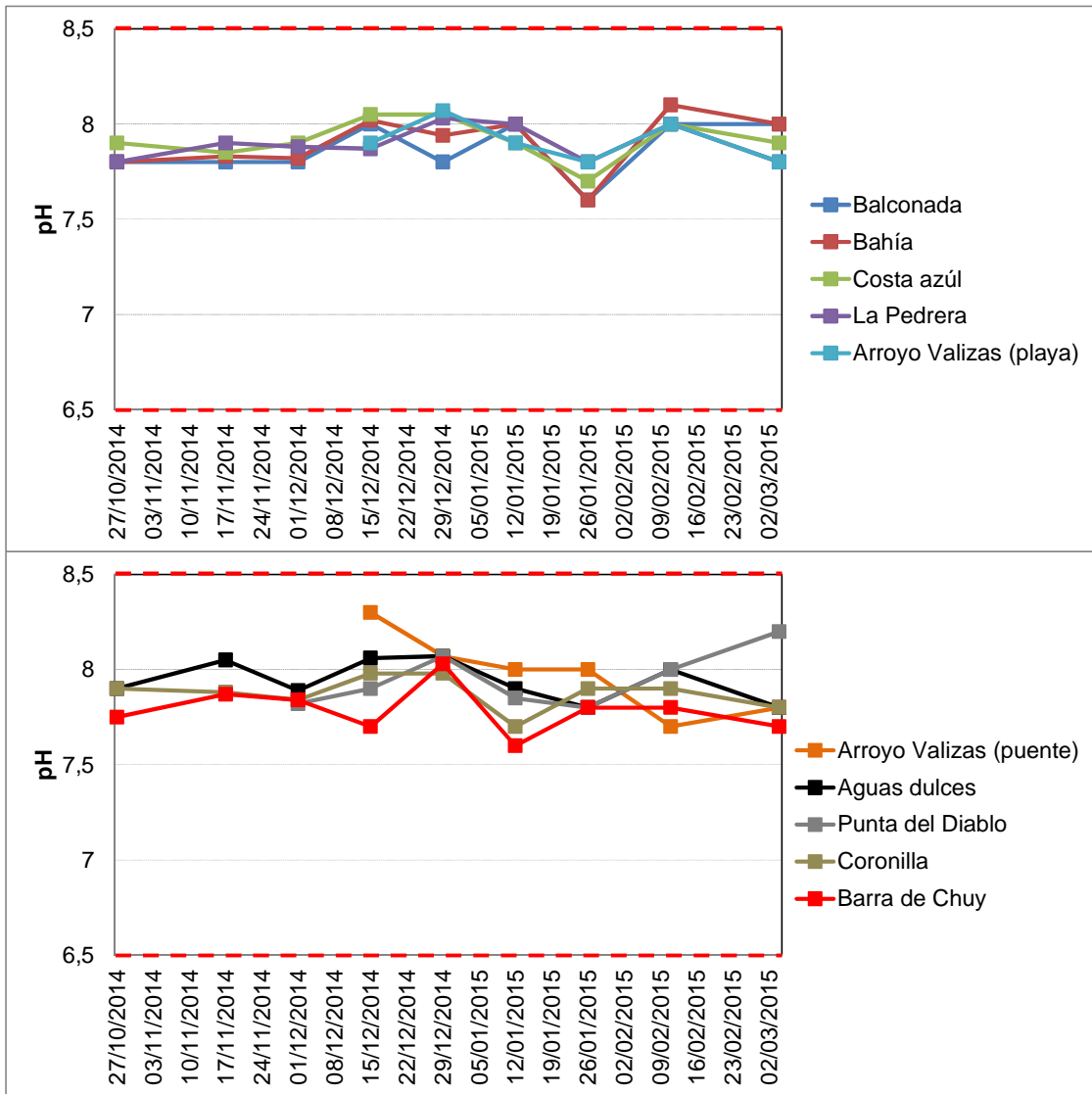


Figura 58. Conductividad promedio de la temporada, para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

El pH de las playas de Rocha se mantuvo siempre dentro de los límites admitidos por la normativa. El máximo se registró en el Arroyo Valizas (8,6), mientras que el mínimo (7,6) se registró en La Balconada, Bahía y Barra del Chuy (Fig. 59).





