



**Montevideo
de Todos**

**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 2006 – 2007

Autores:

**Q.F. Gabriella Feola, M.Sc.
Q.F. Beatriz Brena, Ph.D.
Ing. Quím. Jimena Risso
Lic. Daniel Sierra**

Autoridades Municipales

Sr. Intendente Municipal
Dr. Ricardo Ehrlich

Sr. Secretario General
Alejandro Zavala

Dirección General (I) del Departamento de Desarrollo Ambiental
Arq. Américo Rocco

Sr. Director (I) de la División Saneamiento
Ing. Esteban Garino

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 Sienna

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

Índice General

1.	Introducción	5
2.	Calidad microbiológica de agua de playas	6
3.	Otros monitoreos de aguas del Río de la Plata	23
4.	Monitoreo de floraciones de cianobacterias	28
5.	Conclusiones Generales.....	41
6.	Bibliografía.....	42

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.....	43
Anexo II Gráficos de Media Geométrica de Coliformes Fecales y Salinidad....	66
Anexo III Tablas de resultados de muestreos a 200 m de la costa y concéntricos a la salida del emisario	69
Anexo IV Tabla de resultados de valores de muestreos en la Bahía de Montevideo.....	81
Anexo V Tablas de resultados de monitoreo de clorofila y microcistinas	83

Índice de Figuras

Figura 2.1 Sistema de Saneamiento	7
Figura 2.2 Emisario subacuático	7
Figura 2.3 Media Geométrica de toda la temporada	12
Figura 2.4 Clasificación de las playas de Montevideo según Gesta Agua	13
Figura 2.5 Excedencias de la MG5 en las playas al Oeste de la Bahía de Montevideo	15
Figura 2.6 Excedencias de la MG5 en las playas al Este de la Bahía de Montevideo.....	15
Figura 2.7 Excedencias de las MG5.....	16
Figura 2.8 Excedencias de los valores individuales	18
Figura 2.9 Influencia de los aportes: Playa Pajas Blancas.....	14
Figura 2.10 Influencia de los aportes: Playa Santa Catalina	14
Figura 2.11 Influencia de los aportes: Playa del Cerro.....	15
Figura 2.12 Influencia de los aportes: Playa Miramar	15
Figura 2.13 Comparación de distintos puntos de la playa Santa Catalina	16
Figura 3.1 Media geométrica de los valores tomados en superficie en el muestreo a 200 m de la costa	24

Figura 3.2 Media Geométrica de Coliformes Fecales de los muestreos en Superficie en círculos concéntricos a la salida del emisario.....	25
Figura 3.3 Media Geométrica de Coliformes Fecales de los muestreos a 4 metros de profundidad, en círculos concéntricos a la salida del emisario.....	26
Figura 3.4 Media Geométrica de Coliformes Fecales de los muestreos a 6 metros de profundidad, en círculos concéntricos a la salida del emisario.....	26
Figura 3.5 Media Geométrica de Coliformes Fecales en los puntos de muestreo en la Bahía de Montevideo.....	27
Figura 4.1 Floraciones de cianobacterias en las playas de Montevideo, temporada estival 2006-2007.....	32
Figura 4.2 Presencia de floraciones de Cianobacterias y espuma cianobacteriana en playas al oeste y al este de la Bahía de Montevideo.....	33
Figura 4.3. Frecuencia de detección de floraciones de Cianobacterias y espuma cianobacteriana en el total de muestreos realizados en la costa de Montevideo durante los veranos 2000 al 2007.....	36
Figura 4.4. Promedio de la salinidad con sus máximos y mínimos en las playas de Montevideo en la temporada 2006-2007.....	37
Figura 4.5 Variación de la salinidad y presencia de floraciones de Cianobacterias en las playas Pajas Blancas, Cerro, Ramírez y Pocitos en la temporada estival 2006-2007.....	38
Figura 4.6. Máximos, Mínimos y Promedios de la temperatura en playas de Montevideo en temporada estival 2006-2007.....	39
Índice de Tablas	
Tabla 2.1 Puntos de muestreo.....	11
Tabla 4.1. Valores guía de Cianobacterias y cianotoxinas para el manejo seguro de aguas de recreación (OMS).....	29
Tabla 4.2 Concentración de microcistinas. Comparación con clorofila a y recuento de Cianobacterias.....	35

1. INTRODUCCIÓN.

El Departamento de Montevideo presenta una extensa y hermosa faja costera sobre el Río de la Plata con playas que constituyen uno de los rasgos más destacados de la ciudad. Durante el período estival, las playas pasan a ser uno de los principales atractivos tanto para la población como para los turistas que visitan la ciudad, y el uso de sus aguas para recreación cobra vital importancia. Esto determina que se realice un estudio exhaustivo sobre la calidad microbiológica 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 15 de noviembre de 2006 al 31 de marzo del año 2007.

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 Sienra
- Lic. María Eugenia Echezarreta
- Téc. Williams Campomar
- Téc. Martín Sanguinet
- Téc. Jorge Medina

Cabe destacar la participación de pasantes, estudiantes de la Facultad de Química e Ingeniería (Universidad de la República), en la realización de muestreos y análisis de agua de playas.

Como antecedente, se encuentran disponibles los informes anuales y de temporada estival de la costa de Montevideo en el sitio web de la Intendencia Municipal de Montevideo en: www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.htm o en www.montevideo.gub.uy/publicaciones. Asimismo, en la misma dirección puede disponerse de los informes anuales de evaluación de la calidad de cursos de agua del Departamento y los Informes Ambientales de Montevideo.

2. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUA DE PLAYAS

2.1 Antecedentes

Montevideo cuenta con sus primeras obras de alcantarillado, desde el año 1854, siendo la primera ciudad de Sudamérica en contar con este tipo de saneamiento. 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.

2.2 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 de la mayor parte 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. Al Oeste de la Bahía de Montevideo el sistema de saneamiento está conformado por fosas sépticas las que, en ocurrencia de precipitaciones abundantes, pueden desbordar hacia las cunetas que se dirigen hacia la playa.

Por estas razones, 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.

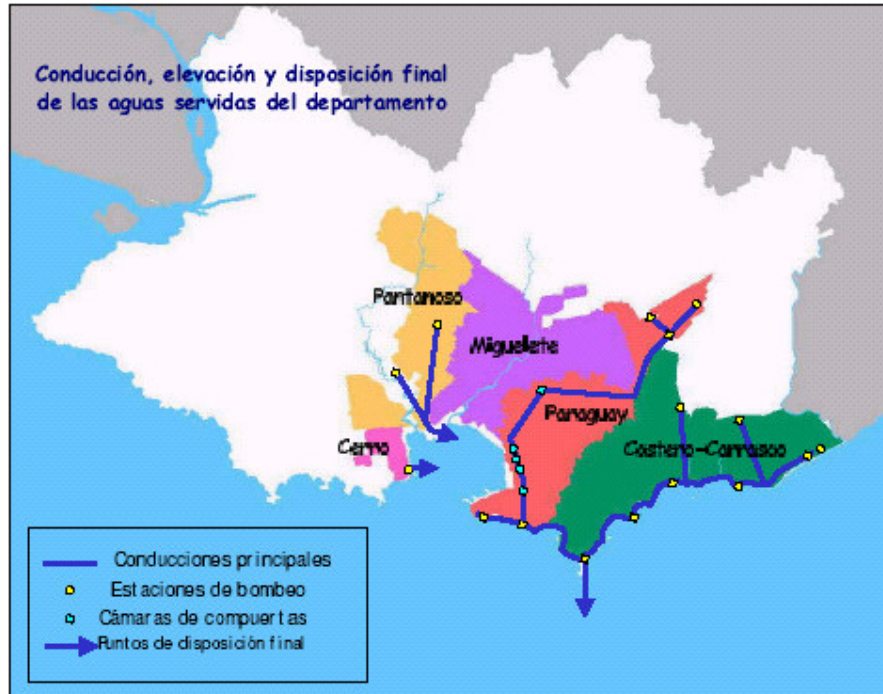


Figura 2.1 Sistema de Saneamiento

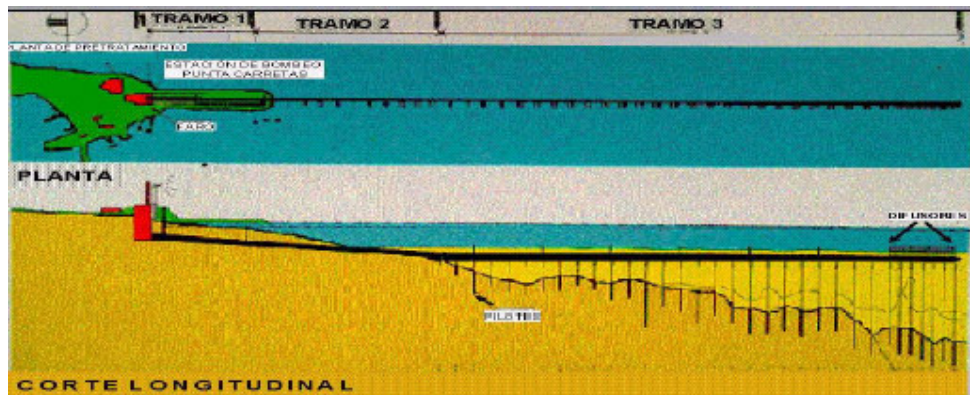


Figura 2.2 Emisario Subacuático

2.3 Marco del monitoreo de calidad de aguas de playa

La protección de los ecosistemas costeros de Montevideo contra los efectos adversos de la contaminación, constituye efectivamente un objetivo importante en la agenda ambiental de forma de asegurar una utilización sostenida de sus recursos así como la salud de sus usuarios. Tomando en cuenta la importancia socioeconómica, cultural y las posibilidades de desarrollo futuro de esta ciudad es que la protección del ambiente costero merece ser uno de los objetivos centrales de su política ambiental.

Con el fin de controlar la calidad 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 microbiológica del agua de todas las playas de Montevideo desde la Playa Punta Espinillo hasta la Playa Miramar durante todo el año.

Es de destacar que el muestreo costero es objeto de una revisión y actualización permanente. De esta forma durante esta temporada se intensificaron los estudios sobre los aportes líquidos a las playas situadas al Oeste de la Bahía de Montevideo del departamento, como es el caso de pequeñas cañadas que escurren por la arena; en particular, se estudió la influencia de estos aportes en distintos sectores de las playas Santa Catalina y del Cerro. A su vez se incorporó el análisis de enterococos en algunas muestras por constituir un indicador de contaminación de origen fecal recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.4 Certificación ISO 14001

En febrero de 2005 la Intendencia Municipal de Montevideo, obtiene la Certificación de Sistemas de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001 aplicable a la gestión ambiental de las playas Ramírez, Pocitos, Buceo y Malvín. Es así como Montevideo se posiciona como la primera ciudad 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 de que se mantiene una gestión adecuada. 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 del ambiente 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 y establecer mecanismos eficientes de comunicación a la población. 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.

Es de destacar que este Sistema de Gestión continúa manteniendo su Certificación a través de auditorías anuales realizadas por el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT).

2.5 Metodología de monitoreo

Durante la temporada estival, los muestreos se realizan en días alternados de lunes a domingo, excepto los días considerados no representativos. Se considera que un día es representativo cuando no se registraron vertimientos ocasionados por lluvias en las 24 horas previas al muestreo.

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.



Las muestras de agua 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 todos los casos las mismas son extraídas entre las 8 y las 12 horas y son trasladadas refrigeradas al laboratorio.

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. 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. La ubicación de los puntos de muestreo costero se presenta en la Tabla 2.1..

2.6 Métodos de análisis y evaluación

En las muestras antes mencionadas, se realizan las determinaciones de salinidad y clorofila a (reportado más adelante en el Capítulo 4 sobre floraciones algales) 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.

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 mL¹, no siendo ninguno de los valores puntuales superior a 2000 ufc/100mL.

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

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



¹ ufc/100 mL: unidades formadoras de colonias en cien mililitros de muestra.

Listado de puntos de muestreo costero	
Nombre del Punto	Ubicación del lugar de toma de muestra
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 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.

Tabla 2.1

2.7 Resultados y Conclusiones – Período 15 de noviembre de 2006 al 28 de marzo de 2007.

Durante esta temporada se analizaron muestras de 40 puntos en la costa del departamento. Este monitoreo comprendió 55 campañas de muestreo, 1833 análisis de coliformes fecales, igual número de salinidad, 154 medidas de turbiedad y 189 de temperatura del agua.

En primera instancia se estudia la aptitud de las aguas de playa para recreación por contacto directo en función de la normativa vigente que establece para la media geométrica de al menos cinco recuentos de coliformes fecales, un límite de 1000 ufc/100 mL. En la Figura 2.3 se presentan los resultados de la media geométrica de todos los valores obtenidos en la presente temporada, lo que muestra que todas las playas estudiadas, **se encontraron aptas para baños.**

Por otra parte, 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. La playa de La Estacada, que tampoco se encuentra habilitada para baños, se comenzó a monitorear a solicitud de los vecinos del CCZ 5.

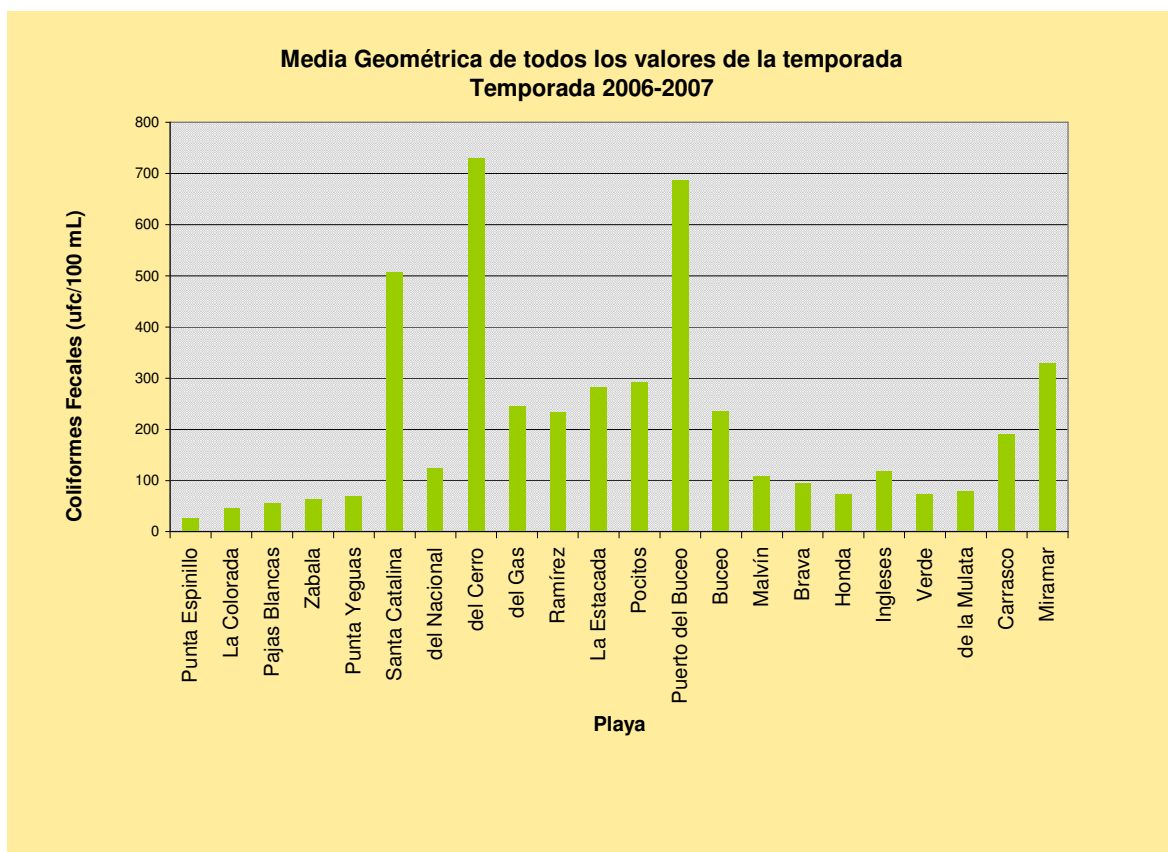


Figura 2.3

A su vez, se presentan los resultados de aptitud para baños en función de la propuesta del Grupo de Estandarización GESTA-Agua, en el marco de la Comisión Técnico Asesora de Medio Ambiente, que establece para el límite de aptitud, que el promedio

de todas las medias geométricas de cinco valores debe ser como máximo 1000 ufc/ 100 mL coliformes fecales. Como se muestra en la Figura 2.4, todas las playas estudiadas cumplen con este criterio.

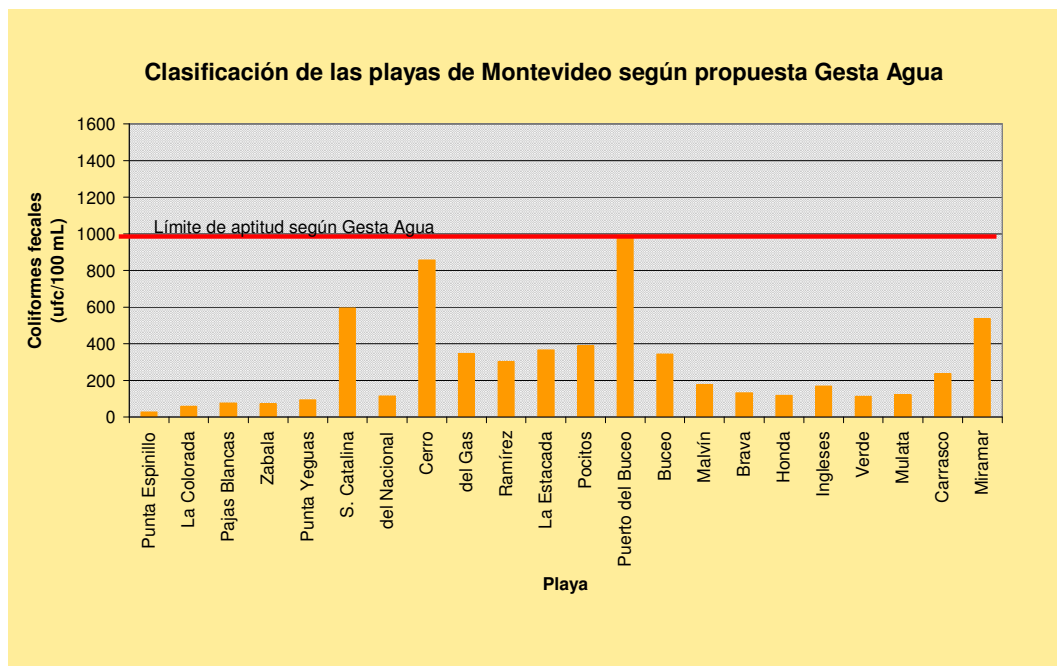


Figura 2.4

Evaluación del comportamiento de la Media Geométrica de 5 días.

Como información complementaria, se presentan los resultados derivados de la evaluación en función de las medias geométricas móviles de 5 valores consecutivos², 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 (MG5) de 1000 ufc/ 100 mL (Figuras 2.5 y 2.6).
- 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 2.7).
- 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. (Anexo I)

² La Media Geométrica Móvil de cinco días se calcula como se explica a continuación. Para calcular el primer valor se le hace la raíz quinta al producto de los valores obtenidos en los cinco primeros muestreos. Una vez realizado un nuevo muestreo se calcula el segundo valor de la temporada, incorporando el nuevo muestreo y retirando del cálculo al dato obtenido del primer muestreo.

Los resultados de las medias geométricas móviles de 5 valores consecutivos indican lo siguiente:

- Las playas Punta Espinillo, La Colorada, Pajas Blancas, Zabala, Punta Yeguas, del Nacional, Buceo, Malvín, Brava, Honda, Ingleses, Verde, Mulata y Carrasco presentaron valores de MG5 móvil inferiores a 1000 ufc/100 mL durante toda la temporada.
- La playa Santa Catalina presentó un porcentaje de excedencia del 11% con una media de los valores excedidos de 1105 ufc/100 mL.
- La MG5 de la playa del Cerro excedió un 24% de las veces el límite establecido, siendo el promedio de los valores excedidos de 1450 ufc/100 mL.
- La playa de La Estacada tuvo esta temporada una excedencia del 6%. Los valores que exceden la reglamentación promediaron 1155 ufc/100 mL.
- La MG5 de Playa Pocitos excedió el límite un 7% de las oportunidades, siendo el promedio de los valores excedidos de 1138 ufc/100 mL. Las playas del Gas, Puerto del Buceo y Miramar, que no se encuentran habilitadas para baños, presentaron respectivamente excedencias del 5%, 31% y 17%, con promedios respectivos de los valores excedidos de 1328, 2036 y 1463 ufc/100 mL.

