

INFORME

CALIDAD DEL AGUA EN EL PUERTO DE ALMERÍA

FECHA: MAYO 2016



J. Ronco y Cía., S.L.
RONCO



DATOS GENERALES

TÍTULO: Calidad del agua en el Puerto de Almería. Mayo 2016	
LABORATORIO DE ENSAYO: Entidad: LABORATORIO ANALÍTICO BIOCLÍNICO C.I.F.: B04437331 Dirección: C/ Albert Einstein nº7. Parque Científico Tecnológico de Almería. Autovía del Mediterráneo (A-7), Salida 460. 04131, El Alquíán (Almería)	
SOLICITANTE: Entidad: AUTORIDAD PORTUARIA DE ALMERÍA C.I.F.: Q 0400106A Dirección: Muelle de Levante s/n. 04001. Almería	
FECHA DE INICIO: 26/05/2016	FECHA DE FIN: 26/05/2016
Fecha de emisión de informe: 19/07/2016	
Responsables: Isabel M ^a Campoy Jiménez María del Mar Bayo Montoya <p style="text-align: center;">Área de Medioambiente e Inspecciones Medioambientales</p>	

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO	4
3. NORMATIVA.....	4
4. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	5
5. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS	5
6. RESULTADOS	7
6.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN AGUAS.....	7
6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN SEDIMENTOS	9
7. VALORACIÓN DEL ESTADO DE LA MASA DE AGUA DEL PUERTO DE ALMERÍA. 10	
7.1. APLICACIÓN DE ROM 5.1. PROGRAMA DE VIGILANCIA SISTEMÁTICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL PUERTO DE ALMERÍA	10
7.2. VALORACIÓN DEL ESTADO SEGÚN EL RD 817/2015	13
8. CONCLUSIONES	14
ANEXO I	15

1. INTRODUCCIÓN

La Autoridad Portuaria de Almería desarrolla desde el año 2008 un programa de control de la calidad de las aguas en el Puerto de Almería. El principal objetivo de este trabajo es estudiar la calidad de aguas marítimas y sedimentos del Puerto, focalizado sobre la determinación de aquellos indicadores químicos y fisicoquímicos que sean más indicativos del estado de las aguas marítimas. Con este trabajo se pretende aportar información sobre la calidad de las aguas y sedimentos del Puerto de Almería, analizar su evolución a lo largo del tiempo, así como sentar las bases para la gestión ambiental del sistema y la posible aplicación de la ROM 5.1 de forma integral.

Con fecha 18 de febrero de 2013 se publicó el documento ROM 5.1-13, cuyo objetivo principal es incorporar las mejoras en los procedimientos y herramientas propuestos durante el desarrollo e implementación de ROM 5.1-05 en diferentes Puertos. Los trabajos presentados en este informe se corresponden con los descritos en el “*Programa de vigilancia de la calidad ambiental*”, instrumento que permite evaluar la evolución de la calidad ambiental de las Unidades de Gestión Acuática Portuarias. También se realiza la valoración del estado considerando lo establecido en el Real Decreto 817/2015.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es la presentación de los resultados obtenidos en la toma de muestras llevada a cabo en mayo de 2016, correspondiente al segundo trimestre de contrato del año 2016.

3. NORMATIVA

Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

ROM 5.1-13. Recomendación para obras marítimas en Puertos. Versión 2013 (18 de febrero de 2013).

4. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Se han tomado un total de 4 muestras de agua en superficie y 4 muestras de agua integradas en profundidad, en diferentes puntos localizados según se indica en el Anexo I. Los puntos de muestreo se han codificado según se indica a continuación:

PUNTOS	UBICACIÓN
PAL 1	Puerto pesquero
PAL 2	Dársena comercial-zona interior
PAL 4	Puerto deportivo
PAL 6	Dársena comercial-zona exterior

5. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS

Toma de muestras de agua

La toma de muestras se ha llevado a cabo según las indicaciones de las normas internacionales que se citan a continuación:

- UNE-EN 5667-1:2007. Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: *Guía para el diseño de los programas de muestreo* (ISO 5667-1:2007).
- UNE-EN 5667-3:2013. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: *Guía para la conservación y manipulación de muestras* (ISO 5667-3:2012).
- ISO 5667-9:1992. Water quality. Sampling. Part 9: Guidance on sampling from marine waters.

Se han medido *in situ* las variables pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno en el lugar y momento de la toma de muestras de agua. A continuación se muestran algunas fotografías tomadas durante la toma de muestras y medidas *in situ*.