**Figura 59.** Variación temporal del pH de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. Las líneas rojas entrecortadas indican el rango de calidad para esta variable, sugerido en la propuesta de modificación del decreto 253/79.

Los valores de pH promedio fueron similares en todas las playas, variando estos valores entre 7,8 y 7,9 (Fig. 60).

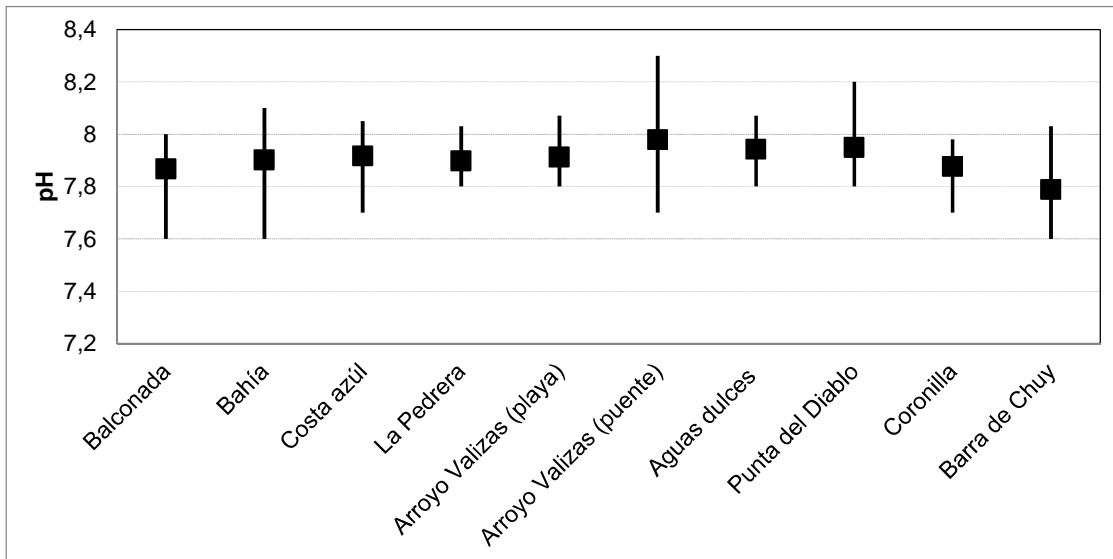
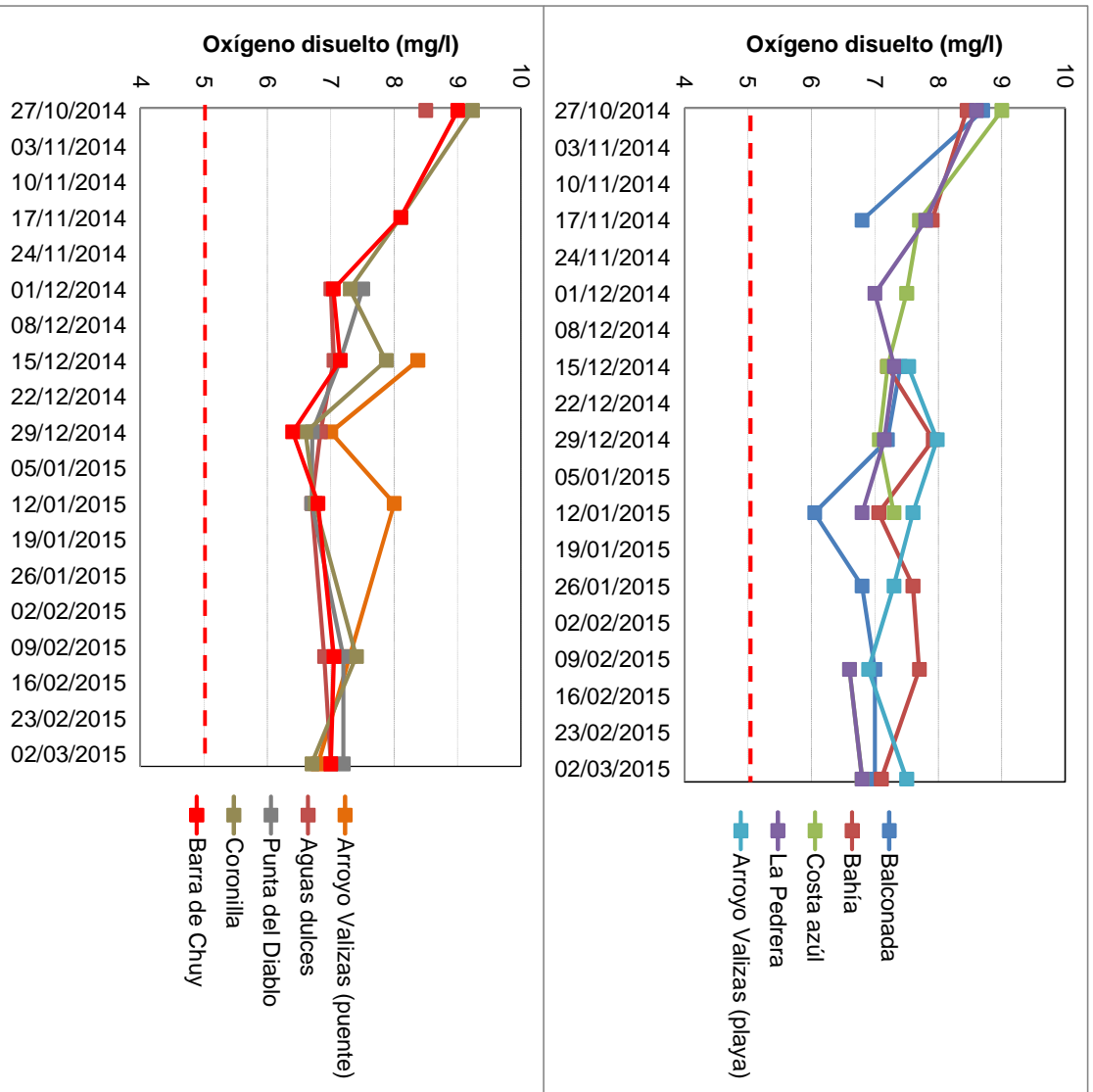


