



**Montevideo  
deTodos**

**INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO  
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL  
SERVICIO LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**

**PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUA  
DE PLAYAS Y COSTA DE MONTEVIDEO**



**INFORME TEMPORADA ESTIVAL 2005 – 2006**

Laboratorio de Calidad Ambiental

Julio 2006

## **Autoridades Municipales**

Sr. Intendente  
Dr. Ricardo Ehrlich

Sr. Secretario General  
Arq. Herbert Ichusti

Sra. Directora del Departamento de Desarrollo Ambiental  
Mtra. Alejandra Ostria

Sr. Director Técnico del Departamento de Desarrollo Ambiental  
Ing. Esteban Garino

Sr. Director de la División Saneamiento  
Arq. Américo Rocco

Sra. Directora del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental  
Quím. Gabriella Feola M. Sc.

## **Autores del Informe**

Quím. Gabriella Feola M.Sc.  
Quím. Beatriz Brena Ph.D  
Ing. Quím. Jimena Risso  
Lic. Daniel Sinera

Laboratorio de Calidad Ambiental  
Camino al Faro s/n. Punta Carretas  
CP 11300. Montevideo Uruguay  
Telefax: 598 2 7112406 al 08  
[www.montevideo.gub.uy/ambiente](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente)

## Índice General

1. Introducción .....	5
2. Calidad microbiológica de agua de playas.....	6
3. Otros monitoreos del Río de la Plata .....	18
4. Monitoreo de floraciones algales .....	20
5. Conclusiones Generales.....	38
6. Bibliografía.....	40

## Índice de Anexos

Anexo I Gráficos de los valores de Media Geométrica Móvil de 5 días (MG5) durante la temporada 2005-2006 para las playas de Montevideo.....	41
Anexo II Tablas de resultados de muestreos a 200 m de la costa .....	64
Anexo III Tabla de resultados de valores de muestreos en la Bahía de Montevideo.....	71

## Índice de Figuras

Figura 2.1 Sistema de Saneamiento .....	7
Figura 2.2 Emisario subacuático .....	7
Figura 2.3 Excedencia de la MG5 en las playas al Oeste de la Bahía de Montevideo.....	13
Figura 2.4 Excedencia de la MG5 en las playas al Este de la Bahía de Montevideo.....	13
Figura 2.5 Excedencias de la Media Geométrica .....	14
Figura 2.6 Excedencias de los valores individuales .....	14
Figura 2.7 Influencia de los aportes: Playa Pajas Blancas.....	15
Figura 2.8 Influencia de los aportes: Playa Sta. Catalina.....	15
Figura 2.9 Influencia de los aportes: Playa del Cerro.....	16
Figura 2.10 Influencia de los aportes: Playa Carrasco.....	16
Figura 2.11 Influencia de los aportes: Playa Miramar .....	17

Figura 3.1 Media geométrica de los valores tomados en superficie en el muestreo a 200 m de la costa .....	21
Figura 3.2 Puntos de muestreo concéntricos a la zona de difusores del emisario.....	23
Figura 3.3 Puntos de muestreo en la Bahía de Montevideo.....	24
Figura 4.1 Floraciones de cianobacterias en las playas de Montevideo, temporada estival 2005-2006.....	25
Figura 4.2 Presencia de Cianobacterias y espuma cianobacteriana en playas al oeste y al este de la Bahía de Montevideo.....	30
Figura 4.3 Evolución histórica de la presencia de Cianobacterias y espuma cianobacteriana .....	34
Figura 4.4 Promedio de la salinidad con sus máximos y mínimos en las playas de Montevideo en la temporada 2005-2006.....	34
Figura 4.5 Variación de la salinidad y presencia de floraciones de Cianobacterias en las playas de Montevideo.....	35
Figura 4.6 Máximos, Mínimos y Promedios de la temperatura en playas de Montevideo.....	36

### **Índice de Tablas**

Tabla 2.1 Puntos de muestreo .....	12
Tabla 4.1 Valores guía de Cianobacterias y cianotoxinas para el manejo seguro de aguas de recreación (OMS) .....	28
Tabla 4.2a Resultados del monitoreo de clorofila a en situación de rutina.....	32
Tabla 4.2b Resultados del monitoreo de clorofila a en situación de alerta.....	32
Tabla 4.3 Concentración de microcistinas. Comparación con clorofila a y recuento de Cianobacterias .....	33
Tabla 4.3a Presencia de Cianobacterias.....	33
Tabla 4.3b Espuma Cianobacteriana .....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

Una característica relevante del departamento es su extensa faja costera sobre el Río de la Plata por lo que las playas constituyen uno de los rasgos más destacados de la ciudad. Durante el período estival miles de personas acuden a diario a las playas, y el uso de sus aguas para recreación cobra vital importancia. Esto determina que se realice un estudio exhaustivo sobre la calidad de las aguas de las playas durante este período.

El presente informe resume los estudios de evaluación de la calidad del agua de la costa de Montevideo realizados por el Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) desde el 10 de noviembre de 2005 al 30 de marzo del año 2006.

La información presentada ha sido generada a partir de muestreos, análisis e informes de evaluación efectuados por el Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, de la Intendencia Municipal de Montevideo.

El personal técnico que participó en los estudios presentados y en la elaboración de este informe está conformado por:

MSc. Quím. Gabriella Feola  
Dra. Beatriz Brena  
Ing. Quím. Jimena Risso  
Lic. Daniel Sienna  
Lic. María Eugenia Echezarreta  
Téc. Williams Campomar  
Téc. Martín Sanguinett  
María Julia Hernández

Cabe destacar la participación de los siguientes pasantes, estudiantes de la Facultad de Química e Ingeniería, en la realización de muestreos y análisis de agua de playas:

Liliana Alonso, Daniel Araújo, Andrea Arrieta, Marianne Barquet, Magdalena Esteves, Geancarlo Genta, Mariana Morell, Macarena Simoens, Beatriz Rocha, Daniela Rica, Lucía Xavier.

Se agradece la colaboración de la Lic. Graciela Ferrari de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) en los estudios cualitativos y cuantitativos de fitoplancton.

## **2. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUA DE PLAYAS**

### **Antecedentes**

Montevideo cuenta con sus primeras obras de alcantarillado, desde el año 1854. A mediados del siglo pasado se comenzó a detectar un importante aumento en los niveles de contaminación en los cuerpos de agua incluyendo las playas, proveniente de los vertidos continuos de aguas servidas. Luego de realizado un estudio de la situación se procedió con los Planes de Saneamiento I y II destinados a eliminar los vertidos directos a las playas del Departamento de Montevideo (en ausencia de precipitaciones) con la construcción de un interceptor costero, una serie de estaciones de bombeo y un emisario subacuático. Mediante el desarrollo de este sistema de disposición final de aguas residuales, se realizó un importante esfuerzo para proteger las playas y salvaguardar la salud pública, teniendo como objetivo final reducir la contaminación bacteriológica a los niveles de coliformes fecales aceptados para aguas destinadas a recreación por contacto directo con el cuerpo humano.

### **Saneamiento Costero**

El interceptor costero recibe en el este las aguas servidas del sistema “Costero-Carrasco” (Carrasco, Punta Gorda, Malvín, Malvín Norte, Buceo, Pocitos, Villa Biarritz y parte de la zona de Parque Batlle) y las conduce hasta la estación de bombeo Punta Carretas. Desde el Oeste recoge las aguas servidas de los sistemas de la cuenca Paraguay (Palermo, Barrio Sur, Centro, Cordón, Aguada, Reducto, Villa Muñoz, Jacinto Vera), de la zona servida por la red Arteaga (en su mayor parte la Ciudad Vieja), y de las zonas de Parque Rodó y Punta Carretas, desde la calle Guaraní hasta la planta de pretratamiento (PPT) de Punta Carretas (Fig. 2.1). Allí se disponen a través del Emisario Subacuático a 2.322 metros de la costa y a casi 10 metros por debajo de la superficie del mar (Fig. 2.2).

Por otra parte, el funcionamiento normal del sistema de saneamiento es de tipo unitario, por lo que la ocurrencia de precipitaciones puede implicar la necesidad de vertimientos de aguas servidas a las costas de Montevideo. Las descargas de aguas negras son una fuente importante de contaminación ya que en estas aguas viven un gran número de bacterias patógenas y virus que, cuando son descargados en el río, pueden llegar a representar un riesgo para la salud para los bañistas de las playas. Por esta razón, la Intendencia Municipal de Montevideo recomienda no bañarse hasta 24 horas después de haberse registrado precipitaciones, tiempo a partir del cual los antecedentes indican que se recupera la calidad de las aguas.

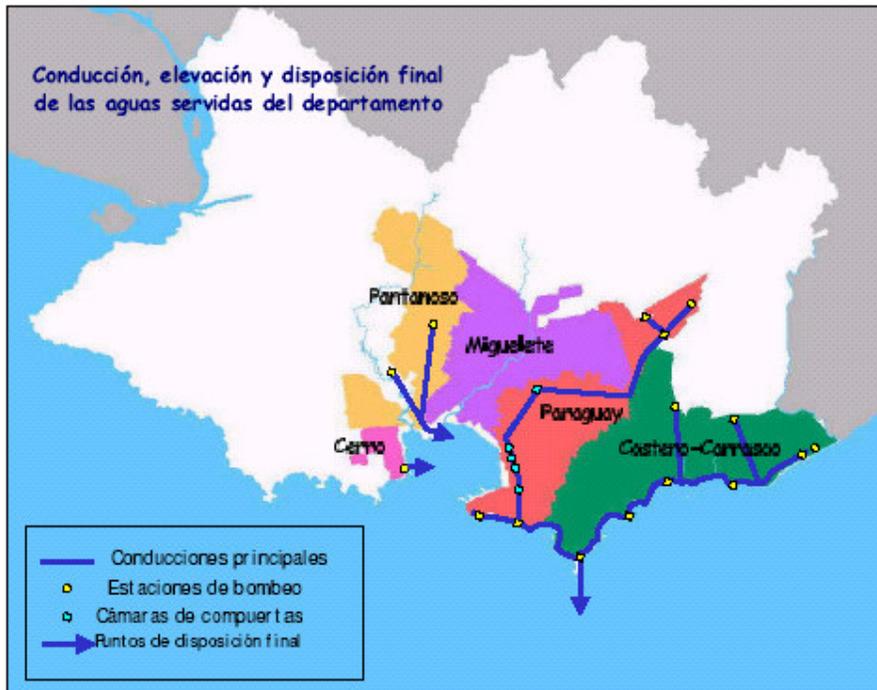


Figura 2.1 Sistema de Saneamiento

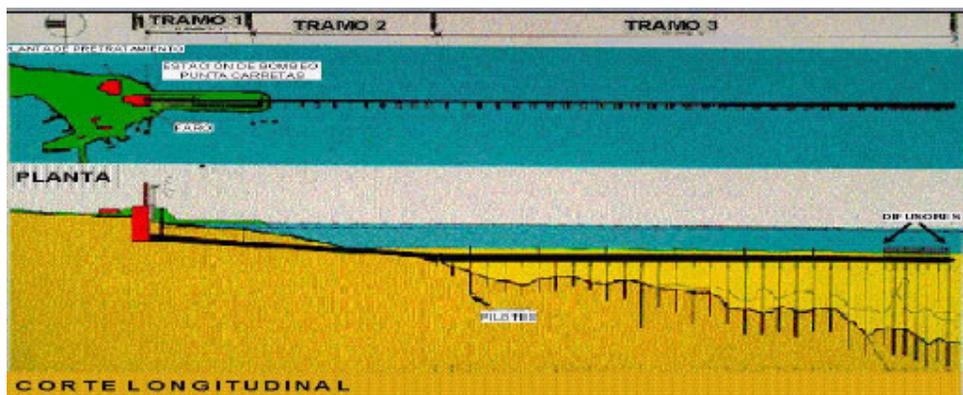


Figura 2.2 Emisario Subacuático

## **Marco del monitoreo de calidad de aguas de playa**

La protección del ambiente costero merece ser uno de los objetivos centrales de la política ambiental de Montevideo, tomando en cuenta su importancia socio-económica, cultural y sus posibilidades de desarrollo futuro. En este marco, la protección de los ecosistemas costeros de Montevideo contra los efectos adversos de la contaminación constituye efectivamente un objetivo importante en la agenda ambiental para asegurar una utilización sostenida de sus recursos así como la salud de sus usuarios.

Con el fin de controlar la calidad microbiológica de las aguas de la costa del Departamento de Montevideo, el Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) de la Intendencia Municipal de Montevideo realiza estudios de la calidad bacteriológica del agua de todas las playas de Montevideo desde la Playa Punta Espinillo hasta la Playa Miramar durante todo el año (Tabla I).

Es de destacar que el muestreo costero es objeto de una revisión y actualización permanente. En esta temporada se incorporaron tres nuevas playas al Programa de Monitoreo: Punta Yeguas, del Nacional y La Estacada.

## **Certificación de Gestión Ambiental Según Norma ISO 14001**

En febrero de 2005 la Intendencia Municipal de Montevideo, obtiene la **Certificación ISO 14001** sobre la gestión ambiental de las playas Ramírez, Pocitos, Buceo y Malvín. Así es como Montevideo se posiciona como la **primera capital** en haber logrado dicho reconocimiento a su desempeño ambiental en la gestión de sus playas, con el consiguiente aporte al desarrollo ambiental y turístico de la ciudad.

La Certificación es una garantía para todos los usuarios de las playas certificadas y más aún para todos los montevideanos. Los requisitos de la norma internacional son atendidos por el Sistema, avanzando en una gestión de mejora continua, que redundará sobre mejores niveles de calidad ambiental en un contexto del proceso de desarrollo sustentable.

Se trata de prevenir antes de actuar, de controlar los aspectos que puedan generar un impacto negativo en el ambiente. Es así como se pone énfasis sobre aquellos aspectos más significativos como los residuos en la arena y el mar, los vertidos sobre el cuerpo de agua y la pérdida de arena, entre otros.

Podría pensarse que la gestión contempla exclusivamente el área geográfica de la playa, sin embargo, se debe tener en cuenta que sobre ésta llegan impactos producidos en toda la ciudad, como último cuerpo receptor de vertidos y residuos.

### **Metodología de monitoreo**

Durante la temporada estival, los muestreos se realizan en días alternados de lunes a domingo, excepto los días considerados no representativos<sup>1</sup>. Como se explicó antes, la IMM desaconseja el uso de las aguas de playas para baños en las veinticuatro horas posteriores a la ocurrencia de precipitaciones, debido a la posibilidad de vertimientos.

Los datos correspondientes a los vertimientos del sistema de saneamiento costero son aportados por la Unidad de Operación y Disposición Final, División Saneamiento.

Con los resultados de los análisis obtenidos se elaboran informes semanales de evaluación de la calidad del agua, que se elevan al Departamento de Desarrollo Ambiental y a su vez se envían a la División Salud de la IMM para la comunicación a la población.

En total, son cuarenta puntos de muestreo de aguas costeras: 22 playas, 2 plataformas, 1 escollera arroyos, cañadas y vertederos del sistema que se comunican con el Río de la Plata.

Las muestras de las aguas de playa se extraen en la zona de mayor afluencia de bañistas, a 20 cm de la superficie y a una batimetría de 80 cm de profundidad. En seis puntos de la costa se registran además valores de temperatura y turbiedad que son estudiados para predecir la aparición de cianobacterias en la costa. En todos los casos las muestras son extraídas entre las 8 y las 12 horas, siendo trasladadas refrigeradas al laboratorio para su posterior análisis.

### **Métodos de análisis y evaluación**

En el laboratorio se realiza la determinación de salinidad y clorofila *a* (reportado en el Capítulo 3) y coliformes fecales según el procedimiento de filtración por membrana: "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" (APHA-AWWA-WPCF, 20th Ed., 9222 D). Los resultados de los recuentos bacteriológicos se obtienen a las veinticuatro horas.

Los datos meteorológicos (precipitaciones, intensidad y dirección de viento) se obtienen diariamente del Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada (SOHMA).

---

<sup>1</sup> Se considera que un registro es representativo cuando no se registraron vertimientos ocasionados por lluvias en las 24 horas previas al muestreo.

Se procesan los resultados obtenidos a partir del análisis de todas las muestras y se determina la aptitud de las aguas de playa para recreación por contacto directo según el Decreto N° 253/79, sus modificativos posteriores y reglamentaciones. Los valores utilizados para la clasificación de aptitud para baños corresponden a la media geométrica de al menos cinco valores, la cual deberá estar por debajo de 1000 ufc/100 mL, no siendo ninguno de los valores puntuales superior a 2000 ufc/100mL.

### **Resultados obtenidos – Período 10 de noviembre de 2005 al 30 de marzo de 2006**

Durante esta temporada se analizaron muestras de 40 puntos en la costa del departamento. Este monitoreo comprendió 1830 análisis de coliformes fecales, igual número de salinidad, 372 medidas de turbiedad y de temperatura del agua.

Los resultados de la evaluación de los datos de la temporada estival 2005-2006 se presentan de la siguiente forma:

- Dos mapas (uno al oeste y otro al este de la Bahía) que localizan las playas y resumen su comportamiento durante la temporada mostrando los porcentajes de excedencia registrados, con respecto al límite de referencia de media geométrica de cinco valores<sup>2</sup> (MG5) de 1000 ufc/ 100 mL (Figuras 2.3 y 2.4).
- Una gráfica que indica el porcentaje de días en los que la MG5 ha excedido el límite de 1000 ufc/100 mL para el período analizado (porcentaje de excedencia). En la misma gráfica se indica el valor promedio de los valores de media geométrica excedidos de dicho límite (Figura 2.5).
- Una gráfica que muestra, para las playas y los aportes estudiados (caños y arroyos o cañadas), el porcentaje de días en los que los valores puntuales exceden el valor puntual de 2000 ufc/100mL. En la misma gráfica se indica el promedio de dichos valores excedidos.
- Una serie de gráficas con los valores que ha alcanzado la media geométrica móvil de coliformes fecales para cada una de las playas para todos los días del período en estudio, incluyendo la información acerca del intervalo de 95% de conianza en la medida (límites inferior y superior) (Anexo I).

---

<sup>2</sup> Se calcula la media geométrica móvil de cinco valores (MG5) de la siguiente forma: al inicio de la temporada se calcula la media geométrica de los primeros cinco valores obtenidos. A medida que se van sucediendo los muestreos se elimina el primer valor de la serie y se agrega al final el nuevo valor. De esta forma se obtiene una sucesión de medias geométricas de cinco valores que se va "moviendo" en el tiempo

- Cinco gráficas (Figs. 2.7 a 2.11) donde se comparan los valores puntuales de las playas Pajas Blancas, Santa Catalina, Cerro, Carrasco y Miramar con los aportes que reciben directamente (cañadas y arroyo Carrasco respectivamente).

**Tabla 2.1 Puntos de muestreo**

<b>Listados de puntos de muestreo costero</b>	
<b>Nombre del Punto</b>	<b>Ubicación del lugar de toma de muestra</b>
Playa Punta Espinillo	Al medio de la playa
Playa La Colorada	Al medio de la playa
Playa Pajas Blancas	Al medio de la playa
Playa Zabala	Desde el estacionamiento de los autos, hacia la playa
Playa Punta Yeguas	Al medio de la playa
Playa Santa Catalina	Desde la bajada del auto, pasando 10 metros la cañada
Playa del Nacional	Al medio de la playa
Playa del Cerro	Frente a la calle Vizcaya
Escollera Sarandí	Desde arriba, frente a la calle Buenos Aires
Playa del Gas	Bajando por la escalera, al medio de la playa
Plataforma Calle Minas	Desde la plataforma, frente a la calle Minas
Playa Ramírez	Frente a la escalera más al oeste y frente a la calle Sarmiento.
Playa La Estacada	Al medio de la playa
Playa Pocitos	Frente a Miguel Barreiro
Playa Puerto del Buceo	Al medio de la playa
Playa Buceo	Al medio de la playa, frente a José Batlle y Ordóñez
Playa Malvín	Frente a la calle 18 de diciembre a la altura de la caseta de guardavidas
Playa Brava	Al medio de la playa, al lado de la caseta de guardavidas
Playa Honda	A la altura de la calle Gallinal
Playa de los Ingleses	Frente a Motivos de Proteo, al medio de la Playa
Playa Verde	Frente a San Marino, donde se visualiza al muestreador desde el vehículo
Playa de la Mulata	Frente a Pablo Podestá
Playa Carrasco	Frente al Hotel Carrasco
Playa Miramar	Antes de llegar a la escuela Naval.