Toma de muestras con botella oceanográfica (muestras integradas)



Toma de datos *in situ*

Las muestras integradas en profundidad se han tomado a partir de la mezcla de las siguientes alícuotas:

PUNTO	PROFUNDIDAD ALÍCUOTA 1	PROFUNDIDAD ALÍCUOTA 2
PAL 1	Superficie	3,5 m
PAL 2	Superficie	10,0 m
PAL 4	Superficie	4,0 m
PAL 6	Superficie	10,0 m

Para llevar a cabo los análisis de las aguas se han tenido en cuenta las normas internacionales publicadas para el análisis de cada contaminante (Normas ISO), así como lo establecido en el Anexo III del Real Decreto 817/2015.

Análisis de aguas:

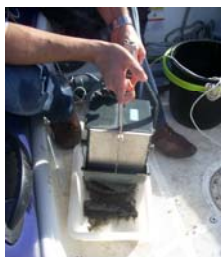
El programa de muestreo es el siguiente:

PARÁMETROS	FECHA DE MUESTREO
pH <i>in situ</i> , CE <i>in situ</i> , Oxígeno disuelto <i>in situ</i> , Temperatura <i>in situ</i> , Turbidez, Hidrocarburos, Clorofila <i>a</i>	Trimestre 1 (enero-marzo), Trimestre 2 (abril-junio), Trimestre 3 (julio-septiembre), Trimestre 4 (octubre-diciembre)
Tritilestaño, Di(2-etilhexil)ftalato, Octilfenol, Nonilfenol, 4-nonilfenol, Pentaclorofenol, Atrazina, Diurón, Isoproturón, Simazina, Cadmio, Mercurio, Níquel, Plomo	Trimestre 2 (abril-junio)

Toma de muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos se han tomado utilizando una draga. Estas muestras se conservan en bote de plástico de 500 mL de capacidad y se trasladan inmediatamente en frío al laboratorio. Las normas de referencia para la toma de muestras en sedimentos se indican a continuación, así como algunas fotografías tomadas durante el muestreo:

- UNE-EN ISO 5667-15:2010. Calidad del agua. Muestreo. Parte 15: Guía para la conservación y manipulación de muestras de lodo y sedimentos. (ISO 5667-15:2009)
- UNE-EN ISO 5667-19:2004. Calidad del agua. Muestreo. Parte 19: Guía para el muestreo de sedimentos marinos (ISO 5667-19:2004).



Toma de muestras de sedimento con draga

Análisis de sedimentos

La programación de toma de muestras y análisis de sedimentos se indica en el siguiente cuadro:

PARÁMETROS	FECHA DE MUESTREO
Nitrógeno total, Fósforo total, Materia orgánica, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, As, Cr, antraceno, fluoranteno, naftaleno, benzo(a)pireno, benzo(k)fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, indeno (1,2,3-cd)pireno	Trimestre 2 (abril-junio), Trimestre 4 (octubre-diciembre)

Se han revisado los métodos de análisis, adaptándolos a los que indica el documento ROM 5.1-13.

La ubicación de los puntos de toma de muestras de agua y sedimento se puede consultar en el Anexo I.

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN AGUAS

Los resultados de todos los contaminantes analizados obtenidos en cada una de las muestras se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos en las muestras de agua. Mayo 2016.

Muestra	PAL 1 PESQUERO	PAL 2 COMERC. INT.	PAL 4 DEPORTIVO	PAL 6 COMERC. EXT
Fecha toma muestra	26.05.2016	26.05.2016	26.05.2016	26.05.2016
Hora toma muestra	09:10	10:16	10:58	10:21
PARÁMETROS BÁSICOS				
pH (ud pH)	8,1	8,2	8,1	8,2
Temperatura (°C)	20,2	20,1	20,9	20,0
Oxígeno Disuelto (mg/L)	>7,3	>7,3	>7,2	>7,4
% Oxígeno Disuelto	>100,0	>100,0	>100,0	>100,0
Conductividad a 20 °C (µS/cm)	51000	51300	50000	50500

