

Hidrogeología Aplicada al Ambiente

Lic. Emiliano Sebastián Beiza

11-5970-6170

emilianobeiza@hotmail.com

Caracterización de Sitios Contaminados





Figura 1
Ubicación geográfica

Estudio Ambiental Fase I

Estudio realizado en predio que posee 4 tanques subterráneos de almacenamiento de Gas Oil, los que componen un Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos (SASH).

Para cumplimentar con la solicitud emitida por la Agencia de Protección Ambiental (APRA), se realizó el estudio hidrogeológico con la finalidad de obtener la caracterización ambiental del sitio, en cuanto al suelo y al agua subterránea.



Objetivo

- Relevamiento del entorno del sitio donde se localiza el SASH
- Determinar si hay o no impacto
- Identificación y evaluación los compuestos de interés (CDI) que puedan resultar potencialmente contaminantes
- Desarrollo de un Modelo Conceptual Preliminar del Sitio (MCPS)



Metodología

- Estudio de antecedentes.
- Ejecución de tres perforaciones y construcción de tres freáticos de 6 metros de profundidad bajo nivel del terreno.
- Ejecución de 4 sondeos de suelo entre 0,60 y 1,50 metros de profundidad bajo nivel del terreno.
- Medición de niveles piezométricos y relevamiento altimétrico de la cota de las bocas de los freáticos.



Metodología

- Muestreo y análisis químico del agua subterránea en cada frentómetro y de suelos con determinaciones de los siguientes CDI:
 - Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)
 - Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (BTEX)
 - Metil Ter Butil Eter (MTBE)
 - Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)
 - Plomo Tetraetilo
 - Plomo Total



Metodología

- Interpretación de los análisis según la normativa de referencia, determinación de dirección y sentido del movimiento de las aguas subterráneas del acuífero freático en la zona, existencia o ausencia de contaminación por hidrocarburos.
- Informe Final Fase I.



Normas de Calidad

- ASTM E-1527/00. Práctica estándar para la Evaluación Ambiental de Sitios: Fase I Proceso de Evaluación Ambiental.
- ASTM D-4448-85a/92. Standard Guide for Sampling Groundwater Monitoring Well.
- ASTM D-4220/89. Transporte y preservación de muestras.
- ASTM D-4448/92. Pozos de muestreo de agua subterránea.
- ASTM D-5238/92. Aseguramiento de calidad.
- ASTM D-5088/90. Descontaminación de equipamiento de campo.
- ASTM D-5434/93. Registros de exploración de campo.
- ASTM D-53/90. Terminología a aplicar.

Normas de Calidad

- ASTM D-4687/95. Plan de muestreo.
- EPA 530-R493-001. Guía técnica para pozos de monitoreo de agua subterránea.
- EPA 1992. RCRA. Monitoreo de agua subterránea: Guía técnica.
- IRAM 29481-1. Muestreo Parte I: Directivas para el diseño de programas de muestreo.
- IRAM 29012-11-1999. Calidad Ambiental – Calidad del agua. Directivas para el muestreo de aguas subterráneas.
- ISO 5667. Metodología de extracción de muestras de agua.



Normativas de Referencia

- Resolución 326/13 - Anexo IV - APRA - CABA. Estudio de Información Ambiental. Niveles Guía y Pautas Adicionales de Evaluación.
- Ley 24.051. Residuos Peligrosos.
- Decreto 831/93. Reglamentación Ley 24.051.
- Circular on target and intervention values for soil remediation, Anexo A, Tablas 1a, 1b, 2b. Normativa Holandesa, Versión 2000.



Identificación y Localización de Instalaciones Subterráneas

4 tanques subterráneos con combustibles (SASH) con las siguientes características:

- Capacidad: 15 m³
- Producto almacenado: Gas Oil
- Fabricación: Diciembre 1984
- Instalación: Enero 1985





Foto 1
Galpón donde se
localiza el SASH



Foto 2
Pared lateral del
galpón donde se
localiza el SASH

Estudio de Suelos

- Se realizaron cuatro muestreos de suelo.
- Las muestras de suelo se colectaron a profundidades entre los 0,80 y 1,50 mbnt (metros bajo el nivel del terreno):

Muestra	Coordenadas		Profundidad (mbnt)	Descripción
	Latitud Sur	Longitud Oeste		
S1			0,80 – 1,00	Suelo de textura limo-arcillosa, castaño oscuro.
S2			0,80 – 1,00	Suelo de textura limo-arcillosa, castaño. Olor a HC.
S3			0,80 – 1,00	Suelo de textura areno-arcillosa, castaño oscuro. Olor a HC.
S4			0,80 – 1,50	Suelo de textura limo-arcillosa, castaño rojizo. Olor a HC.

- La toma de muestras de suelo se realizó utilizando guantes de látex descartables y las mismas se envasaron en frascos de vidrio de 200 gramos cerrados herméticamente, asegurando su custodia hasta el momento de ser remitidas al laboratorio para su análisis, según parámetros indicados en la Res. 326/13 – Anexo IV – APRA (CDI).



Foto 3
Rotura de hormigón
previo a sondeo S3





Foto 4
Suelo extraído del
sondeo S3





Foto 5
Muestras de suelo



Resultados Analíticos Suelos

CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)	Normativa Holandesa (Anexo A)			
					Tabla 9	Tabla 1a	Tabla 1b		Tabla 2b
	S1	S2	S3	S4	Nivel Guía Uso Residencial	Valor de Intervención	Valor Objetivo	Valor de Intervención	Nivel de Contaminación Grave
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	850	560	52500	1350	No Especificado	-	50	5000	-
BTEX									
Benceno	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,5	-	0,01	1	-
Tolueno	< 0,05	< 0,05	8,50	< 0,05	3	-	0,01	130	-
Etilbenceno	< 0,05	< 0,05	152	< 0,05	5	-	0,03	50	-
Xilenos	< 0,05	< 0,05	380	< 0,05	5	-	0,1	25	-
Metil Ter Butil Eter (MTBE)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	No Especificado	-	-	-	100
PAHs						1	40		
Benzo (A) Antraceno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	-	-		-
Benzo (A) Pireno	< 0,1	< 0,1	14,2	0,8	1	-	-	-	-
Benzo (B) Fluoranteno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	-	-	-	-
Benzo (K) Fluoranteno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	-	-	-	-
Dibenzo (A,H) Antraceno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	-	-	-	-
Fenantreno	< 0,1	< 0,1	12,7	1,2	5	-	-	-	-
Indeno (1,2,3-CD) Pireno	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	-	-	-	-
Naftaleno	6,5	2,6	290	12,6	5	-	-	-	-
Pireno	< 0,1	< 0,1	4,9	3,2	10	-	-	-	-
Plomo Tetraetilo	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	No Especificado	-	-	-	-
Plomo (total)	< 5	< 5	< 5	< 5	500	530	-	-	-

Estudio de Agua Subterránea

Se construyeron 3 freatímetros para el monitoreo de agua subterránea:

- Rotura de piso de hormigón armado de aproximadamente 30 centímetros de espesor.
- Cateo manual con barreno de 4 pulgadas de diámetro hasta una profundidad de 1 metro para descartar cualquier tipo de interferencia:
 - De 0 a 0,30 metros de profundidad: Piso de hormigón armado.
 - De 0,30 a 0,80 metros de profundidad: Relleno de arena, tierra negra y fragmentos de ladrillos.
 - A los 0,80 metros de profundidad: Adoquines (en la antigüedad formaban empedrado).
 - A partir de los 0,80 metros de profundidad: Limos arcillo-arenosos.