Figura 2.3 Excedencia de la MG5 en las playas al Oeste de la Bahía de Montevideo

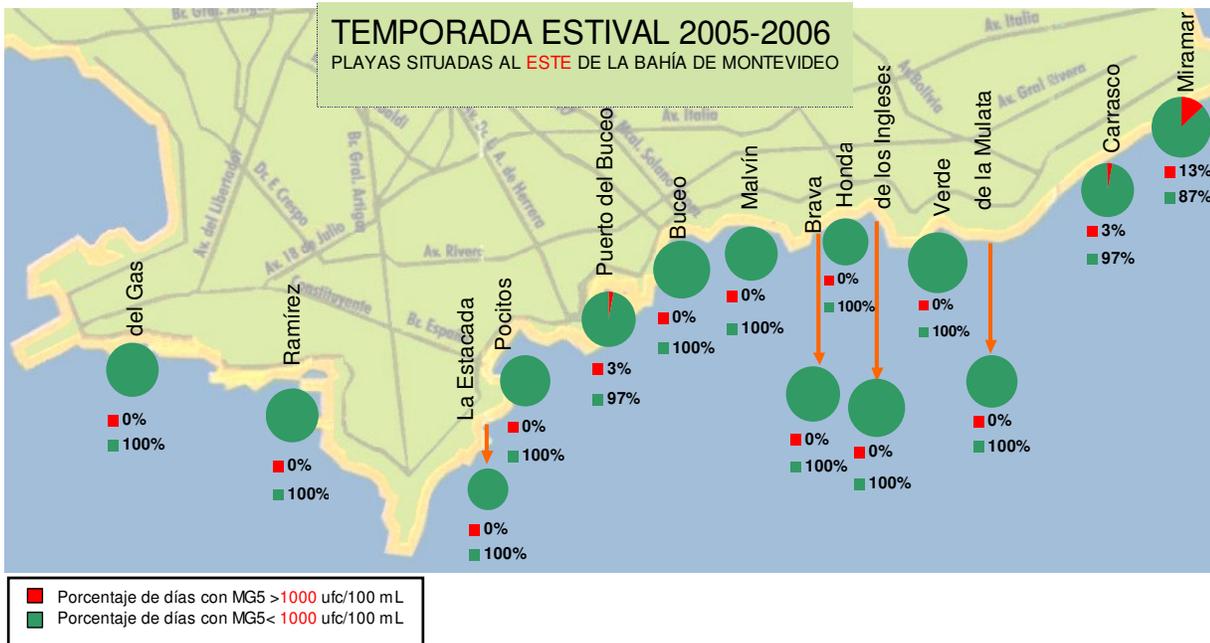
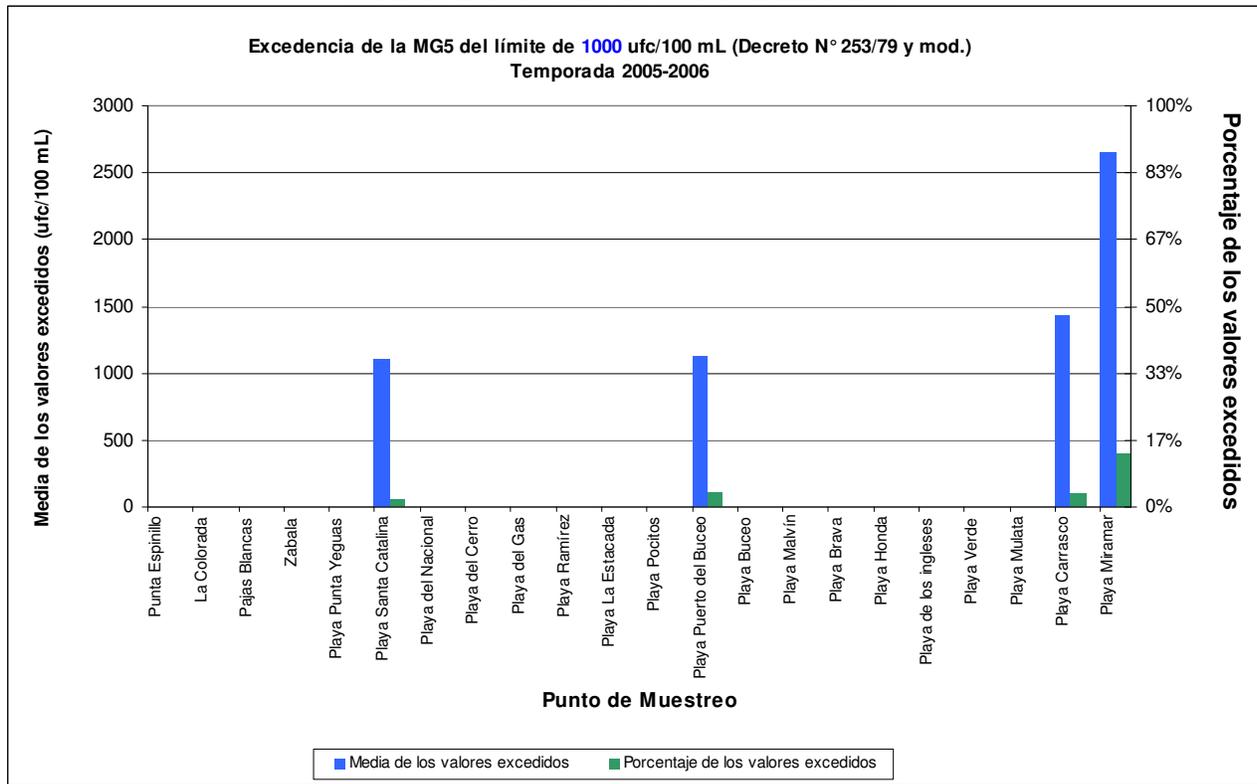
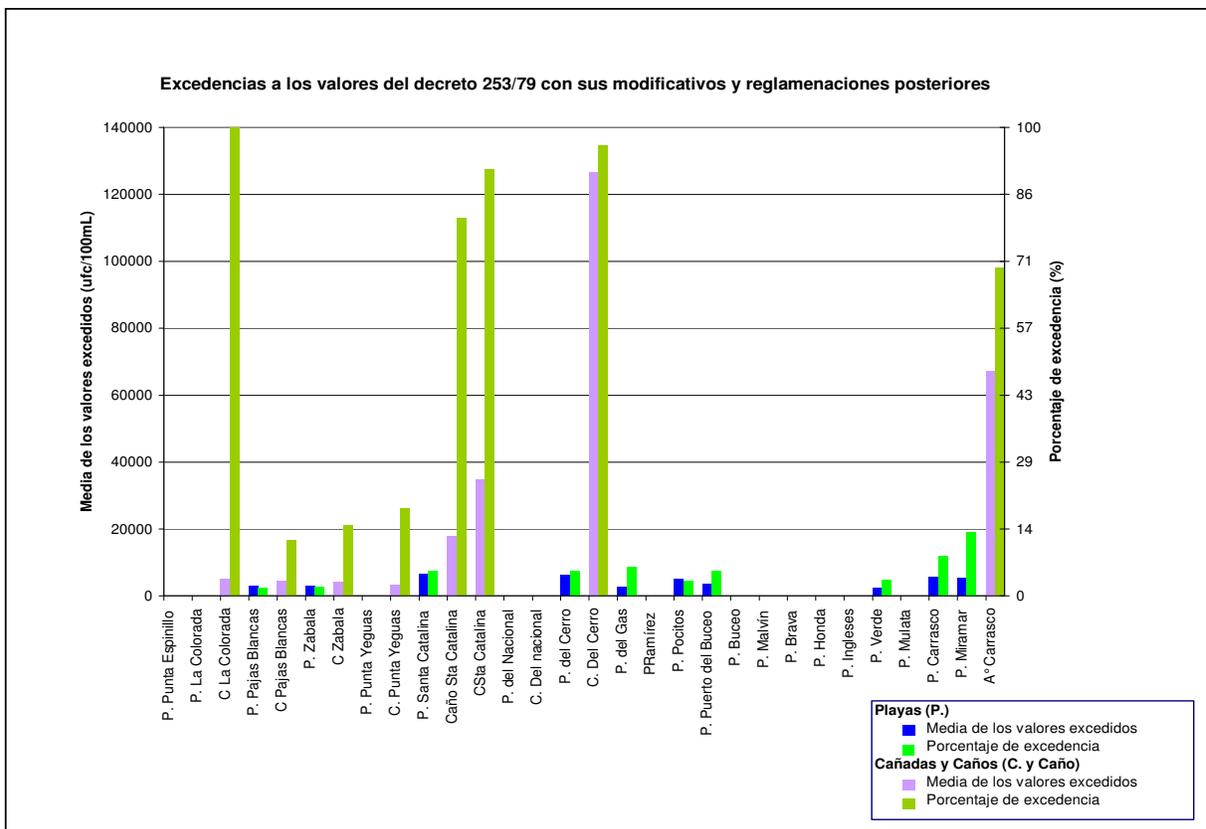


Figura 2.4 Excedencia de la MG5 en las playas al Este de la Bahía de Montevideo

Intendencia Municipal de Montevideo  
 Departamento de Desarrollo Ambiental  
 Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental



**Figura 2.5 Excedencia de la media geométrica**



**Figura 2.6 Excedencia de los valores puntuales**

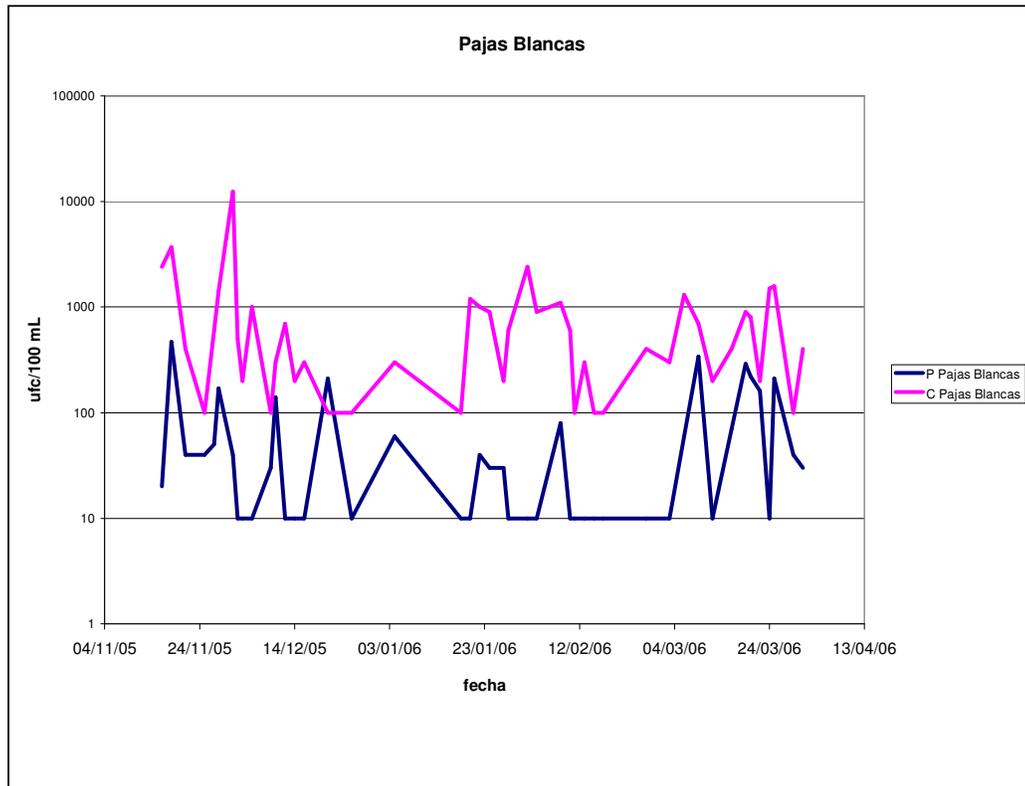


Figura 2.7 Influencia de los aportes: playa Pajas Blancas

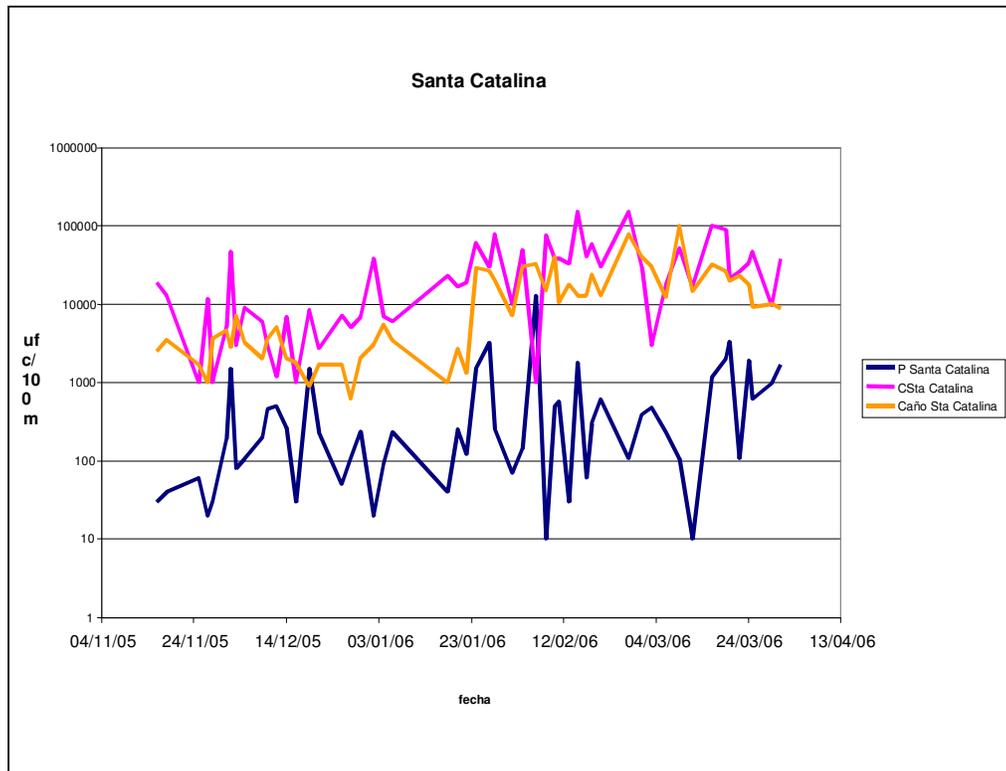
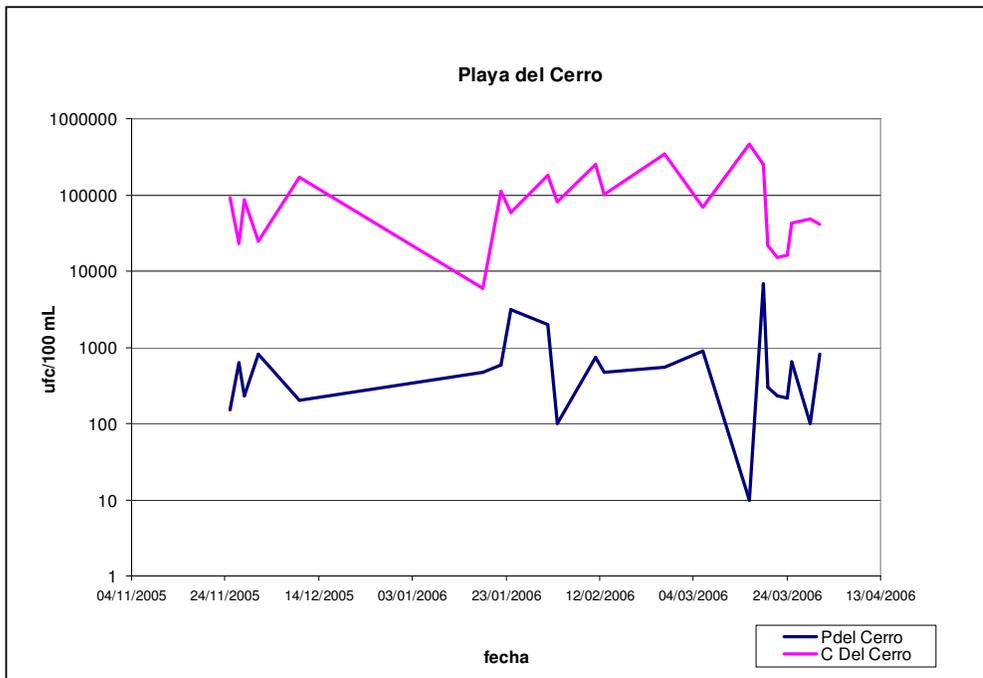
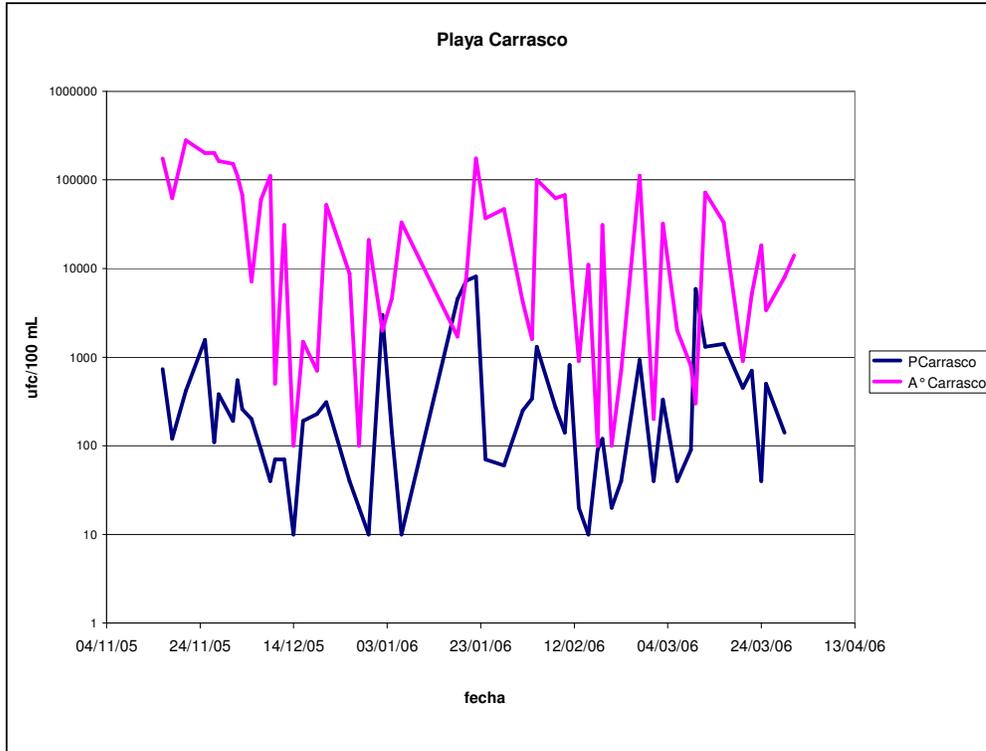


Figura 2.8 Influencia de los aportes: playa Santa Catalina



**Figura 2.9 Influencia de los aportes: playa del Cerro**



**Figura 2.10 Influencia de los aportes: playa Carrasco**

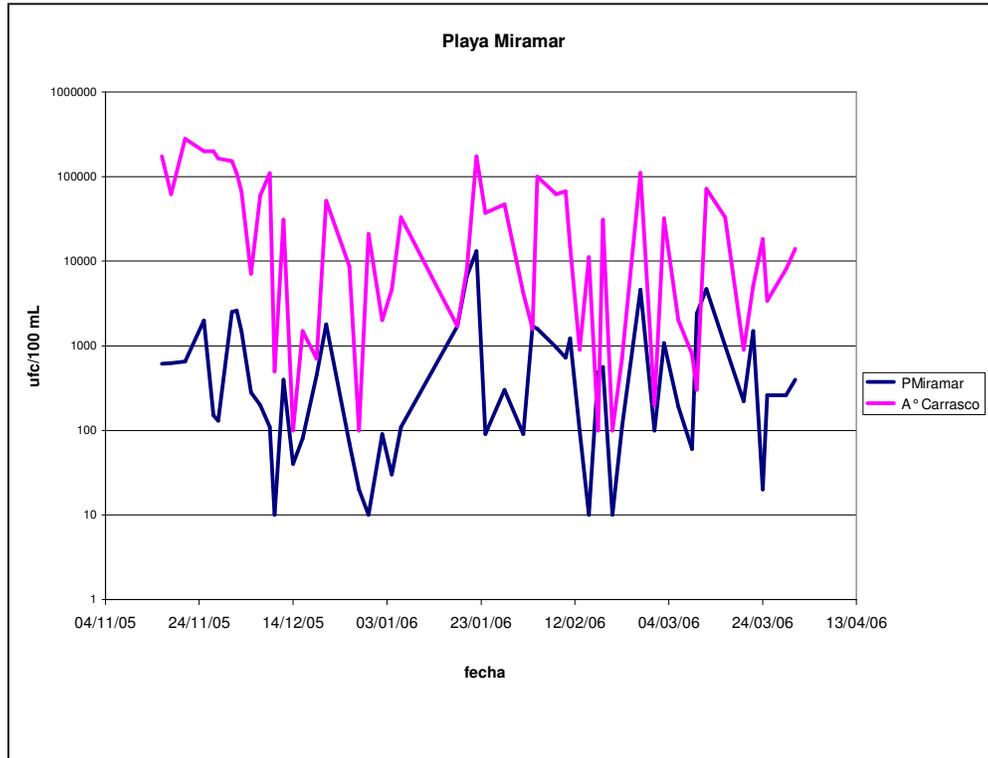


Figura 2.11 Influencia de los aportes: playa Miramar

## Conclusiones

- Se destaca que debido a los antecedentes de calidad microbiológica existentes, las playas: del Gas, Puerto del Buceo y Miramar, no se encuentran habilitadas para baños por la Intendencia Municipal de Montevideo.
- En general, las playas estudiadas presentan MG5 inferior a 1000 ufc/100 mL, y por lo tanto cumplen con los criterios del MVOTMA, que se desprenden del Decreto 253/79 y modificativos posteriores, como límite de aptitud para baños. Se registran excedencias al límite de MG5 en las playas Santa Catalina, Puerto del Buceo (no habilitada), Carrasco y Miramar (no habilitada). En la primera se produce un 2% de excedencia en el período de referencia (Figura 2.3). En el Puerto del Buceo la excedencia es de 3%, y las playas Carrasco y Miramar exceden un 3 y 13%, respectivamente (Figura 2.4 y 2.5).
- En cuanto a los valores puntuales en las playas del oeste, Punta Espinillo, La Colorada, P. Yeguas y del Nacional no presentan excedencia (Figura 2.6). Se registró sólo un valor puntual excedido en Pajas Blancas y Zabala cuyo valor es de 3000 ufc/100 mL y tres valores puntuales excedidos en las playas de Santa Catalina y Cerro (5% de los días, media de los valores excedidos 6200 y 6500 ufc/ mL respectivamente) en el período de referencia.
- En cuanto a los valores puntuales en las playas del este, Ramírez, Buceo, Malvín, Brava, Honda, de los Ingleses, y Mulata no presentaron ningún valor por encima de 2000 ufc/100 mL (Figura 2.6). La playa Verde presentó sólo una excedencia con un valor menor de 3000 ufc/mL y la playa Pocitos presentó dos valores puntuales excedidos (3%) con una media en estos valores excedidos de 5000 ufc/100 mL. Se destaca que la playa Carrasco presentó cinco valores puntuales por encima de 2000 ufc/100 ML (8%) con un valor medio de estas excedencias de 5800 ufc/100mL, mientras que la playa Miramar presentó ocho valores puntuales elevados con una media de excedencias de 5200 ufc/100mL.
- Como se muestra en las Figuras 2.7 al 2.8, el origen de las excedencias en la zona al oeste de la Bahía, se relaciona en general, con los aportes que reciben las diferentes playas (caños, cañadas) los que, especialmente en períodos de lluvias frecuentes debido al escurrimiento de aguas de saneamiento, aumentan el caudal y la contaminación de las cañadas y caños que desaguan en las playas en zonas sin saneamiento. La Playa del Cerro (Figura 2.9) constituye un excepción ya que no se observa claramente la relación entre aporte y calidad de agua de la playa: a pesar de que la cañada del Cerro presenta altos niveles de contaminación fecal, no se aprecia una influencia directa de esta cañada en la playa. Esto sugiere que esta playa está influenciada también por los aportes de coliformes fecales provenientes de la Bahía de Montevideo.

- En la Figura 2.6 se destacan los valores puntuales elevados en el caño y cañada de Santa Catalina y la cañada del Cerro que desaguan en las playas correspondientes.
- En las playas del este de la Bahía, dado el funcionamiento del sistema de saneamiento, los vertimientos tienen un efecto más previsible y se continúa comprobando que los valores puntuales elevados se registran casi exclusivamente en las 24 horas posteriores a los vertimientos por lo que prácticamente no se registran excedencias en las zonas comprendidas entre La Mulata y Ramírez en los días muestreados (sin vertimientos). En la playa del Puerto del Buceo las excedencias de valores puntuales están asociadas a la presencia de las embarcaciones, mientras que en la playa Carrasco se deben al aporte del arroyo Carrasco. A su vez el arroyo Carrasco por su mayor cercanía, afecta con mayor frecuencia e intensidad a la playa Miramar (Figuras 2.6, 2.10 y 2.11).
- Es destacable que en las playas P. Espinillo y La Colorada, todos los valores de MG5 se encuentran por debajo de 100 ufc/100mL. Las playas Pajas Blancas, Zabala, Punta Yeguas, del Nacional, de los Ingleses, Verde, Brava, Honda y de la Mulata presentan valores de MG5 menores o iguales a 250 ufc/100mL (en el 98% o más de los casos).
- Las playas del Gas, Ramírez, La Estacada, Pocitos, Buceo y Malvín presentan en el 95% de los casos o más, valores de MG5 iguales o menores a 500 ufc/ 100mL.
- Las playas de Santa Catalina, Cerro, Puerto del Buceo y Carrasco presentan en un 95% de los casos o más, valores de MG5 iguales o menores de 1000 ufc/100mL, que corresponde al límite de aptitud establecido. Debe destacarse que en estas playas se presentaron valores puntuales elevados en alguna ocasión durante esta temporada (Figura 2.6).
- Dado que la playa Miramar presenta en un 13% de los casos MG5 superior a 1000 ufc/ 100mL, debe continuar NO HABILITADA para baños.
- Los valores de la plataforma de la calle Minas fueron variables a lo largo de la temporada. El aumento de los valores está directamente asociado al funcionamiento del vertedero de la Calle Javier Barrios Amorín. (Figura 2.6, Tabla 2.2). Es de destacar que, aunque estos puntos forman parte del monitoreo de rutina del Laboratorio de Calidad Ambiental, no corresponden a playas ni son zonas habilitadas para baños.