Muestra	PAL 1 PESQUERO	PAL 2 COMERC. INT.	PAL 4 DEPORTIVO	PAL 6 COMERC. EXT
CONTAMINANTES GENERALES				
Hidrocarburos disueltos (µg/L)	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Turbidez (UNF)	3,37	1,31	0,46	0,48
Clorofila <i>a</i> (µg/L)*	1,25	2,25	2,12	1,52
METALES				
Cadmio (µg/L)	0,044	0,060	0,075	0,074
Mercurio (µg/L)	0,158	0,072	0,127	0,056
Níquel (µg/L)	5,12	5,83	6,40	6,51
Plomo (µg/L)	0,602	0,387	0,226	0,160
CONTAMINANTES ORGÁNICOS				
Octilfenol (µg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-nonilfenol (µg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pentaclorofenol (µg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP) (µg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tributilestaño (TBT) (µg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Isoproturón (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Atrazina (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Diurón (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Simazina (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

PARÁMETROS BÁSICOS: Se obtuvieron valores de temperatura, conductividad eléctrica y pH en el intervalo esperado para aguas marinas costeras. El porcentaje de oxígeno disuelto presentó valores superiores al 100 %, los cuales indican buena oxigenación de las aguas en todos los puntos de control (Tabla 1).

CONTAMINANTES GENERALES: Las concentraciones de hidrocarburos fueron bajas, obteniéndose valores inferiores al límite de cuantificación del método analítico utilizado en todos los puntos. Por el contrario, se han obtenido valores elevados de turbidez (valores comprendidos entre 3,37 UNF en PAL1 y 0,43 UNF en PAL4) y Clorofila *a* (concentraciones comprendidas entre 2,25 µg/L en PAL2 y 1,25 µg/L en PAL1).

METALES: Las concentraciones de cadmio, níquel y plomo han sido bajas en general en todos los puntos de control e inferiores a las registradas en campañas anteriores. En el caso del mercurio se han obtenido concentraciones más elevadas, en los puntos PAL1 y PAL4 (puertos pesquero y deportivo respectivamente).

CONTAMINANTES ORGÁNICOS: Todos los contaminantes orgánicos analizados han presentado concentraciones inferiores a los límites de cuantificación de los métodos analíticos.

6.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN SEDIMENTOS

Los resultados obtenidos de todos los contaminantes analizados en cada una de las muestras se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos en las muestras de sedimentos. Mayo 2016.

Muestra	PAL 7	PAL 8	PAL 9
Fecha toma muestra	26.05.16	26.05.16	26.05.16
Hora toma muestra	09:59	10:26	09:23
CONTAMINANTES GENERALES			
Nitrógeno total (%)	0,16	0,16	0,14
Fósforo total (mg/kg)	854,37	665,10	746,60
Materia orgánica (%)	13,36	6,97	7,15
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS			
Antraceno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
Fluoranteno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
Naftaleno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
Benzo(a)pireno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
Benzo(b)fluoranteno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
Benzo(k)fluoranteno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
Benzo (g,h,i)perileno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
PAH total (µg/kg)	<2,00	<2,00	<2,00
METALES			
Mercurio (mg/kg)	0,33	0,27	0,38
Cadmio (mg/kg)	0,15	0,11	0,13
Plomo (mg/kg)	76,68	31,52	42,2
Cobre (mg/kg)	85,60	14,45	15,62
Zinc (mg/kg)	92,79	96,74	100,5
Níquel (mg/kg)	6,45	7,29	12,3
Arsénico (mg/kg)	8,05	9,43	11,93
Cromo (mg/kg)	10,82	7,66	6,75

CONTAMINANTES GENERALES: La concentración de nitrógeno total ha sido de 0,14-0,16 % en los puntos de control de sedimentos (Tabla 2). En el caso del fósforo, las concentraciones han oscilado entre 854,37 mg/kg en el punto PAL7 y 665,10 mg/kg en PAL8, mientras que la concentración de materia orgánica ha oscilado entre 13,36 % en el punto PAL7 y 6,97 % en PAL8.

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS: Las concentraciones han sido inferiores a los límites de cuantificación del método analítico en todos los casos (Tabla 2).

METALES: Las concentraciones más bajas se han obtenido para cadmio y mercurio, mientras que las concentraciones más elevadas se han obtenido para el zinc en todos los puntos de control (valores comprendidos entre 100,5 mg/kg en PAL9 y 92,79 mg/kg en PAL7).

7. VALORACIÓN DEL ESTADO DE LA MASA DE AGUA DEL PUERTO DE ALMERÍA

Para la valoración del estado se han considerado los criterios establecidos en el documento ROM, y lo establecido en el RD 817/2015. Para ello es necesario establecer el TIPO de las masas de agua, mediante la estimación de la CATEGORÍA y la CLASE.