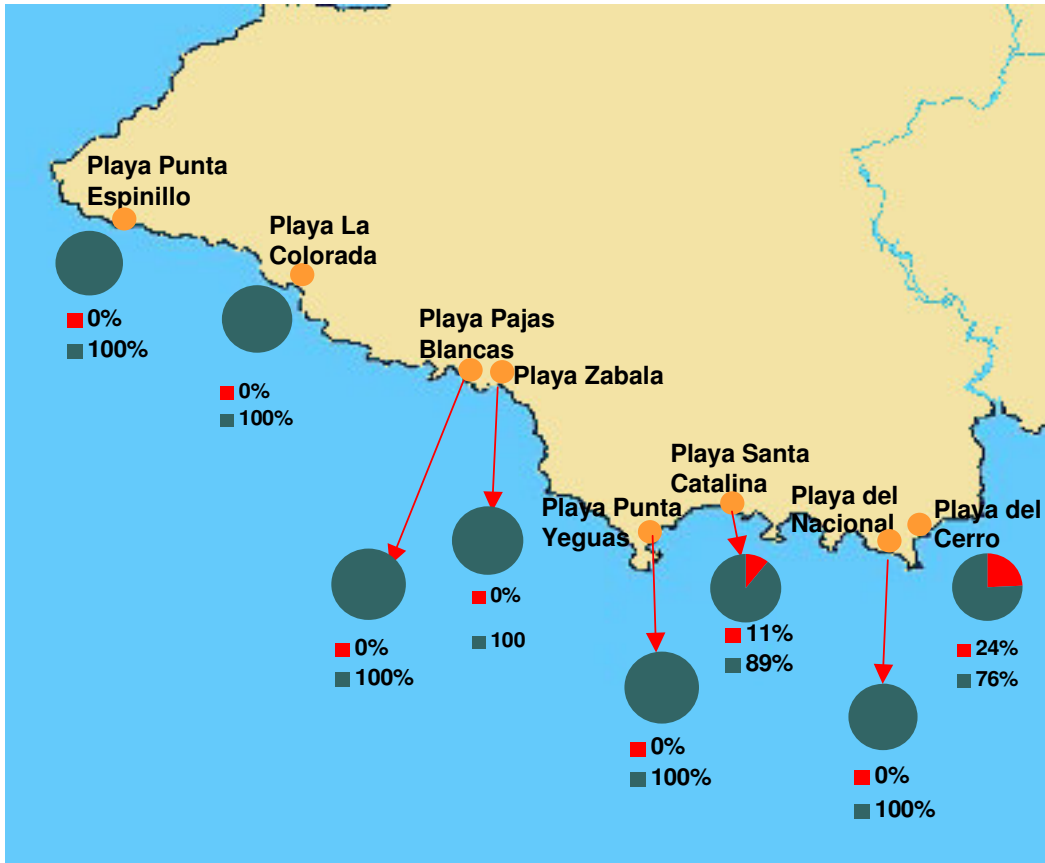


Figura 2.5

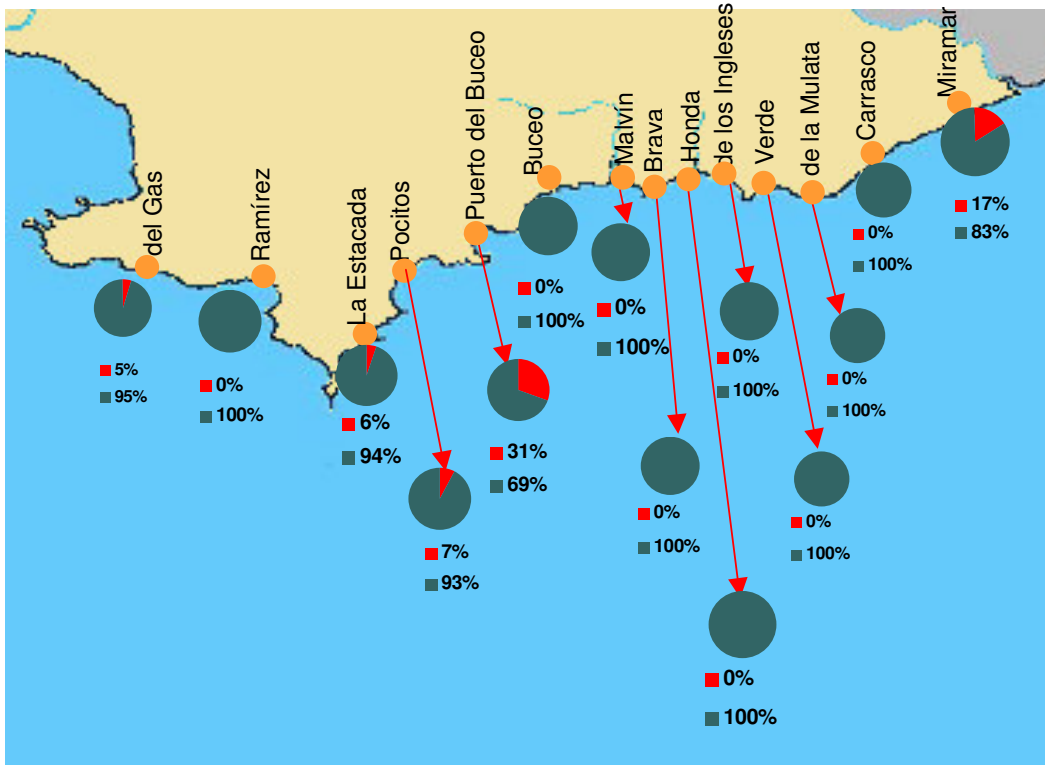


Figura 2.6

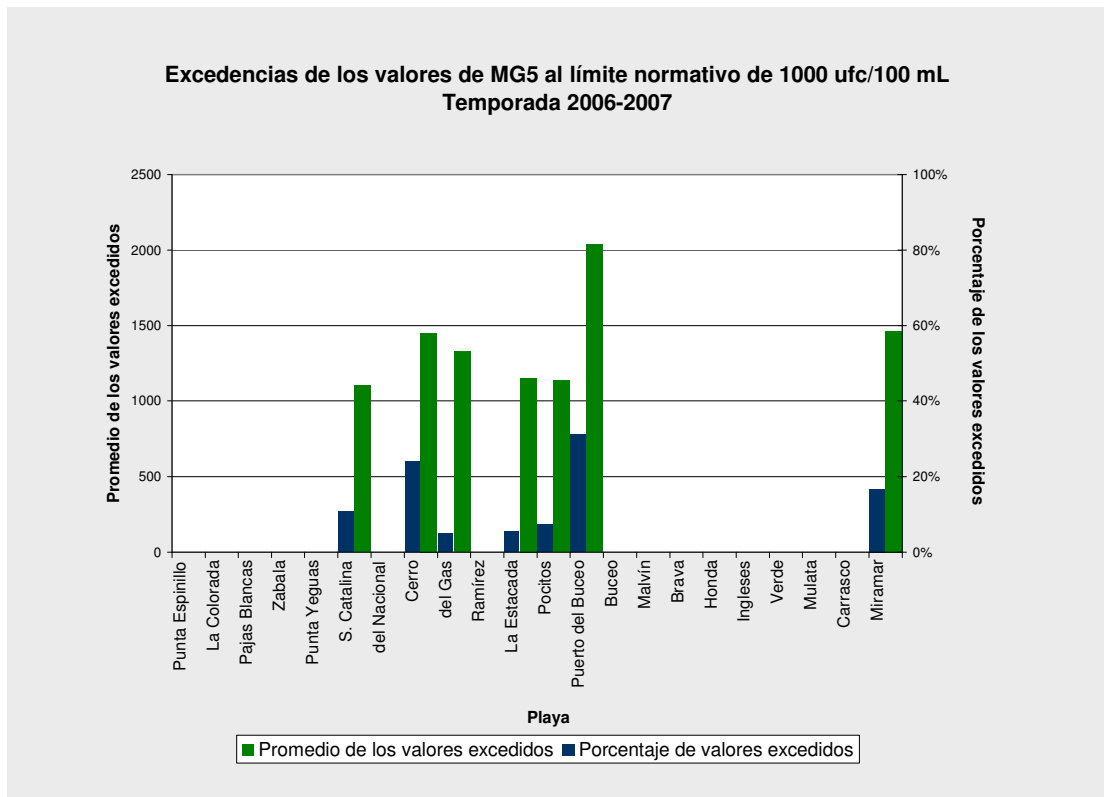


Figura 2.7

Evaluación del comportamiento de los valores individuales y los aportes

Se presentan los resultados de la siguiente manera:

- Una gráfica que muestra, para las playas, el porcentaje de días en los que los valores puntuales exceden el valor de 2000 ufc/100mL. En la misma gráfica se indica el promedio de dichos valores excedidos (Figura 2.8).
- Cuatro gráficas donde se comparan los valores individuales de las playas Pajas Blancas, Santa Catalina, Cerro y Miramar con los aportes que reciben directamente (Figuras 2.9 a 2.12).
- Una gráfica donde se muestra la influencia del aporte de la cañada Marimoñas que llega a la playa Santa Catalina. En esta gráfica se muestra el impacto de la desembocadura de la cañada en la calidad de agua de la playa a través de la evaluación comparativa de dos puntos de muestreo: uno cercano y otro más alejado de la cañada (Fig. 2.13).

Los resultados indican lo siguiente:

- Los valores individuales de las playas Punta Espinillo, La Colorada, Pajas Blancas, Punta Yeguas, del Nacional, Brava, Honda, de los Ingleses, Verde y de la Mulata fueron, durante toda la temporada, inferiores a 2000 ufc/100 mL.
- La playa Zabala presentó una excedencia en los valores individuales del 4%, siendo la media de los valores excedidos de 3300 ufc/100 mL.
- Los valores individuales de Santa Catalina excedieron el límite de 2000 ufc/100 mL un 9% con un promedio en los valores excedidos de 2900 ufc/100 mL.
- La Playa del Cerro excedió este límite en un 13% de las oportunidades con un valor medio de los datos excedidos de 7014 ufc/100 mL, por problemas que se identificaron y resolvieron.
- La playa del Gas presentó una excedencia en valores puntuales de un 11% con un promedio de valores excedidos de 2780 ufc/100 mL.
- Los valores individuales de la playa Ramírez excedieron este límite un 8% de las oportunidades y el promedio de los valores que excedieron las 2000 ufc/100 mL fue de 4675 ufc/100 mL.
- En cuanto a La Estacada, sus valores sobrepasaron este límite en un 15% de las oportunidades, y estos valores excedidos promediaron las 15700 ufc/100 mL. Se destaca que este punto no es una zona habilitada para baños por la IMM y no cuenta con servicio de guardavidas.
- Pocitos y Buceo excedieron este límite un 6% de las veces con promedios de los valores excedidos de 2933 y 2267 ufc/100 mL.
- La playa Malvín excedió el límite de los valores individuales un 2% de las muestras. Los valores que excedieron el límite promediaron 2300 ufc/100 mL.
- Los valores individuales de playa Carrasco excedieron el límite un 9% de las oportunidades con un valor promedio de los excedidos de 2775 ufc/100 mL.
- Las playas del Gas, Puerto del Buceo y Miramar presentaron valores superiores a las 2000 ufc/100 mL un 11%, 20% y 22% de las veces, respectivamente, y con promedios respectivos de 2780, 5750 y 4430 ufc/100 mL.

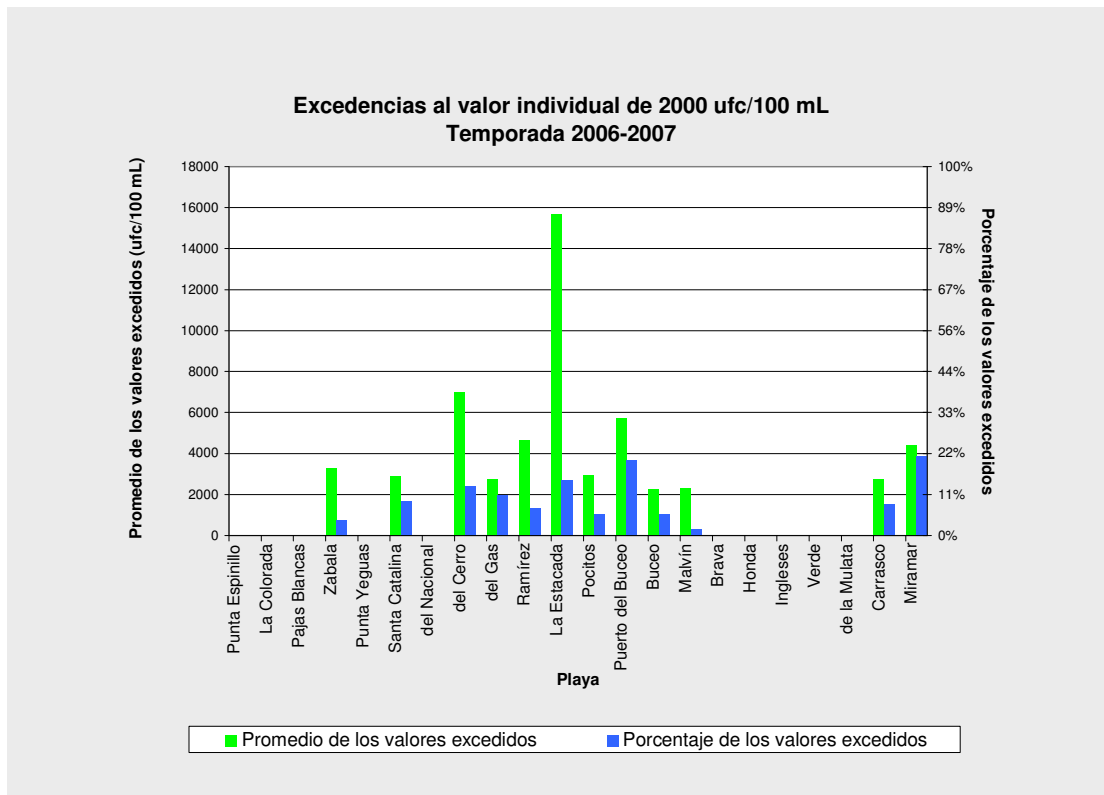


Figura 2.8

Influencia de los aportes

En la zona situada al Oeste de la Bahía de Montevideo, se desarrollan poblaciones que carecen de conducciones y adecuada disposición final de saneamiento. Abundan las fosas sépticas, las que pueden desbordar en ocurrencia de precipitaciones. Estos desbordes finalizan en un hilo de agua, de mayor o menor caudal, que escurre finalmente por la arena de la playa. En algunos casos, cuando ya existen cañadas naturales que llegan a las playas, la población aledaña a éstas construye “robadores” para descargar el saneamiento de sus hogares a la cañada y a posteriori esta contaminación llega al agua de la playa. Como se puede visualizar en las figuras 2.9 a 2.11 y 2.13, estos aportes que llegan al Río de la Plata, tienen un impacto variable, según el caso, en la calidad de las aguas de estas playas.

La playa Miramar (no habilitada para baños) se ve afectada por la influencia de las aguas del arroyo Carrasco, en cuyos márgenes se sitúan numerosos asentamientos e industrias que contaminan las aguas del arroyo (Figura 2.12).



Aporte a Playa Santa Catalina: Cañada

Evolución histórica e influencia de la salinidad

Se estudió la evolución de la media geométrica de valores de coliformes fecales y su correspondencia con los valores de media geométrica de salinidad en temporada estival, en el período 1997-1998 hasta 2006-2007. En las gráficas presentadas en el Anexo II se observa que la concentración de coliformes fecales está influenciada por los valores de salinidad que han presentado las playas en cada temporada, y claramente se puede percibir que los mínimos valores de coliformes fecales se corresponden con la salinidad más altas y viceversa. A su vez se observa, que a partir del año 2003-2004, los valores observados de medias geométricas de coliformes fecales son notoriamente menores a los del primer período del gráfico. Esta mejoría podría relacionarse con las obras de refuerzo del sistema de bombeo costero, entre otras causas.

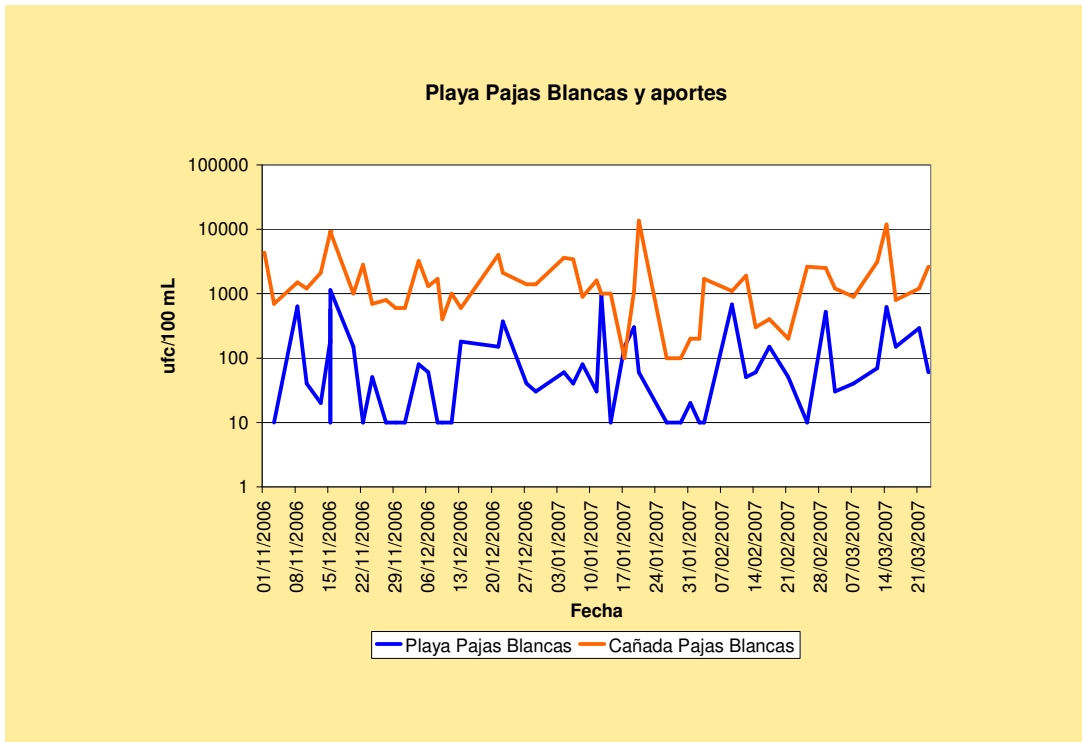


Figura 2.9

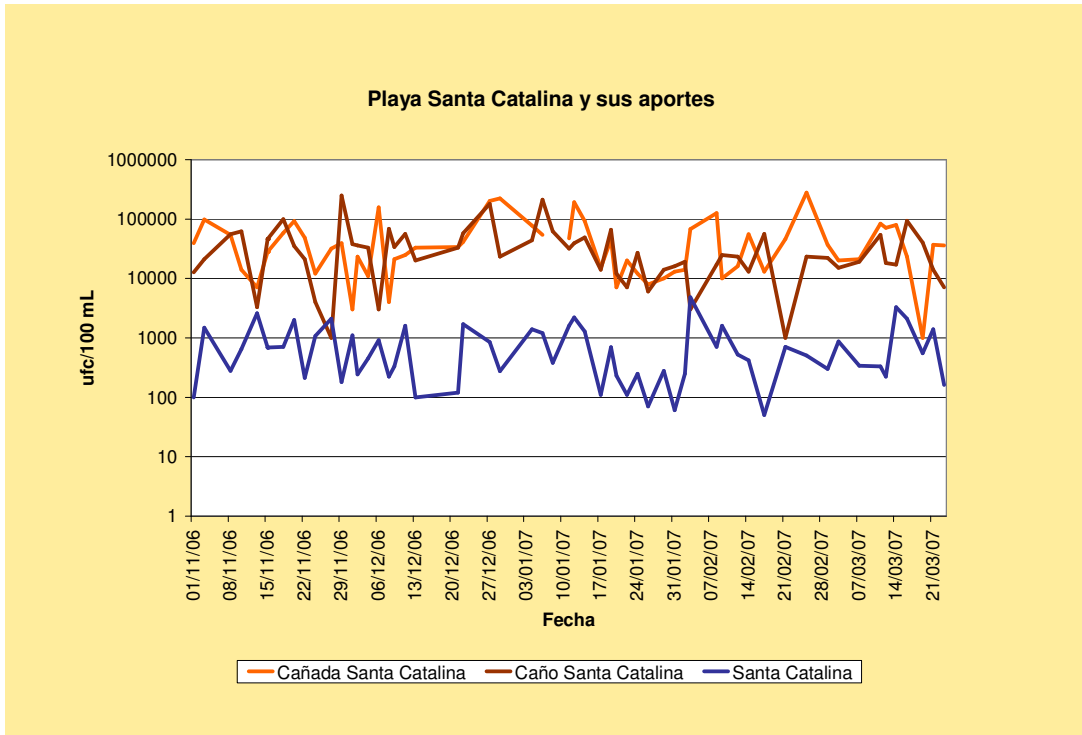


Figura 2.10

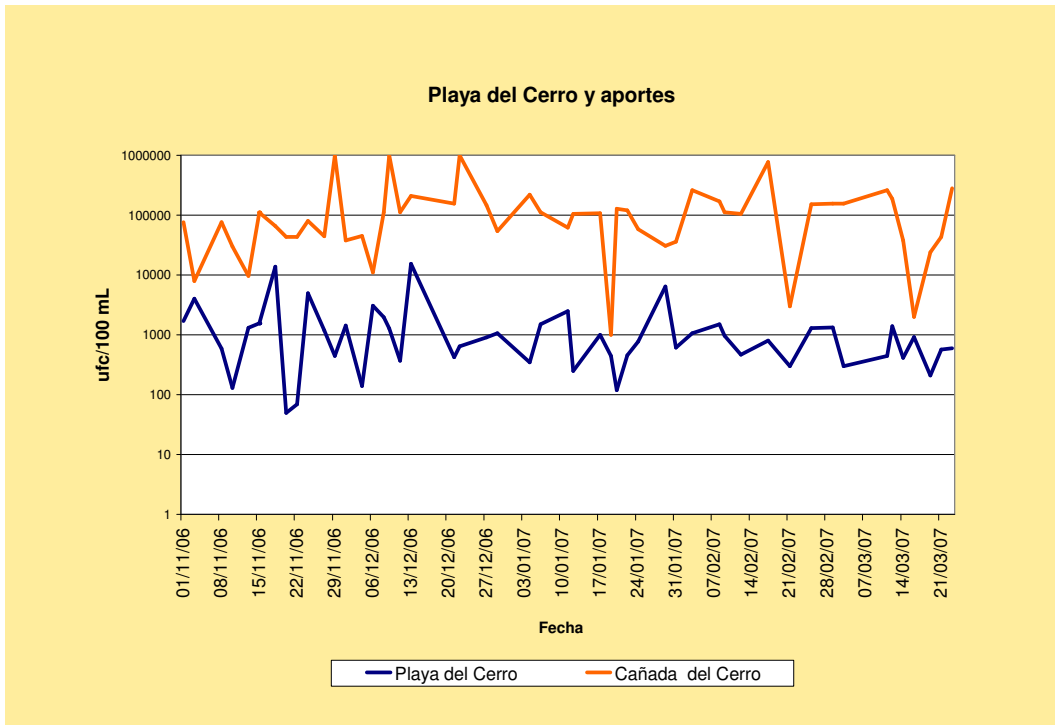


Figura 2.11

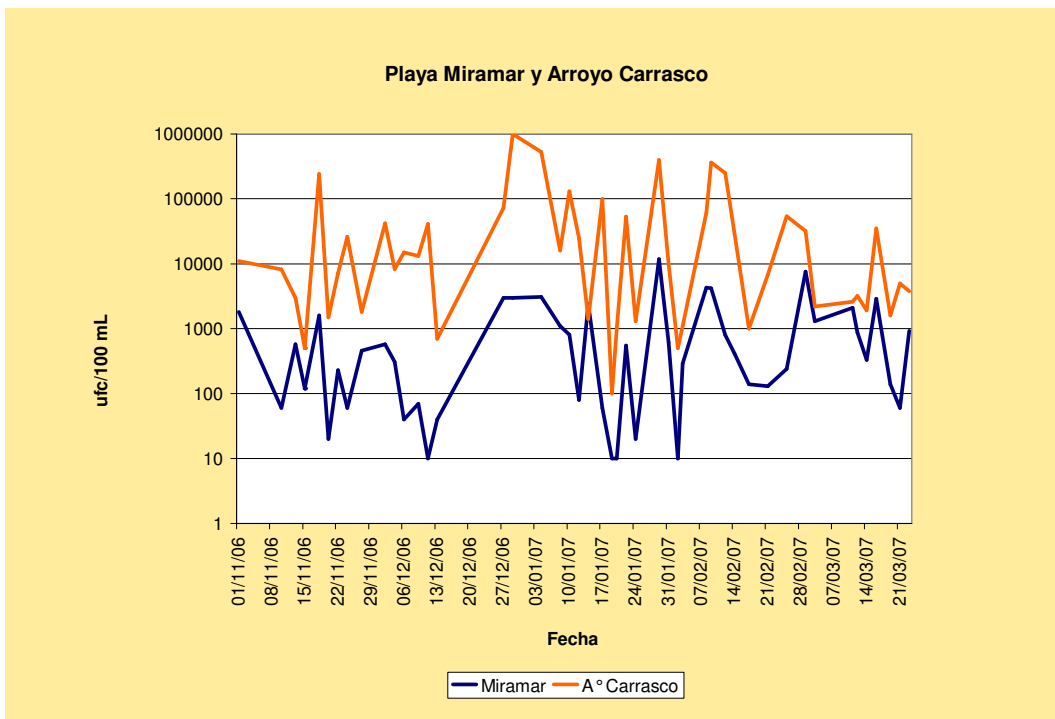


Figura 2.12

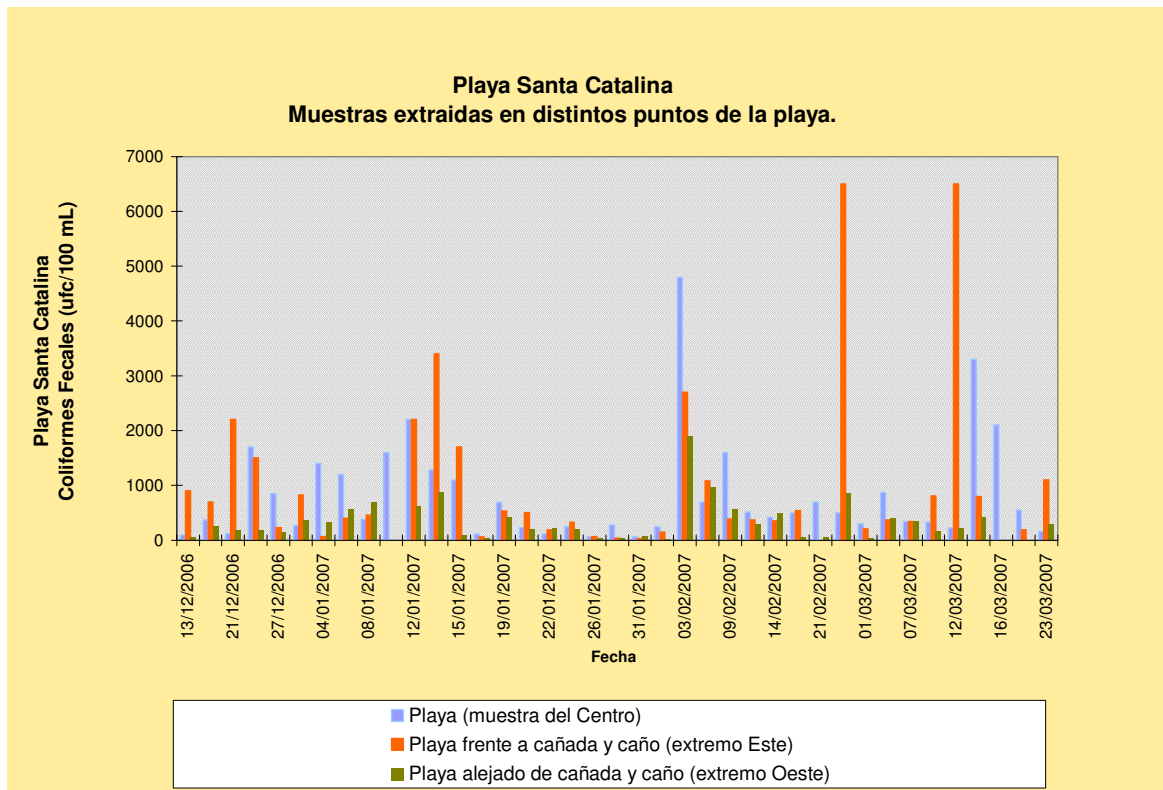


Figura 2.13

3. OTROS MONITOREOS DE AGUAS DEL RIO DE LA PLATA

Además de los estudios de balneabilidad en la costa, se realiza el estudio del Río de la Plata como cuerpo receptor de efluentes de saneamiento. En el marco de este estudio se llevan a cabo, a lo largo del año, otros monitoreos de sus aguas que comprenden los siguientes muestreos: a 200 metros de la costa de Montevideo, en círculos concéntricos a la zona de difusores del emisario y de las aguas de la Bahía de Montevideo. En este capítulo se presenta el resumen de resultados de coliformes fecales y las principales conclusiones. Adicionalmente, se elaboran informes anuales, más detallados incluyendo todos los datos obtenidos a partir de estos muestreos que se publican en el sitio de internet de la IMM.

3.1 Monitoreo a doscientos metros de la costa

El monitoreo a doscientos metros de la costa comprende un conjunto de trece estaciones de muestreo que son 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 (Fig. 3.1).