### 3. OTROS MONITOREOS DE AGUAS DEL RIO DE LA PLATA

Además de los estudios de balneabilidad, se realiza el estudio del Río de la Plata como cuerpo receptor de efluentes de saneamiento a lo largo de todo el año. Estos monitoreos comprenden los siguientes muestreos:

- a 200 metros de la costa de Montevideo,
- en círculos concéntricos a la zona de difusores del emisario
- en la Bahía de Montevideo.

En este capítulo se presenta el resumen de los resultados de coliformes fecales en las muestras extraídas y las principales conclusiones. Adicionalmente, cada año se elaboran informes más detallados incluyendo los datos obtenidos a partir de estos muestreos que se publican en el sitio web de la IMM: <http://www.montevideo.gub.uy/publicaciones/>.

#### **Monitoreo a doscientos metros de la costa**

El monitoreo a doscientos metros de la costa comprende un conjunto de trece estaciones de muestreo, representativas de las condiciones del cuerpo receptor frente a puntos claves de la costa de Montevideo. Por su orden y en forma creciente se asocian con: Playa Carrasco; Playa Verde; Playa Honda; Playa Malvín; Playa Buceo; Playa Pocitos; Playa Ramírez; Calle Paraguay; Calle Gaboto; Canal de Acceso al recinto portuario; Playa del Cerro, Punta Lobos y Playa Santa Catalina.

Desde noviembre 2005 a marzo 2006 se extrajeron 70 muestras que se transportan refrigeradas al laboratorio para la determinación de coliformes fecales. Además, en las diferentes estaciones de muestreo, se realizan las siguientes determinaciones *in situ*: oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, temperatura, dirección e intensidad de corrientes y vientos.

La frecuencia de este muestreo es quincenal en el período estival y estacional en el resto del año

En la Figura 3.1 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo y mediante la utilización de diferentes colores, se indica el rango de valores que presentó la media geométrica de coliformes fecales para este período.

En el Anexo II se presentan los resultados obtenidos en los muestreos realizados desde noviembre del 2005 hasta marzo del 2006. Se debe aclarar que en algunas ocasiones el estado del tiempo impide la recolección de los valores de los parámetros fisicoquímicos *in situ*, por lo que para esos días no se presentan valores.

**Coliformes fecales: Media geométrica de los valores tomados en superficie en el muestreo a 200 metros de la costa**



**Figura 3.1 Media geométrica de los valores tomados en superficie en el muestreo a 200 metros de la costa**

La localización de los puntos de muestreo es la siguiente:

- Z 1: Frente al Hotel Carrasco
- Z 2: Frente a Playa Verde
- Z 23: Frente a Playa Honda
- Z MALV: Frente a Playa Malvín
- Z 34: Frente a Playa Buceo
- Z 4: Frente a Playa Pocitos
- Z 5: Frente a Playa Ramírez
- Z 6: Frente al viejo caño Paraguay
- Z 7: Frente a la Calle Gaboto
- Z 8: En el centro del Canal de acceso a la Bahía
- Z 9: Frente a la Playa del Cerro
- Z 10: Punta Lobos
- Z 11: Frente a Playa Santa Catalina

### **Muestreo en círculos concéntricos a la zona de difusores del emisario subacuático de Punta Carretas**

El muestreo que se realiza en círculos concéntricos a la zona de difusores del emisario comprende un conjunto de tres círculos distantes quinientos metros uno del otro; el círculo interior dista también quinientos metros de la zona de salida del líquido. Sobre cada uno de estos círculos se localizan cuatro estaciones de muestreo, a lo que se suma otra estación sobre los difusores, totalizando trece puntos (Fig. 3.2). En cada una de estas estaciones se extrae una muestra en superficie y varias en profundidad. Las profundidades de extracción de las muestras son: superficie, dos, cuatro, seis y siete metros y medio en la zona de salida y superficie, cuatro y seis metros en el resto de las estaciones.

Desde noviembre a marzo se extrajeron 180 muestras que se transportaron refrigeradas al laboratorio para la determinación de coliformes fecales. Además en las diferentes estaciones de muestreo, se realizan las siguientes determinaciones *in situ*: oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, temperatura, dirección e intensidad de corrientes y vientos.

La frecuencia de este muestreo es quincenal en el período estival y estacional en el resto del año.

El objetivo del muestreo concéntrico es estudiar la distribución de la descarga ya difundida del emisario así como evaluar el alcance e influencia que pueda tener la pluma generada con respecto a las playas de Montevideo .

La frecuencia de muestreo es mensual durante el verano y estacional en el resto del año.

Los resultados indican que la descarga del emisario se puede rastrear sólo hasta el círculo de 1000 m, principalmente en profundidad, no observándose puntos con medias geométricas superiores a 1000 ufc/100mL en el círculo de 1500 m.

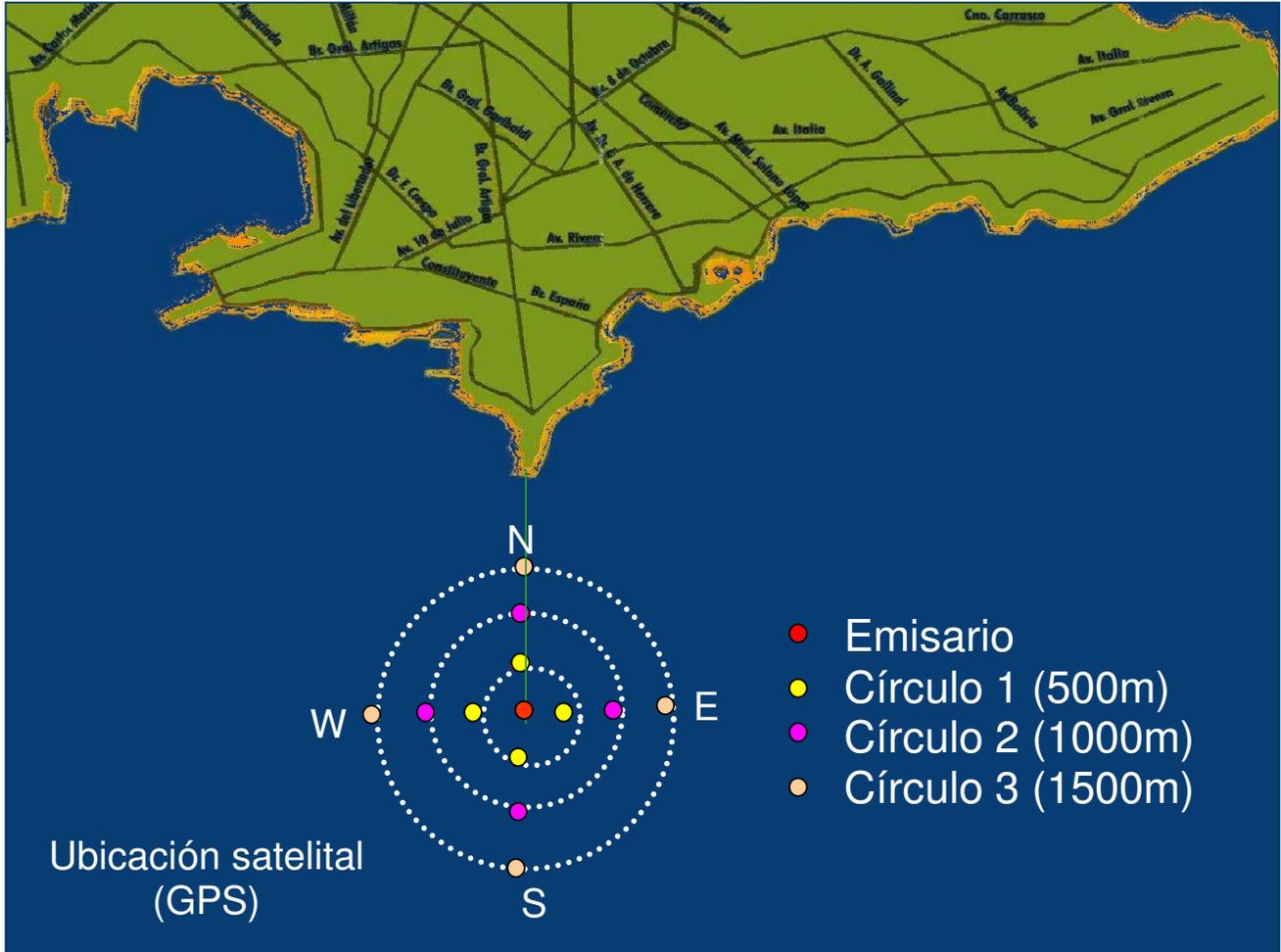


Figura 3.2 Puntos de muestreo concéntricos a la zona de difusores del emisario.

### Muestreo de la Bahía de Montevideo.

La Bahía de Montevideo es la receptora natural de los arroyos Pantanoso y Miguelete. A estos aportes se suma la presencia de descargas de la red de saneamiento (interceptores Pantanoso y Miguelete, y colector Francia), la actividad del Puerto de Montevideo y los efluentes de la Refinería de la Teja, los cuales contribuyen al deterioro de la calidad del agua. En esta área se estudian cinco estaciones de monitoreo en las cuales se extraen muestras de agua y sedimento, que corresponden a:

- B1: Desembocadura del arroyo Miguelete
- B2: Descarga del arroyo Seco
- B3: Recinto Portuario
- B4: Oeste de la Isla Libertad
- B5: Desembocadura del arroyo Pantanoso

En estas estaciones se determina *in situ*: oxígeno disuelto, conductividad, salinidad y temperatura. Las muestras extraídas son trasladadas refrigeradas al laboratorio donde se realizan las siguientes determinaciones:

- En agua: pH, coliformes fecales (Anexo III), OD, DBO, sólidos totales (ST), STV, amonio, fósforo, metales pesados (Cromo y Plomo) y fenoles.
- En sedimentos: STV y metales pesados (Cromo y Plomo)

En la figura 3.3 se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo y se indica con color el rango de valores que presentó la media geométrica de coliformes para el período de estudio.

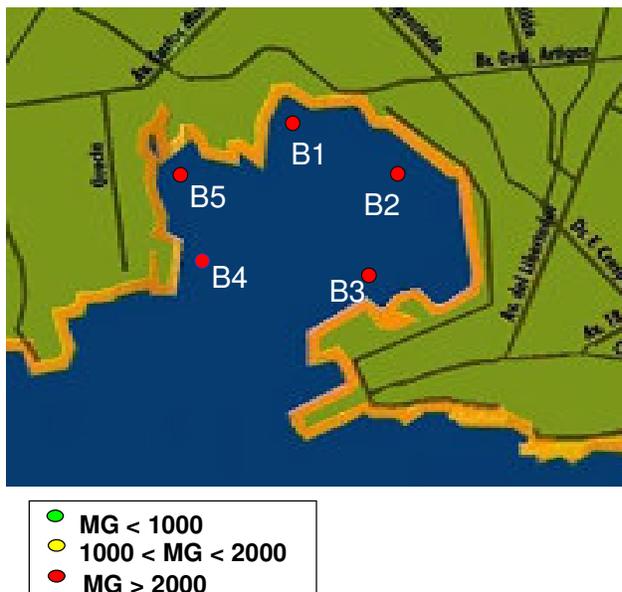


Figura 3.3. Puntos de muestreo de la Bahía de Montevideo

## Conclusiones

- En esta temporada estival la Media Geométrica de las muestras tomadas a 200 metros de la costa, se mantuvo por debajo de 1000 ufc/100 mL para todos los puntos estudiados y los valores individuales se mantuvieron por debajo de 2000 ufc/100 mL (Anexo II). No obstante esto, el punto Z8 que se encuentra en las cercanías a la Bahía de Montevideo, presentó en una oportunidad un valor de 25800 ufc/100 mL
- Los valores obtenidos esta temporada, tanto para los muestreos a 200 metros de la costa como para los obtenidos en círculos concéntricos del emisario, indican que la pluma del mismo no retorna a las playas.
- Las medias geométricas de las muestras de la Bahía de Montevideo fueron en todos los casos superiores a 2000 ufc/100 mL. Esto se atribuye principalmente a los efectos combinados de las descargas de saneamiento, incluyendo los Arroyos Miguelete y Pantanoso.

#### 4.- MONITOREO DE FLORACIONES CIANOBACTERIAS

##### Antecedentes

Las floraciones son eventos de multiplicación y acumulación de microalgas que viven libres en sistemas acuáticos o fitoplancton y que presentan un incremento significativo de su biomasa en períodos de horas o días. En este Capítulo se presentan los resultados del monitoreo de floraciones algales tóxicas, más precisamente de floraciones de cianobacterias<sup>3</sup> en la costa de Montevideo durante la temporada estival 2005-2006.

El Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) realiza un monitoreo de cianobacterias desde el año 2001 para aportar información complementaria a la contaminación de origen fecal respecto a la aptitud para baños de las playas de Montevideo.

El origen de las floraciones se encuentra vinculado fundamentalmente a los embalses en las cuencas de los ríos Uruguay y Paraná, alcanzando nuestras playas por intermedio de dos factores:

- descarga del Río de la Plata desde su zona interior, al oeste de Montevideo, considerándose como la principal causa que favorece su aparición en la costa de Montevideo;
- dirección e intensidad del viento, ya que debido a que las cianobacterias tienen gran poder de flotación son transportadas por la superficie del agua por el viento, principalmente los del sector oeste (W, NW y SW).

Las floraciones aparecen principalmente durante el verano (época de mayor crecimiento) a lo largo de toda la costa de Montevideo, Canelones e incluso hasta Maldonado, dado que se adaptan muy bien a los cambios de salinidad. Las colonias de cianobacterias son frecuentemente visibles como diminutas esferas verdes o cuando alcanzan mayor abundancia por la formación de acumulaciones conocidas como “espuma o manta cianobacteriana”, visualizadas a la distancia como manchas verdes debido al pigmento que éstas presentan. Usualmente se concentran en zonas de remanso tales como bahías o playas cerradas, y su crecimiento puede verse favorecido por aportes de nutrientes, alta temperatura del agua y calma o estabilidad meteorológica.

En Uruguay, la especie asociada a estos fenómenos ha sido generalmente *Microcystis aeruginosa*, existiendo registros desde el año 1982 (CARP, SHIN, SOHMA, 1990). Las cianobacterias y en particular las del género *Microcystis* producen potentes hepatotoxinas (microcistinas) que pueden causar efectos letales a altas concentraciones o subletales en dosis bajas.

---

<sup>3</sup> Desde hace varios años se utiliza el término “cianobacterias” o “bacterias azul-verdes” para referirse a las anteriormente conocidas como “algas azul-verdes”, para indicar con claridad que no son algas eucarióticas.

## Métodos de análisis y evaluación

### *Metodología de monitoreo y evaluación*

El monitoreo de cianobacterias se realiza en forma asociada a los muestreos de calidad bacteriológica de las playas de Montevideo y se basa principalmente en un registro visual desde Punta Espinillo hasta el arroyo Carrasco. Se toman muestras para el análisis de clorofila *a* (indicador de biomasa global), microcistinas, así como para la identificación y recuento de las mismas. Conjuntamente se recaban datos de salinidad, temperatura, turbidez y datos meteorológicos, como dirección e intensidad de viento, que aportan información para la mejor comprensión o ayudan a la predicción de posibles eventos.

Es importante destacar que el Servicio de Guardavidas de la IMM envía información complementaria con relación a la presencia de floraciones o cualquier otra situación de alerta en playas.

Las observaciones visuales realizadas por el equipo de muestreo definen dos situaciones:

- **Presencia de floraciones de Cianobacterias**, cuando la concentración de colonias de cianobacterias es baja y no se observan a simple vista desde lejos, pero sí al acercarse al agua.
- **Detección de espuma cianobacteriana**, cuando la concentración de colonias de cianobacterias es muy alta y aparece una discoloración o mancha de color verde en el agua, pudiéndose observar a simple vista desde lejos.

El monitoreo de clorofila presenta dos modalidades:

- **Monitoreo de rutina**. Se dosifica clorofila *a* una vez por semana en muestras extraídas en 6 estaciones fijas, en forma simultánea con el monitoreo general de calidad bacteriológica de aguas, correspondiendo a las playas: Pajas Blancas, Cerro, Ramírez, Pocitos, Malvín y Carrasco. En las muestras en que se observa la presencia de floraciones de cianobacterias y cuya concentración de clorofila excede el valor límite de 10 µg/L, se realiza también la determinación de microcistinas.
- **Monitoreo de excepción o alerta**. Cuando se registra la presencia de floraciones de cianobacterias o de espuma se intensifica el monitoreo de clorofila *a* y se determina microcistinas y recuento de cianobacterias. Estas muestras pueden coincidir o no con las estaciones de muestreo fijas.

Estas metodologías de monitoreo así como de evaluación de los resultados están basadas en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (“*Toxic Cyanobacteria in Water First Edition*”, WHO, 1999). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido una serie de valores guía asociados a los efectos adversos sobre la salud humana en función de la concentración de células, clorofila y la concentración de microcistina promedio asociada (Tabla 4.1).

*Metodología analítica*

La determinación de clorofila *a* se realiza según el procedimiento espectrofotométrico del “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA-AWWA-WEF, 20th Ed., 10200H) y los resultados se expresan en µg/L.

La microcistina se analiza por inmunoensayo ELISA de inhibición utilizando un anticuerpo monoclonal (ADG4G2), a través de un convenio con la Facultad de Química, Universidad de la República.

Los estudios taxonómicos y recuento de células en muestras de fitoplancton se analizan por el método de Box (1981) con la colaboración de DINARA (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, MGAP).

Los datos meteorológicos se obtienen del Servicio de Oceanografía y Meteorología de la Armada (SOHMA) de Punta Brava.

**Tabla 4.1. Valores guía de cianobacterias y cianotoxinas para el manejo seguro de aguas de recreación (OMS).**

	Probabilidad de efectos adversos en la salud de los bañistas		
	Leve y/o baja	Moderada	Alta
<b>Cianobacterias (células/mL)</b>	15.000-20.000	100.000	>10 <sup>5</sup> (espuma)
<b>Clorofila (µg/L)</b>	<10	10-50	> 50
<b>Toxicidad (µg microcistina/L)<sup>1</sup></b>	2 – 4 (Excepcionalmente 10)	10 - 50	> 50
<b>Riesgos</b>	Con baja frecuencia: irritación de piel y enfermedades gastrointestinales.	Potencial riesgo de enfermedades a largo plazo. Irritación dérmica y enfermedades gastrointestinales.	Potencial para intoxicaciones agudas y enfermedades a largo plazo. Irritación dérmica, enfermedades digestivas, pulmonares.
<b>Medidas recomendadas<sup>2</sup></b>	Colocar señales de advertencia. Informar a autoridades.	Vigilar la formación de espuma. Restringir los baños e investigar el riesgo. Colocar señales de advertencia. Informar a autoridades.	Prevenir contacto con la espuma, prohibir baños y actividades acuáticas de contacto con el agua. Informar al público y autoridades.

<sup>1</sup> Valores referidos en la Guía de la OMS en base a concentraciones de toxina promedio.

<sup>2</sup> La medida real adoptada se debe determinar de acuerdo al grado de uso y evaluación del peligro para la salud pública, teniendo en cuenta que el límite para agua potable es de 1 µg/L de microcistina.

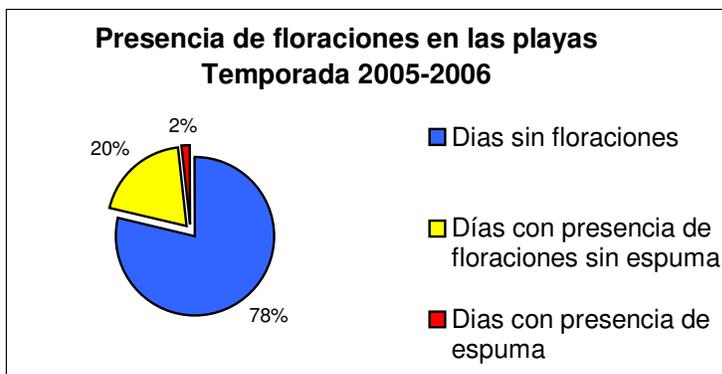
### Resultados obtenidos – Período 15 de noviembre de 2005 al 30 de marzo de 2006.

En este período, la presencia de floraciones de cianobacterias se caracterizó por apariciones cortas, de uno o dos días de duración. Su desaparición se encuentra ligada a cambios en las condiciones meteorológicas, por cambios de marea o de corrientes.

El primer registro de la aparición de floraciones de cianobacterias en esta temporada estival se registró el 4 de enero del 2006 en la playa Ramírez en forma de colonias aisladas (presencia de floraciones de cianobacterias). A partir de esa fecha, se registró “presencia de floraciones de cianobacterias” en forma intermitente, durante todo el verano en distintas playas de Montevideo.