El Puerto de Almería se encuentra caracterizado en la Planificación Hidrológica, según este documento se establece:

CATEGORÍA: Aguas costeras

CLASE: Aguas muy modificadas

TIPO CM4: AGUAS COSTERAS MEDITERRÁNEAS DE RENOVACIÓN ALTA

Esta clasificación nos permitirá evaluar los indicadores de calidad.

7.1. APLICACIÓN DE ROM 5.1. PROGRAMA DE VIGILANCIA SISTEMÁTICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL PUERTO DE ALMERÍA

Los análisis realizados permiten el cálculo de indicadores de calidad establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental, para conocer el estado y evolución de la calidad de las masas de agua de la Zona de Servicio Portuario. Los indicadores de calidad evaluados son los siguientes:

- Evaluación de la calidad fisicoquímica del sedimento
- Evaluación de la calidad biológica del agua y del bentos
- Evaluación de la calidad fisicoquímica del agua
- Evaluación de la calidad química del agua y del sedimento (NCA)

Evaluación de la calidad fisicoquímica del sedimento

Los indicadores utilizados en la valoración de la calidad fisicoquímica del sedimento incluyen el carbono orgánico total (COT), el nitrógeno total kjeldahl (NTK) y el fósforo total (PT). La valoración de este elemento se realiza a partir del Índice de Calidad Orgánica (ICO):

$$ICO = CCOT + CNTK + CPT$$

Donde:

CCOT: Valor normalizado del porcentaje medio anual de carbono orgánico total

CNTK: Valor normalizado del porcentaje medio anual de nitrógeno kjeldahl

CPT: Valor normalizado del porcentaje medio anual de fósforo total

Se valora en una escala de 0 a 10.

Se ha obtenido “CALIDAD DEFICIENTE” en el punto PAL7 y “CALIDAD MODERADA” en los puntos PAL8 y PAL9, debido a las concentraciones elevadas de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo total.

A continuación se indican los valores obtenidos en el Puerto de Almería para el indicador ICO:

	PAL7	PAL8	PAL9
Índice de Calidad Orgánico (ICO)	3	4	4
Nivel de Calidad*	DEFICIENTE	MODERADO	MODERADO

*El nivel de calidad debe calcularse con los valores promedio anuales

Evaluación de la calidad biológica del agua y del bentos

Para la aplicación de ROM 5.1-13 el único elemento de calidad biológico obligatorio es el fitoplancton. El indicador establecido para la valoración del fitoplancton es la Clorofila *a*, la calidad biológica se calculará para periodos mínimos anuales, y tomando el valor obtenido para el Percentil 90 de todos los datos disponibles. Según estos criterios, los tipos de calidad asignados a las aguas del Puerto de Almería durante el mes de mayo de 2016 se indican a continuación:

	PAL 1	PAL 2	PAL 4	PAL 6
Calidad biológica UGAP muy modificadas- Renovación Alta*	CALIDAD BUENA	CALIDAD MODERADA	CALIDAD BUENA	CALIDAD BUENA

*El nivel de calidad debe calcularse con los valores promedio anuales

UGAP: Unidades de Gestión Acuática Portuarias

Evaluación de la calidad físico-química del agua

La evaluación de la calidad físico-química del agua se llevará a cabo anualmente, en los mismos puntos de control en los que se realiza la valoración físico-química del sedimento. Los indicadores utilizados son los establecidos en los correspondientes Planes Hidrológicos (condiciones generales de transparencia, oxigenación, nutrientes).

El documento ROM 5.1-13 establece límites para los parámetros turbidez, saturación de oxígeno e hidrocarburos totales. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

INDICADOR	PAL 1	PAL 2	PAL 4	PAL 6
Tipo asignado a Turbidez	Calidad máxima	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a Saturación de Oxígeno	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a Hidrocarburos totales	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
VALORACIÓN GLOBAL	CALIDAD MÁXIMA	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL	MÁXIMO POTENCIAL

Evaluación de la calidad química del agua y del sedimento (NCA)

Calidad química del agua (NCA)

La evaluación de la calidad química se valorará de acuerdo con la legislación vigente en calidad de las aguas (actualmente el RD 817/2015), y se realizará anualmente.

Los contaminantes analizados en las aguas en la campaña del mes de mayo de 2016 en el Puerto de Almería han presentado concentraciones inferiores a los límites establecidos en el RD 817/2015, excepto en el caso de mercurio en los puntos PAL1 y PAL4, en el que se ha encontrado concentración superior al establecido en aguas costeras.