Desde noviembre 2006 a marzo 2007 se realizaron 8 campañas de muestreo en las que se extrajeron 162 muestras, utilizando una embarcación tipo Zodiac, las que se transportaron refrigeradas al laboratorio para la determinación de coliformes fecales. Adicionalmente, en seis estaciones de muestreo, se realizan las siguientes determinaciones *in situ*: oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, temperatura, dirección e intensidad de corrientes y vientos, habiéndose realizado un total de 612 análisis.

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 (MG5) de coliformes fecales para este período. Se destaca que las MG de todos los valores obtenidos presentaron en todos los puntos, tanto en superficie, como en profundidad, valores menores a 1000 ufc/100mL.

En el Anexo III se presentan los resultados obtenidos en los muestreos realizados en esta temporada. 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.

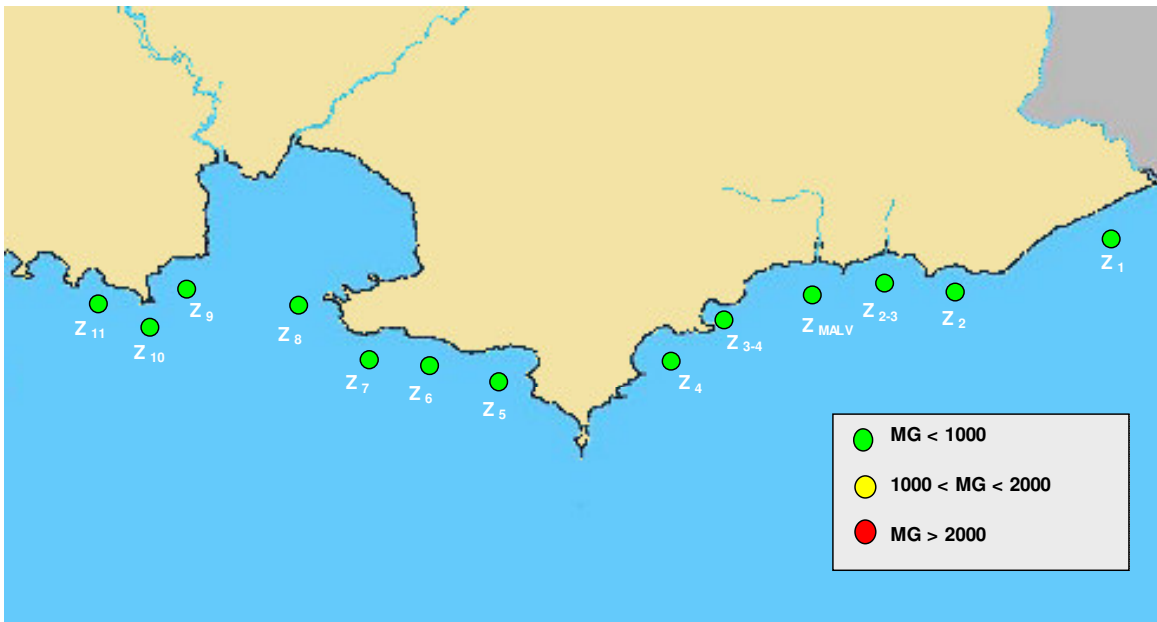


Figura 3.1 Coliformes Fecales. Media geométrica de los valores tomados en superficie en el muestreo a 200 metros de la costa

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
- Z11: Frente a Playa Santa Catalina

3.2 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 efluente de la planta de pre-tratamiento. 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 en el resto de las estaciones.

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

En la temporada estival 2006-2007, se realizaron 3 campañas de muestreo, en las que se extrajeron 126 muestras que se transportaron refrigeradas al laboratorio para la determinación de coliformes fecales. Además en la estación a la salida del emisario se realizan las siguientes determinaciones *in situ*: oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, temperatura, dirección e intensidad de corrientes y vientos.

En las figuras 3.2 a 3.4 se resumen los valores obtenidos para estos muestreos.

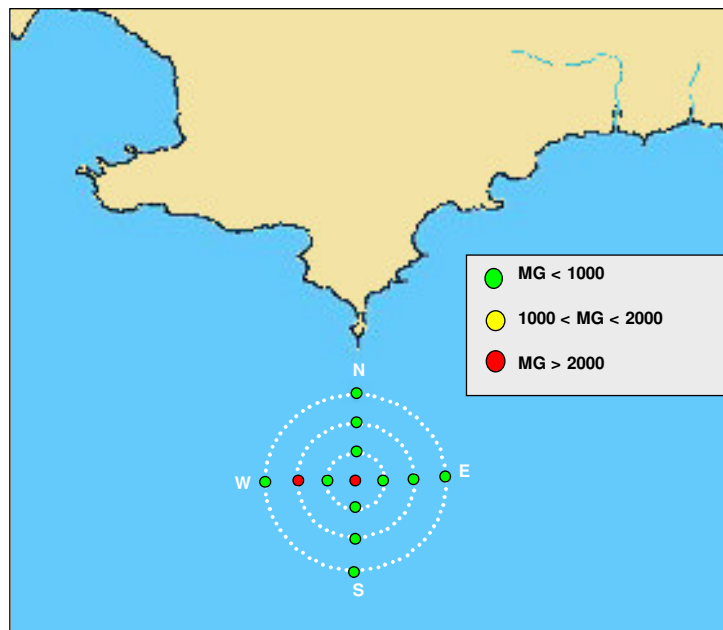


Fig. 3.2 Media Geométrica de Coliformes fecales (ufc/100mL) de los muestreos en Superficie realizados en la temporada 2006-2007

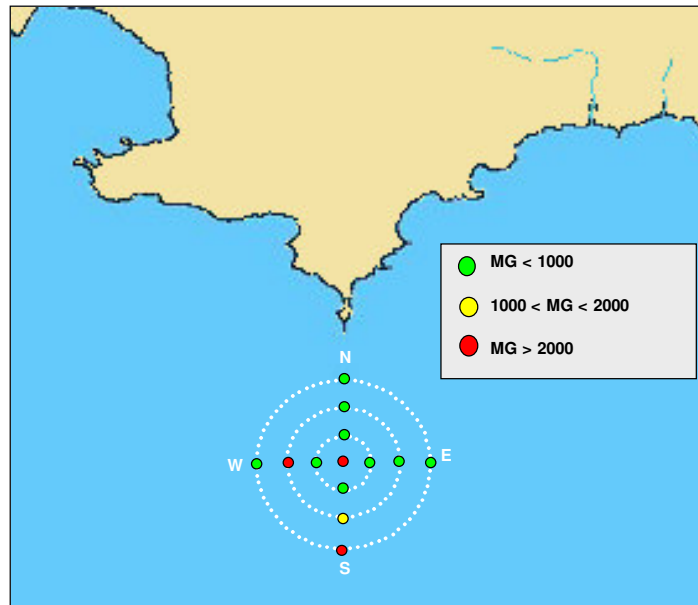


Fig. 3.3 Media Geométrica de Coliformes fecales (ufc/100mL) de los muestreos a 4 metros de profundidad realizados en la temporada 2006-2007

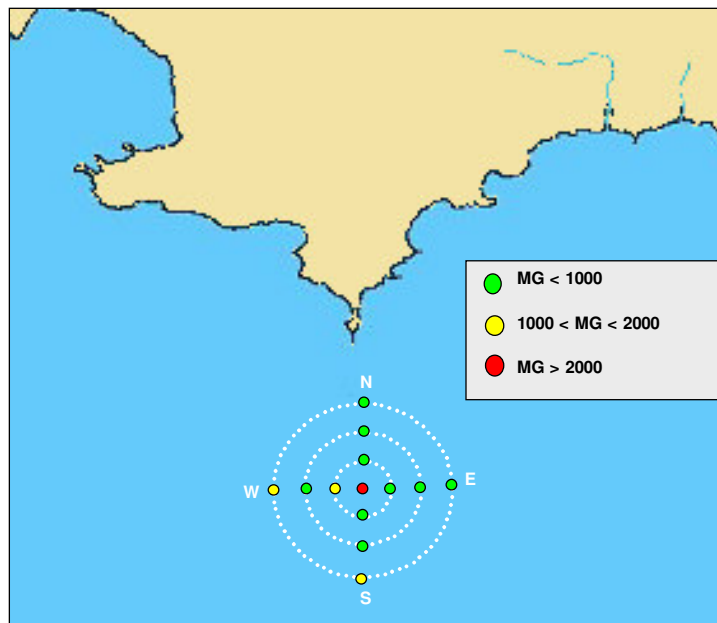


Fig. 3.4 Media Geométrica de Coliformes fecales (ufc/100mL) de los muestreos a 6 metros de profundidad realizados en la temporada 2006-2007

Conclusiones

- Tanto del muestreo a 200 metros de la costa como del muestreo concéntrico a la salida del emisario se puede ver que el efluente de saneamiento no retorna a la costa.

4. MONITOREO DE FLORACIONES DE CIANOBACTERIAS

Antecedentes

Las floraciones de microalgas son reconocidas mundialmente por el deterioro ambiental inherente a su presencia, así como por su impacto en la salud humana y en el turismo. El fenómeno de las floraciones algales es de naturaleza general en la región y en varias partes del mundo, siendo favorecido por la abundancia de nutrientes (nitrógeno y fósforo) que pueden provenir de escurrimientos derivados de actividades agrícolas, ganaderas, así como de vertimientos de aguas residuales industriales o domésticas. Las floraciones se producen fundamentalmente en los embalses de agua de las cuencas del río Uruguay y Paraná, alcanzando a nuestras costas en forma menos frecuente, según las condiciones de:

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

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 y prolongadas. Desde el año 2001, cuando se detectó por primera vez una floración tóxica de una cianobacteria (*Microcystis aeruginosa*) en la costa de Montevideo, el Laboratorio de Calidad Ambiental lleva a cabo el monitoreo de cianobacterias.

El objetivo de este monitoreo es aportar información complementaria a la contaminación de origen fecal respecto a la aptitud para baños de las playas de Montevideo.

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 este Capítulo se presentan los resultados del monitoreo de floraciones algales tóxicas, más precisamente de floraciones de cianobacterias³ en la costa de Montevideo durante la temporada estival 2006-2007.

³ 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 el recuento y la identificación 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 comunica al Laboratorio cualquier situación de alerta con relación a la presencia de floraciones o cualquier otra situación en playas, desencadenando así las medidas necesarias para su control.

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.



Espuma Cianobacteriana en playa Pocitos (Trouville), 22/12/2006.

El monitoreo de clorofila *a* 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.
- **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.

El análisis de microcistina se realiza en las muestras en que se observa la presencia de floraciones de cianobacterias y/o cuya concentración de clorofila *a* excede el valor límite de 50 µg/L. El recuento e identificación de cianobacterias se realiza en muestras tomadas principalmente en espuma cianobacteriana.

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 (WHO, 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 *a* 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-EF, 20th Ed., 10200H) y los resultados se expresan en µg/L.

Las microcistinas se analizan por inmunoensayo ELISA de inhibición utilizando un anticuerpo policlonal, 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).

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
Cianobacterias (células/mL)	15.000-20.000	100.000	>10 ⁵ (espuma)
Clorofila (µg/L)	<10	10-50	> 50
Toxicidad (µg microcistina/L)¹	2 – 4 (Excepcionalmente 10)	10 – 20 (Excepcionalmente 50)	> 50
Riesgos	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.
Medidas recomendadas ²	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.

¹ Valores referidos en la Guía de la OMS en base a concentraciones de toxina promedio.

² 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.

3.3 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. Aquí se estudian cinco estaciones de monitoreo en las cuales se extraen muestras de agua y sedimento (Fig. 3.3) que corresponden a las siguientes localizaciones:

- 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 IV), OD, DBO, sólidos totales (ST), ST Volátiles, amonio, fósforo, metales pesados (Cromo y Plomo) y fenoles; en sedimentos: STV y metales pesados (Cromo y Plomo). En la temporada estival 2006-2007 se realizaron tres campañas de muestreo.

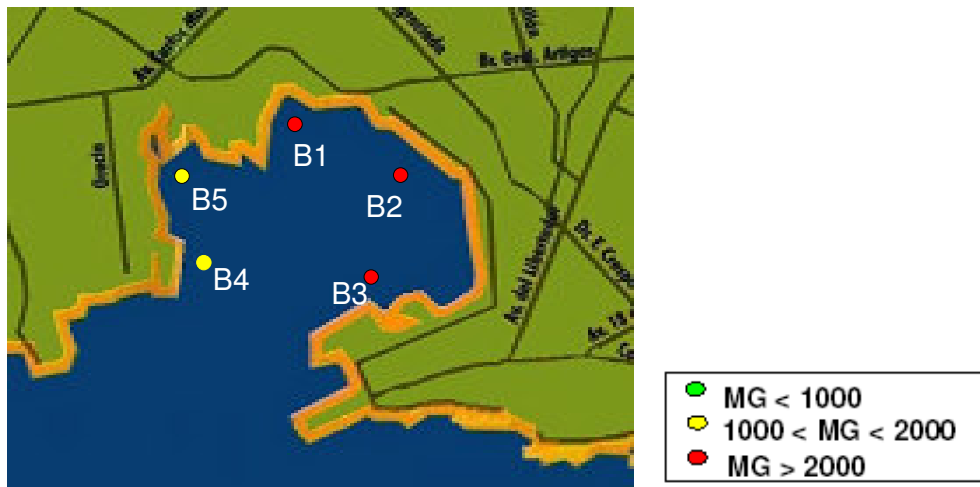


Figura 3.5. Puntos de muestreo de la Bahía de Montevideo. Media Geométrica de coliformes fecales.

Conclusiones

- Los puntos B4 y B5 correspondientes a la Isla Libertad y a la desembocadura del arroyo pantanoso presentan valores de media geométrica de coliformes fecales (MG) inferiores a los mostrados el año pasado. En los restantes se continúan presentando valores de MG superiores a 2000 ufc/100 mL. Es importante destacar que el Plan de Saneamiento IV prevé dar servicios y adecuada disposición final al saneamiento de esta zona, asegurando una mejora de la calidad de las aguas de los arroyos y de la Bahía de Montevideo.

Resultados obtenidos – Período 15 de noviembre de 2006 al 30 de marzo de 2007.

En este período, al igual que en todos los veranos, 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 24 de noviembre del 2006 en las playas Cerro y Pocitos 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 (Tabla 4.2a). El número total de observaciones registradas de presencia de floraciones de cianobacterias en todos los puntos de muestreo fue de 67. A su vez, se registraron 7 eventos de acumulación de espuma cianobacteriana en diversas zonas de Montevideo durante esta temporada. (Tabla 4.2b).

Durante la temporada estival 2006-2007, que comprendió 139 días, el LCA realizó 55 muestreos. En el 29% de los muestreos se registró “presencia de cianobacterias” y en el 9% “espuma cianobacteriana” (Figura 4.1).

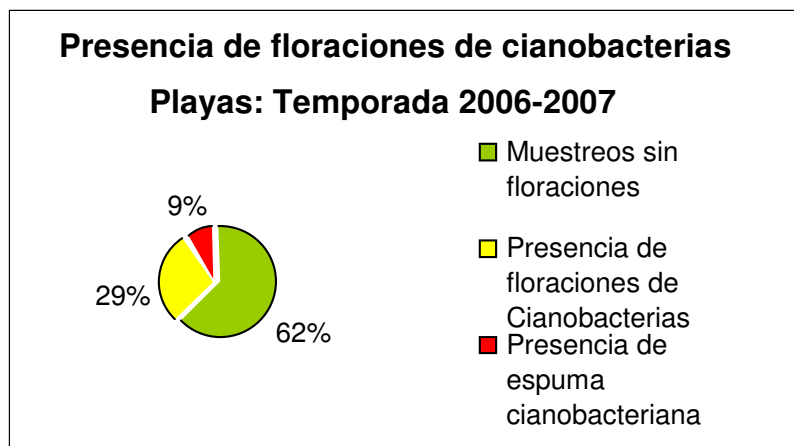
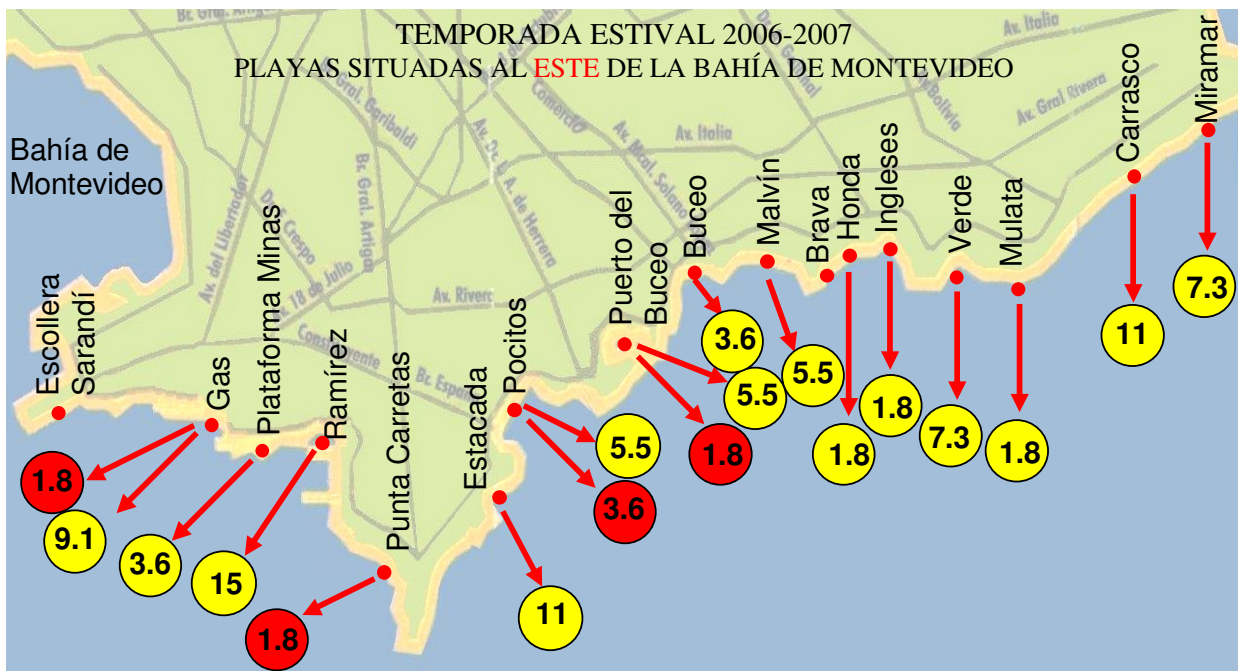


Figura 4.1. Floraciones de cianobacterias en las playas de Montevideo, temporada estival 2006-2007.

A diferencia de otras temporadas, las playas ubicadas al este de Punta Brava (Punta Carretas) se vieron impactadas con mayor frecuencia que los años anteriores. (Figura 4.2).



- Porcentaje de veces que aparece espuma en el total de muestreos
- Porcentaje de veces que aparece 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

En todas las muestras extraídas en el monitoreo de rutina (66), no se superó el límite de clorofila de 50µg/L establecido por la OMS como límite para aguas de recreación por su alto potencial para generar efectos adversos sobre la salud de los bañistas (Anexo V, Tabla V.1).

En el monitoreo de alerta realizado se analizó un total de 60 muestras, de las cuales el 57% fueron valores menores a 10 µg/L, el 27% entre 10 y 50 µg/L y el 17% superiores a 50 µg/L (Anexo V, Tabla V.2).

Los valores por encima de 50 µg/L de clorofila *a* correspondieron a días en los que se detectó presencia de “espuma cianobacteriana” en su mayoría y presencia de “floraciones de cianobacterias”.

En Tabla 4.2 se muestran los resultados de concentración de microcistinas obtenidos y su comparación con los valores de clorofila *a* en situación de “floraciones de cianobacterias” y en situación de “espuma cianobacteriana”. En el caso de espuma cianobacteriana se presentan también los valores de recuento de cianobacterias.

Se observa claramente que en todos los casos de “presencia de cianobacterias”, aún cuando la concentración de clorofila se encontró elevada, la concentración de microcistinas correspondió a la categoría de probabilidad de riesgo leve y/o moderado en relación con los posibles efectos adversos en la salud de los bañistas. En cambio, en los casos de “espuma cianobacteriana” 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 todas las muestras de espuma cianobacteriana correspondieron al género *Microcystis*, productor de la toxina microcistina.

Tabla 4.2 Concentración de microcistinas. Comparación con clorofila a y recuento de cianobacterias

a) Presencia de floraciones de cianobacterias

Ubicación	Fecha	Clorofila (ug/L)	Microcistinas (ug/L)
Cerro	24/11/06	13	2
Pocitos	22/12/06	3	2,2
Pajas Blancas	5/01/07	9	1,8
Malvín	5/01/07	4	<0,3
Carrasco	5/01/07	3	1,3
Pocitos	5/01/07		<0,3
Santa Catalina	5/01/07	6	0,5
Punta Espinillo	5/01/07	6	6,7
Zabala	5/01/07	3	1,8
Del Gas	5/01/07	0	<0,3
La Colorada	5/01/07	0	3,1
Verde	5/01/07	7	<0,3
Ramírez	6/01/07	4	<0,3
Cerro	6/01/07	11	3,8
Punta Yeguas	6/01/07	47	6,2
Pajas Blancas	12/01/07	5	4,0
Ramírez	12/01/07	1	0,8
Zabala	12/01/07	20	6,7
Pajas Blancas	2/02/07	7	<0,3
Cerro	2/02/07	10	<0,3
Ramírez	2/02/07	8	<0,3
Pajas Blancas	9/02/07		0,4
Ramírez	9/02/07	4	1
Playa Brava	3/02/07	2	<0,3
Carrasco	3/02/07	4	0,5
Miramar	3/02/07	3	<0,3
Verde	3/02/07	4	<0,3
Honda	3/02/07	3	<0,3
Santa Catalina	9/02/07	2	<0,3
Zabala	9/02/07	1	0,4
Nacional	12/02/07	11	0,9
Cerro	23/03/07	10	22
Ramírez	23/03/07	11	1,2
Estacada	1/03/07	17	4,2
Pajas Blancas	1/03/07	8	1,3
Carrasco	16/03/07	9	<0,3
Estacada	19/03/07	28	0,5
Puerto de Buceo	19/03/07		3
Estacada	19/03/07	28	0,5
Gas	21/03/07	21	4,5
Gas	23/03/07	7	0,8
Cerro	23/03/07	10	22
Ramírez	23/03/07	11	1,2

Tabla 4.2
b) Espuma Cianobacteriana

Ubicación	Fecha	Clorofila (ug/L)	Microcistinas (ug/L)	Recuento cianobacterias cél/ml
Pocitos	22/12/06	2547	20000	12x10 ⁶
Punta Carretas	22/12/06	1463	17000	14x10 ⁶
Puerto Buceo	6/01/07	280	750	
La Colorada	12/01/07	3382	350	
Punta Espinillo	12/01/07	1598	1070	
Pocitos (Trouville)	7/02/07	205	17	18x10 ⁶
Gas (mancha)	19/03/07	3900	180	2x10 ⁶
Gas (a 50 m de mancha)	19/03/07	1400	70	2x10 ⁴

Evolución histórica y estudio de factores determinantes

En la presente temporada estival se notó un incremento de la presencia de espuma cianobacteriana en la costa de Montevideo, con respecto a lo registrado en los últimos tres veranos. (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.

En la figura 4.3 se indica el porcentaje de veces que se registró presencia de floraciones de cianobacterias y presencia de espuma cianobacteriana en el total de muestreos realizados en cada temporada.

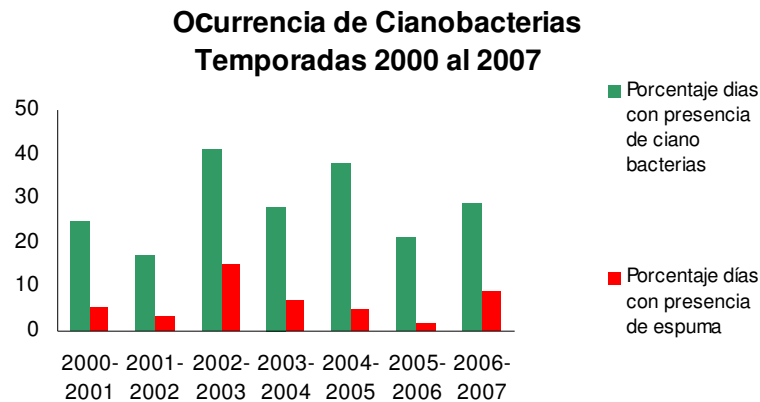


Figura 4.3. Frecuencia de detección de floraciones de Cianobacterias y espuma cianobacteriana en el total de muestreos realizados en la costa de Montevideo durante los veranos 2000 al 2007.

Salinidad

Si bien los valores de salinidad se registran en todas las muestras de playa, en función de evaluar su relación con la aparición de las cianobacterias, se presentan los resultados de las muestras relacionadas con el monitoreo de rutina de floraciones, (Pajas Blancas, Cerro, Ramírez, Pocitos, Malvín y Carrasco).

En las playas de Montevideo, por su ubicación en la zona del frente de salinidad en el Río de la Plata, se observa claramente un gradiente salino de manera 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).