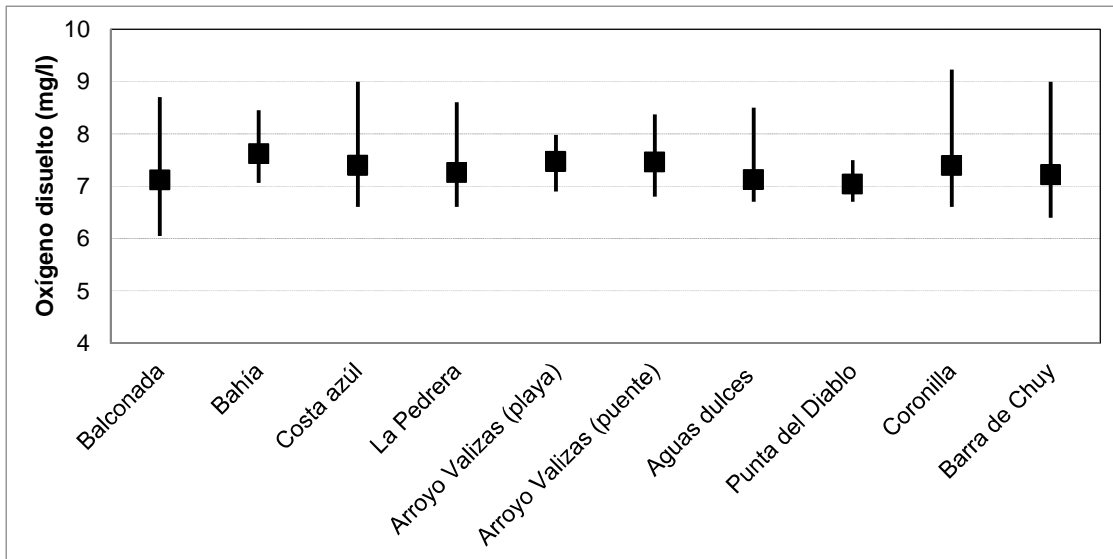
Figura 60. pH promedio de la temporada para las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