Estudio de Agua Subterránea

- Perforación en seco con sistema Auger con equipo mecanizado de perforación helicoidal rotativo a bajas revoluciones.
- Diámetro de 4 pulgadas (10 mm) y hasta una profundidad de 6 mbnt (NF entre los 1,50 y 2,50 mbnt).

Freatímetro	Coordenadas		Cota Boca Pozo (msnm)	Nivel Freático	
	Latitud Sur	Longitud Oeste		Profundidad (mbbp)	Cota (msnm)
F1			2,000	1,905	0,095
F2			1,985	1,686	0,299
F3			1,425	2,720	-1,295



Foto 6
Perforación para
Freatímetro F2



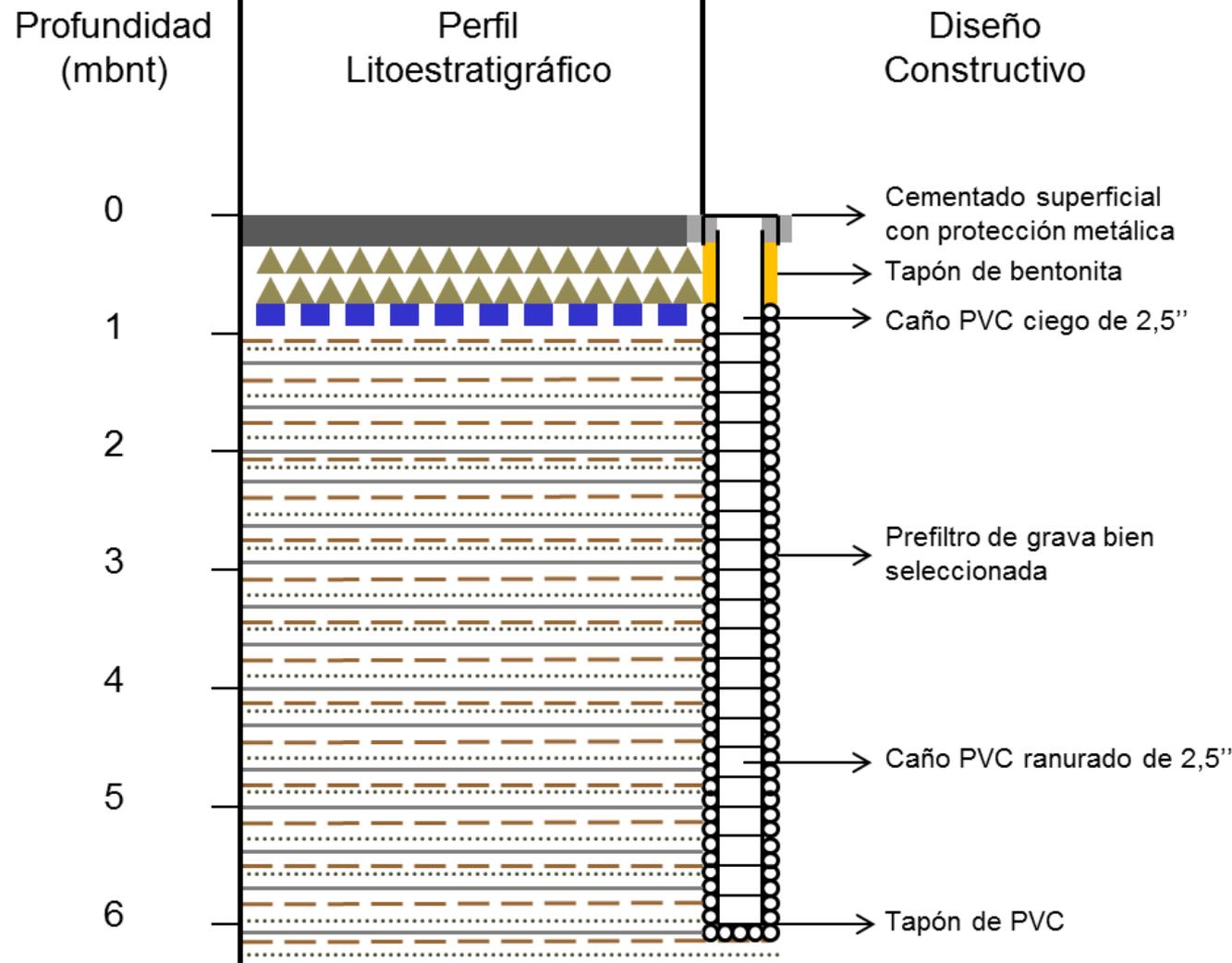
Foto 7
Cateo previo a
perforación para
Freatímetro F3





Foto 8
Perforación para
Freatímetro F3





Referencias

-  Piso de hormigón armado
-  Relleno de arena, tierra negra y fragmentos de ladrillos
-  Nivel de antiguo empedrado
-  Limos arcillo-arenosos

Escala vertical

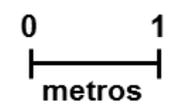


Figura 2
Diseño constructivo de los 4 freáticos construidos



Foto 9
Freatímetro F1, F2 y F3
terminados



Estudio de Agua Subterránea

- Nivelación de los freáticos.
- Desarrollo de los freáticos.
- Medición de NF y muestreo luego de 48 horas.

Muestras	Coordenadas		Descripción
	Latitud Sur	Longitud Oeste	
F1			Aprox. 3 cm de FLNA aceitosa. Olor a HC.
F2			Agua turbia.
F3			Aceitosa. Olor a HC.

- Muestreo de agua de los freáticos utilizando guantes de látex y muestreadores tipo Bayler de 38 mm de diámetro y 1 metro de longitud, ambos descartables.
- Las muestras se envasaron en botellas de vidrio de 1 litro, cerradas herméticamente, asegurando su custodia y refrigeración hasta el momento de ser remitidas al laboratorio para su análisis, según parámetros indicados en la Res. 326/13 – Anexo IV – APRA (CDI).

Foto 10
Muestras de agua
subterránea



Resultados Analíticos Agua Subterránea

CDI (mg/L)	Muestras de Agua Subterránea			Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)	Normativa Holandesa (Anexo A)			
				Tabla 1	Tabla 1a	Tabla 1b		Tabla 2b
	F1	F2	F3	Nivel Guía Bebida Humana	Valor de Intervención	Valor Objetivo	Valor de Intervención	Nivel de Contaminación Grave
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	1100	85	1680	No Especificado	-	0,050	0,600	-
BTEX								
Benceno	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,010	-	0,0002	0,030	-
Tolueno	0,50	< 0,01	1,50	1,000	-	0,007	1,000	-
Etilbenceno	40,5	< 0,01	52,5	0,700	-	0,004	0,150	-
Xilenos	85,5	< 0,03	90,6	10,000	-	0,0002	0,070	-
Metil Ter Butil Eter (MTBE)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	No Especificado	-	-	-	9,200
PAHs								
Benzo (A) Pireno	0,0045	< 1x10 ⁻⁶	0,0065	0,0001	-	5x10 ⁻⁷	0,00005	-
Fluoranteno	0,0189	< 1x10 ⁻⁶	0,0256	0,190	-	3x10 ⁻⁶	0,001	-
Plomo Tetraetilo	< 0,1	< 0,1	< 0,1	No Especificado	-	-	-	-
Plomo (total)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,050	0,075	-	-	-

Equipotencial
Acuífero Pampeano
(freático)