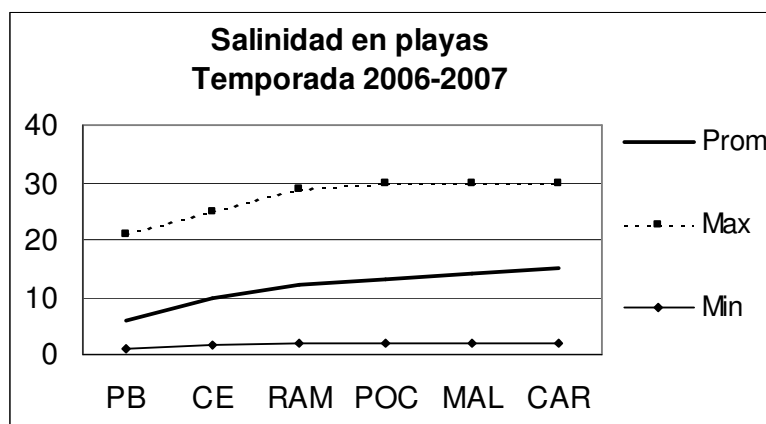
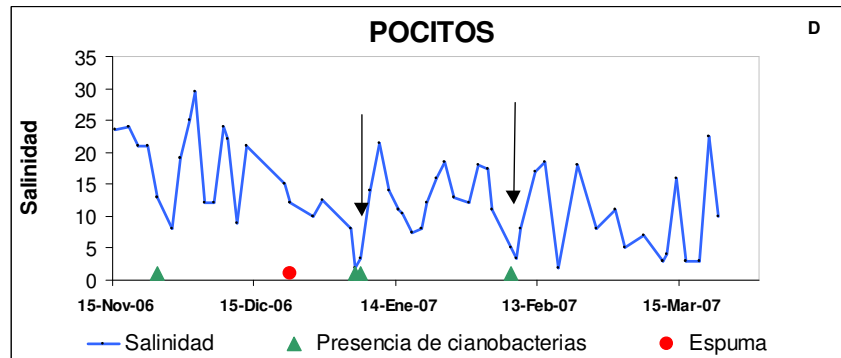
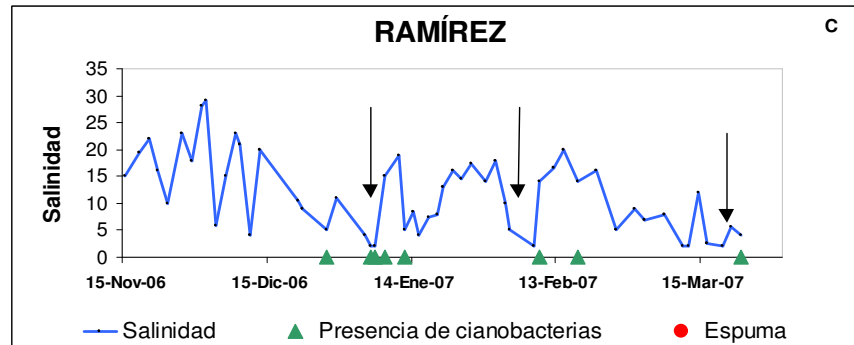
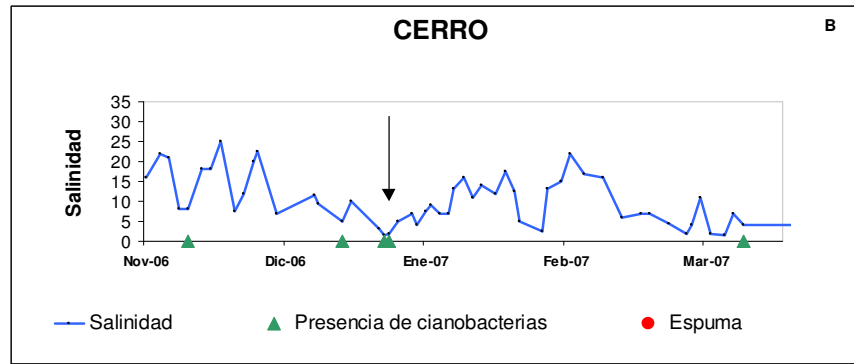
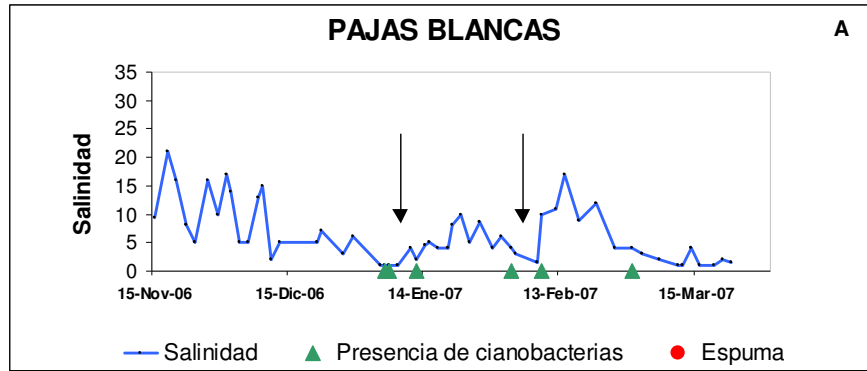


Figura 4.4. Promedio de la salinidad (Unidades de Salinidad) con sus máximos y mínimos en las playas de Montevideo en la temporada 2006-2007. Códigos: PB: Pajas Blancas, CE: Cerro, RAM: Ramírez, POC: Pocitos, MAL: Malvín, CAR: Carrasco.

La presencia de las floraciones de cianobacterias en las playas coincide frecuentemente con situaciones de disminución de salinidad, cuando se presentan valores inferiores a 5. (Figura 4.5 A-F).

Por lo tanto al igual que temporadas anteriores, las playas más impactadas por la presencia de estas floraciones son las ubicadas al oeste de Montevideo. Sin embargo, durante este verano se notó un importante incremento en la presencia de cianobacterias en las playas al este de Punta Carretas.



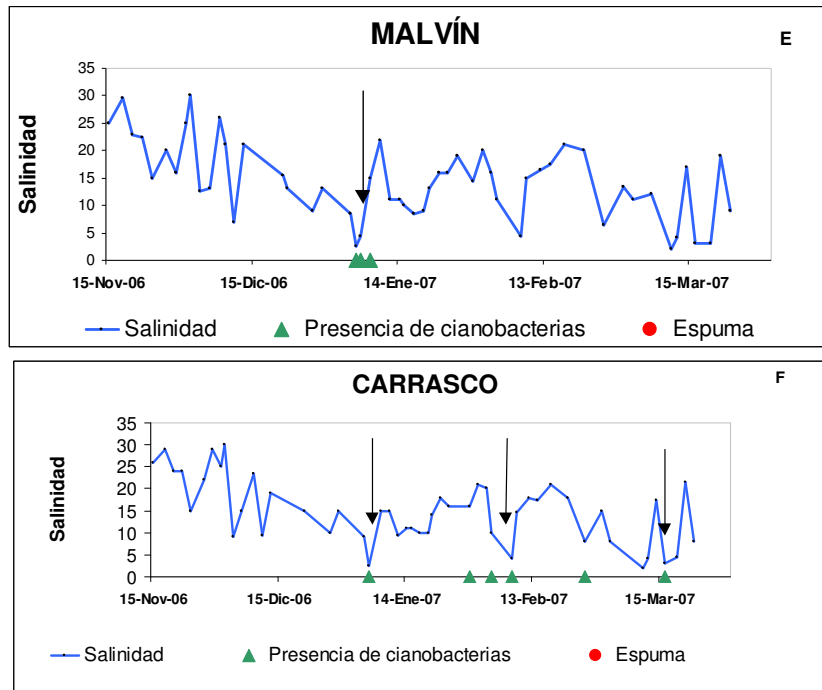


Figura 4.5 Variación de la salinidad y presencia de floraciones de Cianobacterias en las playas: a) Pajas Blancas, b) Cerro, c) Ramírez y d) Pocitos en la temporada estival 2006-2007.

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 24°C, observándose pocas variaciones en el promedio, a partir del mes de diciembre (Figura 4.6).

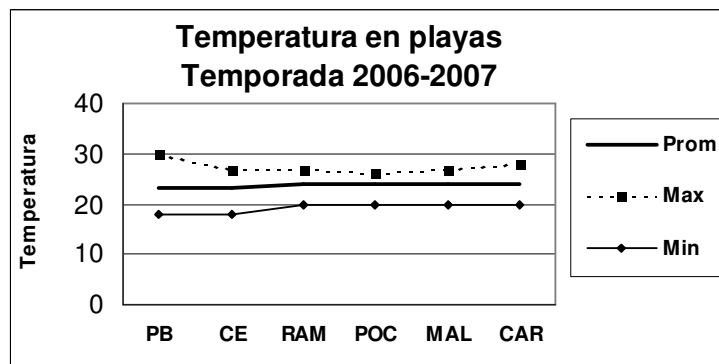


Figura 4.6. Máximos, Mínimos y Promedios de la temperatura en playas de Montevideo en temporada estival 2006-2007. Códigos: PB: Pajas Blancas, CE: Cerro, RAM: Ramírez, POC: Pocitos, MAL: Malvín, CAR: Carrasco.

Conclusiones

- En la presente temporada estival 2006-2007, el fenómeno de floraciones de cianobacterias y en particular la acumulación de espuma cianobacteriana fue algo mayor que en las tres temporadas anteriores. El porcentaje de días muestreados con presencia de floraciones fue de 29% y de 9% para el caso de espuma cianobacteriana.
- Si bien las playas ubicadas al oeste de Punta Carretas han sido impactadas por la presencia de cianobacterias, durante este verano en particular se notó un aumento de frecuencia de floraciones en las playas al este de la misma.
- Principalmente se observan acumulaciones en zonas que por su forma de ensenada o remanso presentan mejores condiciones para su acumulación, es decir en las playas al oeste de la Bahía de Montevideo así como en Ramírez y Pocitos, al este de Punta Carretas.
- 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” la concentración de microcistinas correspondió a la categoría de riesgo leve o moderado, 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 la temporada estival 2006-2007 se concluye que **todas las playas habilitadas** obstante la presencia de algunos valores puntuales por encima del valor de 2000 ufc/100 mL.
- Las playas Punta Espinillo, La Colorada, Pajas Blancas, Zabala, Punta Yeguas, del Nacional, Buceo, Malvín, Brava, Honda, Ingleses, Verde, Mulata y Carrasco presentaron valores de MG5 móvil inferior a 1000 ufc/100 mL durante toda la temporada.
- Más del 90% de los valores de MG5 móvil de cinco valores consecutivos de las playas Pocitos y La Estacada se mantuvieron en los rangos aceptables para balneabilidad por contacto directo.
- Las playas situadas al Oeste de la Bahía de Montevideo, reciben cañadas que en su mayoría contienen aportes de saneamiento. En estos casos la calidad de las aguas se ve fuertemente influenciada por la calidad y el caudal de los aportes. Esta situación se manifiesta con mayor importancia en las Playas de Santa Catalina y del Cerro.
- En cuanto a los monitoreos realizados a 200 metros de la costa y en círculos concéntricos a la zona de difusores del emisario se concluye que las aguas dispuestas a través de éste, no retornan a la costa.
- En la Bahía de Montevideo se observó una mejora en la zona de la descarga del arroyo Pantanoso, pero no así en la correspondiente al arroyo Miguelete que continúa mostrando valores elevados. Es importante destacar que el Plan de Saneamiento IV prevé dar servicios y adecuada disposición final al saneamiento de esta zona, asegurando una mejora de la calidad de las aguas de los arroyos y de la Bahía de Montevideo.
- En esta temporada, el fenómeno de floraciones de cianobacterias registró una ocurrencia algo mayor que en las tres temporadas anteriores. En el 9% de los días muestreados se observó “espuma cianobacteriana” y en un 29% presencia de floraciones.
- Las muestras con presencia de espuma cianobacteriana (alta concentración de colonias de cianobacterias) que se visualizan fácilmente desde la arena, corresponden usualmente a niveles de toxina con alta probabilidad de efectos adversos en la salud, de acuerdo a los valores guía de la Organización Mundial de la Salud. Por lo tanto se debe mantener la recomendación a los bañistas de evitar el contacto con las acumulaciones (detección visual de espuma cianobacteriana). Las muestras en las que se detecta “presencia de cianobacterias” (detectables sólo desde el agua) presentan concentraciones de toxina correspondientes a baja o moderada probabilidad relativa de efectos adversos en la salud de los bañistas.

6. BIBLIOGRAFÍA

APHA 2005. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water 21st. 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., Laboratorio de Calidad Ambiental (IMM), Programa de Monitoreo de Cursos de Agua. Informe Final 2006.

Feola G., Brena B., Risso J., Sienna D. Laboratorio de Calidad Ambiental (IMM), Programa de Monitoreo de Agua de Playas y Costa de Montevideo. Informe 2006.

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.

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.

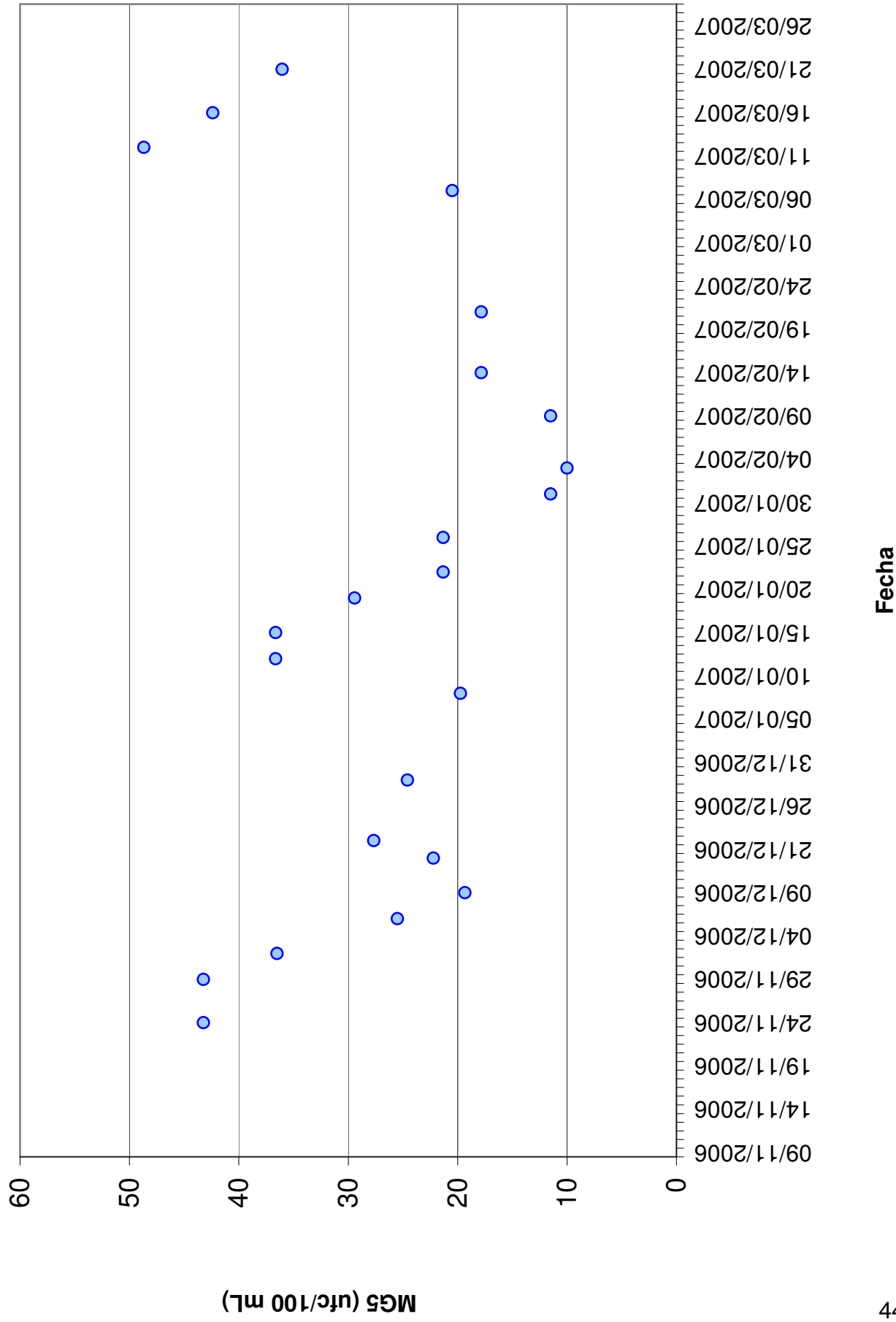
OMS, 1998. Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Vol. 1: Aguas costeras y aguas dulces. Capítulos 6 y 7. Algas y Cianobacterias.

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.

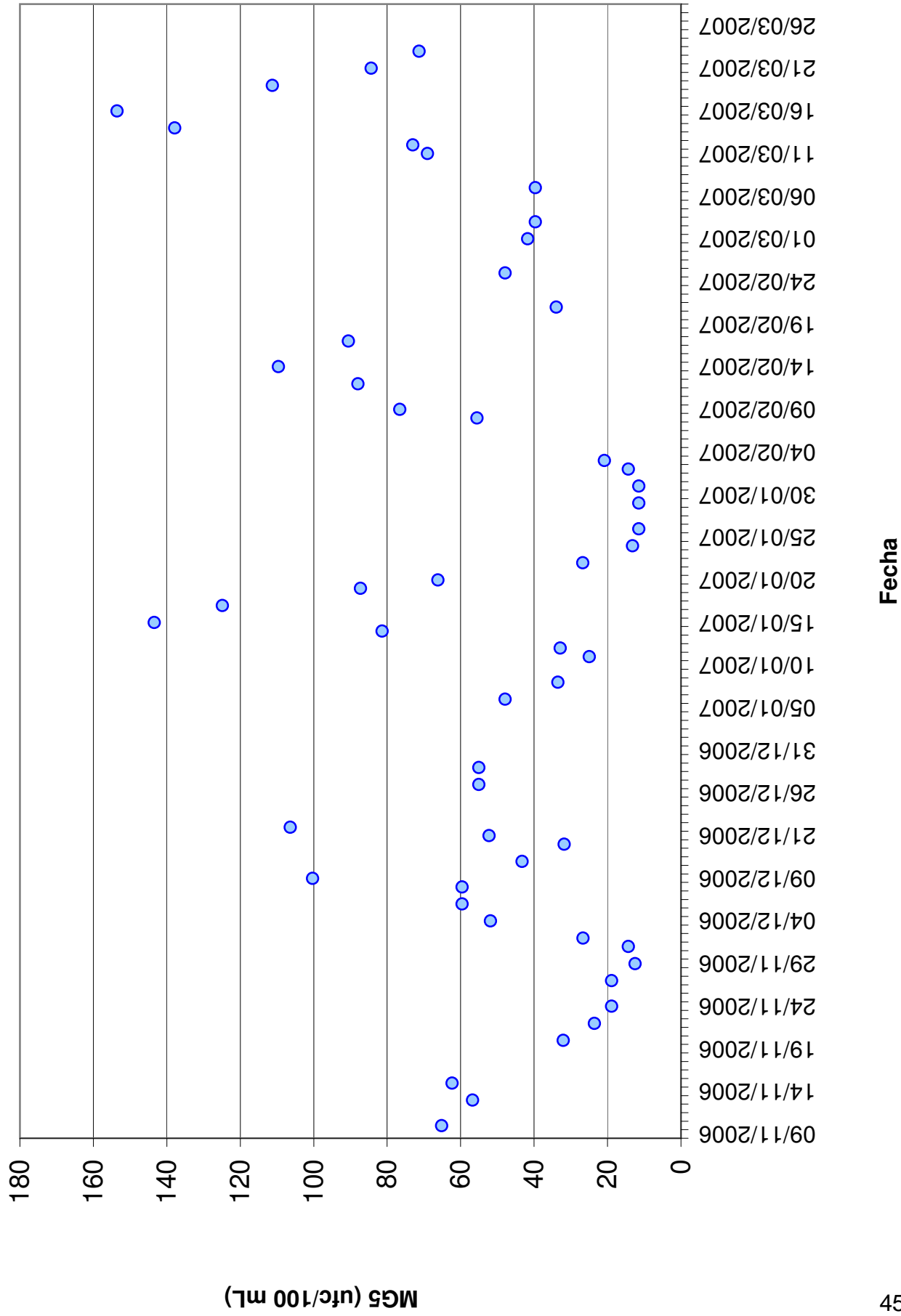
Anexo I

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



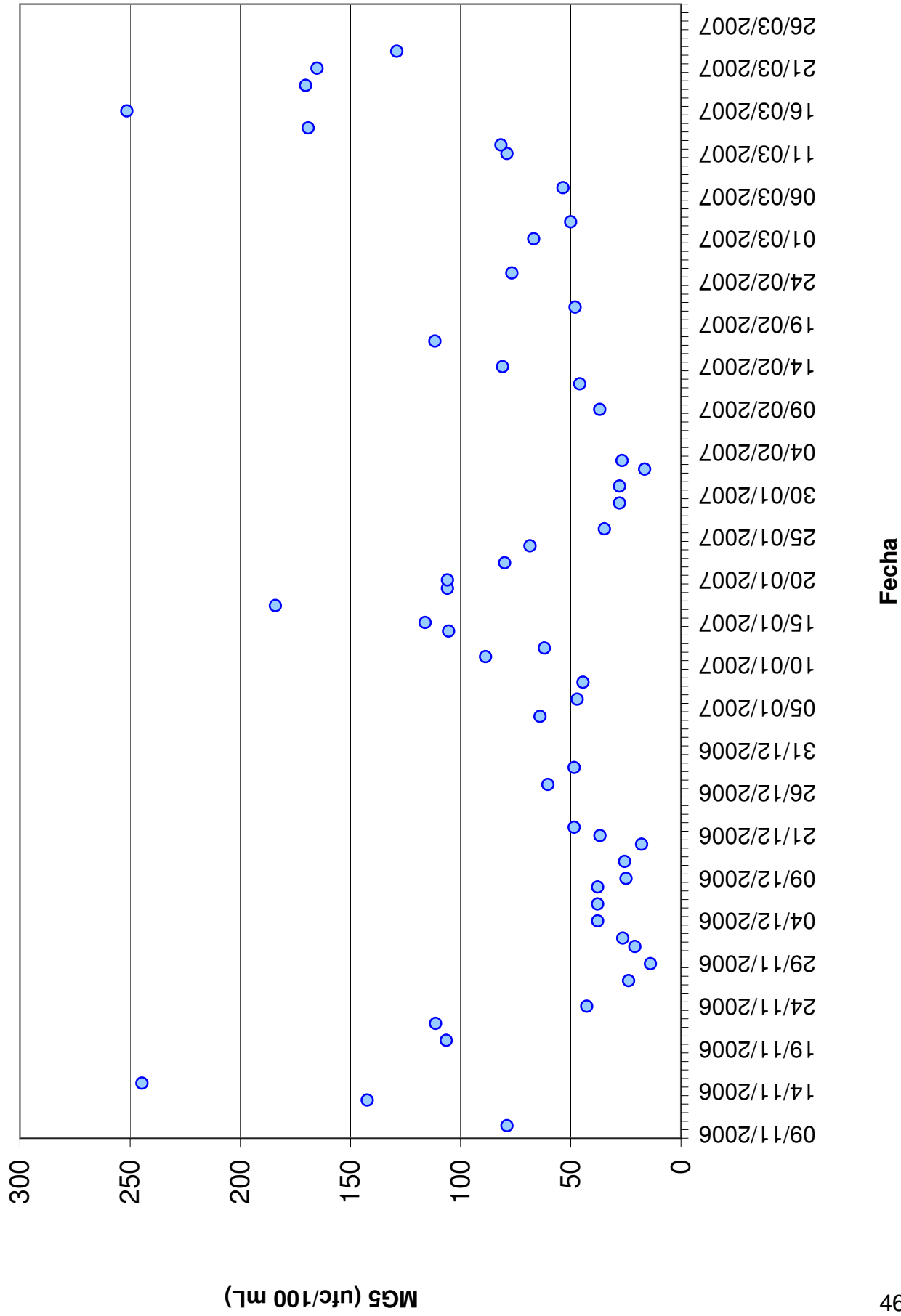
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