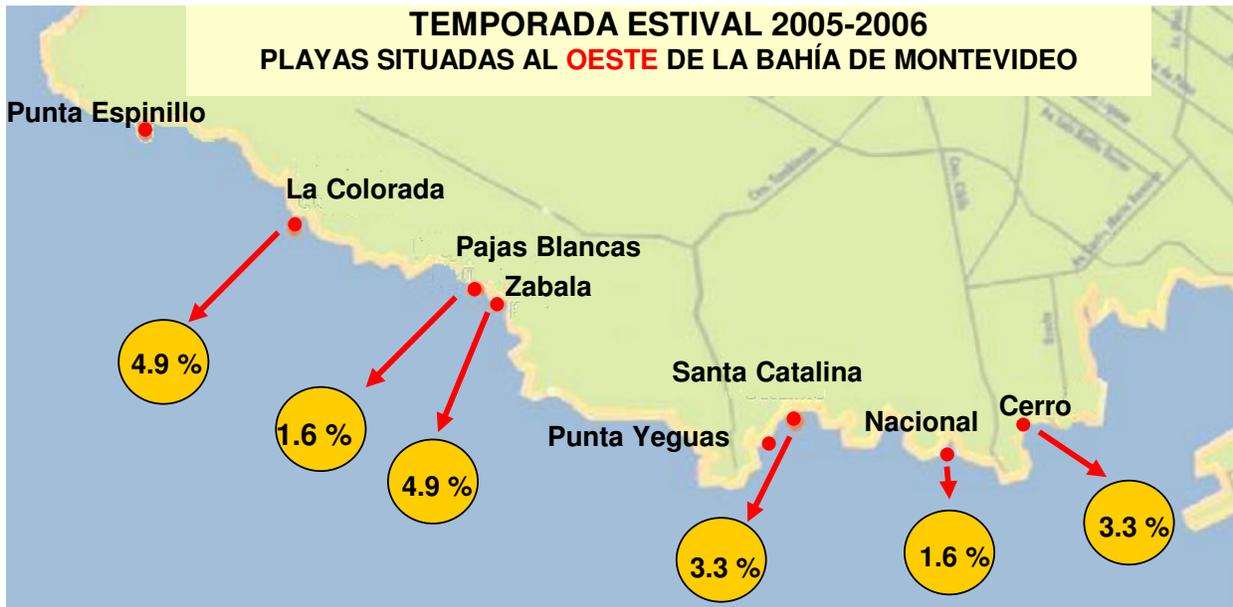
El día 9 de enero por única vez en la temporada, se registraron eventos de acumulación de espuma cianobacteriana, en las playas Ramírez y Pocitos (Tabla 4.2b). En la playa Pocitos el evento fue muy breve y sólo se pudo comprobar su existencia a través de las marcas que quedaron en la arena.

Durante la temporada estival 2005-2006, que comprendió 139 días, el LCA realizó 61 muestreos. En el 20% de los muestreos se registró “presencia de cianobacterias” y en el 2% “espuma cianobacteriana” (Figura 4.1).



**Figura 4.1. Floraciones de cianobacterias en las playas de Montevideo, temporada estival 2005-2006.**

Las playas más impactadas por las floraciones de cianobacterias, en coincidencia con temporadas anteriores, fueron las ubicadas al oeste de Punta Carretas. La zona de Punta Brava (Punta Carretas) es de importancia ya que marca un punto de inflexión en la costa (extremo sur del país), disminuyendo el impacto de las floraciones en nuestras playas de la zona al este de Punta Carretas (Figura 4.2).



- Porcentaje de veces que aparece espuma en el total de muestreos
- Porcentaje de veces que se detecta la presencia de cianobacterias en el total de muestreos

**Figura 4.2** Presencia de floraciones de cianobacterias y espuma cianobacteriana en la costa de Montevideo

### **Análisis de clorofila *a*, recuento de cianobacterias y microcistinas**

De todas las muestras extraídas del monitoreo de rutina (102), sólo tres superaron el límite de clorofila de 50µg/L establecido por la OMS para aguas de recreación por su alto potencial para generar efectos adversos sobre la salud de los bañistas (Pajas Blancas 58µg/L y Carrasco 62µg/L en enero y Pocitos 68µg/L en marzo) (Tabla 4.2a). Dado que en ninguno de los tres casos se detectó la presencia de cianobacterias, esta excedencia se debería a otros organismos de fitoplancton y no a algas tóxicas. Debe mencionarse que esto sucede porque la clorofila es un indicador inespecífico de biomasa.

En el monitoreo de alerta realizado se analizó un total de 25 muestras, de las cuales el 68% fueron valores menores a 10µg/L, el 20% entre 10 y 50 µg/L y el 12% superiores a 50 µg/L (Tabla 4.2b). Los valores por encima de 50 µg/L de clorofila *a* correspondieron a días en los que se detectó “presencia de floraciones de cianobacterias”; en dos de esos casos se observó la presencia de “espuma cianobacteriana”, correspondiendo a valores sumamente elevados de clorofila *a*.

En la tabla 4.3 se muestran los resultados de concentración de microcistinas obtenidos y su comparación con los valores de clorofila *a* (Tabla 4.3 a) y en el caso de espuma cianobacteriana se presentan también los valores de recuento de cianobacterias (Tabla 4.3 b). Puede observarse claramente que en todos los casos de “presencia de cianobacterias”, aún cuando la concentración de clorofila se encontró elevada, la concentración de microcistinas fue menor a 3 µg/L, por lo que corresponden a la categoría de probabilidad de riesgo leve y/o bajo en relación con los posibles efectos adversos en la salud de los bañistas. En cambio, en los casos de “espuma cianobacteriana” (Tabla 4.3 b) se encontraron valores muy elevados de microcistinas y de recuento correspondientes a la categoría de riesgo alto para bañistas.

Con respecto al análisis cualitativo, la identificación taxonómica de las muestras de espuma cianobacteriana ocurridas en la playa Ramírez correspondió, en ambos casos, a la especie *Microcystis aeruginosa*, cepa productora de microcistinas.

**Tabla 4.2 Resultados del monitoreo de clorofila**

**a) Resultados de clorofila a del monitoreo de rutina<sup>1</sup>**

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvin	Carrasco
16/11/05	12	12	26	6	28	15
25/11/05	5	3	2	8	7	15
01/12/05	2	1	2			
02/12/05				4	3	4
09/12/05	2	2		3	4	
14/12/05	6	11	10	9	11	14
21/12/05	3	6	3	9	10	10
28/12/05	<b>6</b>		4	4	15	20
04/01/06	<b>58</b>	50	45	32	7	30
18/01/06	28	20	31	45	25	<b>62</b>
24/01/06	5	15	8	13	11	17
01/02/06	6	5	4	7	5	3
08/02/06	3	3	6	6	4	10
15/02/06	2	12	9	22	9	9
22/02/06	9	11	4	14	9	7
03/03/06	0	5	1	8	4	11
10/03/06		1		1	3	
24/03/06	5	4	7	<b>68</b>	34	25
31/03/06	1	4	2	5	4	5

**Tabla 4.2 b) Resultados de clorofila a del monitoreo de alerta<sup>1</sup>**

Fecha	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Gas	Ramírez Oeste	Ramírez	Ramírez Este	Pocitos
04/01/06									<b>137</b>		
05/01/06									8		
06/01/06		5		16		9			10		
09/01/06								<b>37800</b>	4	<b>12000</b>	6
18/01/06			24								
11/02/06									10		
13/02/06	2		2		5		19		3		
22/02/06	2										
26/02/06									4		
09/03/06			1	1		1			4		
12/03/06	2								4		

<sup>1</sup>Los números en negrita corresponden a valores por encima de 50 µg/L, que se toma como valor límite, de acuerdo a los valores guía de la OMS.

**Tabla 4.3 Concentración de microcistinas. Comparación con clorofila a y recuento de cianobacterias**

**a) Presencia de cianobacterias**

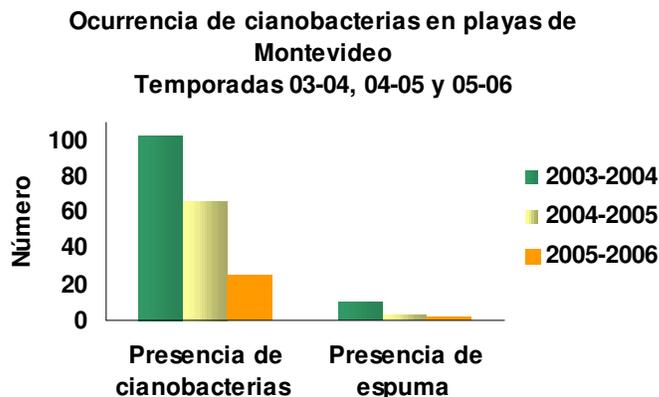
Ubicación	Fecha	Clorofila (µg/L)	Microcistinas (µg/L)
Ramírez	4/01/06	137	< 3
Ramírez (segunda muestra a 20 m )	4/01/06	45	< 3
Ramírez	5/01/06	8	< 3
Ramírez	6/01/06	10	< 3
Playa del Cerro	6/01/06	9	< 3
Sta. Catalina	6/01/06	16	< 3
Pajas Blancas	6/01/06	5	< 3
Pocitos Trouville (zona baños)	9/01/06	6	< 3
Ramírez (zona baños, centro)	9/01/06	4	< 3
Zabala	18/01/06	24	< 0,32
Ramírez	8/02/06	6	< 0,32
Ramírez	11/02/06	10	< 0,32
La Colorada	13/02/06	2	< 0,16
Ramírez	13/02/06	3	< 0,32
Playa Nacional	13/02/06	5	0,33
Zabala	13/02/06	2	< 0,32
Playa del Gas	13/02/06	19	< 0,32
La Colorada	22/02/06	2	< 0,32
Ramírez	26/02/06	4	< 0,32

**Tabla 4.3 b) Espuma Cianobacteriana**

Ubicación	Fecha	Clorofila (µg/L)	Microcistinas (µg/L)	Recuento cianobacterias cél/mL
Ramírez W mancha	9/01/06	<b>37800</b>	1900	$1.2 \times 10^8$
Ramírez E (muelle) mancha	9/01/06	<b>4560</b>	620	$8.0 \times 10^6$

**Evolución histórica y estudio de factores determinantes**

Es notorio que en esta temporada estival las floraciones fueron de menor magnitud que en años anteriores (Figura 4.3). Las causas de estas variaciones son muy complejas y requieren una cuidadosa evaluación por métodos estadísticos. En este informe se presentan los resultados y una evaluación preliminar de la influencia de dos factores importantes: temperatura y salinidad.

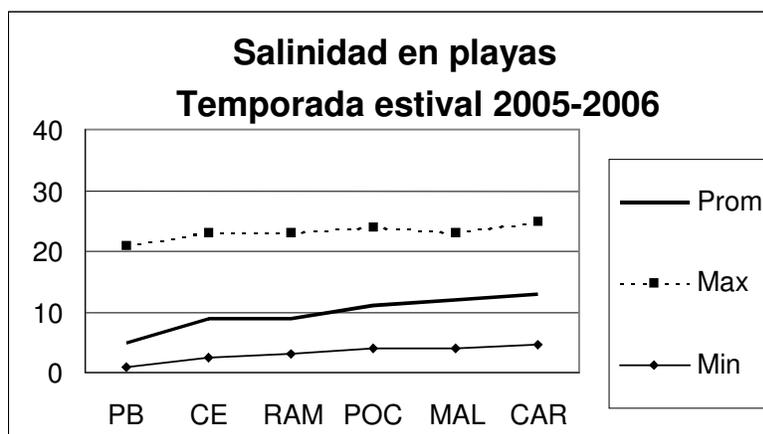


**Figura 4.3.** Frecuencia de detección de floraciones de Cianobacterias y espuma cianobacteriana en los veranos 2003-2004 (verde), 2004-2005 (amarillo) y 2005-2006 (naranja).

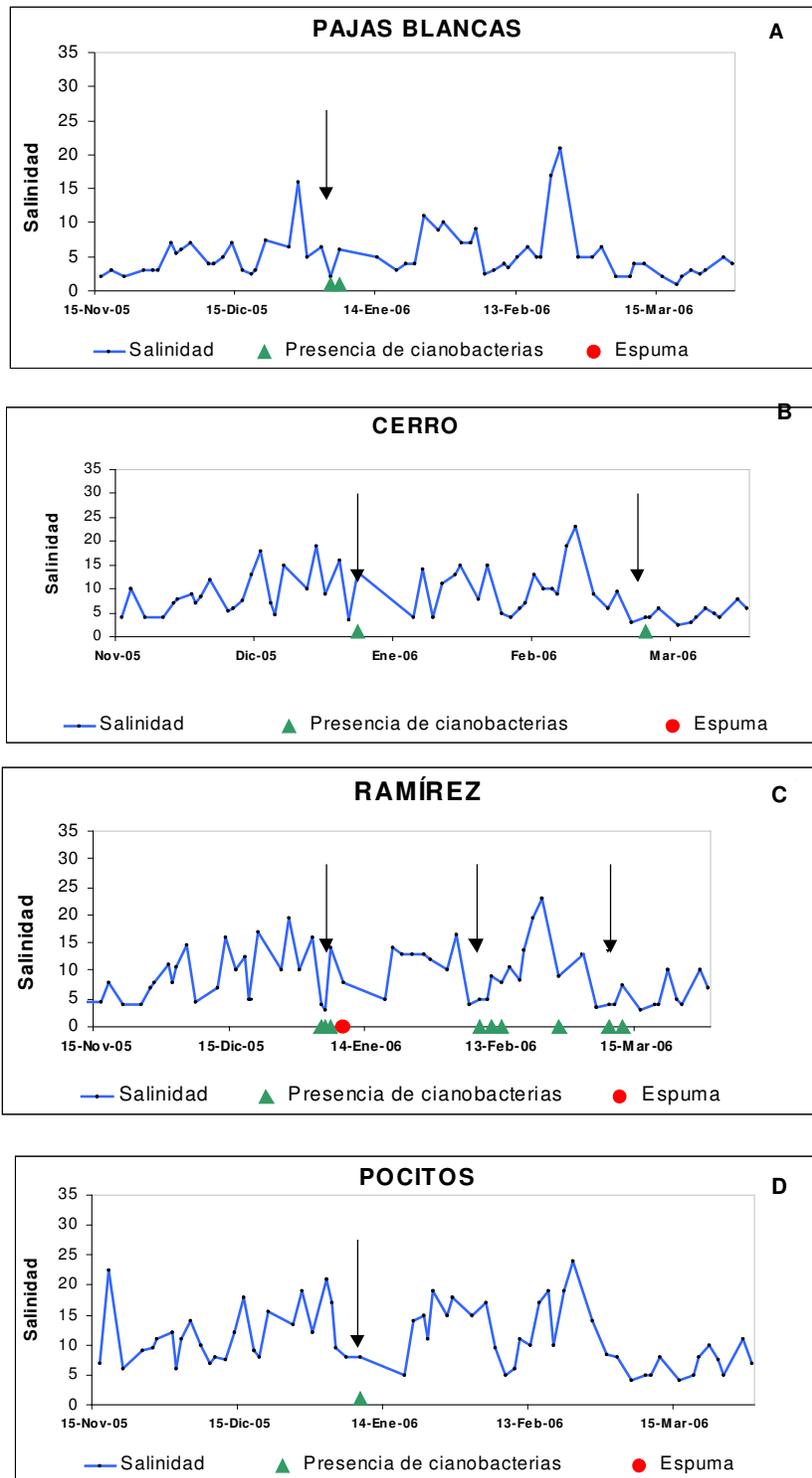
### Salinidad

Si bien los valores de salinidad se registran en todas las muestras de playas, en este Capítulo se presentan los resultados de las muestras del monitoreo de rutina de floraciones, en función de evaluar su relación con la aparición de las mismas.

En las playas de Montevideo, por su ubicación en la zona del frente de salinidad del Río de la Plata en la temporada estival, se observa claramente un gradiente de salinidad creciente en la dirección oeste-este. Las playas ubicadas al oeste de Punta Carretas son las que presentan menor salinidad por una mayor influencia de la descarga del Río de la Plata (Figura 4.4).



**Figura 4.4.** Promedio de la salinidad (Unidades de Salinidad) con sus máximos y mínimos en las playas de Montevideo en la temporada 2005-2006. Códigos: PB: Pajas Blancas, CE: Cerro, RAM: Ramírez, POC: Pocitos, MAL: Malvín, CAR: Carrasco.

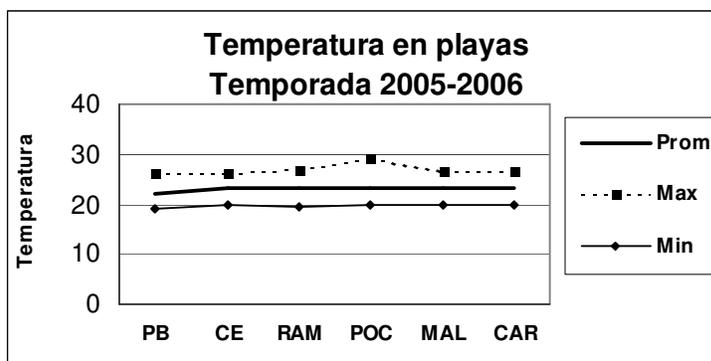


**Figura 4.5** Variación de la salinidad y presencia de floraciones de Cianobacterias en las playas: a) Pajas Blancas, b) Cerro, c) Ramírez y d) Pocitos en la temporada estival 2005-2006.

A pesar de la baja frecuencia de aparición de floraciones en esta temporada estival se puede observar, como en años anteriores, que la presencia de las floraciones de cianobacterias en las playas coincide con situaciones de baja salinidad, generalmente con valores inferiores a 5. Vinculado a este fenómeno, se verifica una menor frecuencia de la aparición de eventos de floración hacia la zona este de la costa de Montevideo. En particular, la aparición de floraciones de cianobacterias, ya sea en forma de espuma o baja concentración, corresponde a situaciones de disminución de salinidad (Figura 4.5 A-D).

### Temperatura

Se ha reportado que uno de los factores que favorece la proliferación de las cianobacterias es la alta temperatura, que junto con las condiciones meteorológicas favorables (calma y estabilidad) y en presencia del aporte de nutrientes necesario, puede determinar su crecimiento explosivo. Sin embargo, hasta el momento no se ha comprobado una influencia de la temperatura en la aparición de floraciones en la costa de Montevideo. La temperatura promedio del agua durante esta temporada estival (registrada en el horario del muestreo) fue de 23°C, observándose pocas variaciones en el promedio, a partir del mes de diciembre (Figura 4.6).



**Figura 4.6.** Máximos, Mínimos y Promedios de la temperatura en playas de Montevideo en temporada estival 2005-2006. Códigos: PB: Pajas Blancas, CE: Cerro, RAM: Ramírez, POC: Pocitos, MAL: Malvín, CAR: Carrasco.

## Conclusiones

- En la presente temporada estival 2005-2006, el fenómeno de floraciones de cianobacterias fue de menor magnitud que en temporadas anteriores en lo que respecta a intensidad y duración de la presencia de cianobacterias en las playas de Montevideo. El porcentaje de días muestreados con presencia de floraciones fue de 20% y sólo el 2% de espuma cianobacteriana.
- Las playas más impactadas por la aparición de las floraciones han sido las ubicadas al oeste de Punta Carretas, principalmente las que están orientadas hacia esa dirección y que por su forma de ensenada o remanso presentan mejores condiciones para su acumulación.
- En coincidencia con los antecedentes, el género de cianobacteria dominante en este verano fue *Microcystis* sp, considerada como altamente productora de microcistinas.
- En todos los casos de “presencia de cianobacterias” aún cuando la concentración de clorofila se encontró elevada, la concentración de microcistinas fue baja, y correspondió a la categoría de riesgo leve y/o bajo, en relación con los posibles efectos adversos en la salud de los bañistas, de acuerdo a los valores guía de la OMS.
- De igual forma que en años anteriores, en presencia de “espuma cianobacteriana” se encontraron valores muy elevados de clorofila *a*, microcistinas y de recuento, correspondientes a la categoría de riesgo alto para los bañistas. Por lo tanto deben mantenerse las recomendaciones de prevención de exposición de los usuarios a las acumulaciones.
- La aparición de las floraciones se encuentra estrechamente ligada a la baja salinidad, por lo que este parámetro podría ser utilizado, en conjunto con otros factores a determinar, como herramienta de predicción de su aparición en las playas.
- La temperatura es un factor importante para el crecimiento explosivo del fitoplancton, pero en Montevideo no es un factor determinante en los fenómenos ocurridos. Esto constituye una evidencia de que las floraciones de cianobacterias no se originarían localmente sino que aparecen vinculadas a factores que promueven su transporte desde sus sitios de proliferación como los embalses de la cuenca del Río de la Plata.

## 5. CONCLUSIONES GENERALES

- De los resultados del monitoreo de coliformes fecales realizado en esta temporada estival 2005-2006 se pudo concluir que todas las playas estudiadas a excepción de la playa Miramar (que no se encuentra habilitada) se encontraron aptas para recreación por contacto directo, no obstante la presencia esporádica de valores puntuales en alguna de ellas que superan los valores guía.
- Las playas Punta Espinillo, La Colorada, Pajas Blancas, Zabala, Punta Yeguas, del Nacional, de los Ingleses y Verde presentaron esta temporada el 100 % de los valores de MG5 por debajo de 250 ufc/100 mL. Las playas Honda, Brava y La Mulata se mantuvieron el 98 % de las veces por debajo de 250 ufc/100 mL; las playas del Gas, Ramírez, La Estacada Pocitos, Buceo y Malvín presentaron por lo menos un 95% de las veces valores de Media Geométrica (MG5) inferiores a 500 ufc/100 mL; por último las playas Santa Catalina, del Cerro, Puerto del Buceo y Carrasco presentaron por lo menos un 95% de las veces valores de Media Geométrica (MG5) inferiores a 500 ufc/100 mL.
- Dado que la Playa Miramar continúa con niveles de coliformes fecales por encima de los límites de la reglamentación vigente, esto respalda que no se encuentre habilitada para baños. En esta temporada de verano se observó el 13 % de excedencia en la media geométrica (MG5), por influencia del arroyo Carrasco. Por otra parte para la Playa del Puerto del Buceo, que presentó valores aceptables este año, se debe tener en cuenta que es una zona directamente afectada por la presencia de un puerto deportivo, cuyas embarcaciones presentan un riesgo potencial para la calidad del agua de esta playa.
- En cuanto a los aportes estudiados, es notoria la influencia del vertedero de la calle Javier Barrios Amorín en los valores obtenidos en la plataforma de la Calle Minas y del arroyo Carrasco en las playas Miramar y Carrasco. Es destacable también la influencia directa de las cañadas en las playas al Oeste de la Bahía de Montevideo en las playas Pajas Blancas y Santa Catalina, no encontrándose relación directa en la playa del Cerro.
- El funcionamiento del vertedero Barrios Amorín podría llegar a afectar la calidad de aceptable de la playa Ramírez. El hecho de que se haya prevenido su funcionamiento durante esta temporada produjo beneficios inmediatos sobre la mencionada playa.

- Los resultados del monitoreo de coliformes fecales en el muestreo a 200 metros de la costa y en círculos concéntricos a la zona de difusores del emisario, confirman que la pluma de éste no retorna a la costa. Los muestreos realizados en la Bahía de Montevideo continúan evidenciando la importancia de las descargas de los arroyos Pantanoso y Miguelete incluyendo la presencia de descargas de la red de saneamiento (interceptores Pantanoso y Miguelete, y colector Francia), aspectos contemplados en el Plan de Saneamiento IV, así como de la actividad del Puerto de Montevideo.
- El fenómeno de floraciones de cianobacterias fue de menor magnitud que en temporadas anteriores en lo que respecta a intensidad y duración de la presencia de cianobacterias en las playas de Montevideo.
- Cabe destacar que debe mantenerse la recomendación de no bañarse en las zonas de espuma cianobacteriana. Se confirma también que en las zonas donde sólo existe presencia de colonias dispersas de cianobacterias, los valores de toxina encontrados corresponden a riesgos de exposición bajos y/o leves, de acuerdo a las guías de la OMS.
- Los estudios de influencia de la temperatura y salinidad en las floraciones proporcionan pautas para una evaluación preliminar de los factores determinantes pero se requiere avanzar hacia una investigación exhaustiva de sus causas que permitan una mejor comprensión del fenómeno. Esto implicará incorporar estudios de procesos naturales y antropogénicos, variables hidrológicas, meteorológicas, climáticas y biológicas en la cuenca alta del río de la Plata (Paraná y Uruguay) relacionándolos con la descarga y el impacto que ésta ejerce, para hacer posible la realización de un programa integrado de monitoreo, predicción y prevención de estos fenómenos cuyo alcance involucra también a otras instituciones departamentales y nacionales.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

APHA 1998. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water 20th ed.