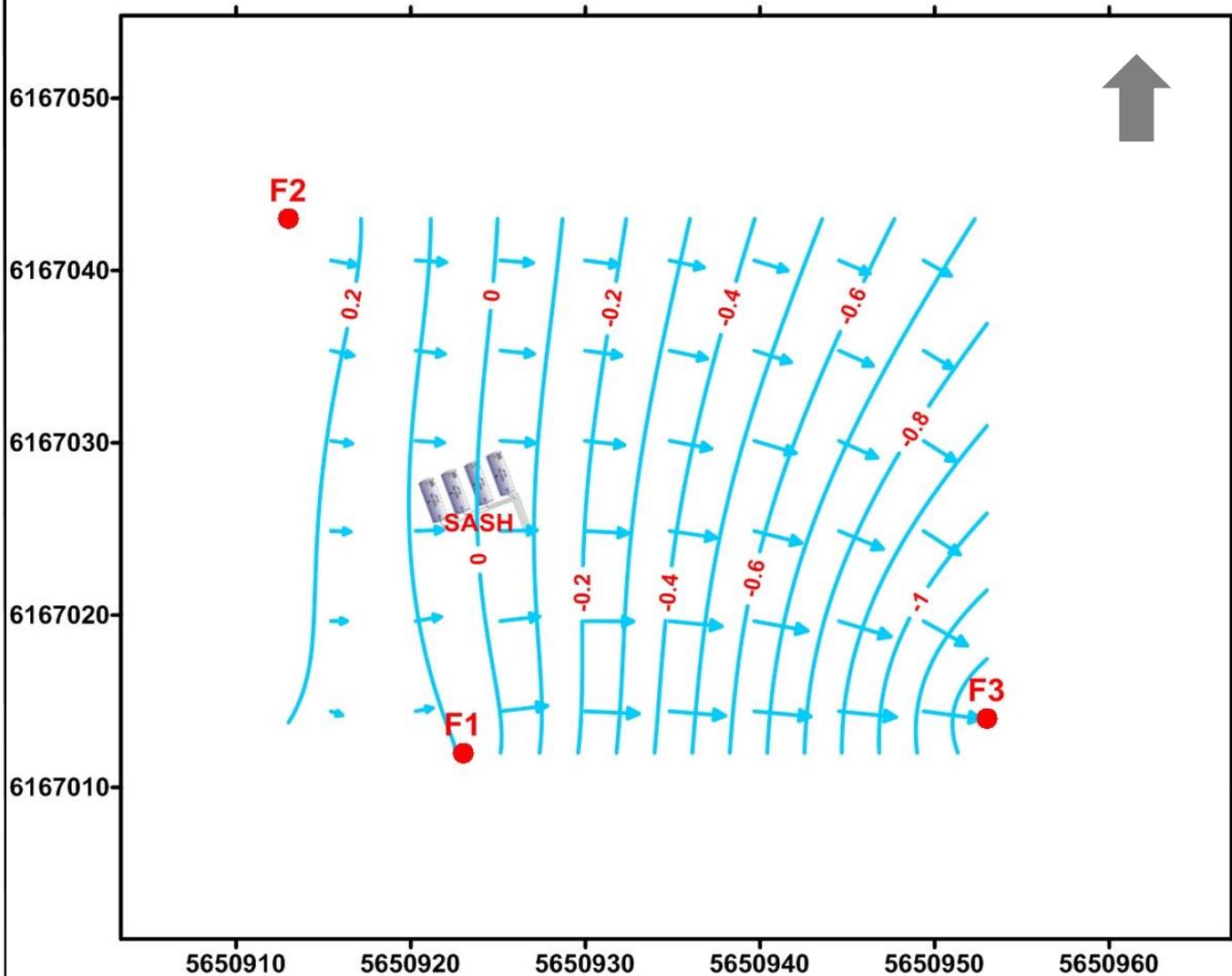
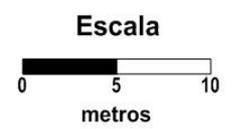


Figura 3
Escorrimento del acuífero Pampeano en el sitio en estudio

Escorrimento O-ESE (oeste hacia este-sudeste). La velocidad del flujo se considera moderada (marcada diferencia de potenciales hidráulicos) lo que implica un riesgo considerable de dispersión de contaminantes siguiendo el escurrimento mencionado.

Referencias

- **F1** Freatímetro
- **-1** Curva Equipotencial (msnm)
- SASH** Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos



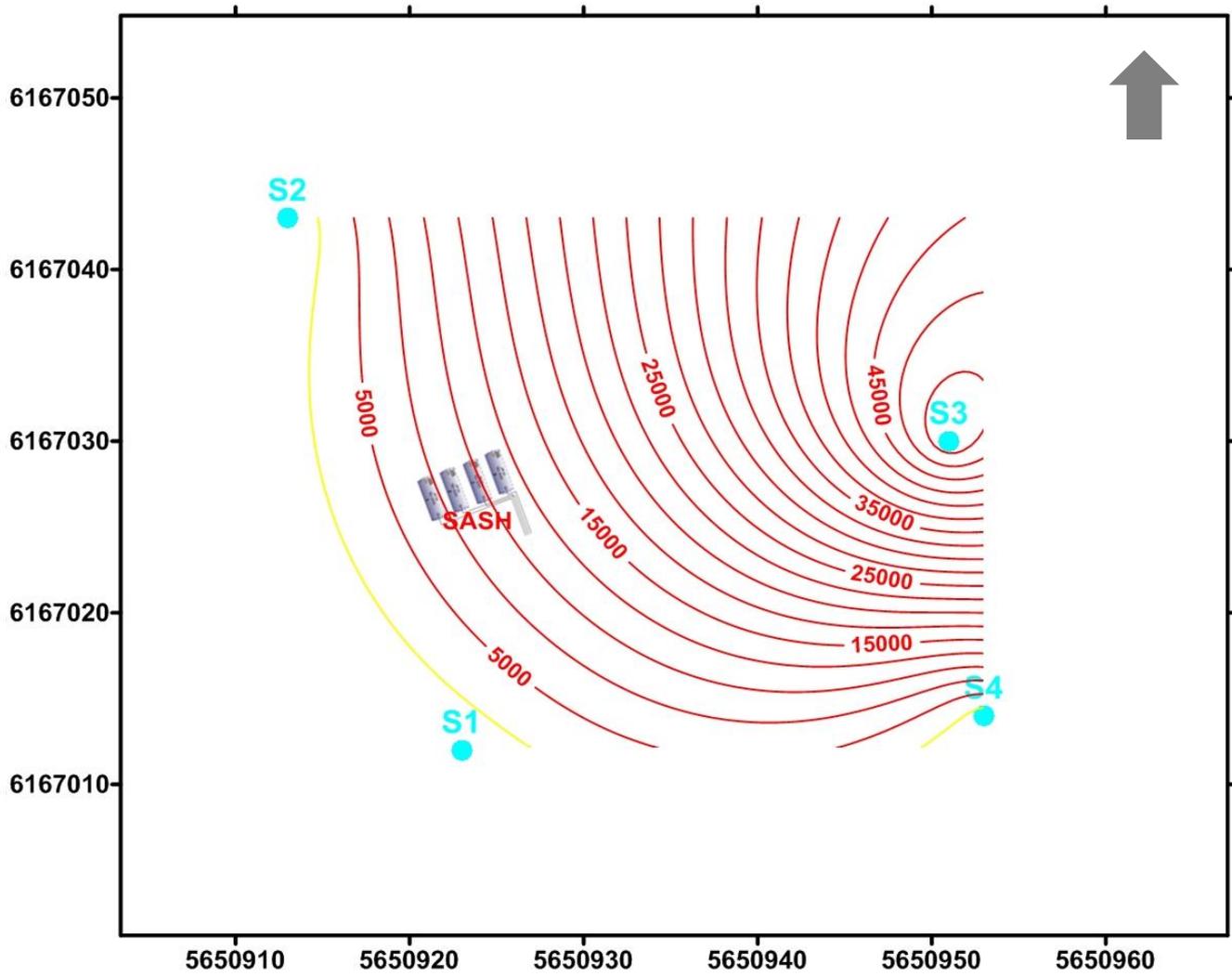
Isoconcentraciones de CDI en Suelos



Figura 4

Isoconcentraciones de HTP en Suelos

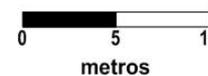
Se observan valores de intervención para HTP (isocurvas en rojo) a partir de 5.000 mg/kg. Las isocurvas inferiores a ese valor (en amarillo) indican valores para monitorear, comprendidos entre 50 y 5.000 mg/kg.