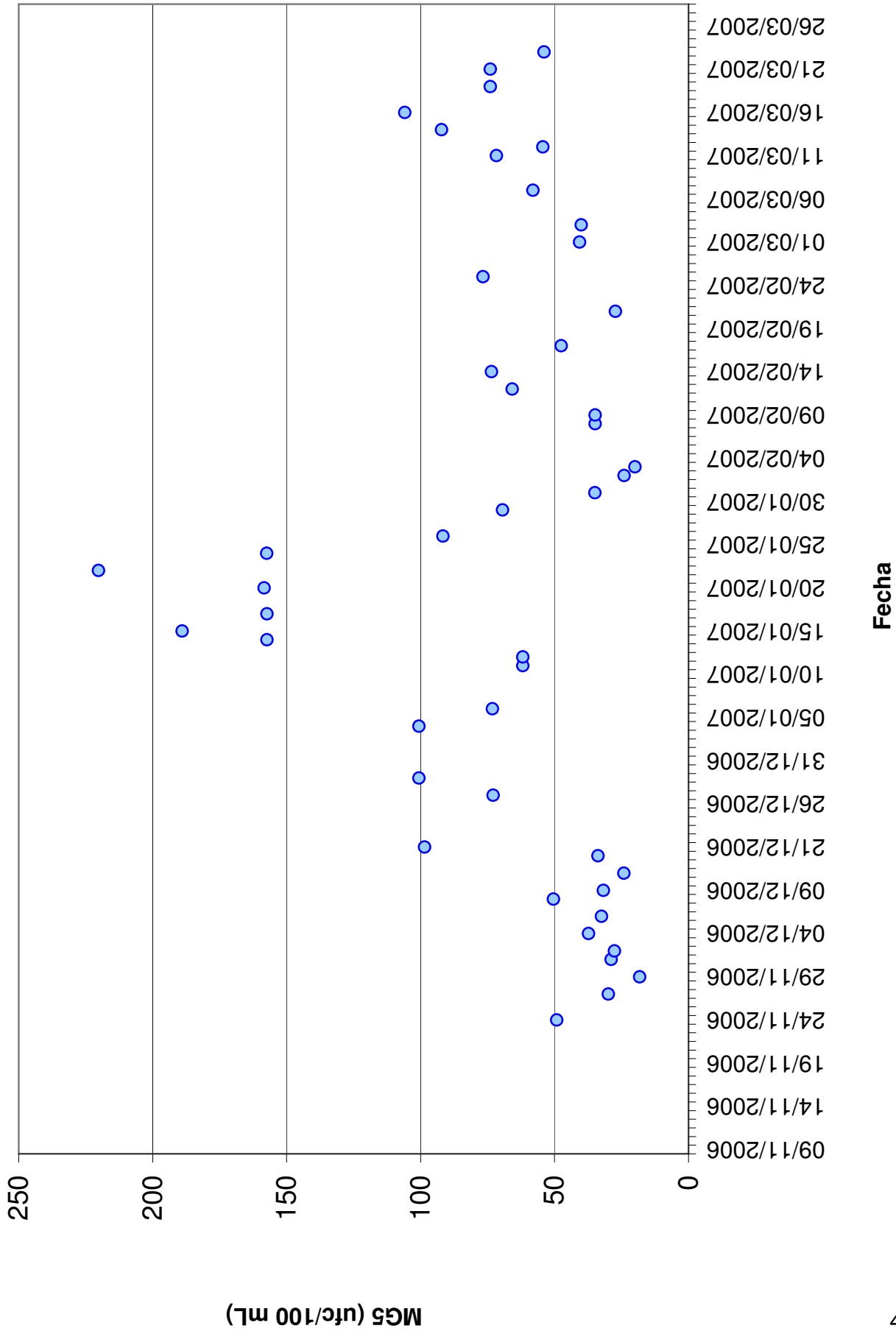
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



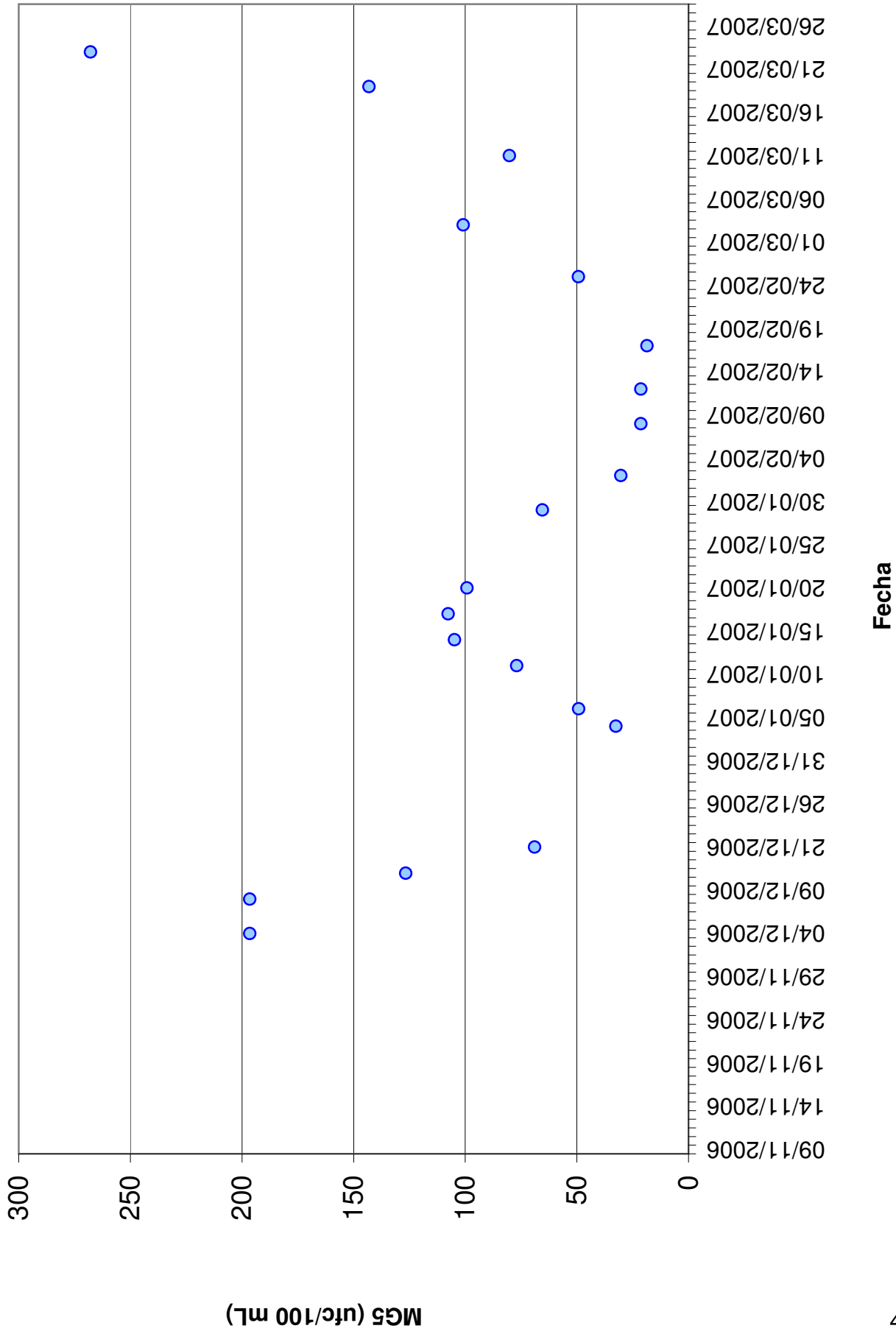
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



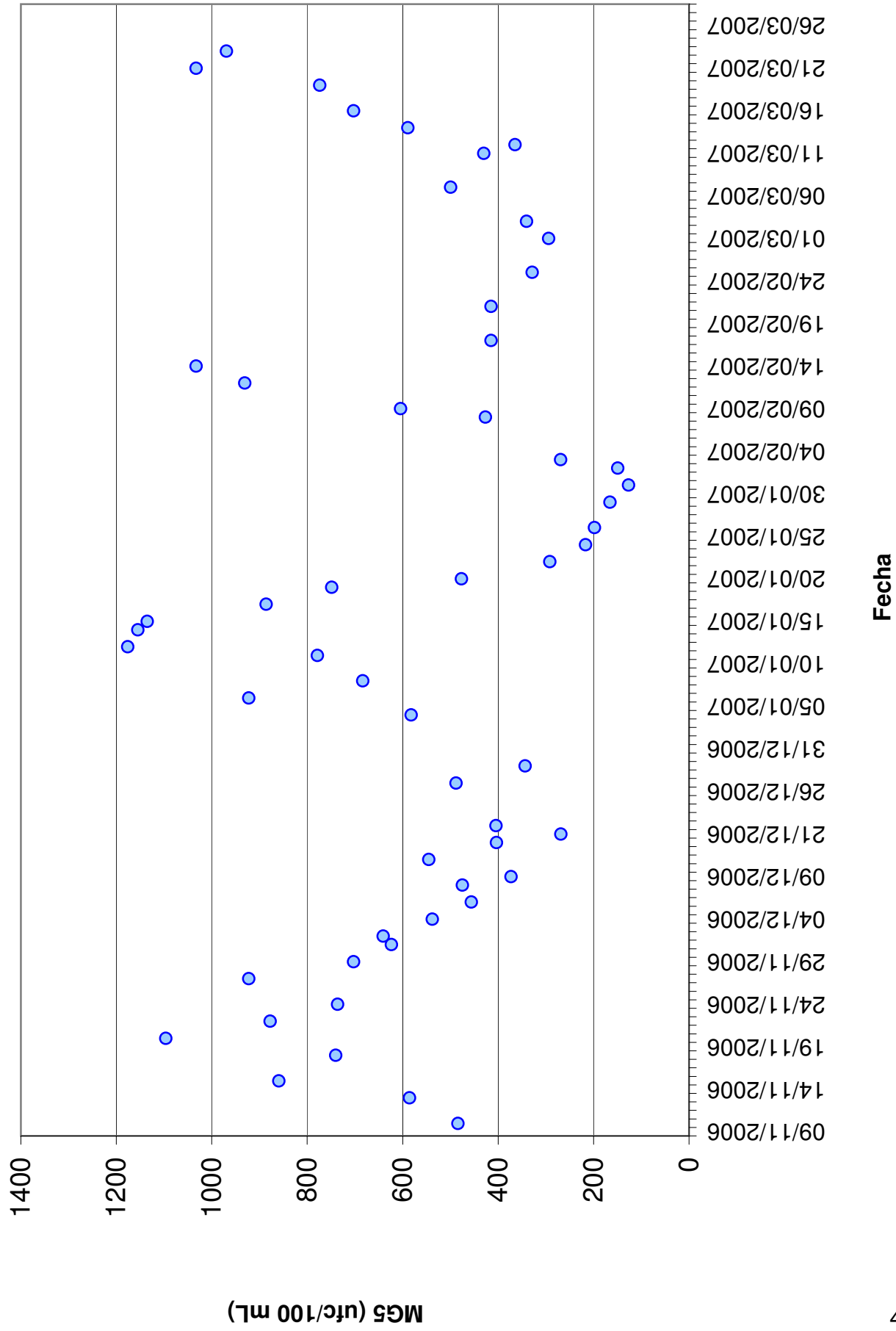
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



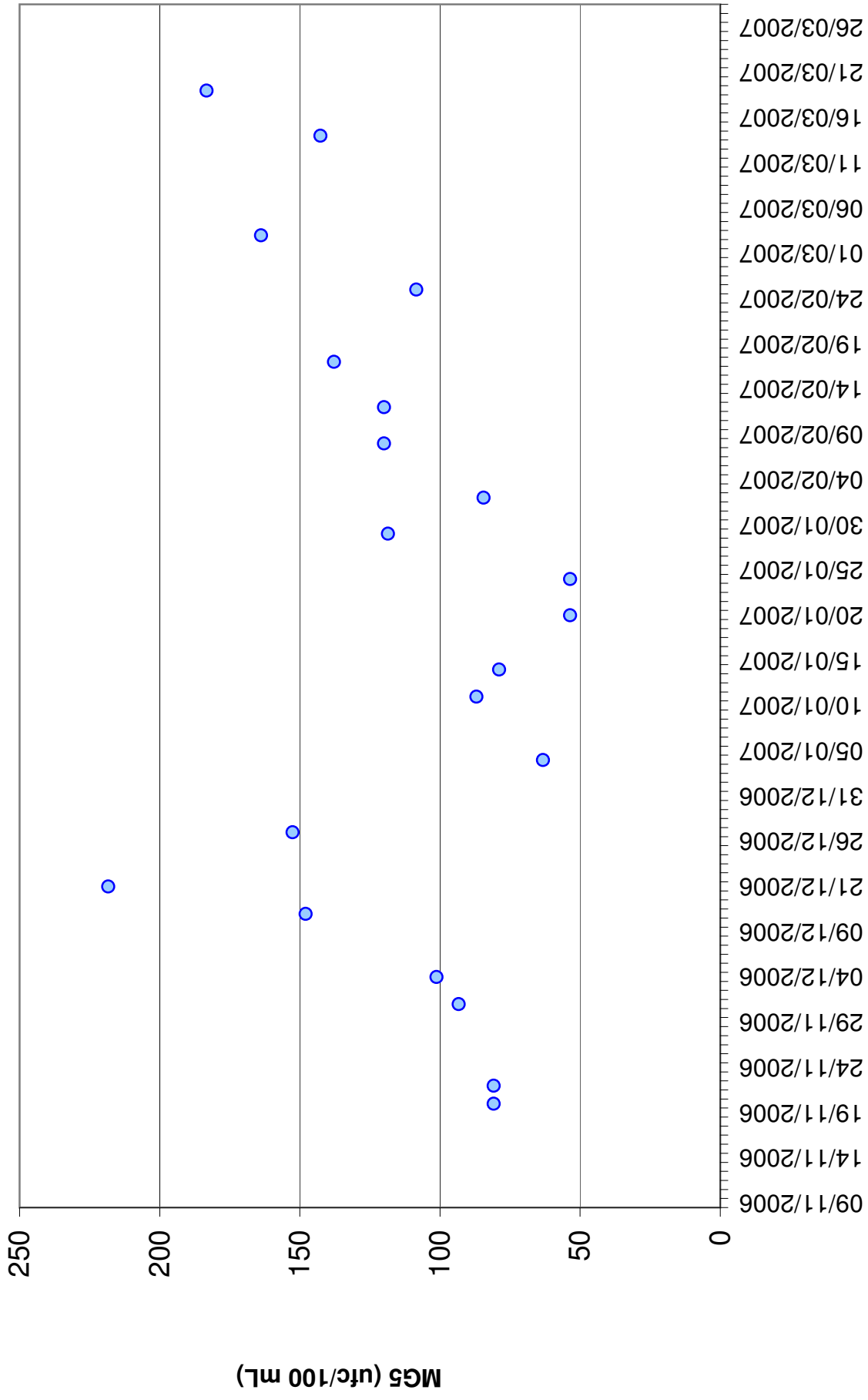
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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.

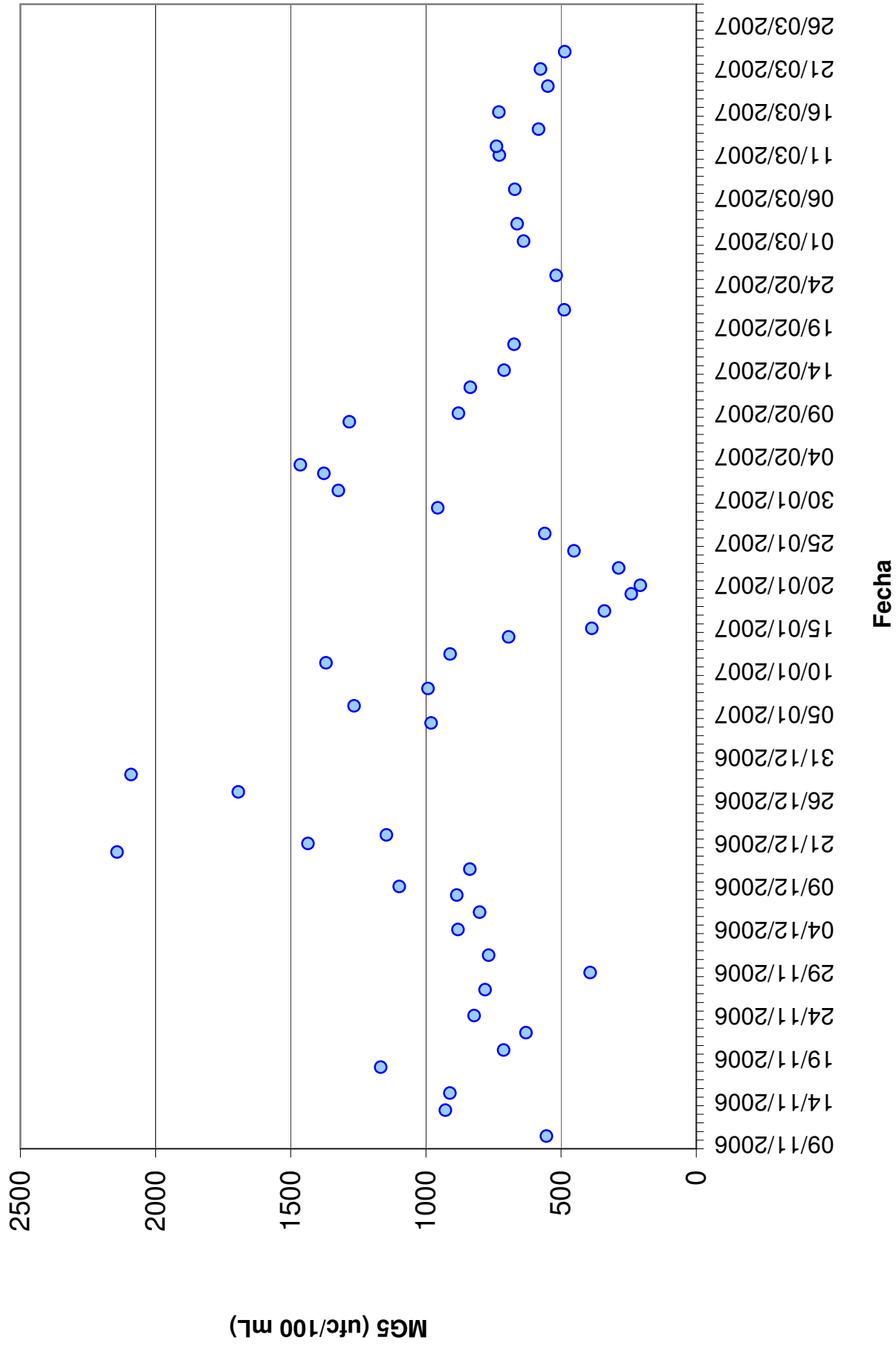
Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos*
Playa del Nacional



Fecha

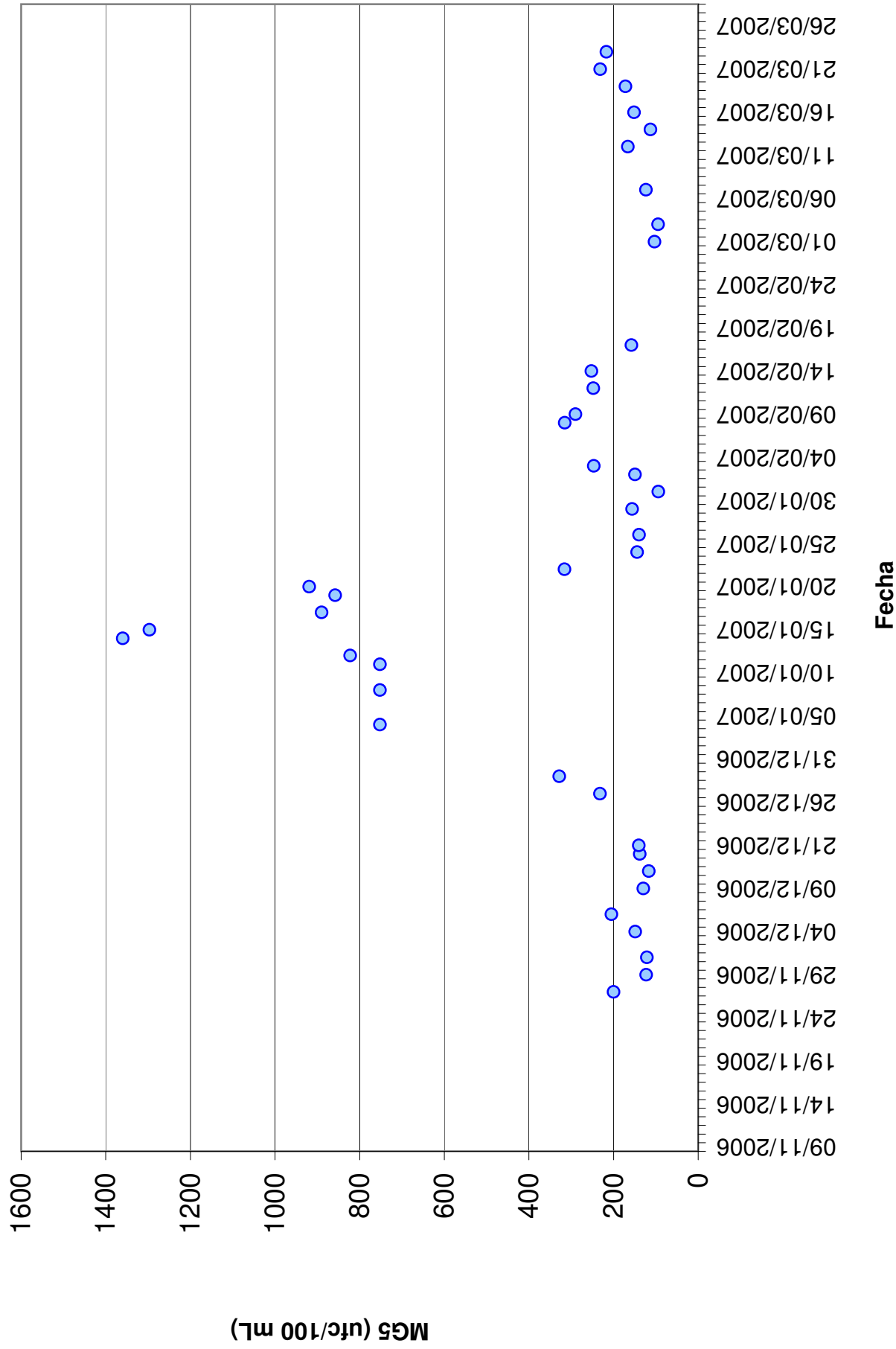
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



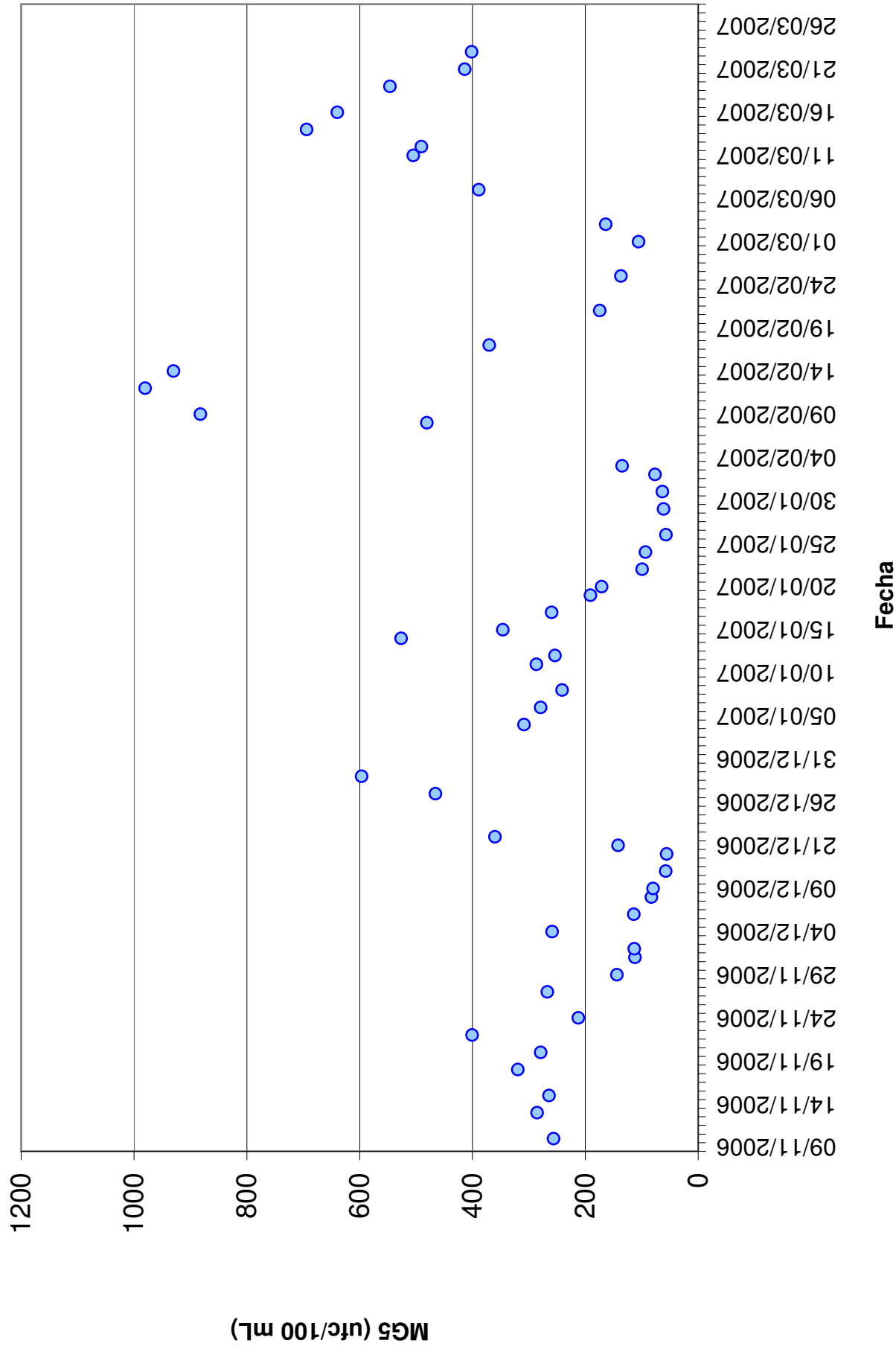
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