Box J.D., 1981. Enumeration of cell concentrations in suspension of colonial freshwater microalgae, with particular reference to *Microcystis aeruginosa*. British Phycol. Journal, 16: 153-164p.

Feola G., Brena B., Arriola M., Programa de Monitoreo de Cursos de Agua. Informe Final 2005. [www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html)

Feola G., Brena B., Arriola M., Programa de monitoreo de cuencas menores de Montevideo (2005) [www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html)

Feola G., Brena B., Risso J., Sienna D. Programa de Monitoreo de Agua de Playas y Costa de Montevideo. Informe 2005. [www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html)

CARP- SHIN- SOHMA, 1990. Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Informe de avance 1989. 422 p. 2 vols, texto: 422 p.

Chorus, I & Bartram, J. (1999). Toxic cyanobacteria in water. A guide to public health consequences, monitoring and management. E & FN Spon (Eds.) and WHO. 416p.

Grupo Ambiental de Montevideo. Informe Ambiental GEO Montevideo (2004) [www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html)

Grupo Ambiental de Montevideo. Agenda Ambiental 2005. Avances y Desafíos. Informe Ambiental 2005 [www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.html)

OMS, 1998. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Capítulo 4. Aspectos microbiológicos de la calidad del agua.

OMS, 1998. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Capítulos 6 y 7. Algas y Cianobacterias.

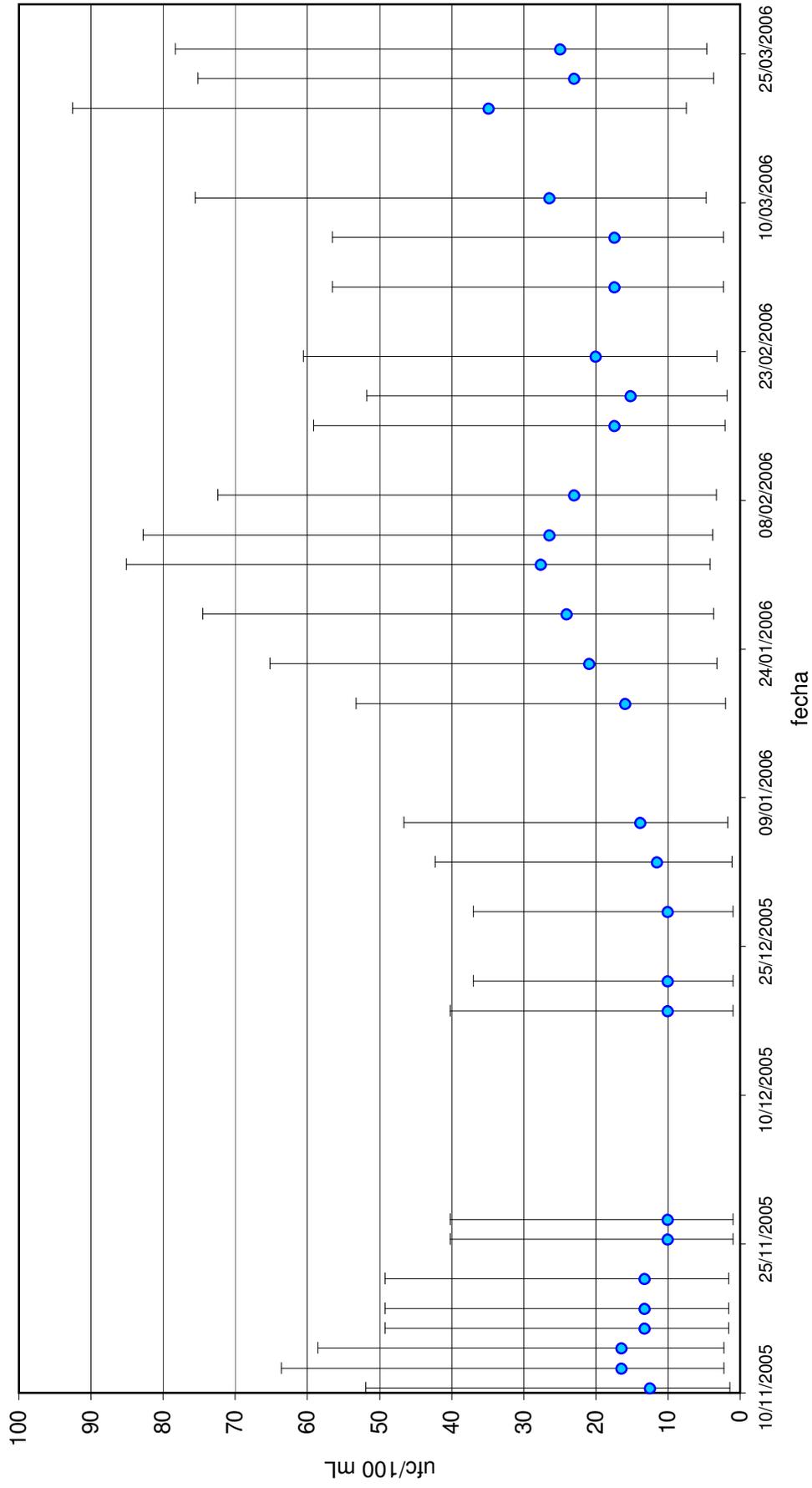
OMS, 1998. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Capítulo 11. Monitoreo y Evaluación.

Sienna D. & R. Piaggio 2004. Floraciones de cianobacterias durante el verano de 2004. Informe interno. Laboratorio de Higiene Ambiental- Intendencia Municipal de Montevideo. UNIT-NM-ISO 14001:2001. Sistemas de Gestión Ambiental. Especificación con directrices para el uso.

## **Anexo I**

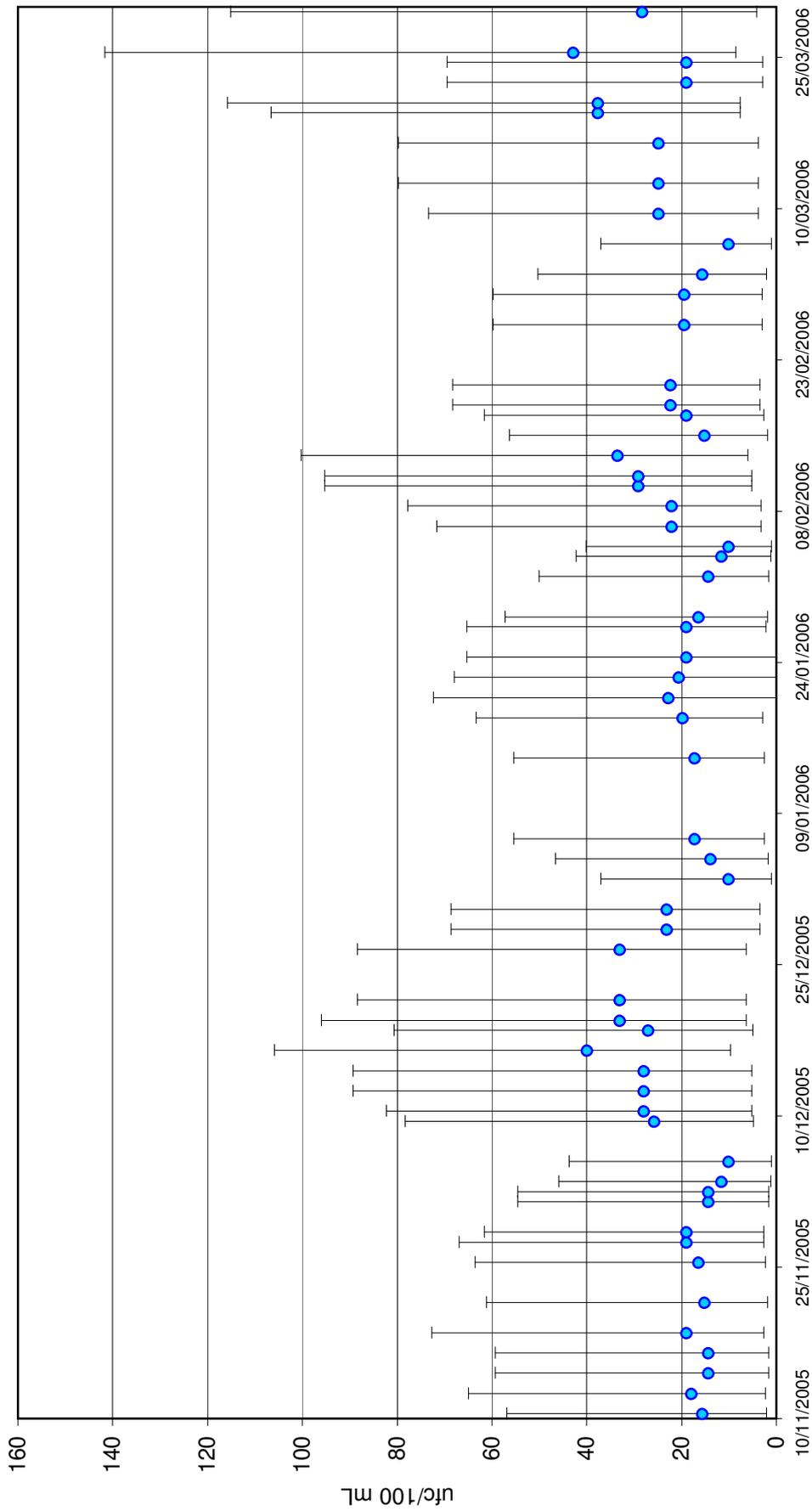
**Gráficos de los valores de Media Geométrica Móvil  
de 5 días (MG5) durante la temporada 2005-2006  
para las playas de Montevideo**

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos\*  
**Playa Punta Espinillo**



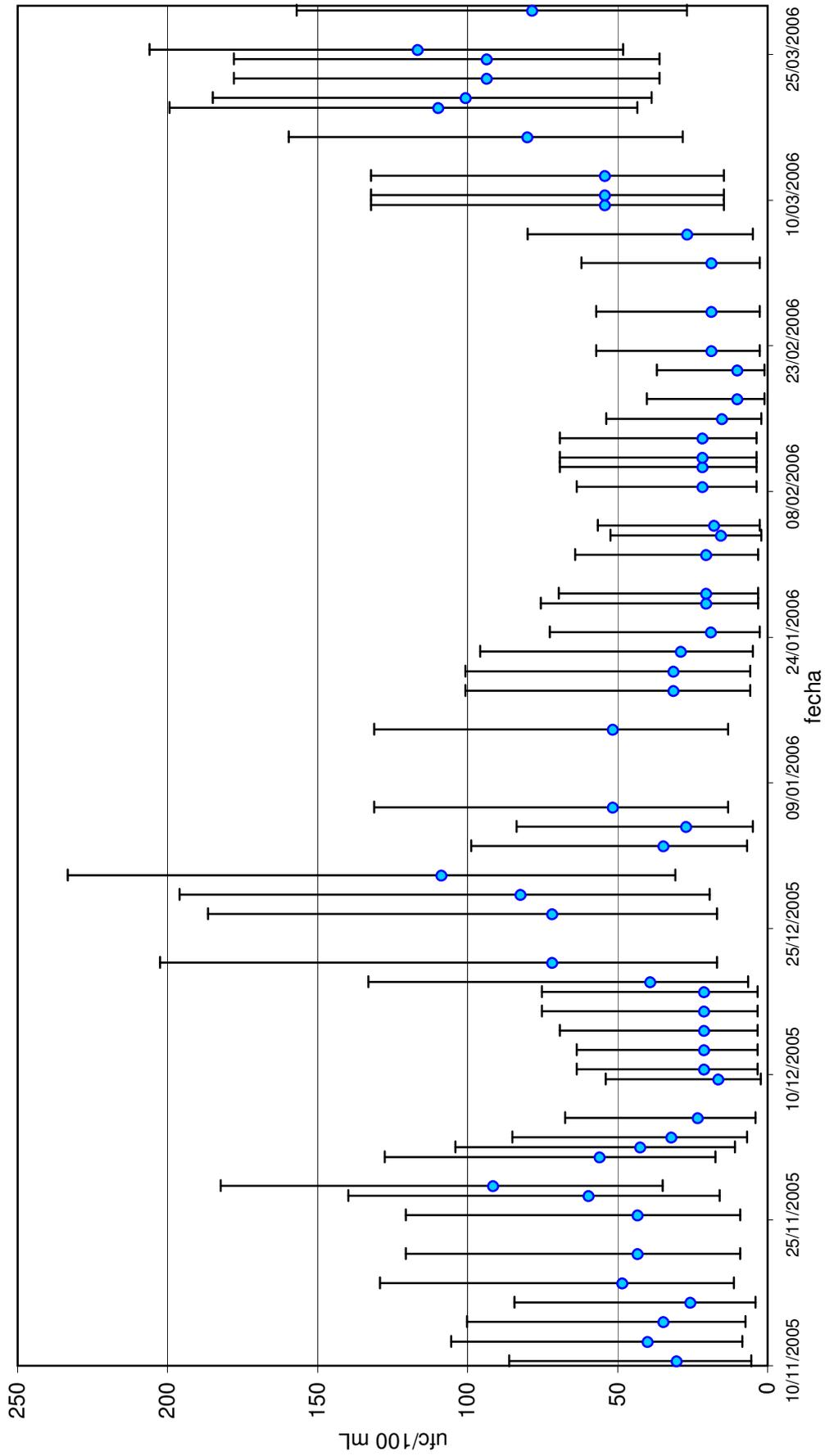
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos\*  
**Playa La Colorada**



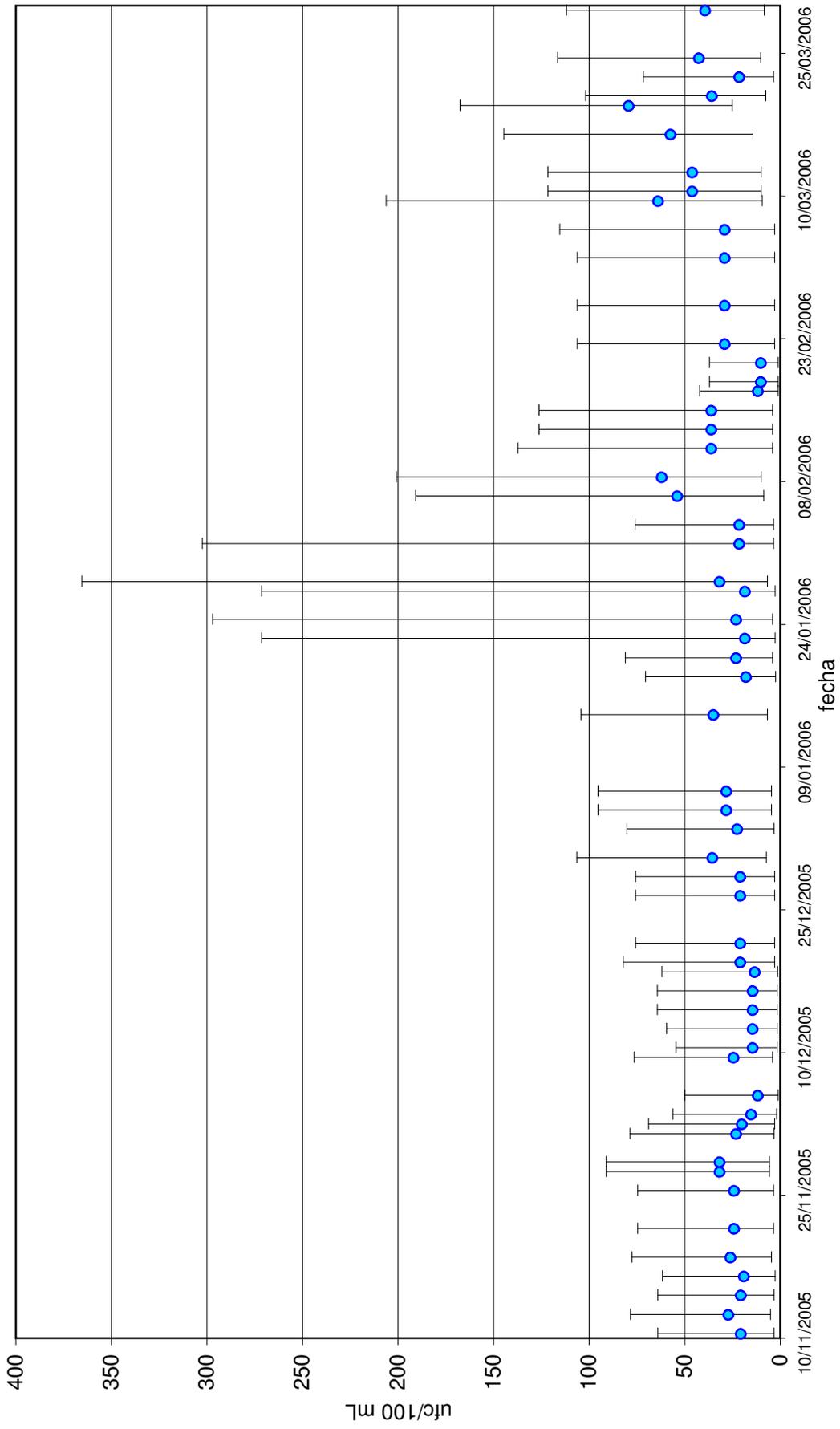
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos\*  
**Playa Pajas Blancas**



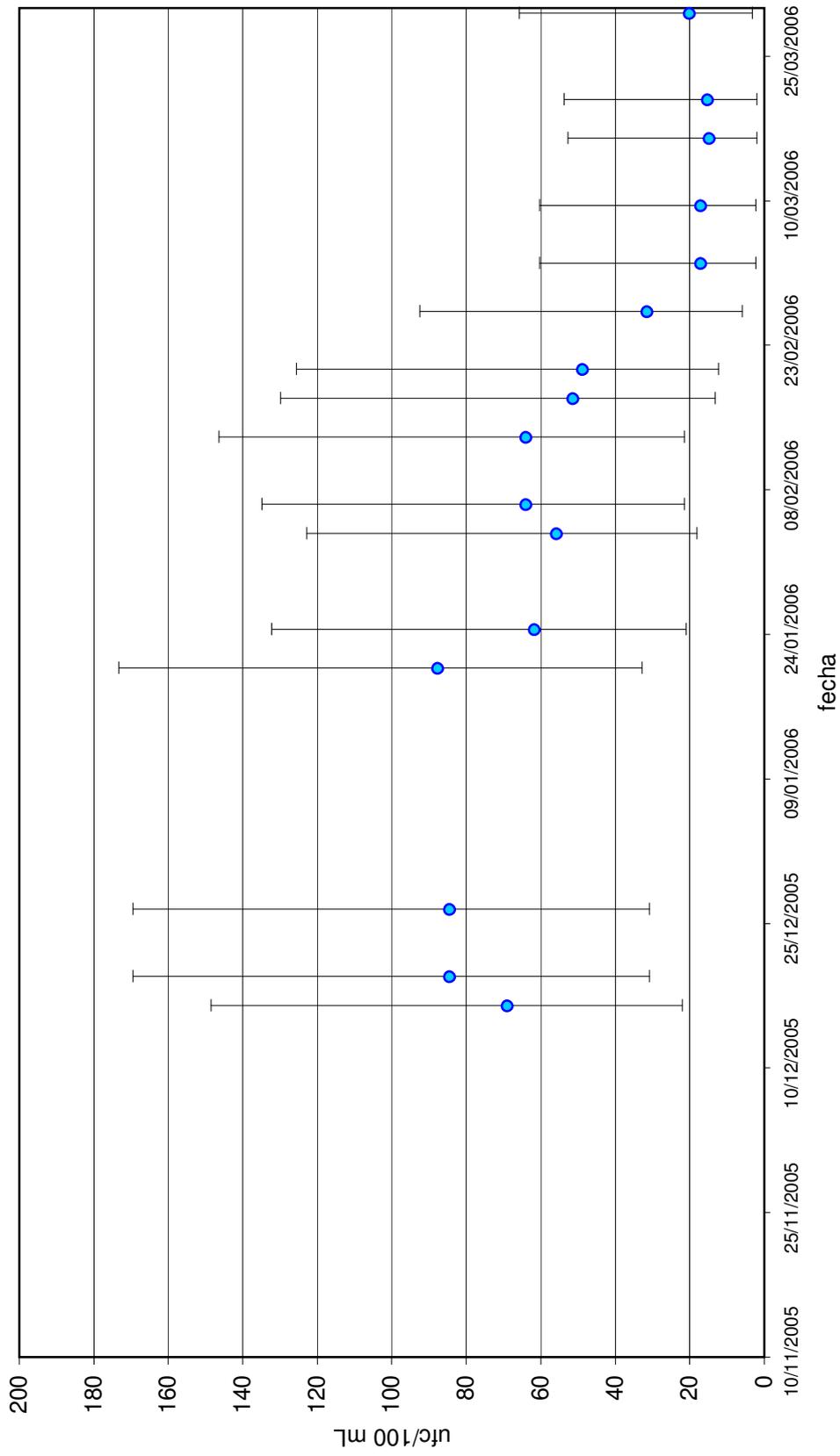
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Zabala**