Referencias

- F1** Freatímetro
- 500** Curva Isovalor Anómala (mg/L) -Mayor a NG-
- SASH** Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

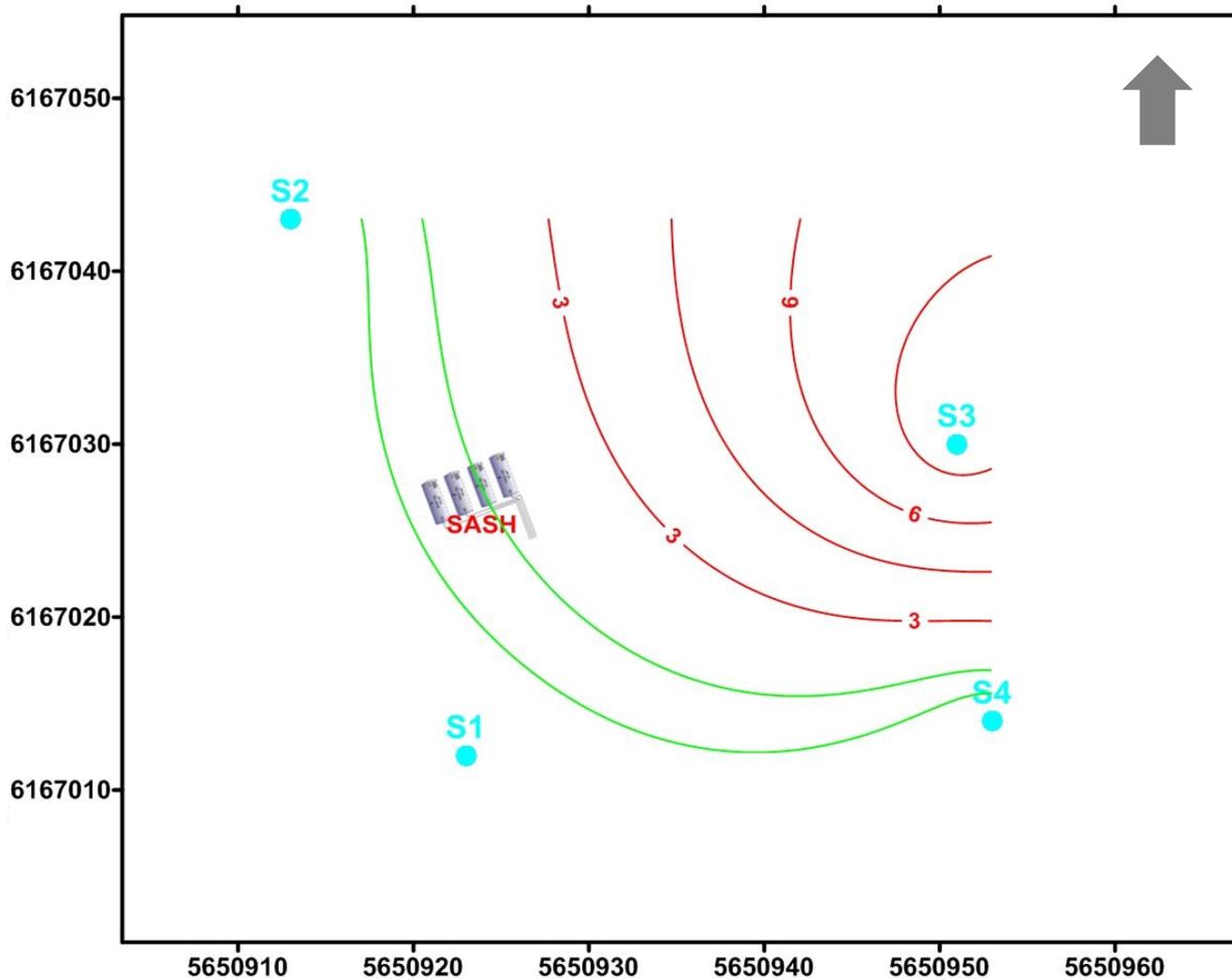
Escala



CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)	Normativa Holandesa (Anexo A)	
					Tabla 9	Tabla 1b	
	S1	S2	S3	S4	Nivel Guía Uso Residencial	Valor Objetivo	Valor de Intervención
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	850	560	52500	1350	No Especificado	50	5000

Figura 5
Isoconcentraciones de
Tolueno en Suelos

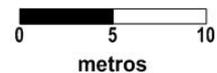
Se observan valores anómalos de Tolueno (isocurvas en rojo) a partir de 3 mg/kg. Las isocurvas inferiores a ese valor (en verde) indican valores permitidos.



Referencias

- S1 Sondeo de suelo
- 3 — Curva Isovalor Anómala (mg/kg) -Mayor a NG-
- — Curva Isovalor Permitido (mg/kg) -Menor a NG-
- SASH** Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