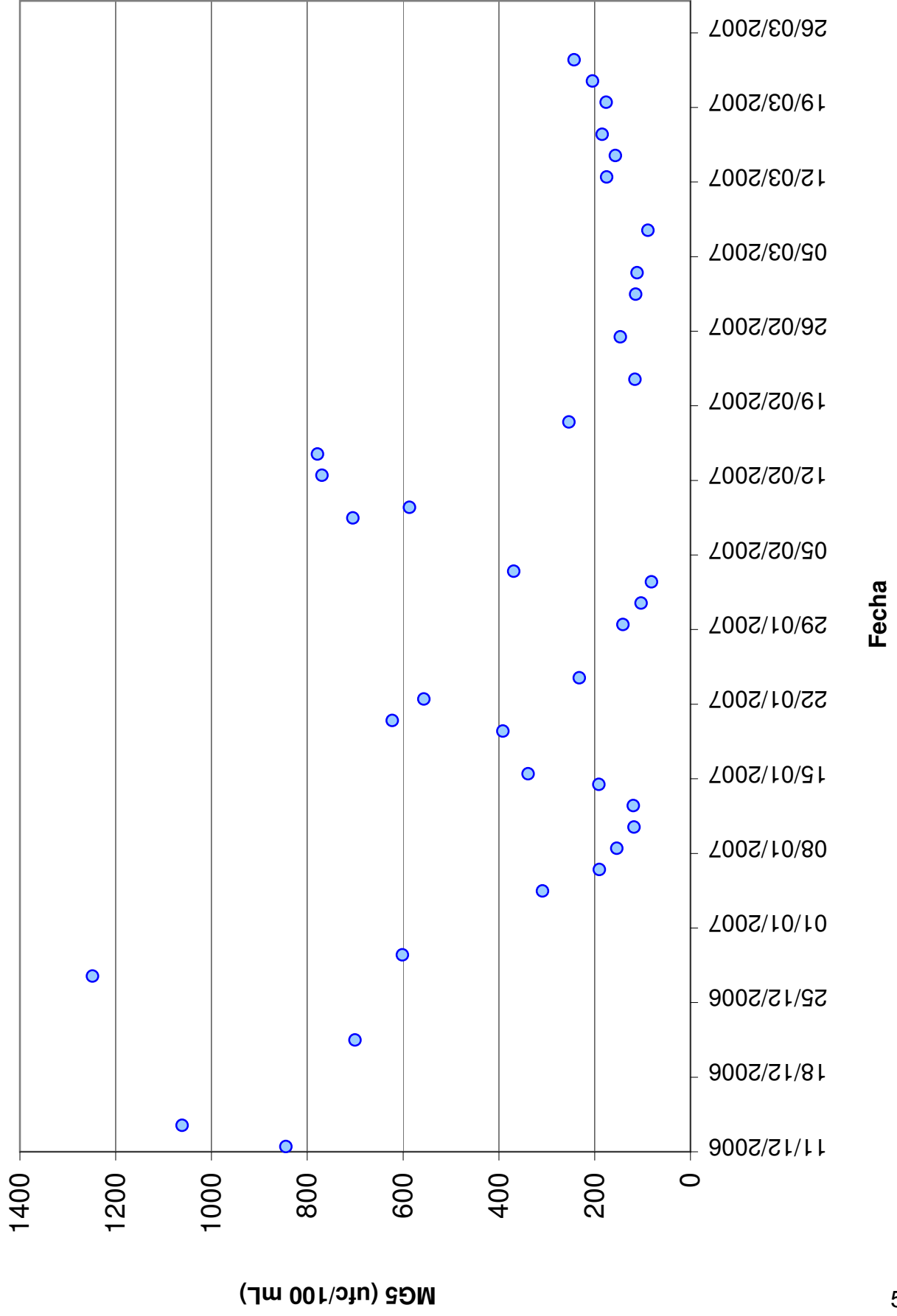
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



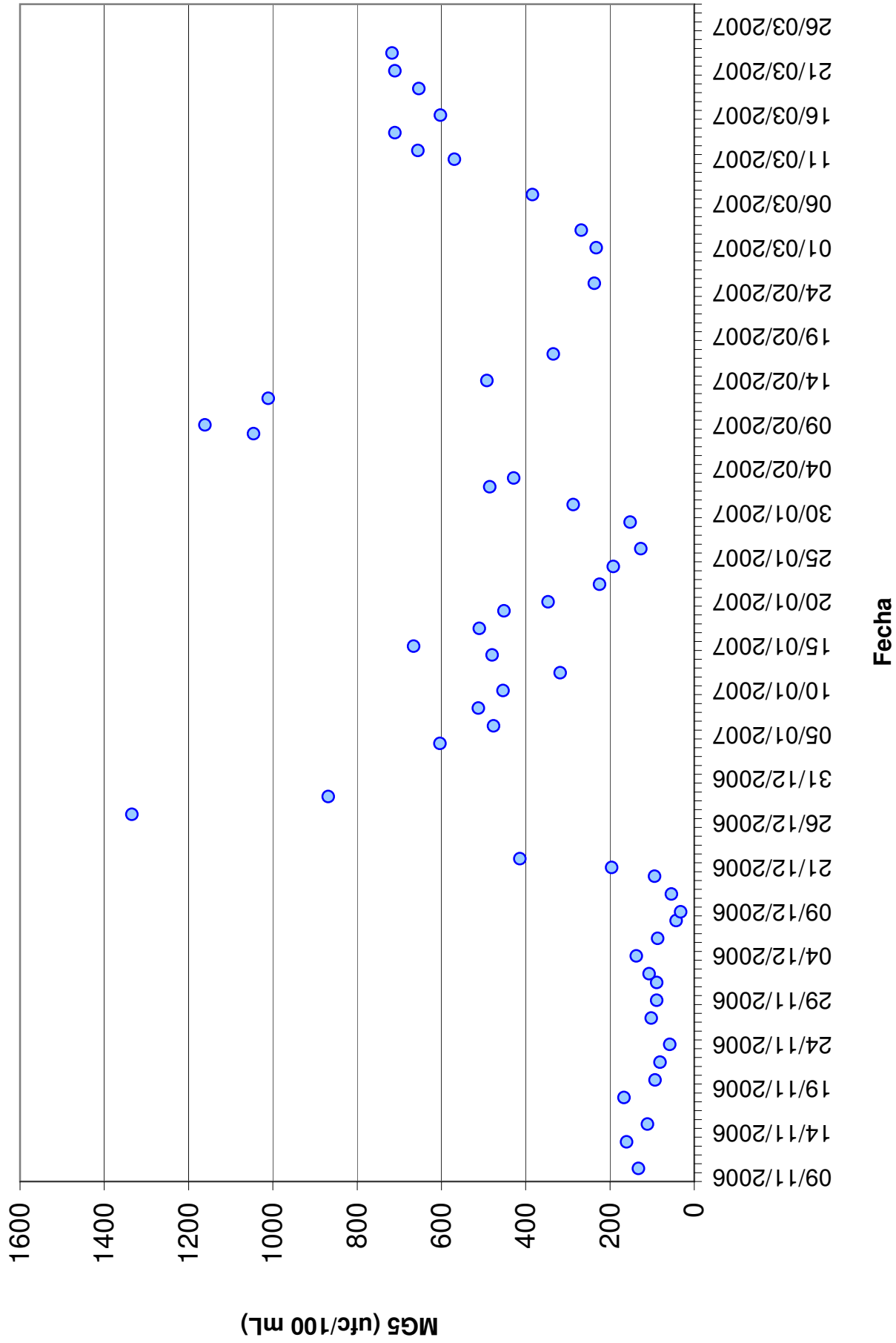
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



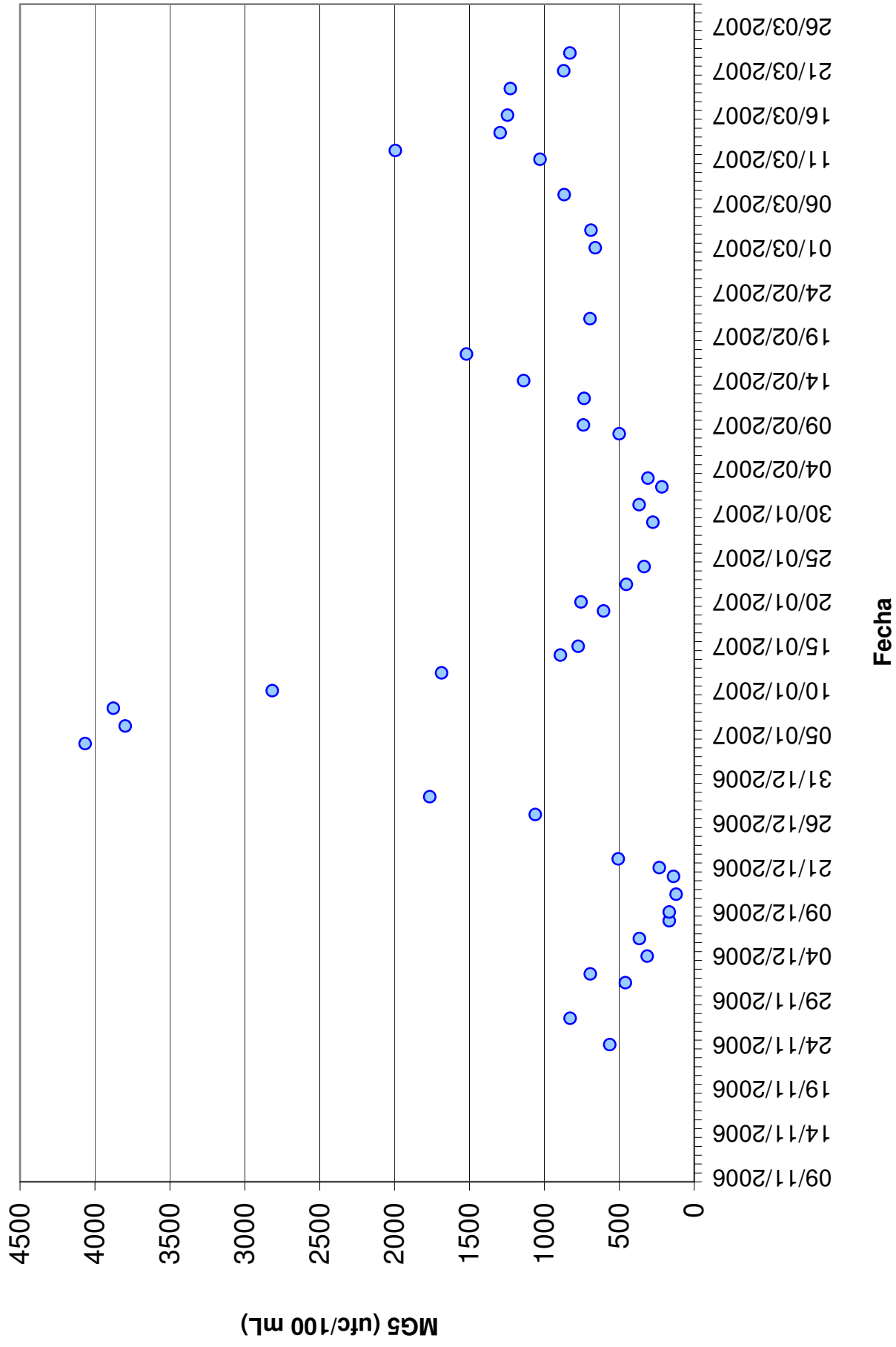
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



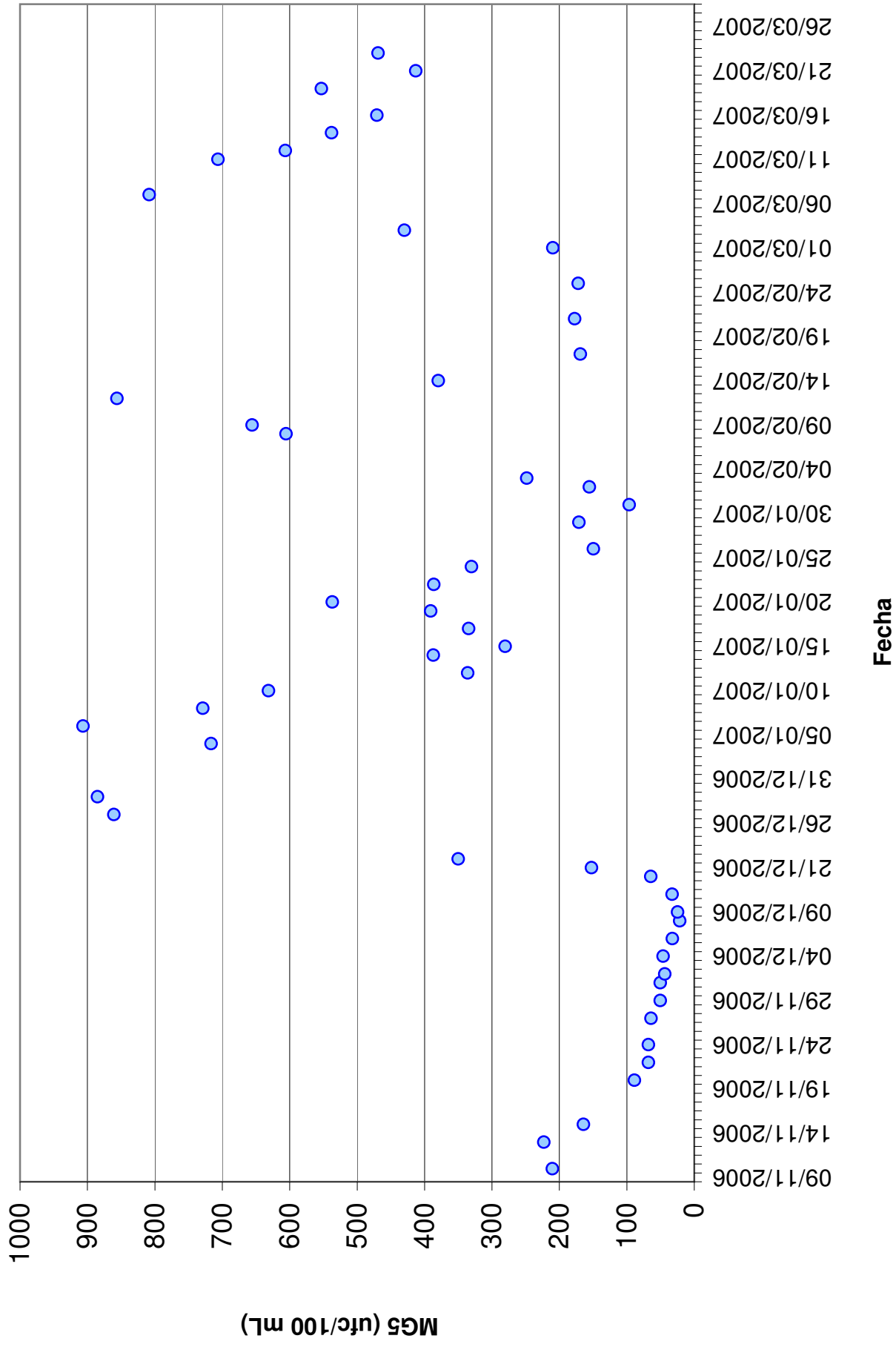
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



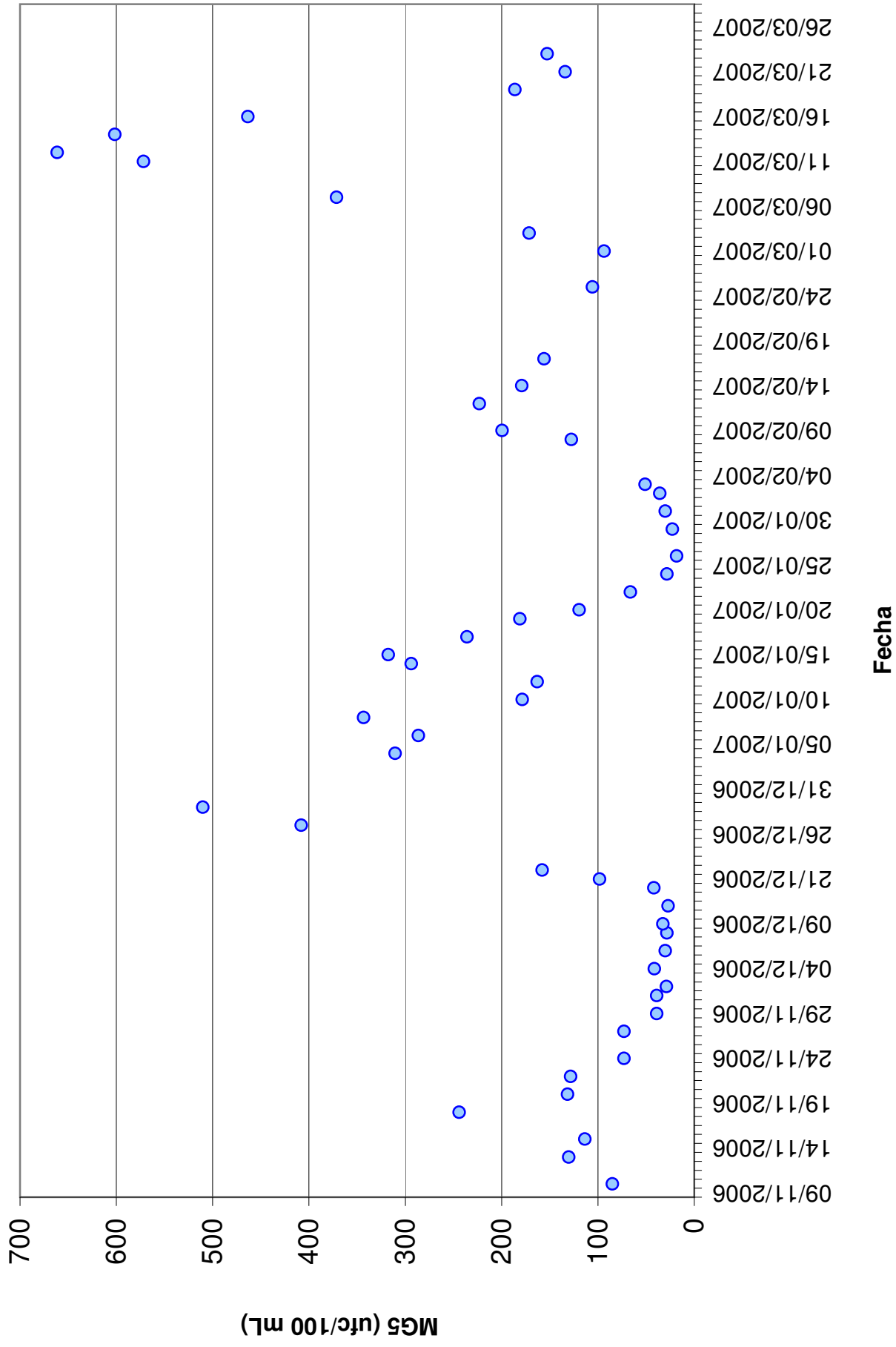
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



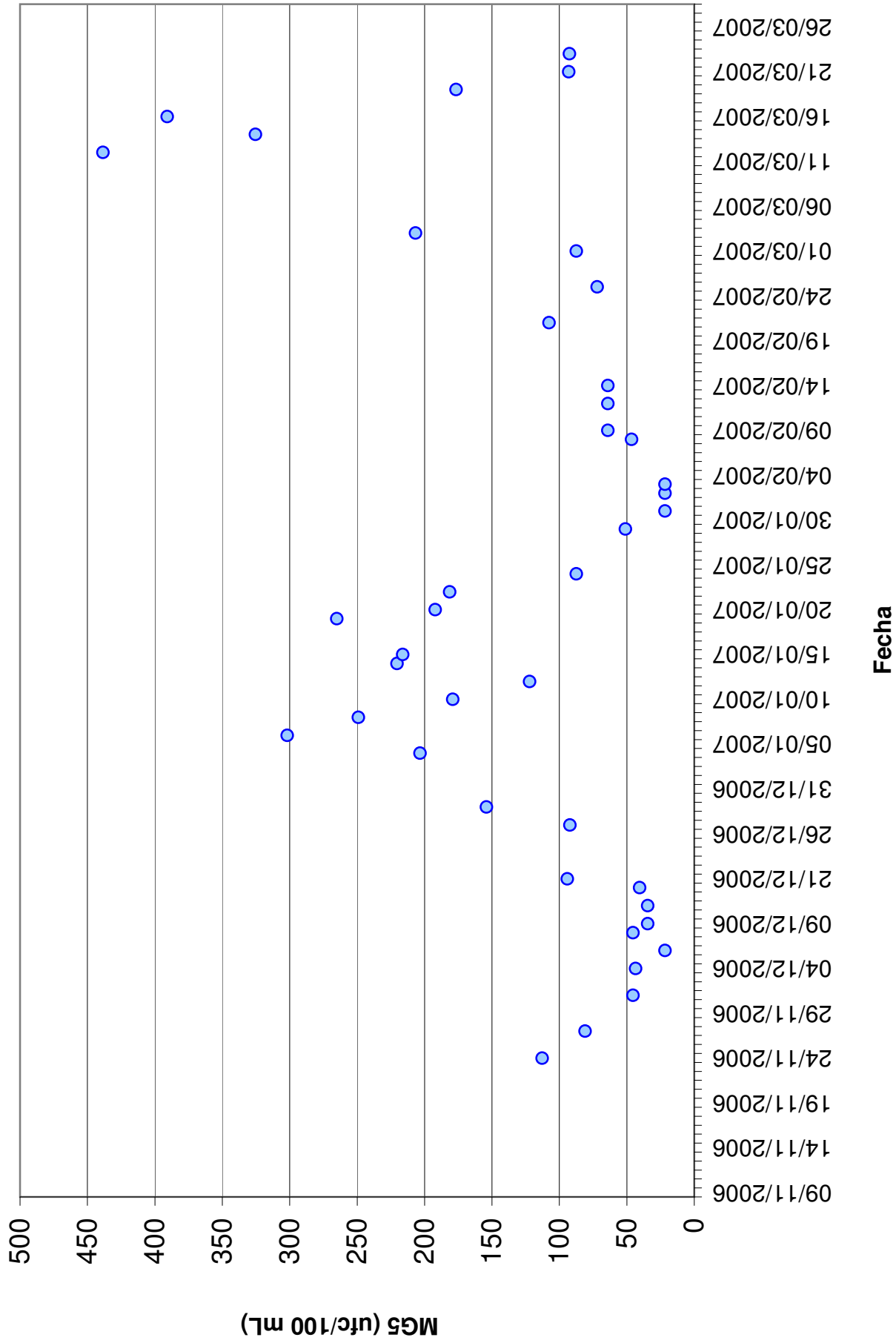
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



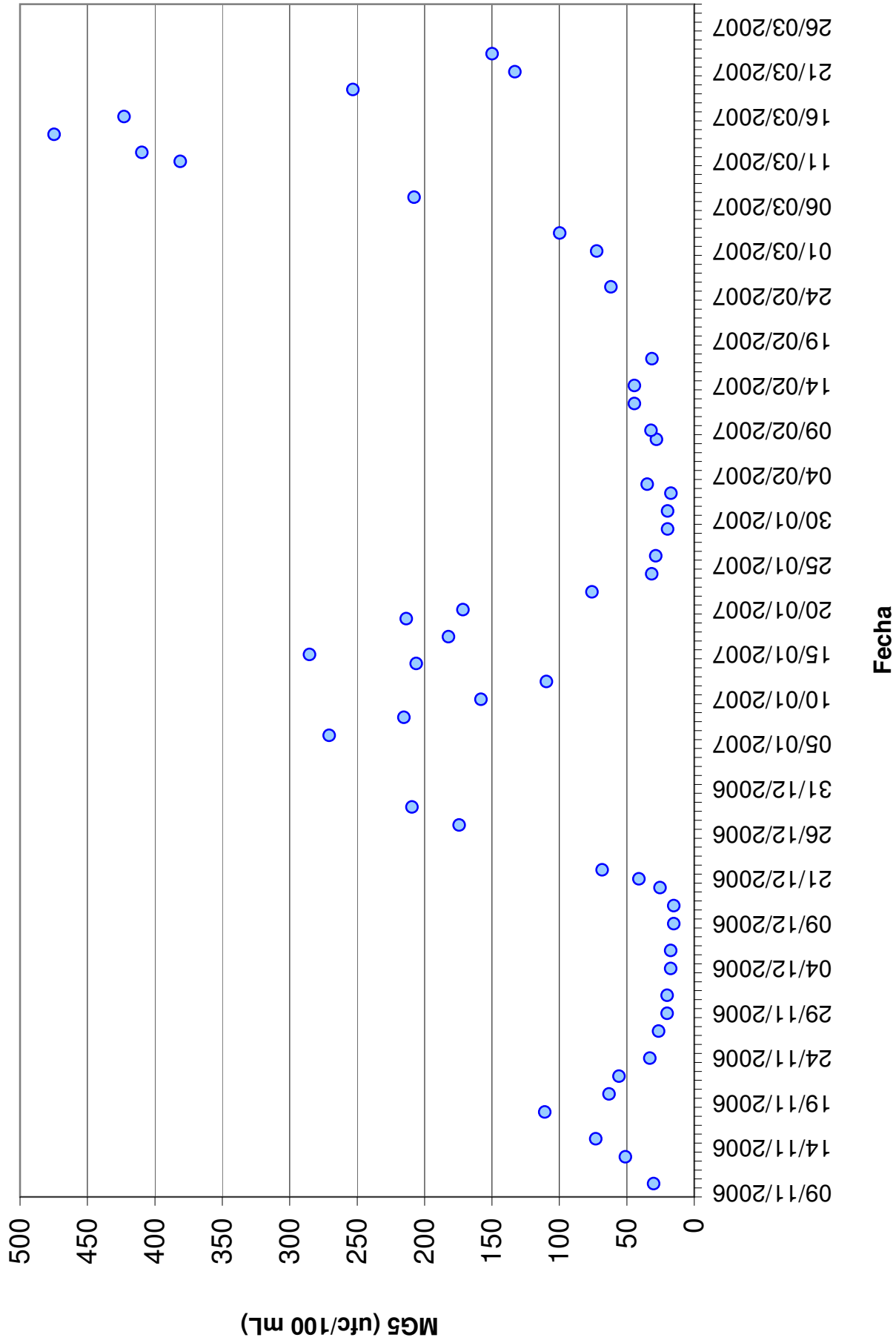
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