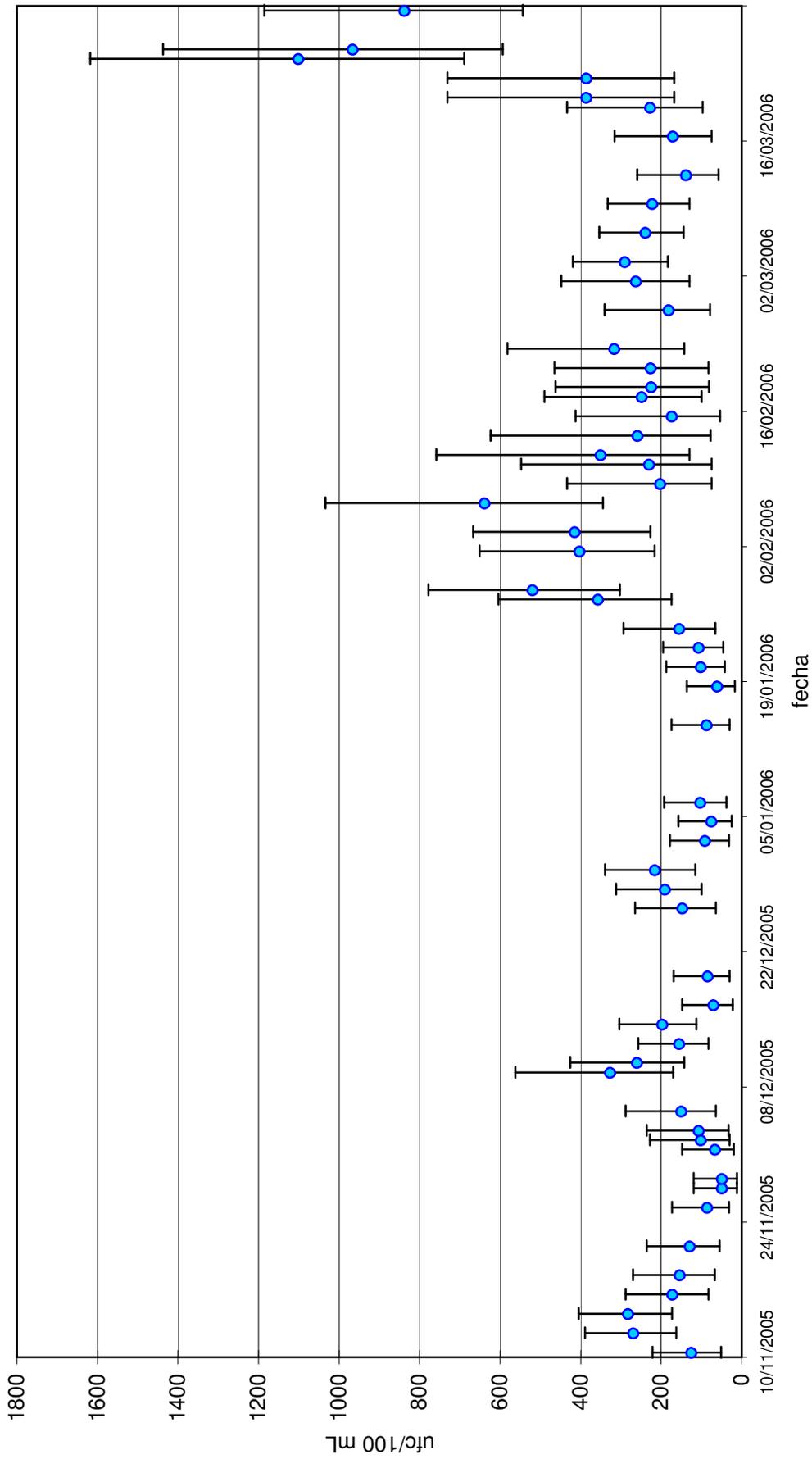
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Punta Yeguas**



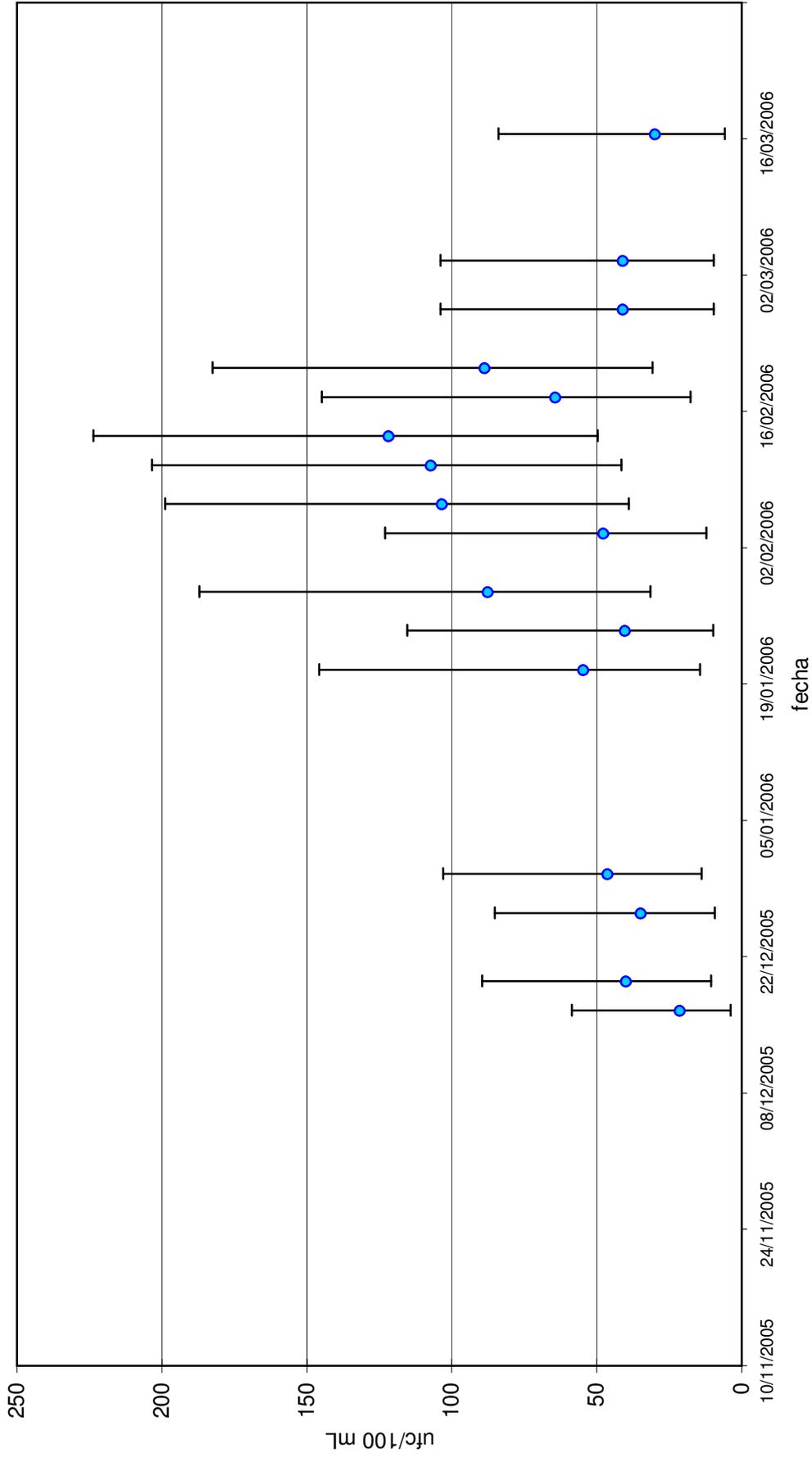
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Santa Catalina**



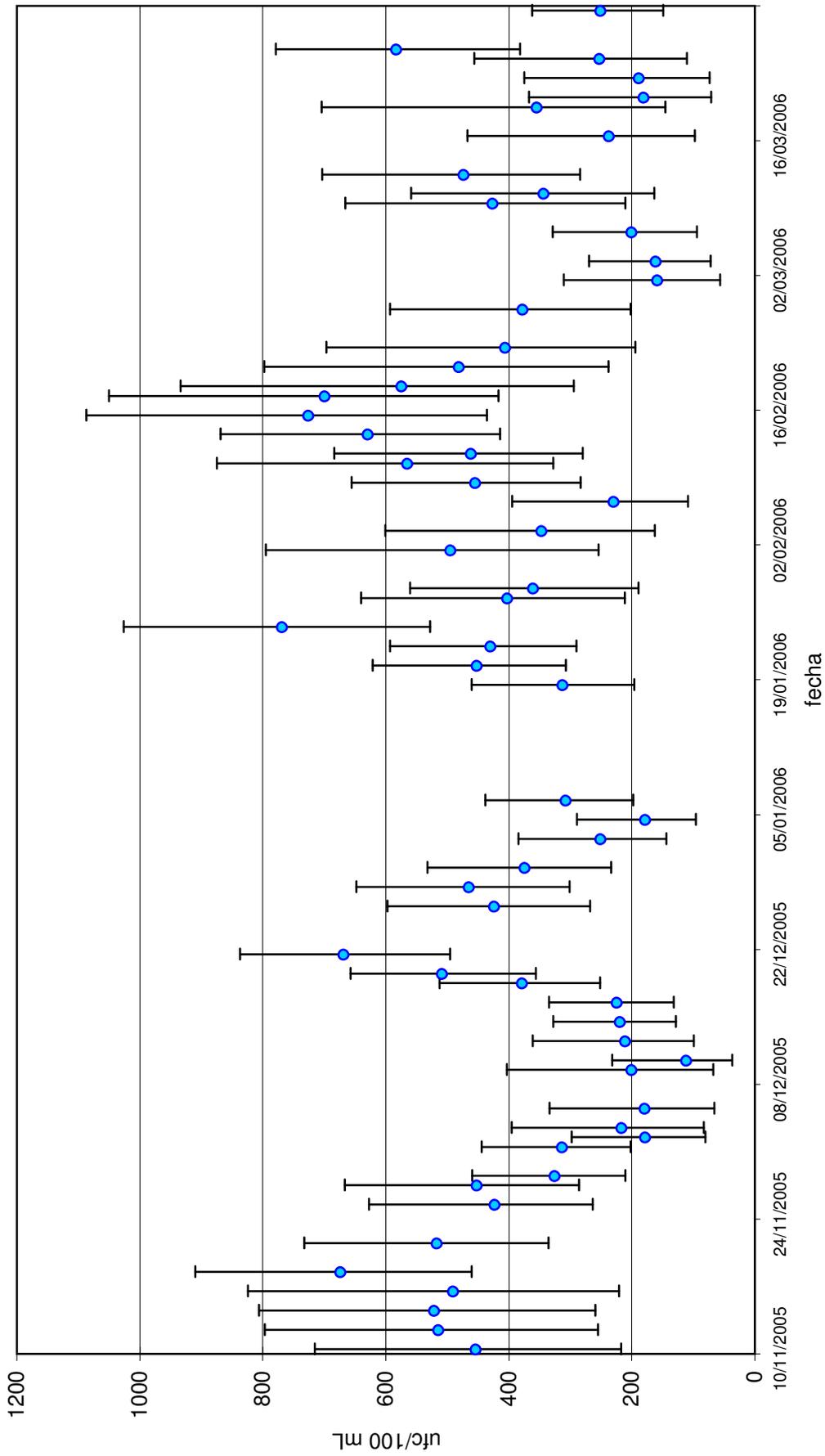
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa del Nacional**



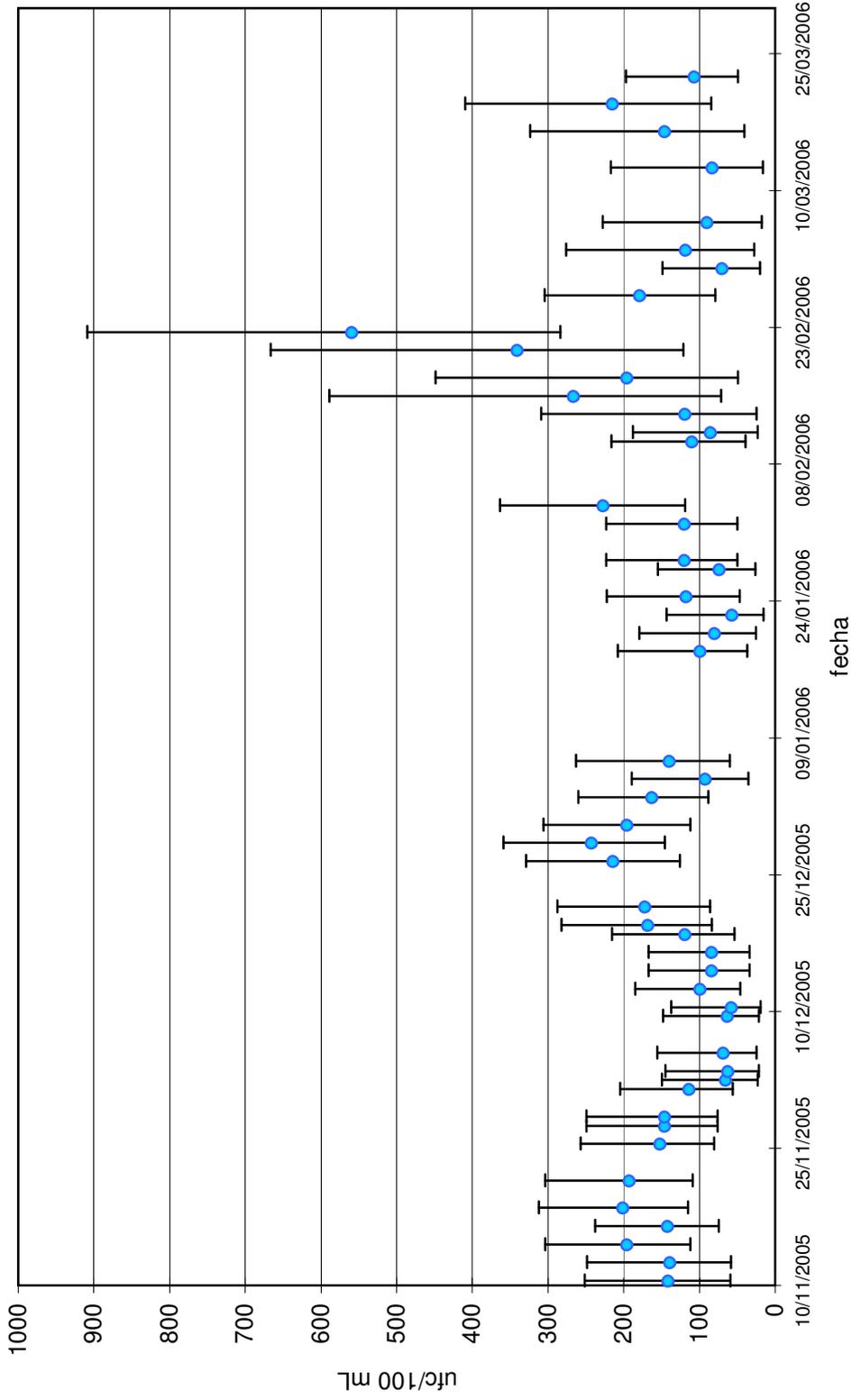
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa del Cerro**



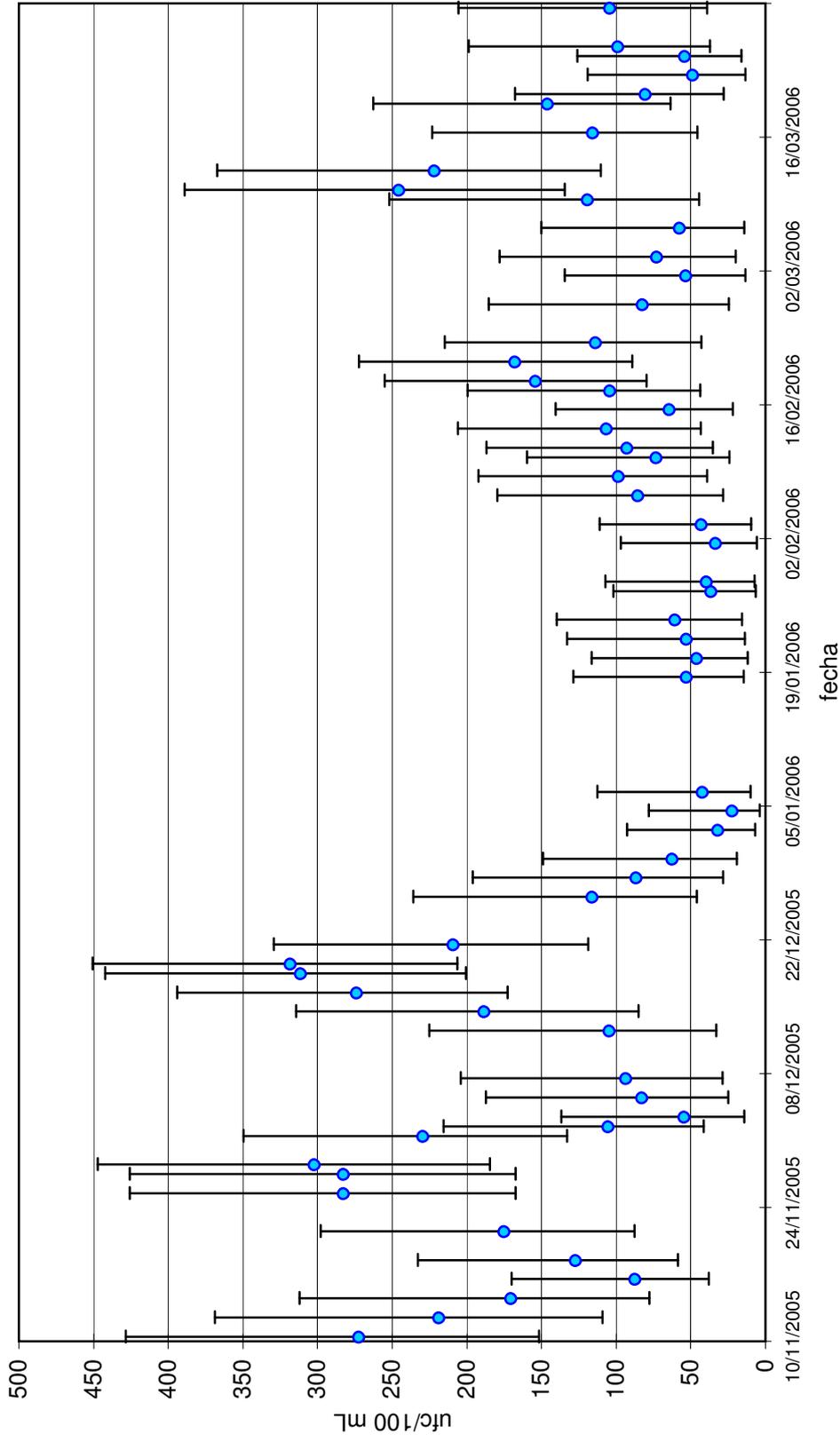
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa del Gas**



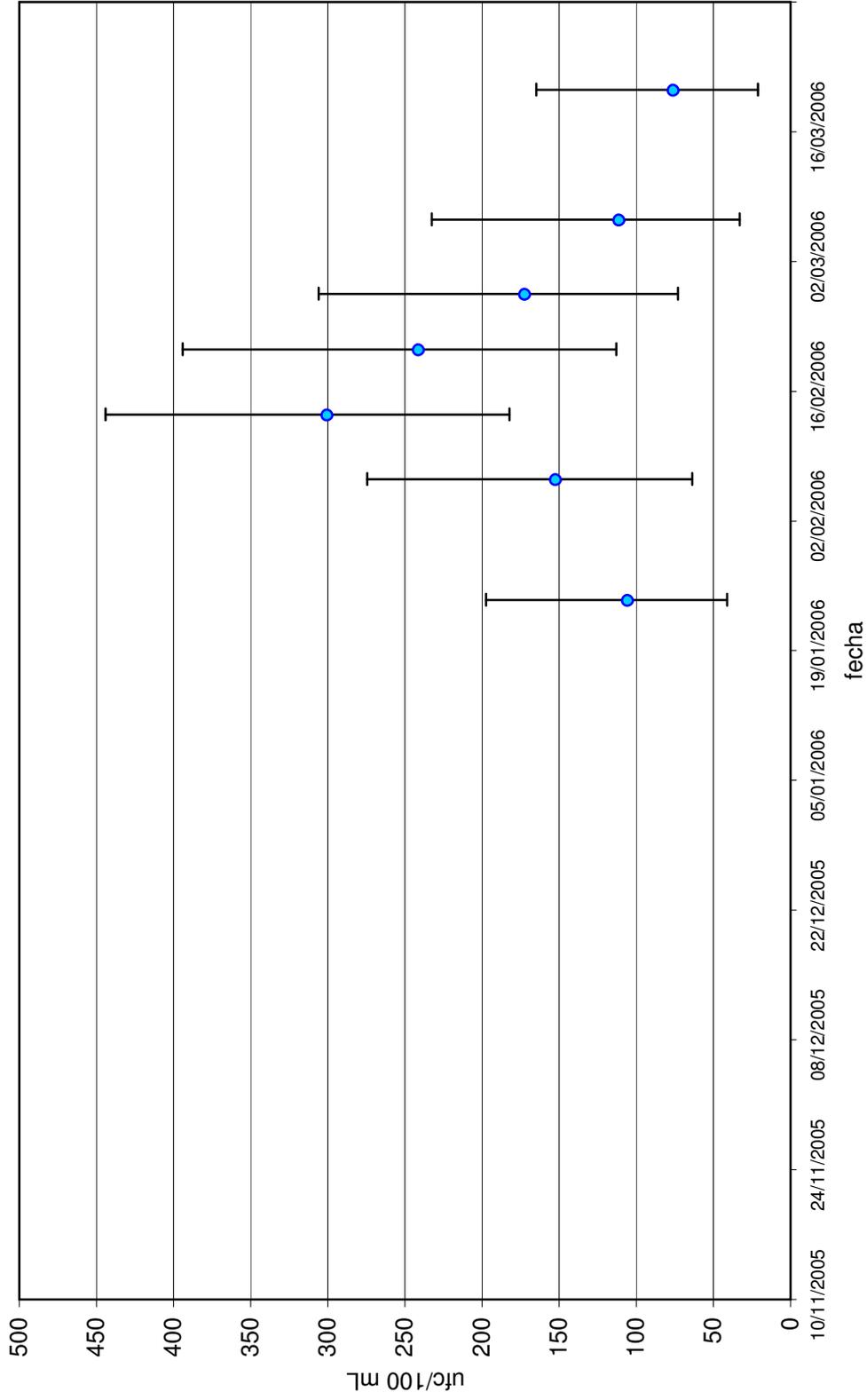
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Ramírez**