Escala

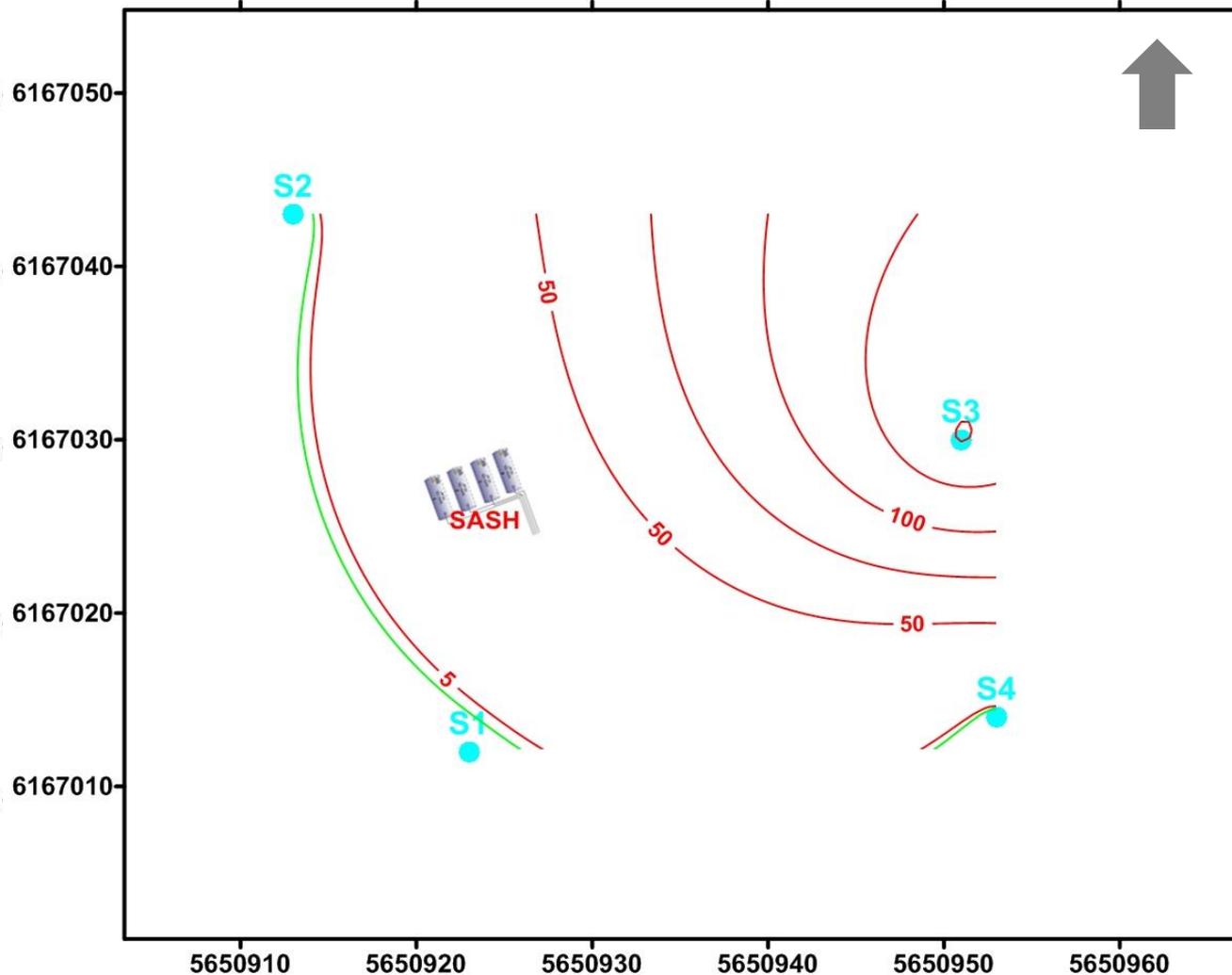


CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
	S1	S2	S3	S4	Tabla 9 Nivel Guía Uso Residencial
Tolueno	< 0,05	< 0,05	8,50	< 0,05	3

Figura 6

Isoconcentraciones de Etilbenceno en Suelos

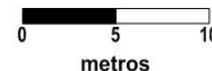
Se observan valores anómalos de Etilbenceno (isocurvas en rojo) a partir de 5 mg/kg. Las isocurvas inferiores a ese valor (en verde) indican valores permitidos.



Referencias

- S1 Sondeo de suelo
- 5 — Curva Isovalor Anómala (mg/kg) -Mayor a NG-
- — Curva Isovalor Permitido (mg/kg) -Menor a NG-
- SASH Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

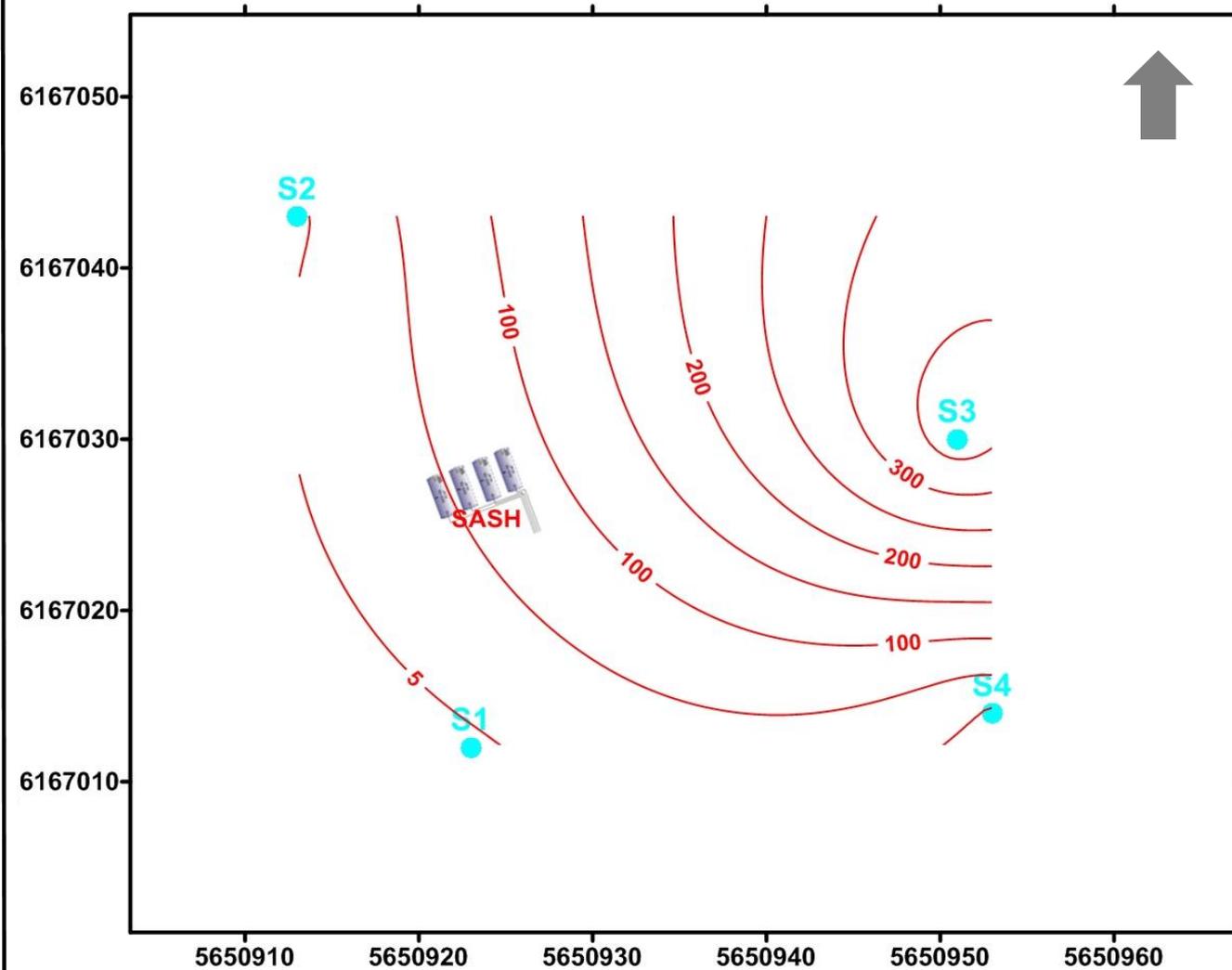
Escala



CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
	S1	S2	S3	S4	Tabla 9 Nivel Guía Uso Residencial
Etilbenceno	< 0,05	< 0,05	152	< 0,05	5

Figura 7
Isoconcentraciones de
Xileno en Suelos

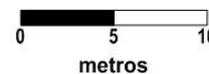
Se observan valores anómalos de Xileno (isocurvas en rojo) a partir de 5 mg/kg.