El **oxígeno disuelto** siempre se mantuvo dentro de los estándares de calidad señalados en el decreto. El máximo valor (9,0 mg/l) se registró en Barra del Chuy, mientras que el mínimo fue registrado en la Balconada (6,1 mg/l) (Fig. 61).

Los valores promedio de oxígeno disuelto para la temporada fueron similares en todas las playas, registrándose el mínimo en Punta del Diablo (7,0 mg/l) y el máximo en La Bahía (7,6 mg/l) (Fig. 62).

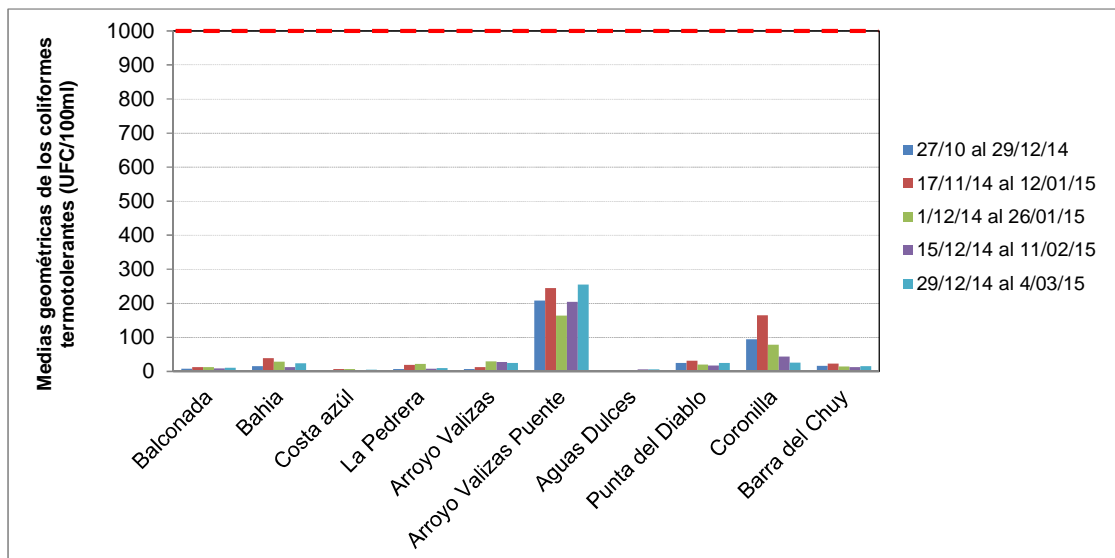


**Figura 61.** Variación temporal del oxígeno disuelto de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este. La línea roja entrecortada indica el valor mínimo de oxígeno disuelto admitido por el decreto 253/79.