Calidad química de los sedimentos (NCA)

En el caso de los sedimentos, los indicadores incluirán la serie completa de metales pesados e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH) incluidos en el RD 817/2015. En este caso, las NCA quedan definidas en cada Plan Hidrológico de Cuenca, en el Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza este aspecto se encuentra en estudio. En estos casos el documento ROM 5.1-13 establece que la calidad del sedimento se evalúe según los Niveles de Acción inferiores establecidos en las recomendaciones de material de dragado que estén en vigor en el momento de aplicación de dicha Recomendación.

En el periodo considerado LOS VALORES DE CONTAMINACIÓN obtenidos en sedimentos han sido en todos los casos INFERIORES A LOS ESTABLECIDOS EN LAS RECOMENDACIONES de material de dragado establecidos actualmente por el CEDEX.

7.2. VALORACIÓN DEL ESTADO SEGÚN EL RD 817/2015

Según el Real Decreto 817/2015, se define el estado de una masa de agua como el peor valor de su estado ecológico y químico. En el caso de masas de agua muy modificadas, como es el caso de los Puertos, se debe valorar:

- El potencial ecológico, que se clasifica en función de los elementos de calidad establecidos en el Anexo II.F.
- El estado químico, para cuya clasificación se aplican las normas de calidad ambiental establecidas en el Anexo IV (no se evalúa ya que no se han medido estos parámetros)

Valoración del potencial ecológico

Los parámetros considerados para la valoración del potencial ecológico son: Clorofila *a*, turbidez, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto e hidrocarburos totales. En el caso de Clorofila *a*, la clase de calidad se calculará para periodos mínimos anuales, y tomando el valor obtenido para el Percentil 90 de todos los datos disponibles. A continuación se muestra la valoración obtenida en el mes de mayo de 2016.

INDICADOR (agua)	PAL 1	PAL 2	PAL 4	PAL 6
Tipo asignado a Clorofila <i>a</i>	Calidad Moderada	Calidad Moderada	Calidad Moderada	Calidad Moderada
Tipo asignado a Turbidez	Calidad Buena / Superior	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a % Saturación Oxígeno	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
Tipo asignado a Hidrocarburos totales	Máximo Potencial	Máximo potencial	Máximo potencial	Máximo potencial
INDICADOR (Sedimento)	PAL 7	PAL 8	--	PAL 9
Carbono Orgánico Total (COT)	Calidad Deficiente	Calidad Deficiente		Calidad Deficiente
Nitrógeno kjeldahl (NTK)	Calidad Buena / Superior	Calidad Buena / Superior		Calidad Buena / Superior
Fósforo total (PT)	Calidad Moderada	Calidad Buena / Superior		Calidad Buena / Superior
Índice de Calidad Orgánica (ICO)	Calidad Deficiente	Calidad Deficiente		Calidad Deficiente
VALORACIÓN GLOBAL	CALIDAD DEFICIENTE	CALIDAD DEFICIENTE	CALIDAD MODERADA	CALIDAD DEFICIENTE

8. CONCLUSIONES

Las aguas del Puerto de Almería han presentado calidad buena/moderada en el mes de mayo de 2016. Los valores de concentración de hidrocarburos han sido muy bajos, mientras que el oxígeno presentó valores elevados, lo que indica buena oxigenación de las aguas. Las concentraciones de turbidez y Clorofila *a* observados durante el mes de mayo han sido superiores a las registradas normalmente en las aguas del Puerto en todos los puntos de control. Ambos parámetros están relacionados entre sí, y pueden deberse a una mayor concentración de fitoplancton (algas), por la elevada temperatura de las aguas y la presencia de nutrientes. Como consecuencia, el indicador de calidad biológica presentó valores de “CALIDAD BUENA” en los puntos 1, 4 y 6, y “CALIDAD MODERADA” en el punto 2.

Los contaminantes analizados han presentado concentraciones inferiores a los límites de cuantificación, mostrando buena calidad de las aguas. Se han detectado concentraciones bajas de metales, a excepción de mercurio, que presentó valores de concentración superiores a las normas de calidad ambiental establecidas en el RD 817/2015 en los Puertos pesquero y deportivo.

En el caso de los sedimentos se han obtenido concentraciones elevadas de materia orgánica y fósforo total, responsables de que los indicadores de calidad estimados presentaran valoraciones como “DEFICIENTE” y “MODERADO”, no se han detectado PAH, y las concentraciones de metales han sido inferiores a los valores de referencia establecidos por CEDEX.

ANEXO I

LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TOMA DE MUESTRAS