Referencias

- S1 Sondeo de suelo
- 5 — Curva Isovalor Anómala (mg/kg) -Mayor a NG-
- SASH Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

Escala

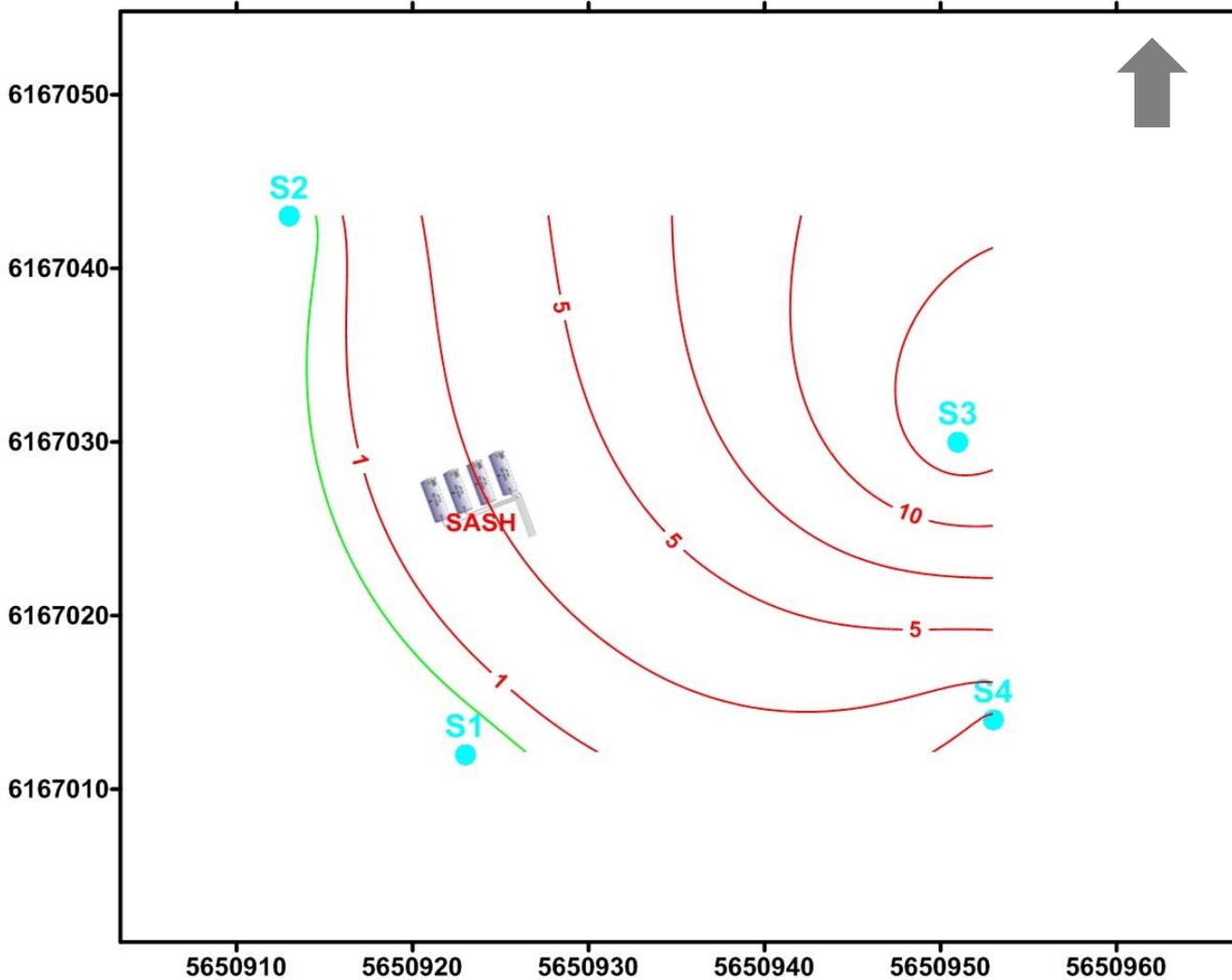


CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
	S1	S2	S3	S4	Tabla 9 Nivel Guía Uso Residencial
Xilenos	< 0,05	< 0,05	380	< 0,05	5

Figura 8

Isoconcentraciones de Benzo (A) Pireno en Suelos

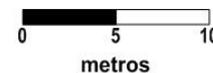
Se observan valores anómalos de Benzo (A) Pireno (isocurvas en rojo) a partir de 1 mg/kg. Las isocurvas inferiores a ese valor (en verde) indican valores permitidos.



Referencias

- S1 Sondeo de suelo
- - 1 Curva Isovalor Anómala (mg/kg) -Mayor a NG-
- Curva Isovalor Permitido (mg/kg) -Menor a NG-
- SASH Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

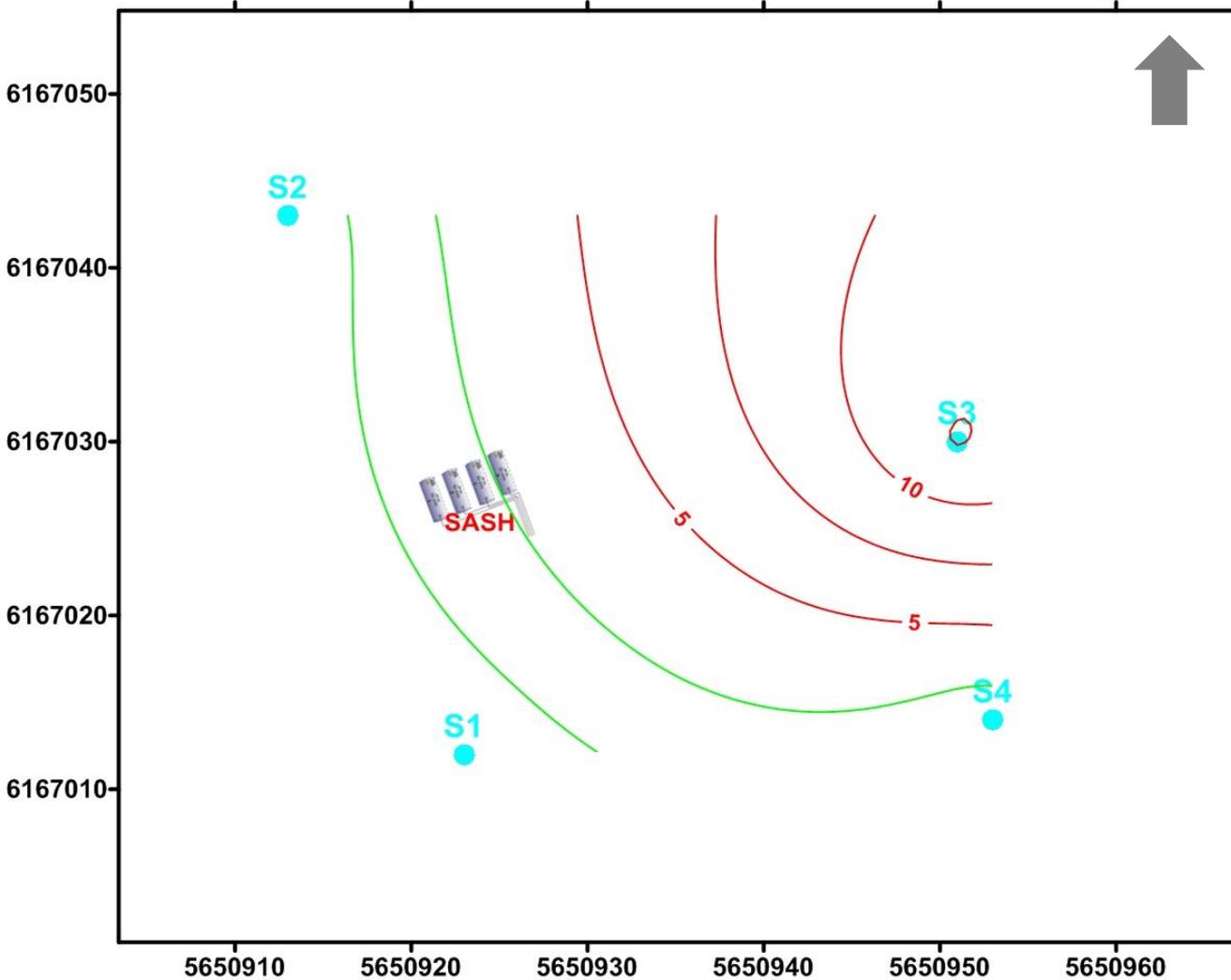
Escala



CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
	S1	S2	S3	S4	Tabla 9 Nivel Guía Uso Residencial
Benzo (A) Pireno	< 0,1	< 0,1	14,2	0,8	1