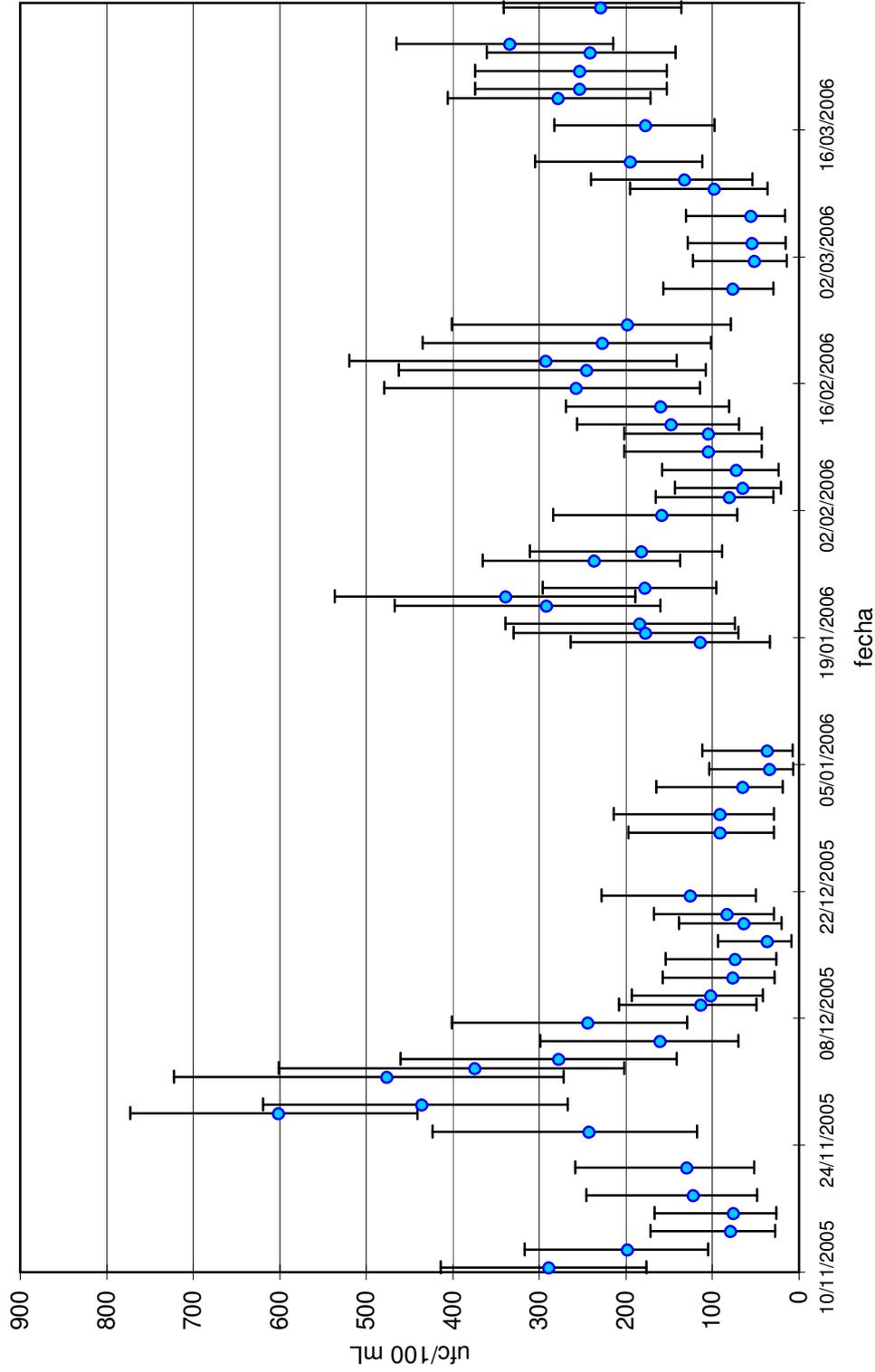
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa La Estacada**



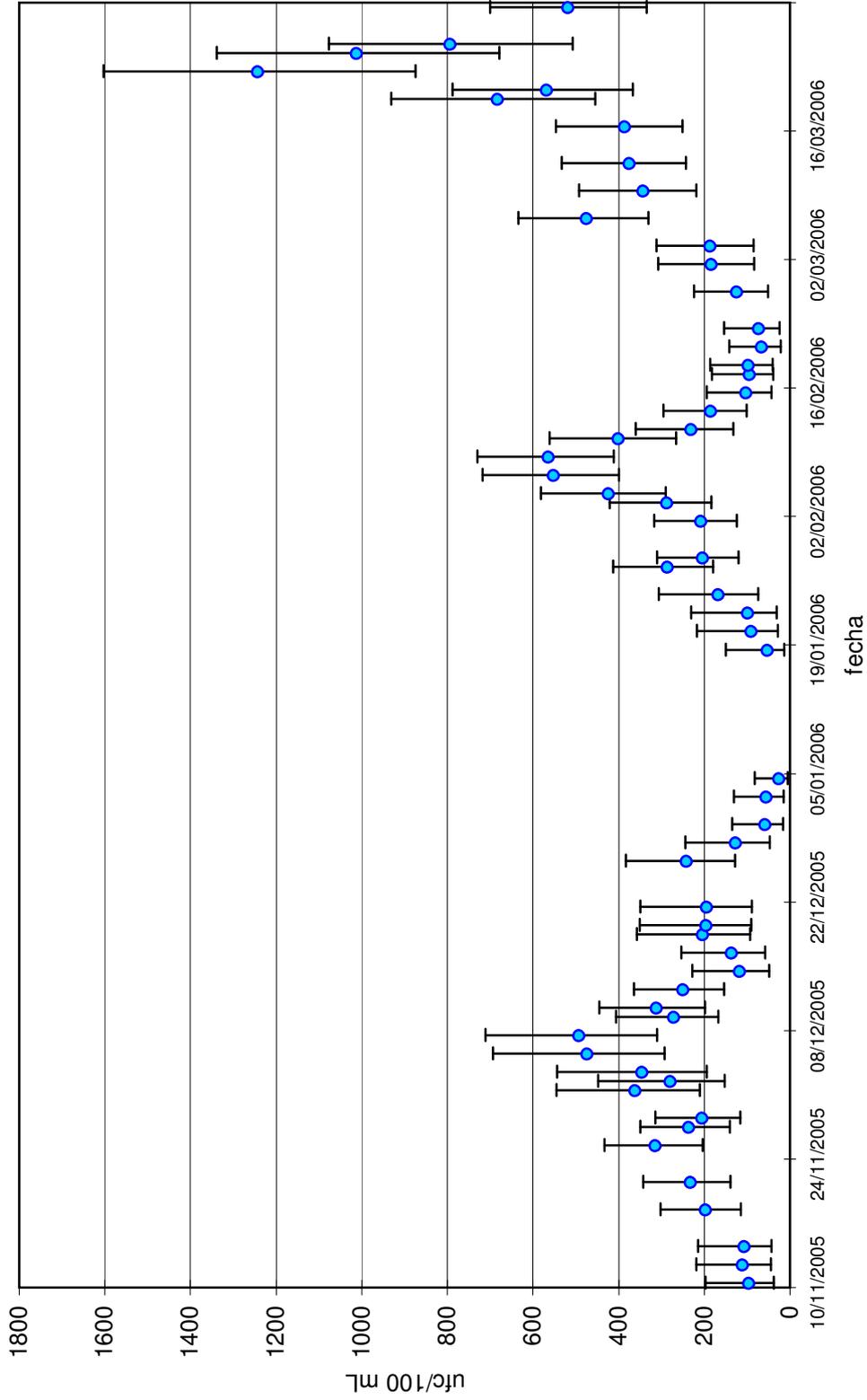
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Pocitos**



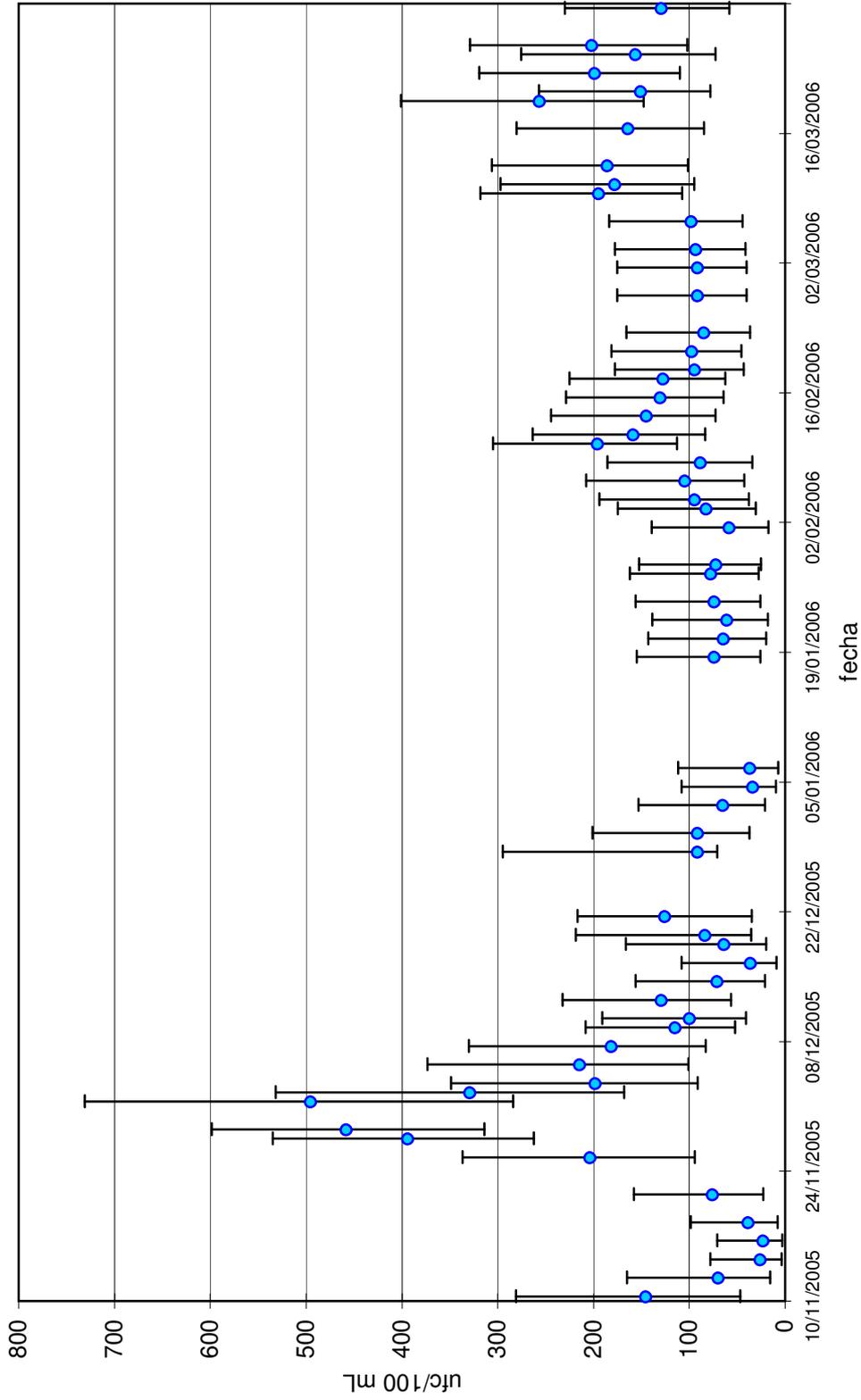
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Puerto del Buceo**



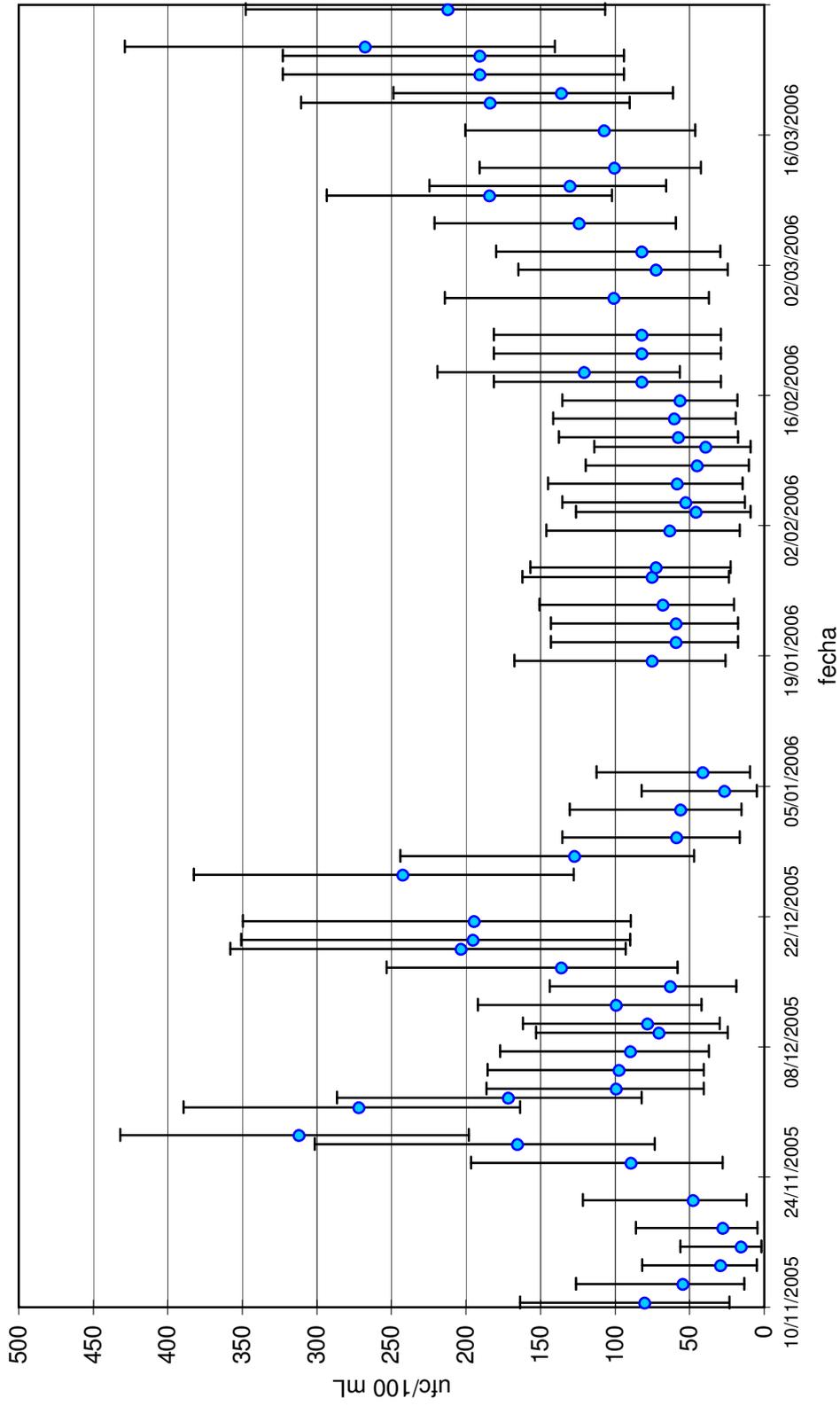
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Buceo**



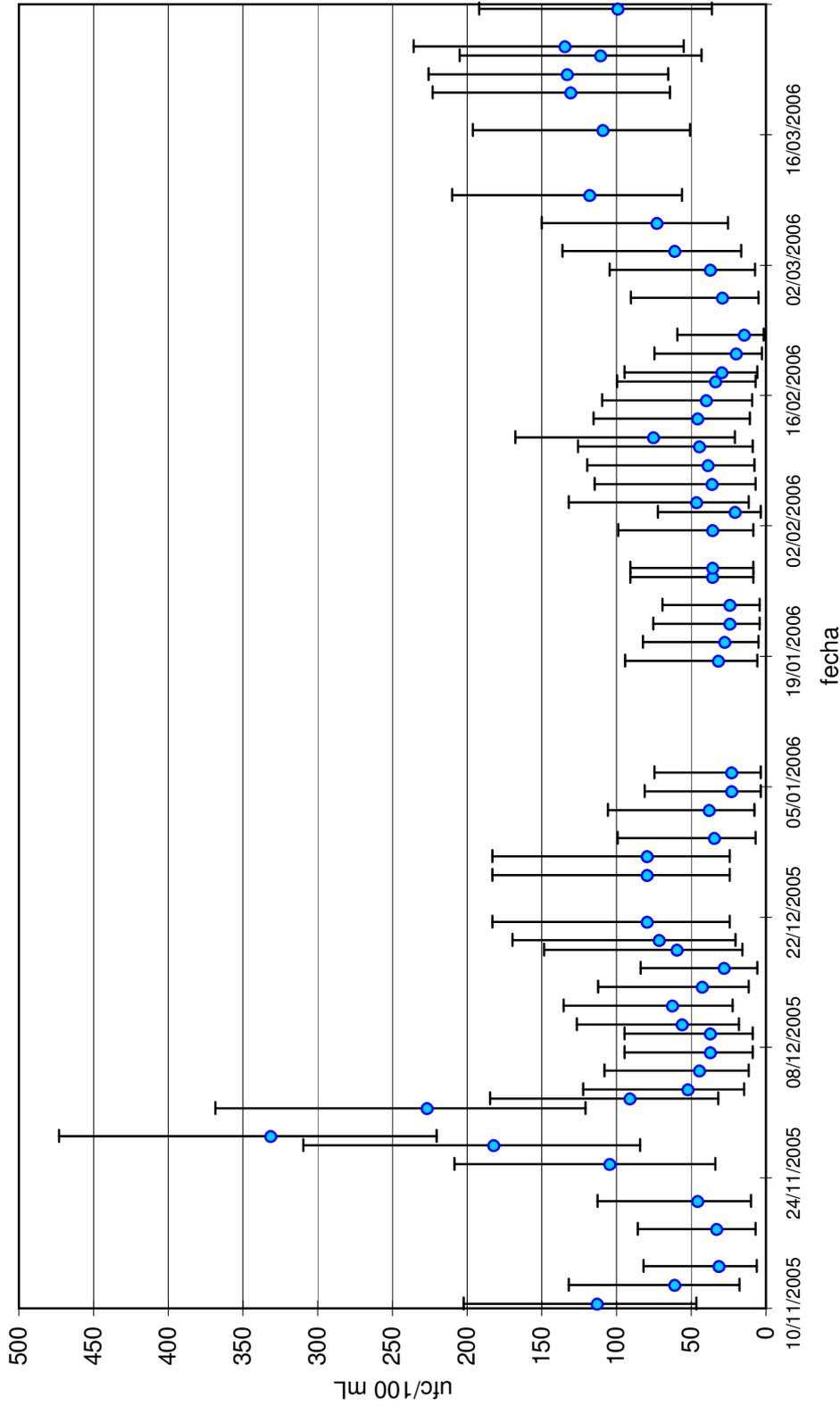
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Malvín**



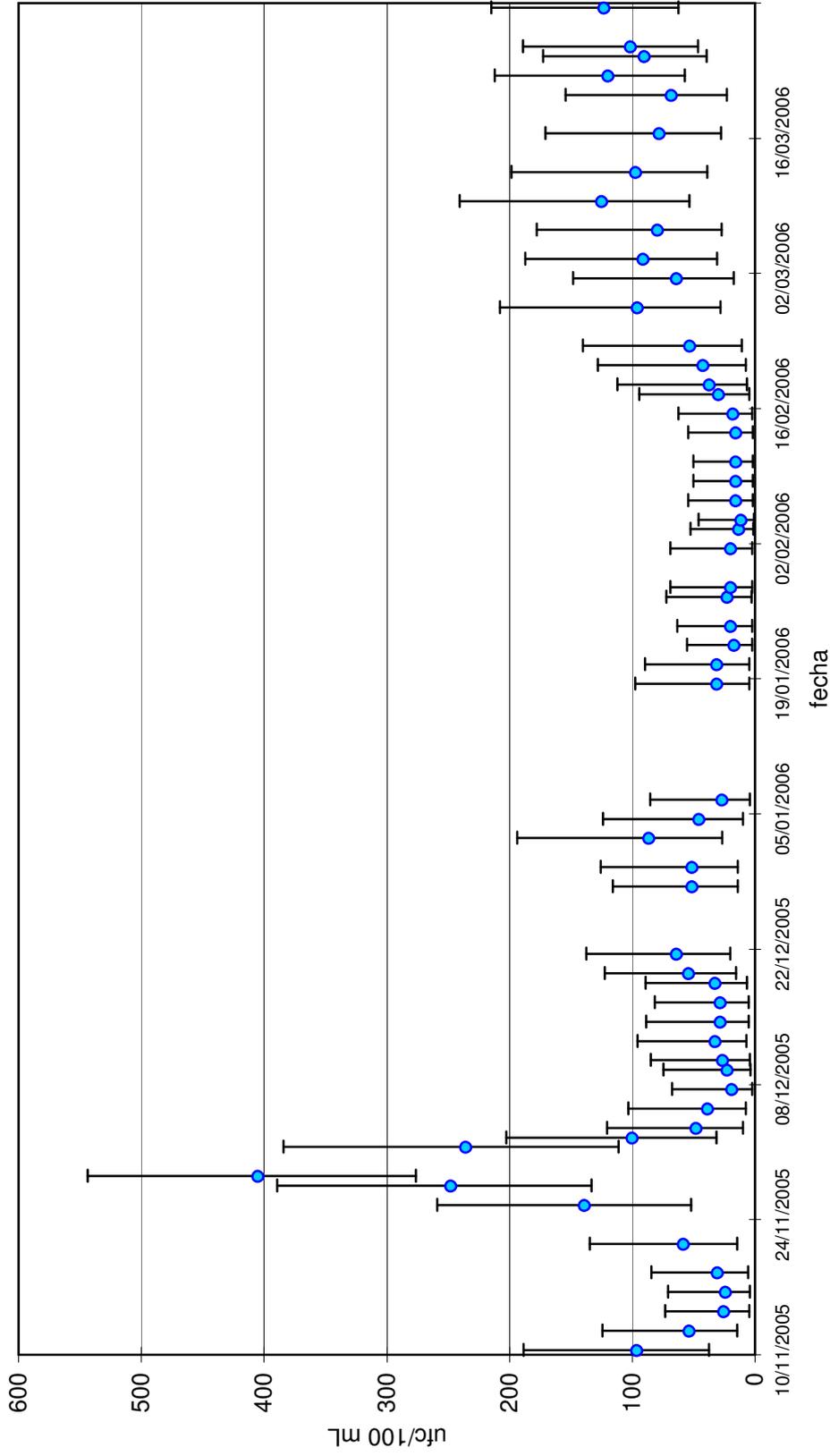
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Brava**



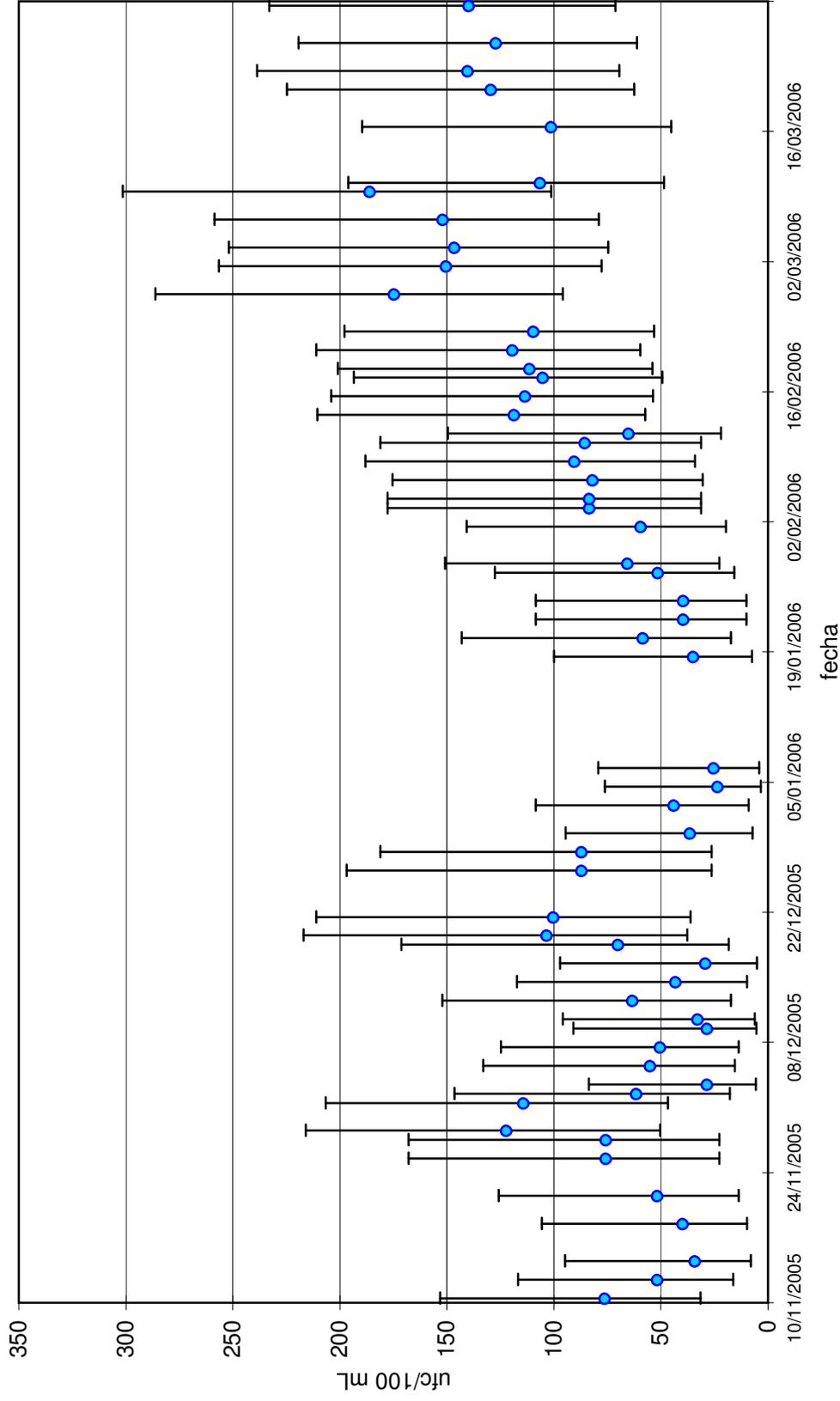
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Honda**