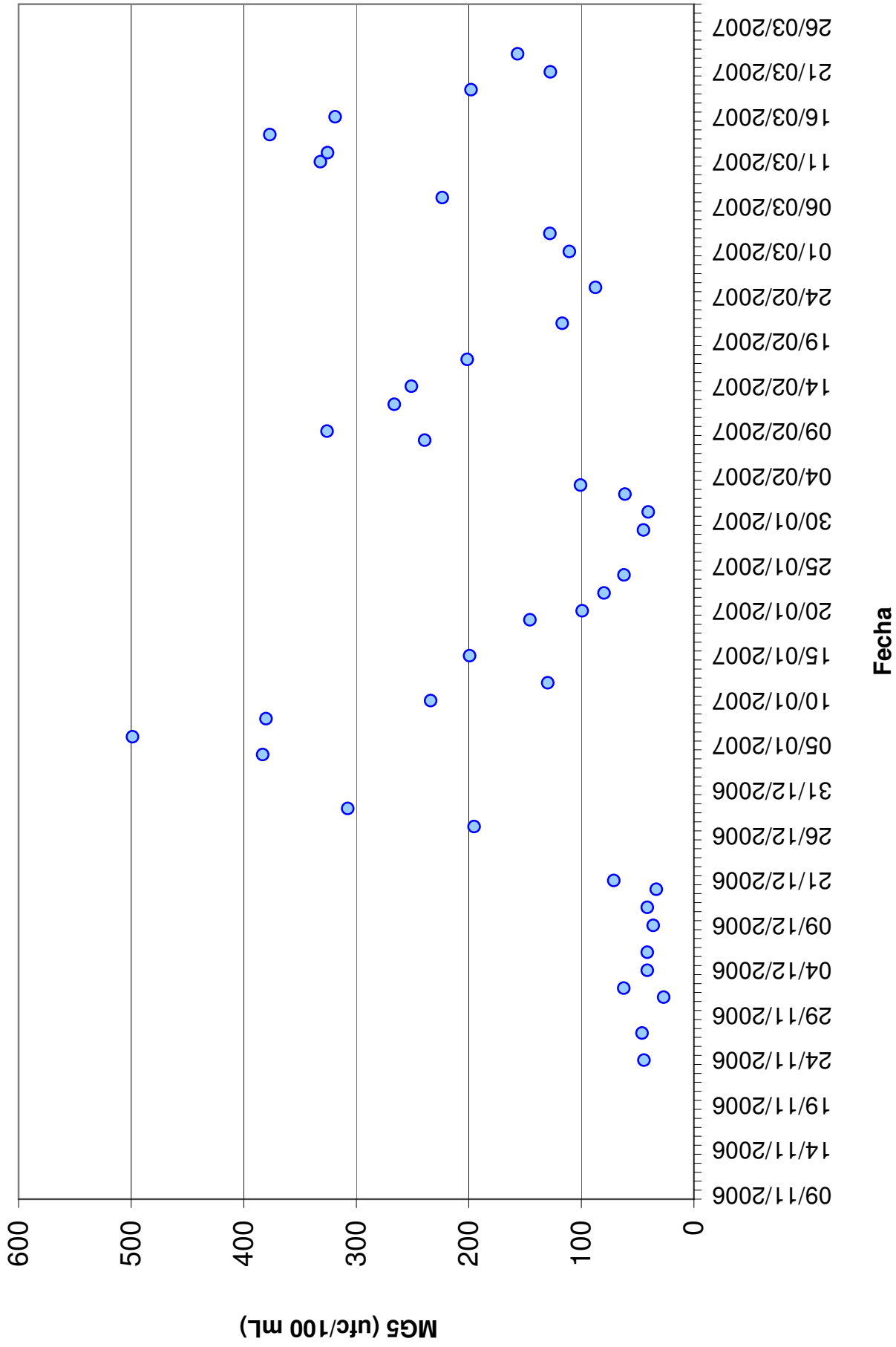
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



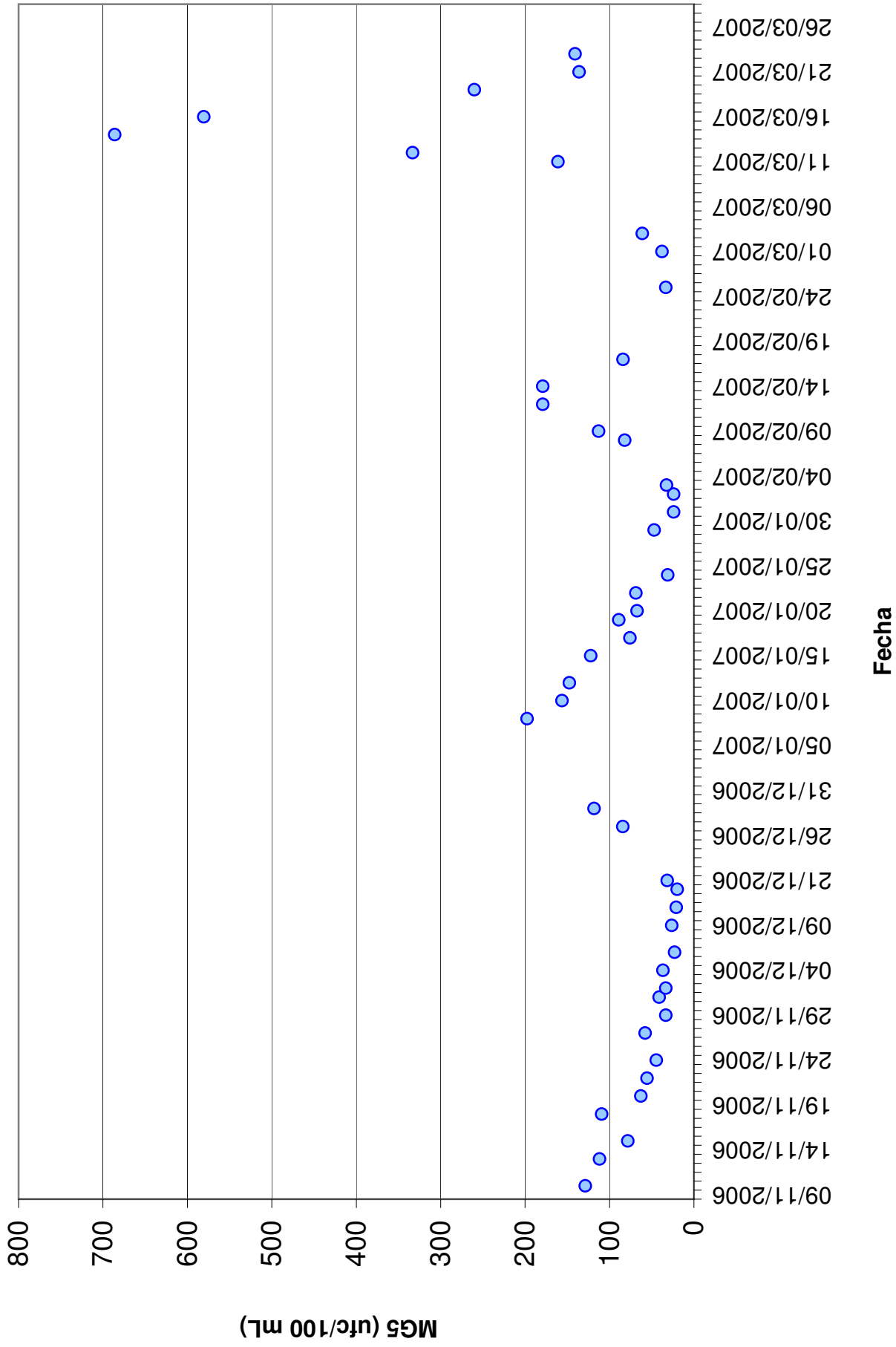
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



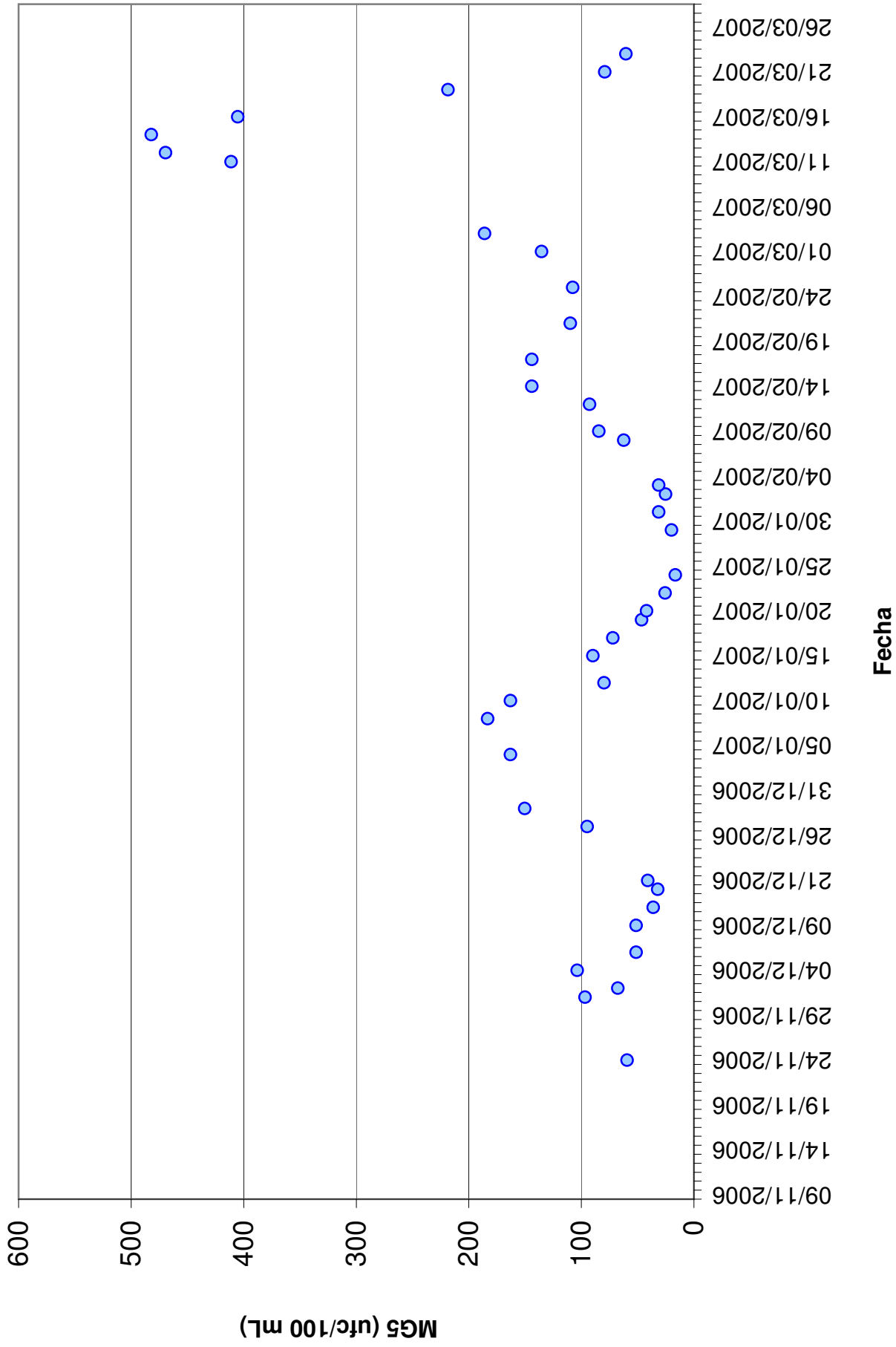
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



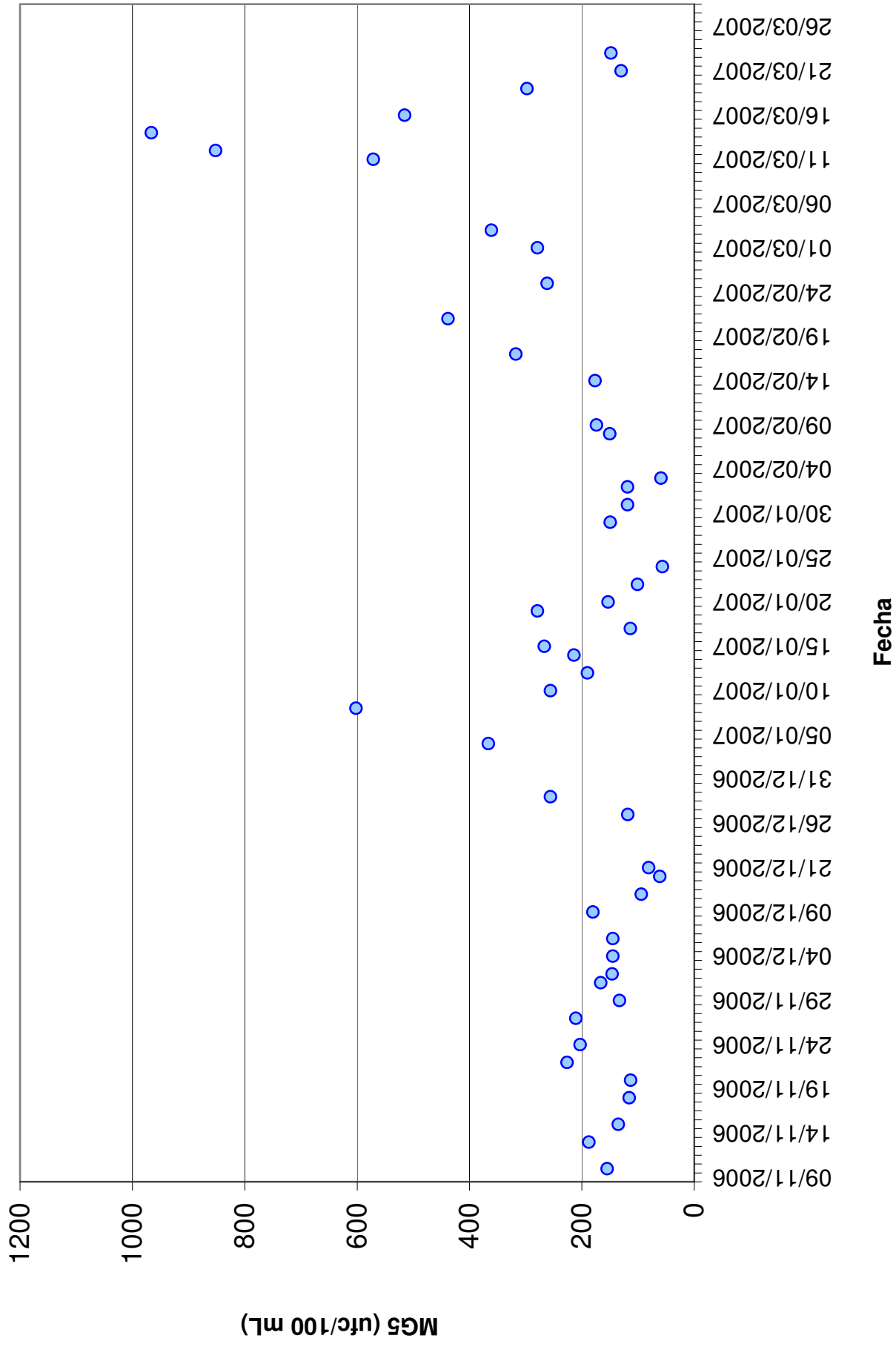
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



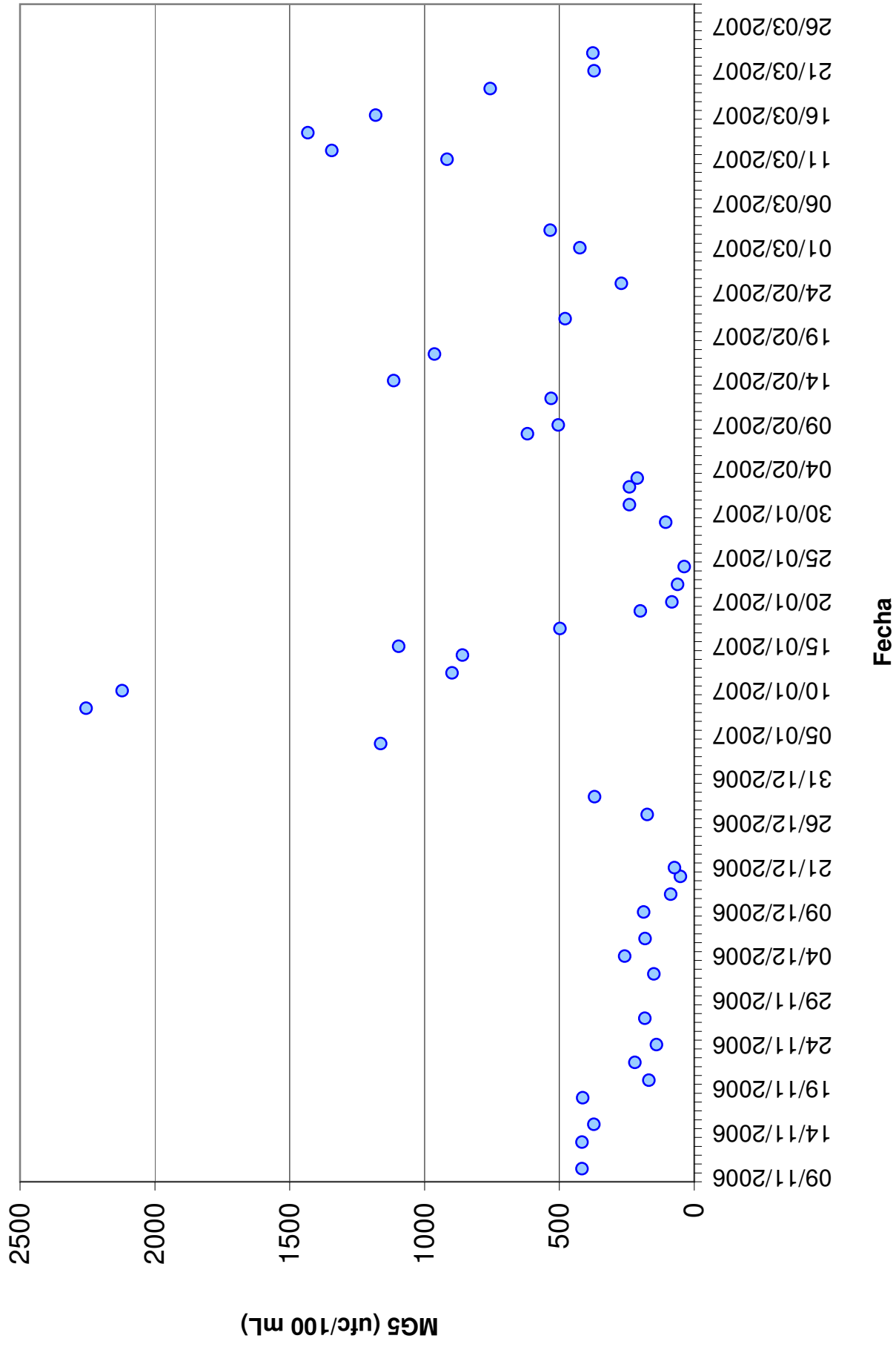
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

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



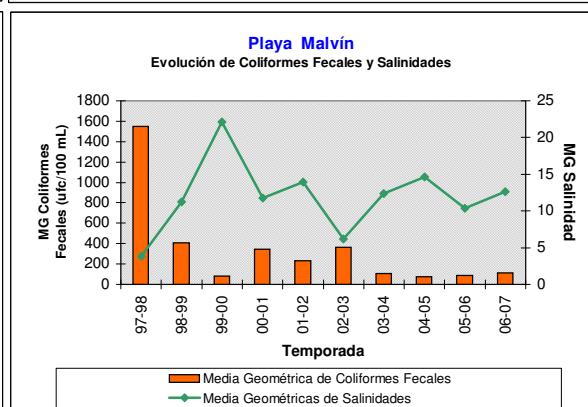
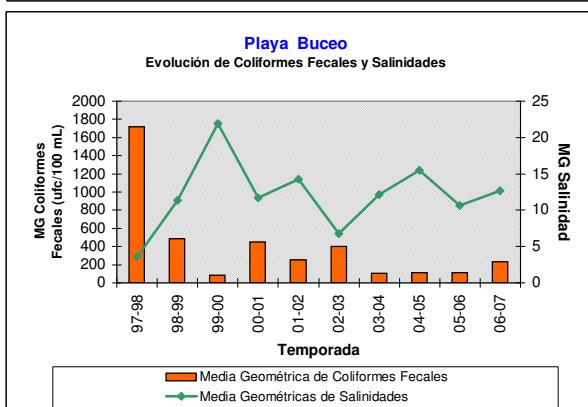
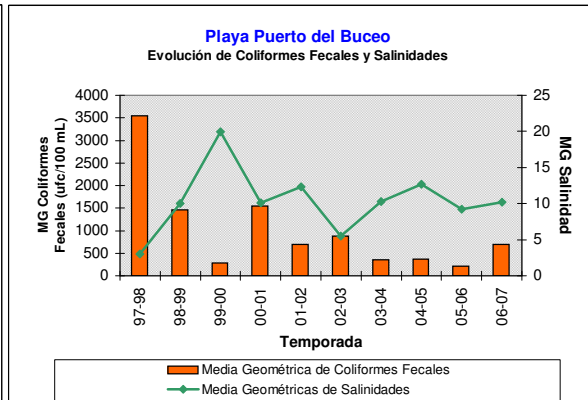
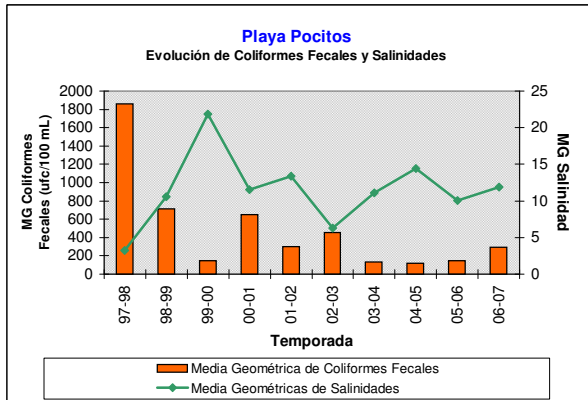
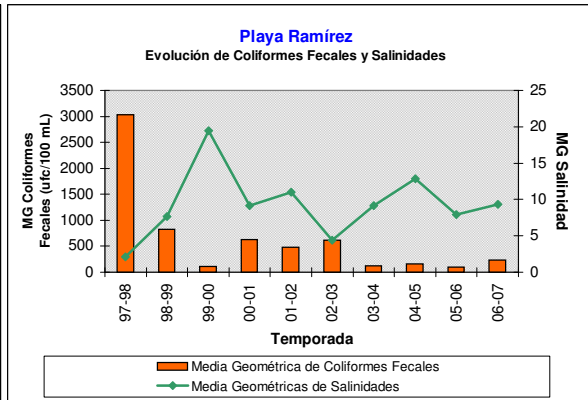
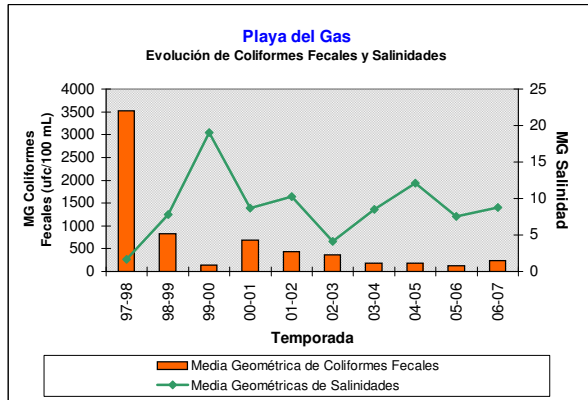
* Se considera como registro representativo, aquel valor resultante de un muestreo cuando no ocurrieron vertimientos ocasionados por lluvias dentro de las 24 horas anteriores a la extracción de la muestra.