Figura 9

Isoconcentraciones de Fenantreno en Suelos

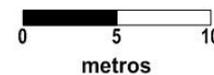


Se observan valores anómalos de Fenantreno (isocurvas en rojo) a partir de 5 mg/kg. Las isocurvas inferiores a ese valor (en verde) indican valores permitidos.

Referencias

- S1 Sondeo de suelo
- 5 — Curva Isovalor Anómala (mg/kg) -Mayor a NG-
- — Curva Isovalor Permitido (mg/kg) -Menor a NG-
- SASH Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

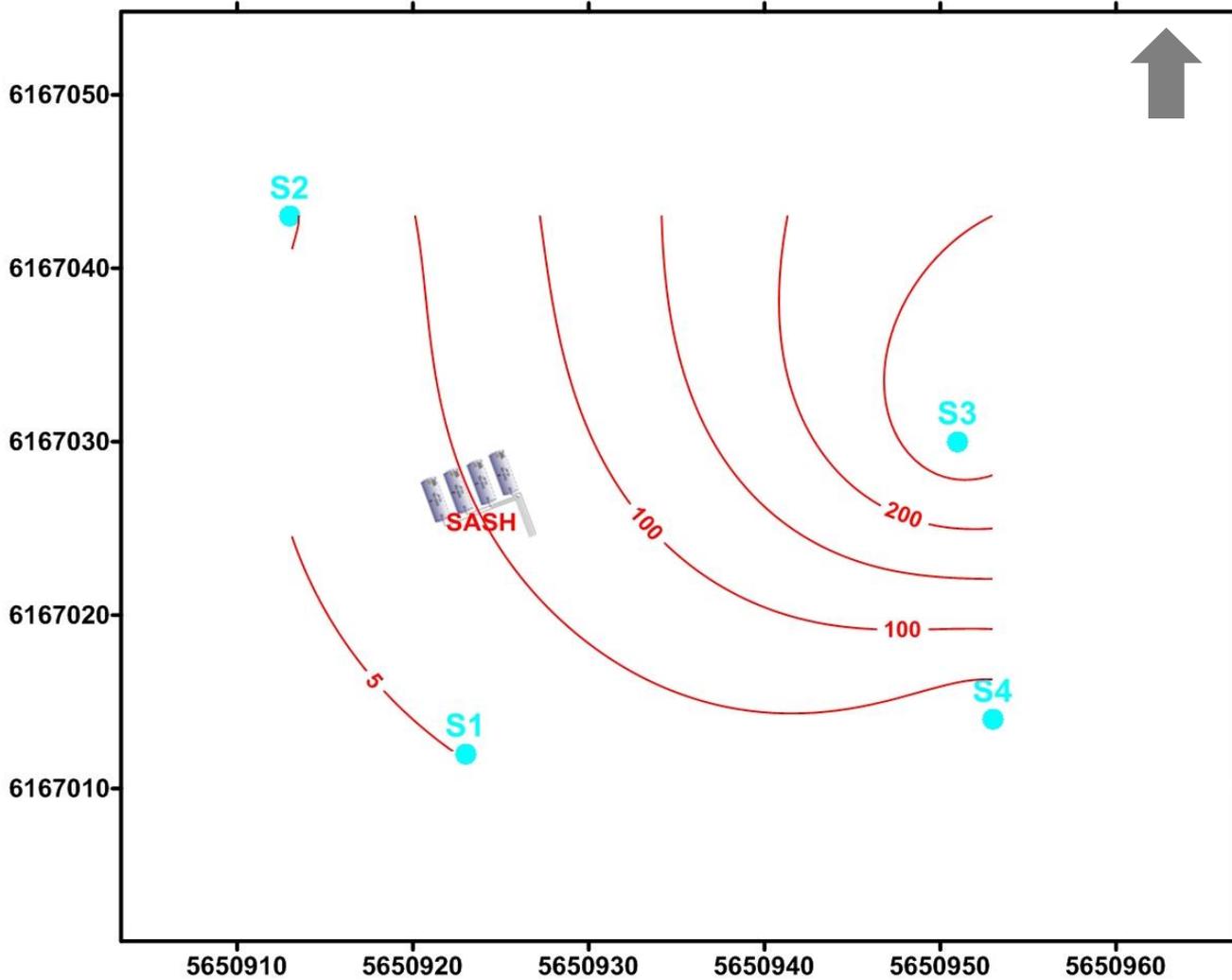
Escala



CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
	S1	S2	S3	S4	Tabla 9 Nivel Guía Uso Residencial
Fenantreno	< 0,1	< 0,1	12,7	1,2	5

Figura 10
Isoconcentraciones de
Naftaleno en Suelos

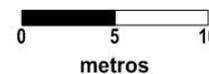
Se observan valores anómalos de Naftaleno (isocurvas en rojo) a partir de 5 mg/kg.



Referencias

- S1 Sondeo de suelo
- 5 — Curva Isovalor Anómala (mg/kg) -Mayor a NG-
- SASH Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