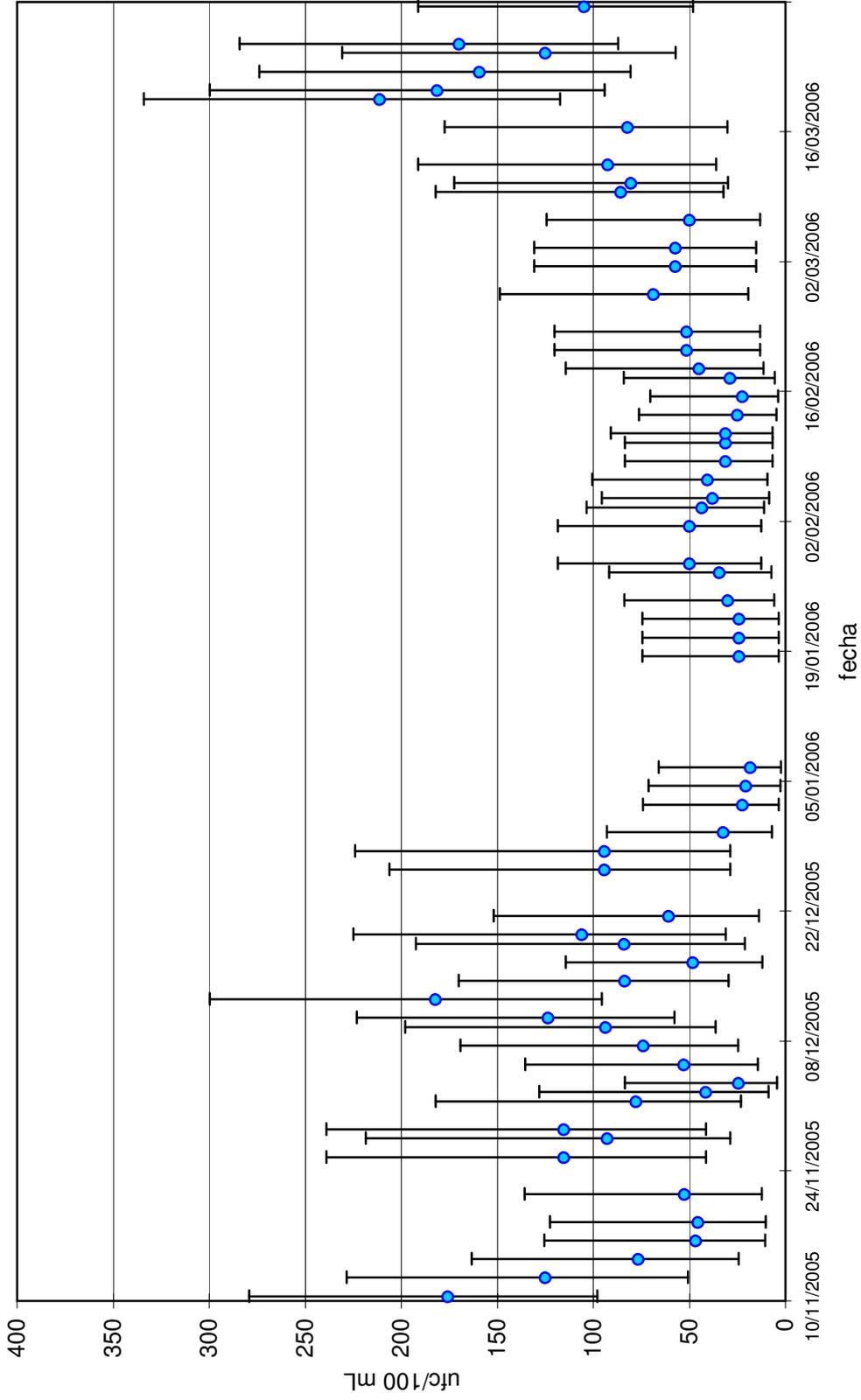
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Ingleses**



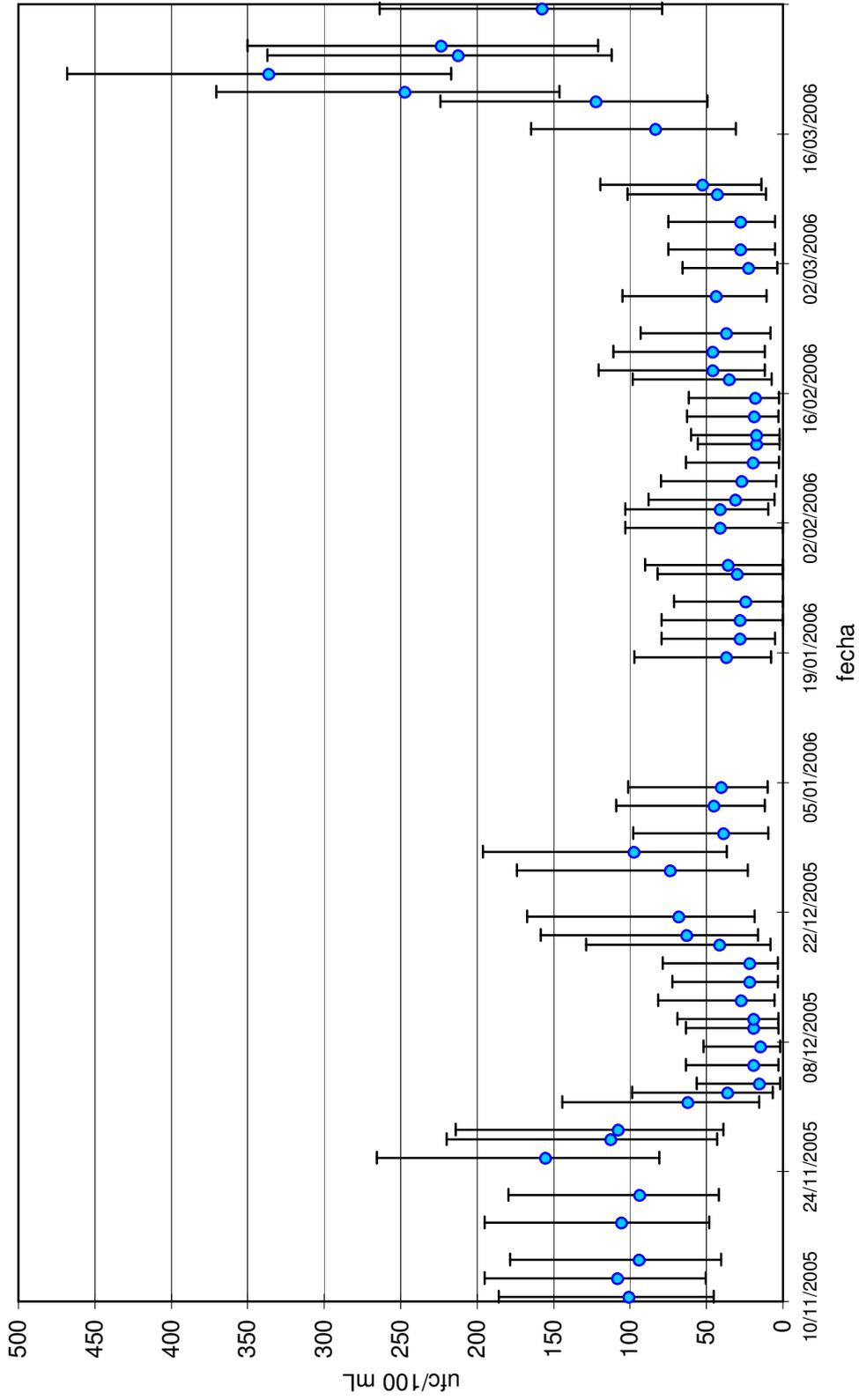
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Verde**



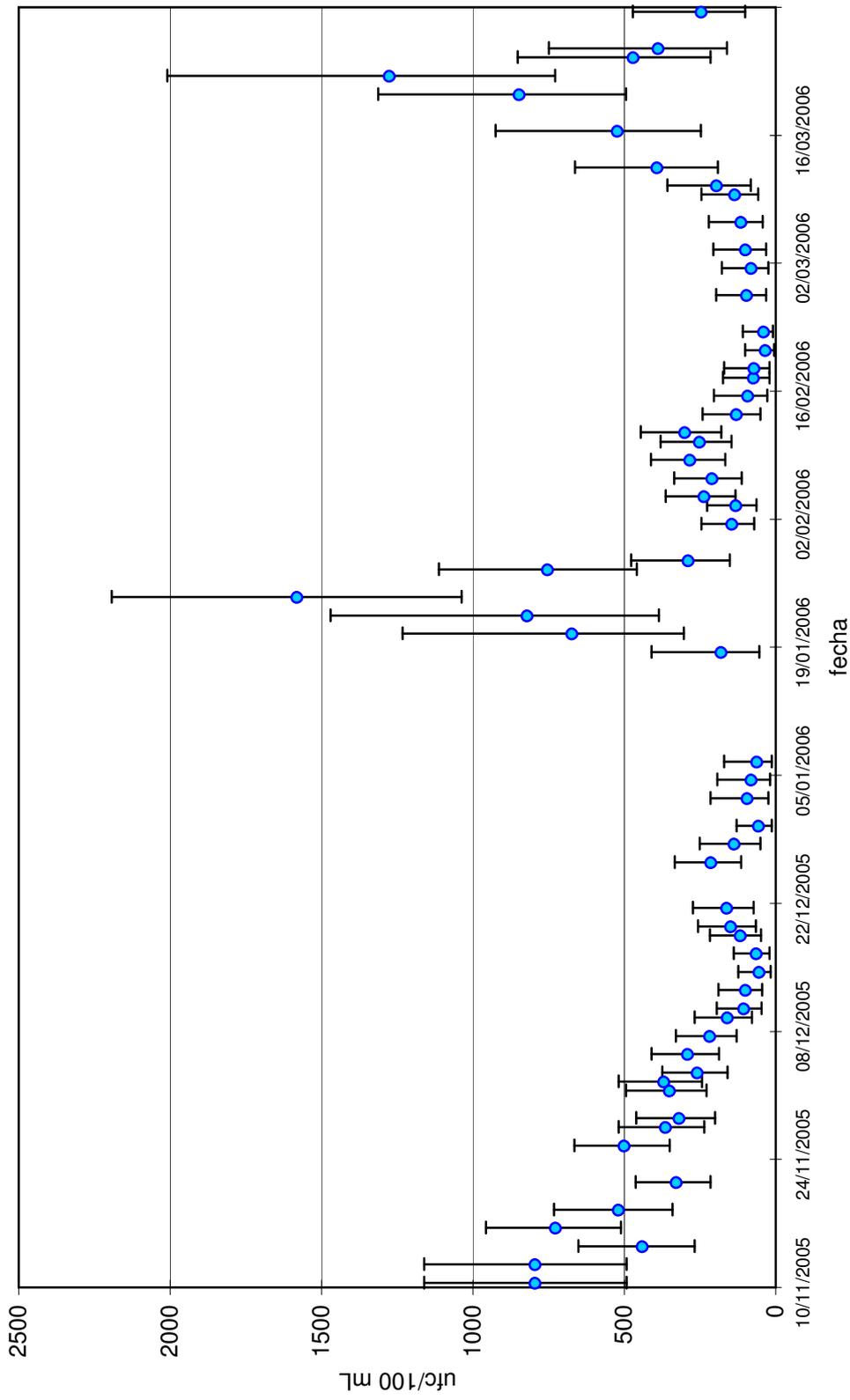
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Mulata**



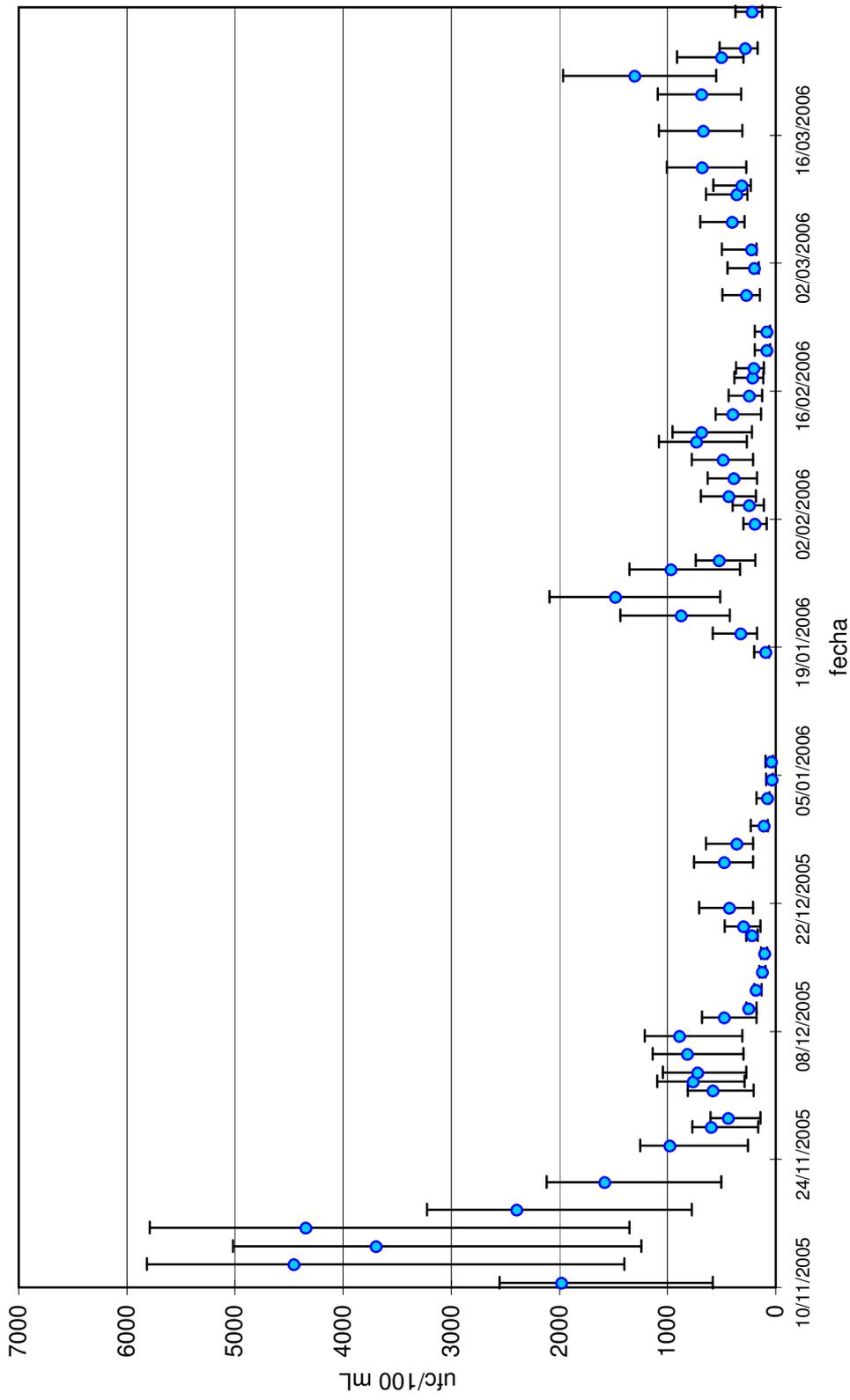
\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Carrasco**



\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos \*  
**Playa Miramar**



\* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

## **Anexo II**

### **Tablas de resultados de muestreos a 200 m de la costa**

**22 de Diciembre de 2005**

Puntos	Profundidad (m)	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (Grados)	Velocidad (m/s)	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Viento (Km/h)	Turbiedad (NTU)	Salinidad	Disco Secchi (cm)
Z 1	Superficie	230			30	7.4	21	calma		3	
Z 2	Superficie	160								3	
Z 23	Superficie	10								3	
Z Maliv	Superficie	50			30	7.3	21	calma		2	
Z 34	Superficie	60								2	
Z 4	Superficie	< 10			29	7.3	21	calma		3	
Z 5	Superficie	< 10			19	9.3	22			2	
Z 6	Superficie	20									
Z 7	Superficie	40									
Z 8	Superficie	40									
Z 9	Superficie	20			19	8.3	22			12	
Z 10	Superficie	< 10									
Z 11		< 10			17	7.0	22			11	

### 3 de Enero de 2006

Puntos	Profundidad (m)	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (Grados)	Velocidad (m/s)	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Viento (Km/h)	Turbiedad (NTU)	Salinidad	Disco Secchi (cm)
Z 1	Superficie	< 10								16	
Z 2	Superficie	< 10								16	
Z 23	Superficie	< 10								16	
Z Malv	Superficie	< 10								16	
Z 34	Superficie	< 10								16	
Z 4	Superficie	< 10								15	
Z 5	Superficie	< 10								12	
Z 6	Superficie	< 10								7	
Z 7	Superficie	< 10								6	
Z 8	Superficie	< 10								5	
Z 9	Superficie	< 10								6	
Z 10	Superficie										
Z 11	Superficie										

Debido a condiciones climáticas adversas no se pudieron tomar los datos con el multiparámetro

**27 de Enero de 2006**

Puntos	Profundidad (m)	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (Grados)	Velocidad (m/s)	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Viento (Km/h)	Turbiedad (NTU)	Salinidad	Disco Secchi (cm)
Z 1	Superficie	260	224	0.18	30	5	23	20.0 N		20	
Z 2	Superficie	150									
Z 23	Superficie	80									
Z Malv	Superficie	140			30	5	23	20.0 N		19	
Z 34	Superficie	150									
Z 4	Superficie	620	180	0.06	28	5	23	20.0 N		18	
Z 5	Superficie	170	241	0.10	31	6	24	10.0 N		19	
Z 6	Superficie	650									
Z 7	Superficie	860									
Z 8	Superficie	25800									
Z 9	Superficie	10	120	0.09	27	5	23	35.0 N			
Z 10	Superficie	40									
Z 11	Superficie	< 10									

### 8 de Febrero de 2006

Puntos	Profundidad (m)	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (Grados)	Velocidad (m/s)	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Viento (Km/h)	Turbiedad (NTU)	Salinidad	Disco Secchi (cm)
Z 1	Superficie	500			16	5,9	23	15,0 N		10	
Z 2	Superficie	130									
Z 23	Superficie	40									
Z Malv	Superficie	70			13	5,4	22	15,0 NE		8	
Z 34	Superficie	90									
Z 4	Superficie	150			10	7,1	23	NE 10,0		6	
Z 5	Superficie	< 10			9	5,6	23	NE 15,0		5	
Z 6	Superficie	30									
Z 7	Superficie	< 10									
Z 8	Superficie	50									
Z 9	Superficie	10			9	6,0	23	NE 10,0		5	
Z 10	Superficie	10									
Z 11	Superficie	10			8	5,2	23	NE 10,0		5	

**1 de Marzo de 2006**

Puntos	Profundidad (m)	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (Grados)	Velocidad (m/s)	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Viento (Km/h)	Turbiedad (NTU)	Salinidad	Disco Secchi (cm)
Z 1	Superficie	70	250	0.25	14	7	23	N 10,0		8	
Z 2	Superficie	30									
Z 23	Superficie	90									
Z Malv	Superficie	290	291	0.50	15	7	23	N 5,0		9	
Z 34	Superficie	< 10									
Z 4	Superficie	60	284	0.16	13	7	23	N 5,0		8	
Z 5	Superficie	10	104	0.10	10	8	23	N 10,0		6	
Z 6	Superficie	100									
Z 7	Superficie	< 10									
Z 8	Superficie	< 10									
Z 9	Superficie	< 10	242	0.12	10	8	23	N 10,0		6	
Z 10	Superficie	< 10									
Z 11	Superficie	< 10	146	0.07	9	7	23	N 15,0		5	

**31 de Marzo de 2006**

Puntos	Profundidad (m)	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (Grados)	Velocidad (m/s)	Cond. (mS/cm)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Viento (Km/h)	Turbiedad (NTU)	Salinidad	Disco Secchi (cm)
Z 1	Superficie	60								8	
Z 2	Superficie	20									
Z 23	Superficie	30									
Z Malv	Superficie	50								7	
Z 34	Superficie	90									
Z 4	Superficie	540								7	
Z 5	Superficie										
Z 6	Superficie										
Z 7	Superficie										
Z 8	Superficie										
Z 9	Superficie										
Z 10	Superficie										
Z 11	Superficie										

Debido a rotura de la embarcación no se pudo continuar con el muestreo

## **Anexo III**

### **Tabla de resultados de valores de los muestreos realizados en la Bahía de Montevideo**

Código	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Media Geométrica
B1	Desemb. Aº Miguelete	27-Ene-06	2,1E+04	1,4E+05
B1		08-Mar-06	5,9E+05	
B1		19-Abr-06	2,1E+05	
B2	Arroyo Seco	27-Ene-06	3,0E+03	1,3E+04
B2		08-Mar-06	5,4E+04	
B2		19-Abr-06	1,5E+04	
B3	Puerto	27-Ene-06	3,0E+03	5,2E+03
B3		08-Mar-06	2,2E+04	
B3		19-Abr-06	2,1E+03	
B4	Isla Libertad	27-Ene-06	1,7E+03	2,5E+03
B4		08-Mar-06	5,0E+02	
B4		19-Abr-06	1,9E+04	
B5	Desemb. Aº Pantanoso	27-Ene-06	7,0E+03	6,1E+03
B5		08-Mar-06	1,0E+03	
B5		19-Abr-06	3,2E+04	