**Figura 62.** Oxígeno disuelto promedio de la temporada para cada una de las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

Las medias geométricas de los **coliformes termotolerantes** nunca excedieron el valor establecido en el decreto (Fig. 63). Todas las playas fueron clasificadas como aptas y con estados de calidad excelentes para el período de estudio (del 27/10/14 al 4/03/15) (Tabla 7).

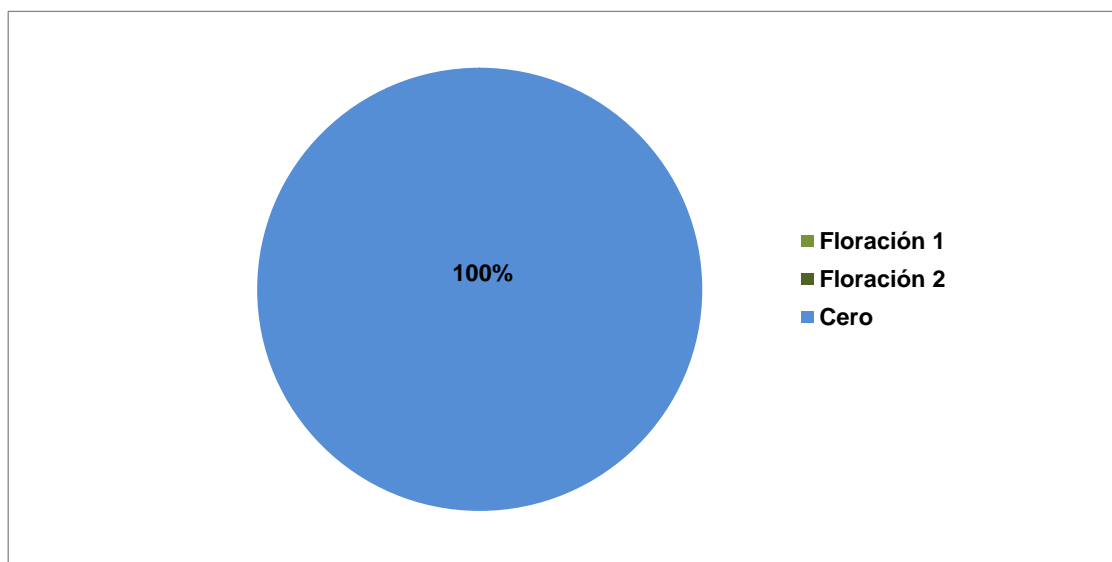


**Figura 63.** Variación temporal de las medias geométricas de la concentración de coliformes termotolerantes para las playas de Rocha, ordenadas de oeste a este.

**Tabla 7.** Medias geométricas de los coliformes termotolerantes para cada playa para el período comprendido entre el 26 de diciembre de 2013 y el 2 de abril de 2014.

Playa	Media geométrica promedio para la temporada (27/10/2014 al 4/03/2015)	Clasificación y aptitud de la temporada
Balconada	10,4	EXCELENTE-APTA
Bahía	24,0	EXCELENTE-APTA
Costa Azul	5,2	EXCELENTE-APTA
La Pedrera	12,9	EXCELENTE-APTA
Aguas dulces	5,0	EXCELENTE-APTA
Coronilla	81,3	EXCELENTE-APTA
Barra del Chuy	16,4	EXCELENTE-APTA

Por último, en el **reporte visual** realizado en este departamento no se registraron eventos de floración, ni tipo 1, ni tipo 2 (Fig. 66).