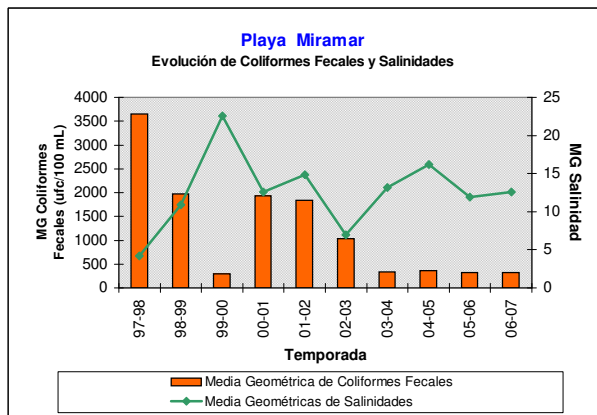
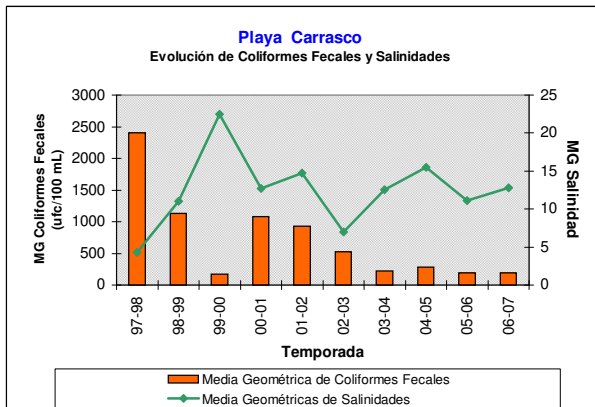
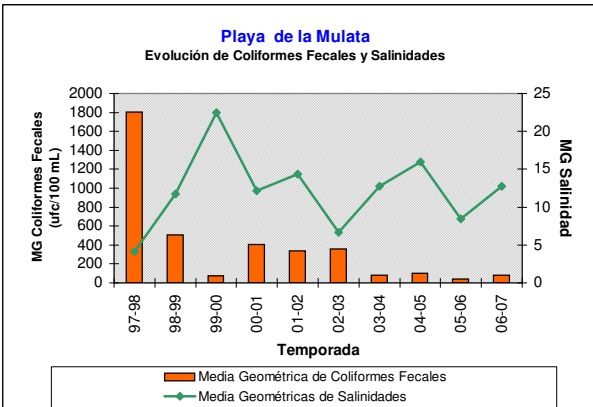
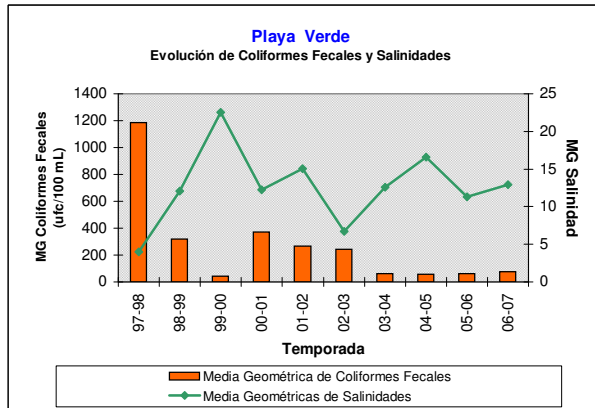
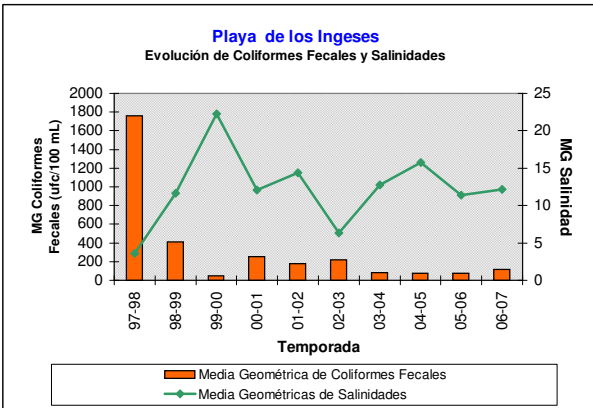
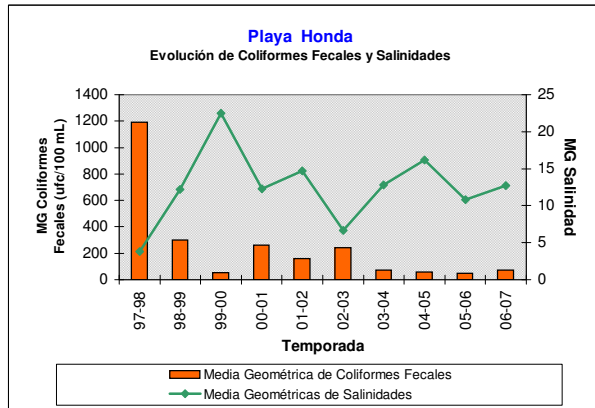
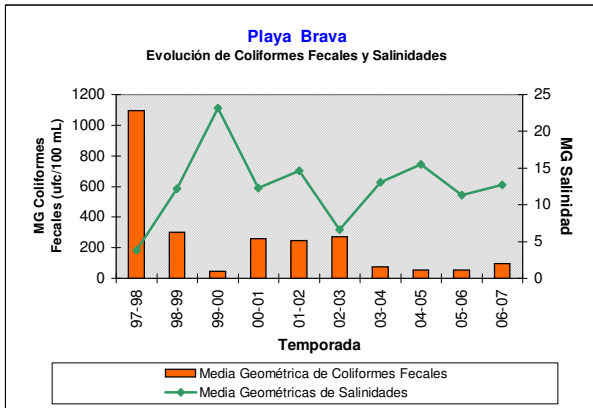
Evolución de la Media Geométrica de los últimos 5 registros representativos*
Playa Miramar



* 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





Anexo III

22 de Noviembre 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	230	60	0,28	39	6,7	21	S		27	
	Profundidad		70	0,20	39	6,6	20	15,0		27	
Z 2	Superficie	150									
	Profundidad	90									
Z 23	Superficie	240									
	Profundidad	240									
Z Malv	Superficie	1040	3	0,19	37	6,0	21	S		26	
	Profundidad	900	3	0,07	38	6,6	20	10,0		26	
Z 34	Superficie	460									
	Profundidad	600									
Z 4	Superficie	330	126	0,20	34	7,4	20	S		24	
	Profundidad	170	134	0,20	34	6,7	20	15,0		25	
Z 5	Superficie	70	56	0,19	27	8,4	22	S		18	
	Profundidad	60	64	0,18	27	8,1	21	15,0		18	
Z 6	Superficie	40									
	Profundidad	490									
Z 7	Superficie	100									
	Profundidad	270									
Z 8	Superficie	40									
	Profundidad										
Z 9	Superficie	270	125	0,24	24	7,9	22	S		24	
	Profundidad	630	81	0,19	36	6,2	21	10,0		36	
Z 10	Superficie	< 10									
	Profundidad										
Z 11	Superficie										
	Profundidad										

5 de Diciembre 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 Profundidad	670	240	0,31	22 27	7,7 6,4	22 22	E 15,0		12 13	
Z 2	Superficie Profundidad	200 420									
Z 23	Superficie Profundidad	130 560									
Z Malv	Superficie Profundidad	240 810	309	0,23	21 25	6,6 5,6	22 22	E 15,0		11 12	
Z 34	Superficie Profundidad	170 360									
Z 4	Superficie Profundidad	260 1400	131	0,17	29 26	7,2 5,4	22 22	E 10,0		10 10	
Z 5	Superficie Profundidad	820 920	121	0,08						12 15	
Z 6	Superficie Profundidad	1660 1310									
Z 7	Superficie Profundidad	1050 630									
Z 8	Superficie Profundidad	70									
Z 9	Superficie Profundidad	7100 2200	276	0,09	20	6,2	23	E 20,0		11 11	
Z 10	Superficie Profundidad	440									
Z 11	Superficie Profundidad										

22 de Diciembre 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 Profundidad	130	198	0,09	23 27	6,4 4,6	24 24	20,0 N-NW		14 17	
Z 2	Superficie Profundidad	170 190									
Z 23	Superficie Profundidad	190 290									
Z Malv	Superficie Profundidad	410 490	2 313	0,04 0,07	20 21	6,0 5,5	24 24	15,0 N-NW		13 13	
Z 34	Superficie Profundidad	350 540									
Z 4	Superficie Profundidad	500 650	125 117	0,04 0,05	20 21	6,5 5,9	24 24	15,0 N		12 13	
Z 5	Superficie Profundidad	80 90	150 158	0,09 0,07	20 22	6,4 5,0	25 24	20,0 N-NW		12 14	
Z 6	Superficie Profundidad	160									
Z 7	Superficie Profundidad	< 10									
Z 8	Superficie Profundidad	360									
Z 9	Superficie Profundidad	390	115 208	0,11 0,05	21 22	5,6 5,0	25 24	15,0 N-NW		13 14	
Z 10	Superficie Profundidad										
Z 11	Superficie Profundidad										

9 de Enero de 2007

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	40			39		24	N		20	
	Profundidad	70						20,0		22	
Z 2	Superficie	<10								20	
	Profundidad	70								22	
Z 23	Superficie	20								18	
	Profundidad	40								22	
Z Malv	Superficie	150			37		24	N		20	
	Profundidad	70						15,0		20	
Z 34	Superficie	90								21	
	Profundidad	210								20	
Z 4	Superficie	90			38		24	N		19	
	Profundidad	110						15,0		20	
Z 5	Superficie	210			39		24	N		20	
	Profundidad	240						20,0		19	
Z 6	Superficie	100								20	
	Profundidad	260								20	
Z 7	Superficie	310								19	
	Profundidad	570								18	
Z 8	Superficie	2000								9	
	Profundidad	1120								16	
Z 9	Superficie	80			35		25	N		11	
	Profundidad	190						10,0		17	
Z 10	Superficie	<100								5	
	Profundidad	680								13	
Z 11	Superficie										
	Profundidad										

29 de Enero de 2007

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	600	98	0,16	31	7	24	E			
	Profundidad	590			35	4	25	10,0			
Z 2	Superficie	170									
	Profundidad	170									
Z 23	Superficie	170									
	Profundidad	180									
Z Malv	Superficie	290	298	0,10	28	6	24	E			
	Profundidad	820	110	0,16	33	3	25	10,0			
Z 34	Superficie	320									
	Profundidad	430									
Z 4	Superficie	110			31	4	25	E			
	Profundidad	940						5,0			
Z 5	Superficie	150			32	6	25	E			
	Profundidad	540			32	4	25	10,0			
Z 6	Superficie	220									
	Profundidad	340									
Z 7	Superficie	370									
	Profundidad	100									
Z 8	Superficie	820									
	Profundidad	610									
Z 9	Superficie	7300	234	0,37	15	7	24	E			
	Profundidad	8800	221	0,23	16	7	24	20,0			
Z 10	Superficie										
	Profundidad										
Z 11	Superficie										
	Profundidad										

15 de Febrero de 2007

Puntos	Profundidad (m)	C. fecales utfc/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 Profundidad	< 10 100			43 43	7,4 7,2	24 24	20,0 NE			
Z 2	Superficie Profundidad	< 10 < 10									
Z 23	Superficie Profundidad	< 10 100									
Z Malv	Superficie Profundidad	100 10			43 43	5,7 5,6	24 24	20,0 NE			
Z 34	Superficie Profundidad	< 10 60									
Z 4	Superficie Profundidad	20 20			40 42	6,0 6,1	24 24	25,0 NE			
Z 5	Superficie Profundidad	< 10 50			43	5,8	24	20,0 NE			
Z 6	Superficie Profundidad	20 60									
Z 7	Superficie Profundidad	10 60									
Z 8	Superficie Profundidad	380 300									
Z 9	Superficie Profundidad	120 40			42	6,9	24	20,0 NE			
Z 10	Superficie Profundidad										
Z 11	Superficie Profundidad	310									

23 de Febrero de 2007

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 Profundidad	30			22 23	9,3 9,1	25 25	Calmo		11	
Z 2	Superficie Profundidad	10								11	
Z 23	Superficie Profundidad	100								11 11	
Z Malv	Superficie Profundidad	10 100			28 22	8,5 5,4	25 25	Calmo		13 14	
Z 34	Superficie Profundidad	10 90								11 12	
Z 4	Superficie Profundidad	20			25 25	9,0 7,5	25 25	Calmo		13	
Z 5	Superficie Profundidad	180 130			15 18	9,6 10,0	25 24	Calmo		8 9	
Z 6	Superficie Profundidad	490 680									
Z 7	Superficie Profundidad	600 760									
Z 8	Superficie Profundidad	140 12200									
Z 9	Superficie Profundidad	< 100 240			17 26	9,8 4,0	25 25	Calmo		10 16	
Z 10	Superficie Profundidad	< 100 990									
Z 11	Profundidad										

20 de Marzo de 2007

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 Profundidad	170			11 15	6,5 5,1	22	NE 10,0			
Z 2	Superficie Profundidad	100 170									
Z 23	Superficie Profundidad	230 270									
Z Malv	Superficie Profundidad	100			11 12	4,6 6,5	22 23	NE 20,0			
Z 34	Superficie Profundidad	1360 1200									
Z 4	Superficie Profundidad	1410 9300			14 18	4,4 3,4	22 23	NE 10,0			
Z 5	Superficie Profundidad	180			3	6,8	23	NE 10,0			
Z 6	Superficie Profundidad	120									
Z 7	Superficie Profundidad	160									
Z 8	Superficie Profundidad	180									
Z 9	Superficie Profundidad	1160			4 5	6,1 5,8	22 22	N 30,0			
Z 10	Superficie Profundidad										
Z 11	Superficie Profundidad										

15 de Noviembre de 2006

Punto	Profundidad	Salinidad	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (grados)	Velocidad (m/s)	Temperatura (°C)	Conductividad (mS/cm)	Viento (Km/h)	Secchi (cm)
Emisario	superficie	25	13800	253	0,30	19	38700	N 15	-
	2 m	25	14100	-	-	-	-		
	4 m	25	1200	306	0,21	18	38700		
	6 m	25	-	312	0,26	18	38700		
	7,5 m	25	100	-	-	-	-		
C1N	superficie	25	< 10	-	-	-	-	-	-
	4 m	23	100	-	-	-	-		
	6 m	22	20	-	-	-	-		
C1S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C1E	superficie	23	30	-	-	-	-	-	-
	4 m	23	40	-	-	-	-		
	6 m	23	40	-	-	-	-		
C1W	superficie	21	9200	-	-	-	-	-	-
	4 m	24	3100	-	-	-	-		
	6 m	25	3000	-	-	-	-		
C2N	superficie	24	10	-	-	-	-	-	-
	4 m	23	20	-	-	-	-		
	6 m	23	< 10	-	-	-	-		
C2S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C2E	superficie	21	100	-	-	-	-	-	-
	4 m	21	20	-	-	-	-		
	6 m	21	< 100	-	-	-	-		
C2W	superficie	24	1840	-	-	-	-	-	-
	4 m	25	950	-	-	-	-		
	6 m	24	1280	-	-	-	-		
C3N	superficie	23	< 10	-	-	-	-	-	-
	4 m	21	20	-	-	-	-		
	6 m	24	< 10	-	-	-	-		
C3S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C3E	superficie	23	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	24	< 100	-	-	-	-		
	6 m	23	< 10	-	-	-	-		
C3W	superficie	24	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	21	-	-	-	-	-		
	6 m	29	890	-	-	-	-		
P	superficie	19	280000	-	-	-	-	-	-
	2 m	20	62000	-	-	-	-		
	4 m	24	79000	-	-	-	-		
	6 m	22	66000	-	-	-	-		
	7,5 m	-	84000	-	-	-	-		
P1N	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
P1S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
P1E	superficie	19	< 100	-	-	25	-	-	-
	4 m	-	< 100	-	-	-	-		
	6 m	22	< 100	-	-	-	-		
P1W	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		

23 de Enero de 2007

Punto	Profundidad	Salinidad	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (grados)	Velocidad (m/s)	Temperatura (°C)	Turbiedad NTU	Viento (Km/h)	Secchi (cm)
Emisario	superficie	20	48000	210	0,30	24	38	N 30	-
	2 m	20	11900	-	-	-	-		
	4 m	19	34000	281	0,23	24	39		
	6 m	19	> 10000	297	0,26	24	40		
	7,5 m	20	10900	-	-	-	-		
C1N	superficie	21	< 100	-	-	-	-	-	-
	4 m	19	10	-	-	-	-		
	6 m	22	10	-	-	-	-		
C1S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C1E	superficie	20	50	-	-	-	-	-	-
	4 m	16	700	-	-	-	-		
	6 m	16	400	-	-	-	-		
C1W	superficie	21	100	-	-	-	-	-	-
	4 m	22	< 100	-	-	-	-		
	6 m	21	6300	-	-	-	-		
C2N	superficie	19	220	-	-	-	-	-	-
	4 m	20	170	-	-	-	-		
	6 m	20	190	-	-	-	-		
C2S	superficie	21	920	-	-	-	-	-	-
	4 m	21	1190	-	-	-	-		
	6 m	22	810	-	-	-	-		
C2E	superficie	21	< 100	-	-	-	-	-	-
	4 m	20	10	-	-	-	-		
	6 m	22	< 100	-	-	-	-		
C2W	superficie	22	>10000	-	-	-	-	-	-
	4 m	19	9700	-	-	-	-		
	6 m	19	-	-	-	-	-		
C3N	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C3S	superficie	21	980	-	-	-	-	-	-
	4 m	21	3300	-	-	-	-		
	6 m	21	1600	-	-	-	-		
C3E	superficie	20	< 100	-	-	-	-	-	-
	4 m	20	-	-	-	-	-		
	6 m	21	< 100	-	-	-	-		
C3W	superficie	21	< 1000	-	-	-	-	-	-
	4 m	20	< 1000	-	-	-	-		
	6 m	22	< 1000	-	-	-	-		
P	superficie	17	300000	-	-	-	-	-	-
	2 m	19	46000	-	-	-	-		
	4 m	19	21000	-	-	-	-		
	6 m	18	87000	-	-	-	-		
	7,5 m	-	133000	-	-	-	-		
P1N	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
P1S	superficie	20	870	-	-	-	-	-	-
	4 m	20	1150	-	-	-	-		
	6 m	21	9200	-	-	-	-		
P1E	superficie	21	< 10	-	-	25	-	-	-
	4 m	19	200	-	-	-	-		
	6 m	21	10	-	-	-	-		
P1W	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		

27 de Febrero de 2007

Punto	Profundidad	Salinidad	C. fecales ufc/100 mL	Dirección (grados)	Velocidad (m/s)	Temperatura (°C)	Turbiedad NTU	Viento (Km/h)	Secchi (cm)
Emisario	superficie	6	200	210	0,30	24	38	N 30	-
	2 m	9	200	-	-	-	-		
	4 m	7	700	281	0,23	24	39		
	6 m	15	58000	297	0,26	24	40		
	7,5 m	14	11000	-	-	-	-		
C1N	superficie	5	140	-	-	-	-	-	-
	4 m	8	530	-	-	-	-		
	6 m	8	1040	-	-	-	-		
C1S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C1E	superficie	6	80	-	-	-	-	-	-
	4 m	11	1560	-	-	-	-		
	6 m	10	2400	-	-	-	-		
C1W	superficie	6	230	-	-	-	-	-	-
	4 m	9	650	-	-	-	-		
	6 m	8	170	-	-	-	-		
C2N	superficie	6	50	-	-	-	-	-	-
	4 m	8	2500	-	-	-	-		
	6 m	15	7600	-	-	-	-		
C2S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C2E	superficie	5,5	30	-	-	-	-	-	-
	4 m	10	650	-	-	-	-		
	6 m	9	460	-	-	-	-		
C2W	superficie	7	>10000	-	-	-	-	-	-
	4 m	12	2400	-	-	-	-		
	6 m	9	190	-	-	-	-		
C3N	superficie	6	80	-	-	-	-	-	-
	4 m	13	3500	-	-	-	-		
	6 m	14	5800	-	-	-	-		
C3S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
C3E	superficie	5	80	-	-	-	-	-	-
	4 m	8	240	-	-	-	-		
	6 m	9	310	-	-	-	-		
C3W	superficie	6,5	120	-	-	-	-	-	-
	4 m	7	170	-	-	-	-		
	6 m	12	7100	-	-	-	-		
P	superficie	6	< 100	-	-	-	-	-	-
	2 m	7	600	-	-	-	-		
	4 m	8	1400	-	-	-	-		
	6 m	14	150000	-	-	-	-		
	7,5 m	15	133000	-	-	-	-		
P1N	superficie	6	290	-	-	-	-	-	-
	4 m	9	1120	-	-	-	-		
	6 m	5	2700	-	-	-	-		
P1S	superficie	-	-	-	-	-	-	-	-
	4 m	-	-	-	-	-	-		
	6 m	-	-	-	-	-	-		
P1E	superficie	5	20	-	-	25	-	-	-
	4 m	8	1600	-	-	-	-		
	6 m	12	15600	-	-	-	-		
P1W	superficie	5	80	-	-	-	-	-	-
	4 m	8	1120	-	-	-	-		
	6 m	8	2300	-	-	-	-		

Anexo IV

Valores obtenidos en los muestreos realizados en la Bahía de Montevideo

Código y Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	Temp. (°C)	pH	CE (µmho/cm)	OD (mg/L)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	DBO (mg/L)	Amonio N-NH3 (mg/L)	Fósforo Total (mg/L. P)	Coliformes Fecales (ufc./100mL)
B1 Desemb. A° Miguelete	18-Ene-07	26,6	7,1	15600	1,2	33	25	10	1,7	0,5	2,3E+05
	23-Feb-07	27,8	7,5	17100	0,1	54	45	90	7,2	0,7	1,3E+06
	20-Mar-07	23,4	6,8	3100	0,6	25	25	6	2,8	0,6	1,7E+05
B2 Arroyo Seco	18-Ene-07	24,6	8,0	14300	7,6	56	25	6	0,3	0,5	2,0E+03
	23-Feb-07	26,6	8,8	18100	10,0	28	25	4	0,5	0,5	6,6E+04
	20-Mar-07	22,3	7,1	3900	6,0	25	25	3	0,9	0,6	2,4E+04
B3 Puerto	18-Ene-07	24,6	8,0	14300	7,6	56	25	6	0,3	0,5	2,0E+03
	23-Feb-07	30,0	8,5	19900	9,0	25	25	5	0,5	0,5	1,4E+04
	20-Mar-07	22,6	6,8	6300	4,2	25	25	3	1,1	0,5	2,1E+04
B4 Isla Libertad	18-Ene-07	25,9	8,6	16400	9,0	43	25	6	0,3	0,5	1,0E+02
	23-Feb-07	24,3	8,7	17000	9,8	25	25	3	0,5	0,5	4,2E+04
	20-Mar-07	22,7	7,2	3400	7,6	39	25	3	0,5	0,5	6,0E+02
B5 Desemb. A° Pantanosos	18-Ene-07	25,7	8,4	16200	8,6	37	25	6	0,3	0,5	1,0E+03
	23-Feb-07	24,4	8,8	17300	10,6	25	25	3	0,5	0,5	5,3E+03
	20-Mar-07	22,8	7,0	2300	6,9	25	25	3	0,5	0,5	5,0E+02

Anexo V

Tabla V.1
Resultados de clorofila *a* del monitoreo de rutina^{1,2}

Fecha	Pajas Blancas	Cerro	Ramírez	Pocitos	Malvín	Carrasco
24/11/06	5	13	15	6	4	4
1/12/06	4	3	3	4	5	7
8/12/06		8	5	4	5	
22/12/06	3	4	5	4	2	
5/01/07	9	8	0	4	4	3
12/01/07	5	6	1	14	10	
19/01/07		3	27			
26/01/07	4		6	4	6	
2/02/07	7	10	8	2	4	6
9/02/07		4	4	5	3	34
11/03/07	3	1	2	2	0	0
16/03/07	3	6	3	7	2	9
23/03/07	5	10	11	3	5	3

Tabla V.2 Resultados de clorofila *a* del monitoreo de alerta^{1,2}

Fecha	Punta Espinillo	La Colorada	Pajas Blancas	Zabala	Punta Yeguas	Santa Catalina	Del Nacional	Cerro	Gas	Gas (50m)	Minas	P.Carretas (oeste)	Ramírez
22/12/06												1463	
5/01/07	6	0		3		6			0				
6/01/07			3		47	36		11					4
8/01/07													4
12/01/07	1598	3382		20									
29/01/07											2		
3/02/07													
7/02/07													
8/02/07													
9/02/07				1		2							
12/02/07							11						
17/02/07													11
25/02/07													
1/03/07			8										
16/03/07													
19/03/07									3884	1381			
21/03/07									21				
23/03/07								10	7				

Fecha	La Estacada	Pocitos	Pocitos (50m)	Puerto Buceo	Buceo	Malvín	Brava	Honda	Ingléses	Verde	Mulata	Carrasco	Miramar
22/12/06		2547	3										
5/01/07	3			3						7			
6/01/07	63	15		278	7	2							
8/01/07	3			9	0				0				
12/01/07					13								
29/01/07												6	16
3/02/07							2	3		4		4	3
7/02/07		205	518										
8/02/07										3		4	8
9/02/07													
12/02/07													
17/02/07													
25/02/07										14	7	8	23
1/03/07	17												
16/03/07												9	
19/03/07	28												
21/03/07													
23/03/07													

¹ 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.

² Los números subrayados corresponden a presencia de espuma