**Figura 64.** Proporción de casos de floración tipo 1, tipo 2 y de ausencia de floración durante la temporada.

## 6-SÍNTESIS

Las playas de la costa del Río de la Plata y Océano Atlántico desde el Departamento de Colonia hasta Rocha (exceptuando San José que no pudo ser evaluada debido a la ausencia de información), han mostrado un estado generalmente apto en cuanto a la calidad para baños. Las excepciones ocurrieron en dos playas de Colonia (Verde y Ferrando) que fueron clasificadas como no aptas para toda la temporada debido a los excesos que presentaron en cuanto a los valores de coliformes termotolerantes. Por otra parte hubo un evento de floración tipo 2 en Real de San Carlos, lo que sugiere que esta playa no fue apta para baños por ese motivo en ese día en particular. Otra playa que tuvo momentos de no aptitud fue la playa Pocitos de Montevideo, debido a períodos cuyas medias geométricas excedieron el criterio de aptitud establecido en la normativa. Sin embargo al evaluar la totalidad de la temporada, esta playa se clasificó como apta. En Montevideo Playa Ramírez en dos ocasiones presentó floración de tipo 2. Por último hay que destacar que durante esta temporada de verano las playas de Canelones fueron las más afectadas por eventos de floración. A pesar que los mismos fueron generalmente clasificados como de tipo 1, cubrieron una gran extensión en el agua y en la arena. Además estos eventos fueron persistentes, ocurriendo en enero, febrero y marzo, afectando la mayor parte de la temporada de baños.

Se constata que Playa Verde y Ferrando (Colonia) en los últimos años se clasifican como no aptas para la temporada completa, por tanto se entiende conveniente evaluar la causa y las medidas a implementarse para mejorar su calidad, así como advertir al público usuario sobre esta condición.

Por otra parte se advierte que los eventos de floración pueden ser persistentes en importantes sectores de la costa durante las próximas temporada de verano, lo cual amerita coordinar acciones preventiva (ej. bandera sanitaria) en aquellas comunas costeras que no adviertan al público usuario de este fenómeno y su riesgo.

Por lo tanto, de este informe se desprende que Playa Verde y Ferrando son dos playas que en los últimos años vienen siendo clasificadas como no aptas para la temporada completa, por lo tanto su situación merece especial atención. Particularmente se debe evaluar qué es lo que la está provocando y qué medidas pueden tomarse para comenzar a revertirla, así como para advertir adecuadamente a la población sobre esta condición, que es prácticamente constante. Por otra parte se destaca que los eventos de floración pueden ser persistentes durante la temporada de verano y debería evaluarse y acordarse algún tipo de medida preventiva para advertir a la población de los riesgos potenciales que existen en el caso de utilizar las playas afectadas para actividades de recreación.

## **7-BIBLIOGRAFÍA**

Belkin, S. & Rozen, Y. (2001). Survival of enteric bacteria in seawater. *FEMS Microbiology Reviews* 25, pp. 513– 529.

Cantera, J. (2005). Investigación científica para la gestión ambiental integrada de espacios acuáticos compartidos, el desafío es pasar de las palabras a los hechos: el caso del Río de la Pata y su Frente Marítimo. *Rev. Acad.Colomb. Cienc.* 24 (111):255-269.

DINAMA (2009). Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales. Segunda edición.

DINAMA (2015). Monitoreo de playas. Temporada 2013-2014.

DINAMA (2011a). Monitoreo de playas. Temporada 2010-2011.

- DINAMA (2011b). Monitoreo de playas. Temporada 2011-2012.
- DINAMA (2012). Informe de evolución de la tendencia histórica de calidad de playas (costa del Río de la Plata y Océano Atlántico). Período 2007-2008 al 2011-2012.
- Gómez, F. A. G., Aguirre N. J. Betancur J. & Toro, M. (2008). *Gestión y ambiente*. 11 (3): 87-96.
- Hutchinson, G. E. (1957). *A Treatise on Limnology*. 1. Geography, Physics and Chemistry. John Wiley & Sonso New York. 1015 pps.
- Intendencia de Montevideo (2015). Programa de monitoreo de agua de playas y costa del departamento de Montevideo. Informe anual.
- Noble, R., Lee, I. & Schiff, K. (2004). Inactivation of indicator microorganisms from various sources of faecal contamination in seawater and freshwater. *Journal of Applied Microbiology*. 96, pp. 464-472.