Escala



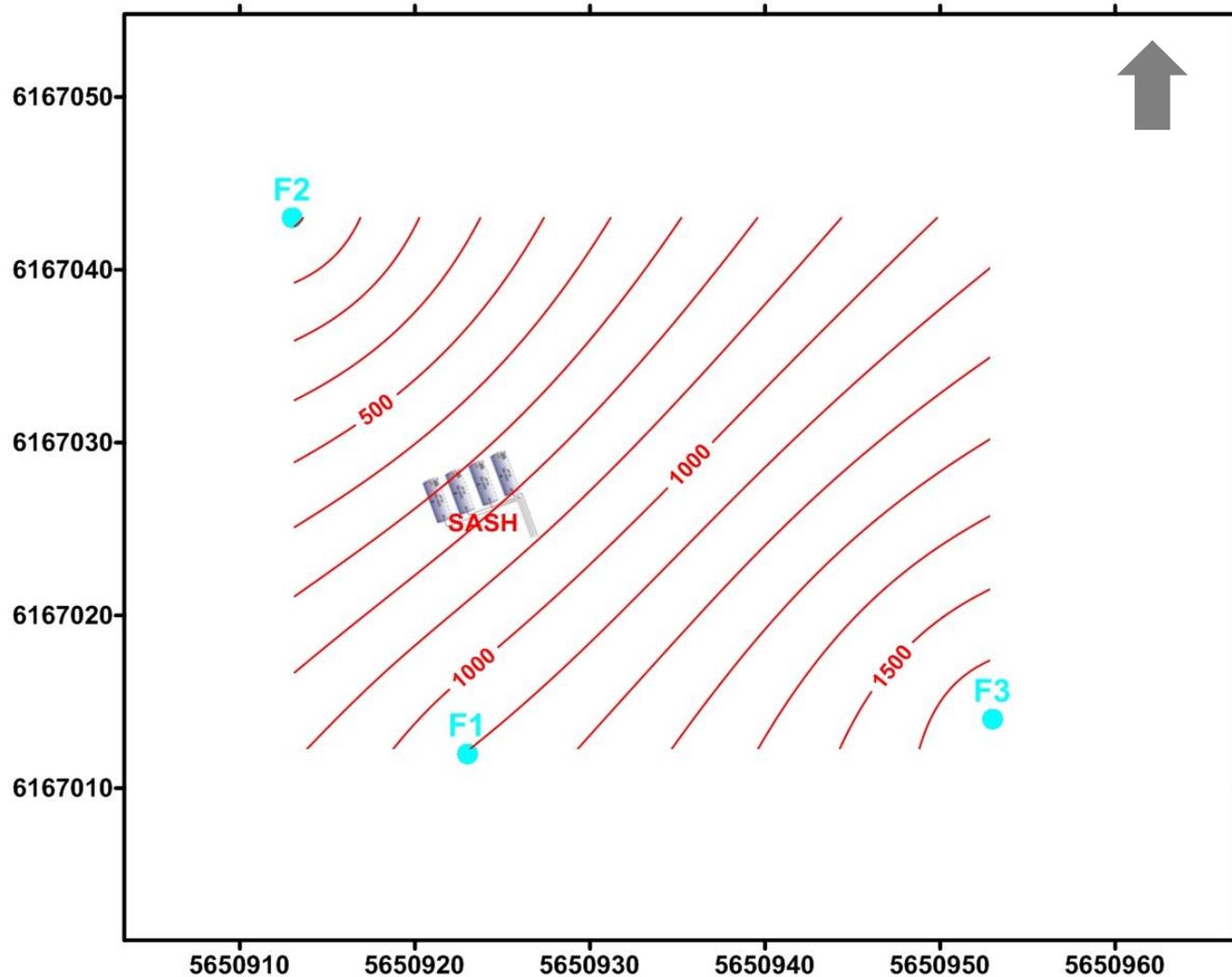
CDI (mg/kg)	Muestras de Suelo				Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
	S1	S2	S3	S4	Tabla 9 Nivel Guía Uso Residencial
Naftaleno	6,5	2,6	290	12,6	5

Isoconcentraciones de CDI en Agua Subterránea



Figura 11
Isoconcentraciones de
HTP en Agua
Subterránea

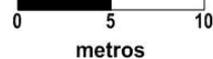
Se observan valores de
intervención para HTP
(isocurvas en rojo).



Referencias

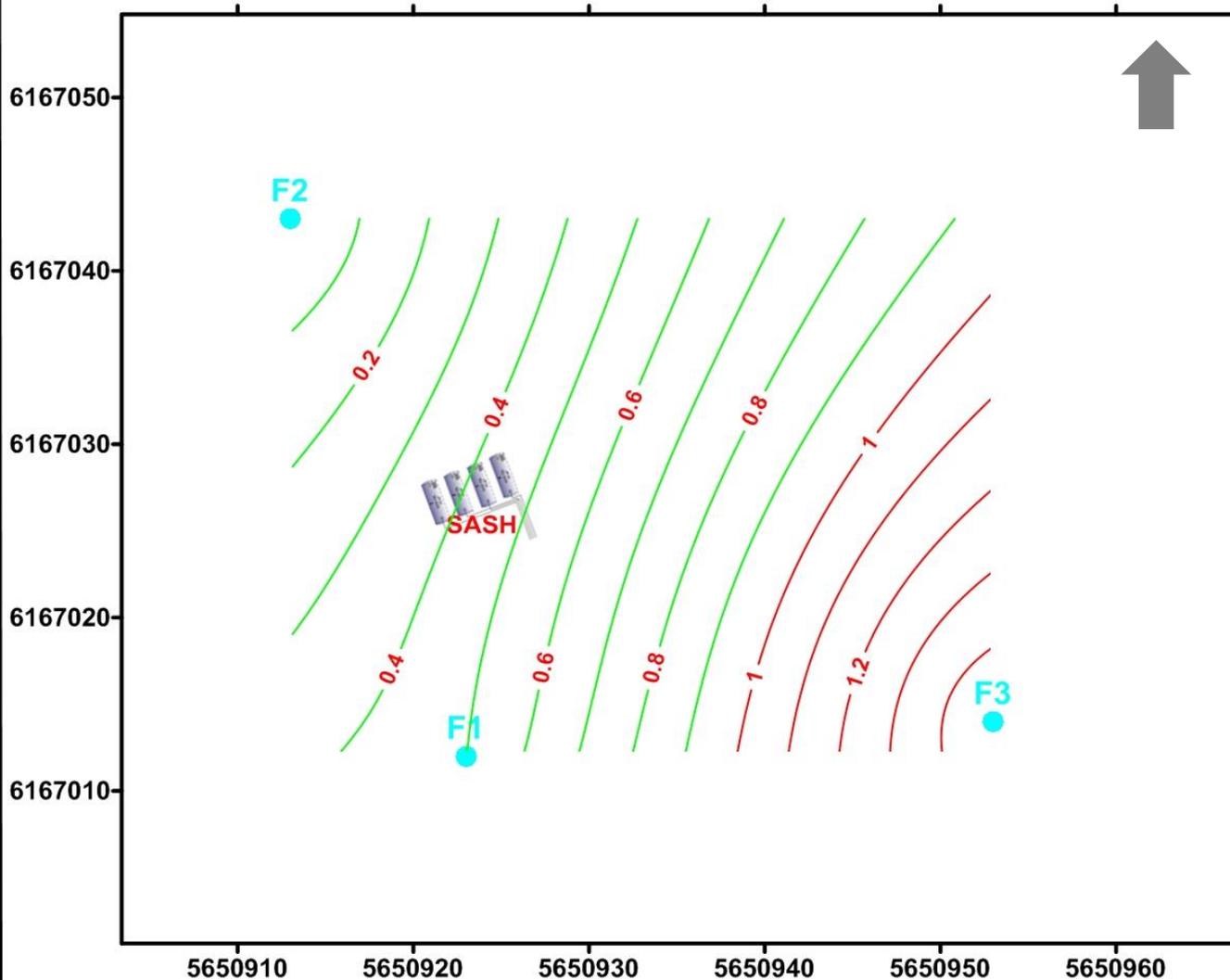
-  F1 Freatímetro
-  500 Curva Isovalor Anómala (mg/L) -Mayor a NG-
-  SASH Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

Escala



CDI (mg/L)	Muestras de Agua Subterránea			Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)	Normativa Holandesa (Anexo A)	
				Tabla 1	Tabla 1b	
	F1	F2	F3	Nivel Guía Bebida Humana	Valor Objetivo	Valor de Intervención
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	1100	85	1680	No Especificado	0,050	0,600

Figura 12
Isoconcentraciones de
Tolueno en Agua
Subterránea

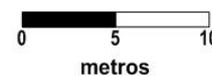


Se observan valores anómalos de Tolueno (isocurvas en rojo) a partir de 1 mg/L. Las isocurvas inferiores a ese valor (en verde) indican valores permitidos.

Referencias

- F1 Freatímetro
- 1 — Curva Isovalor Anómala (mg/L) -Mayor a NG-
- 0.2 — Curva Isovalor Permitida (mg/L) -Menor a NG-
- SASH Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

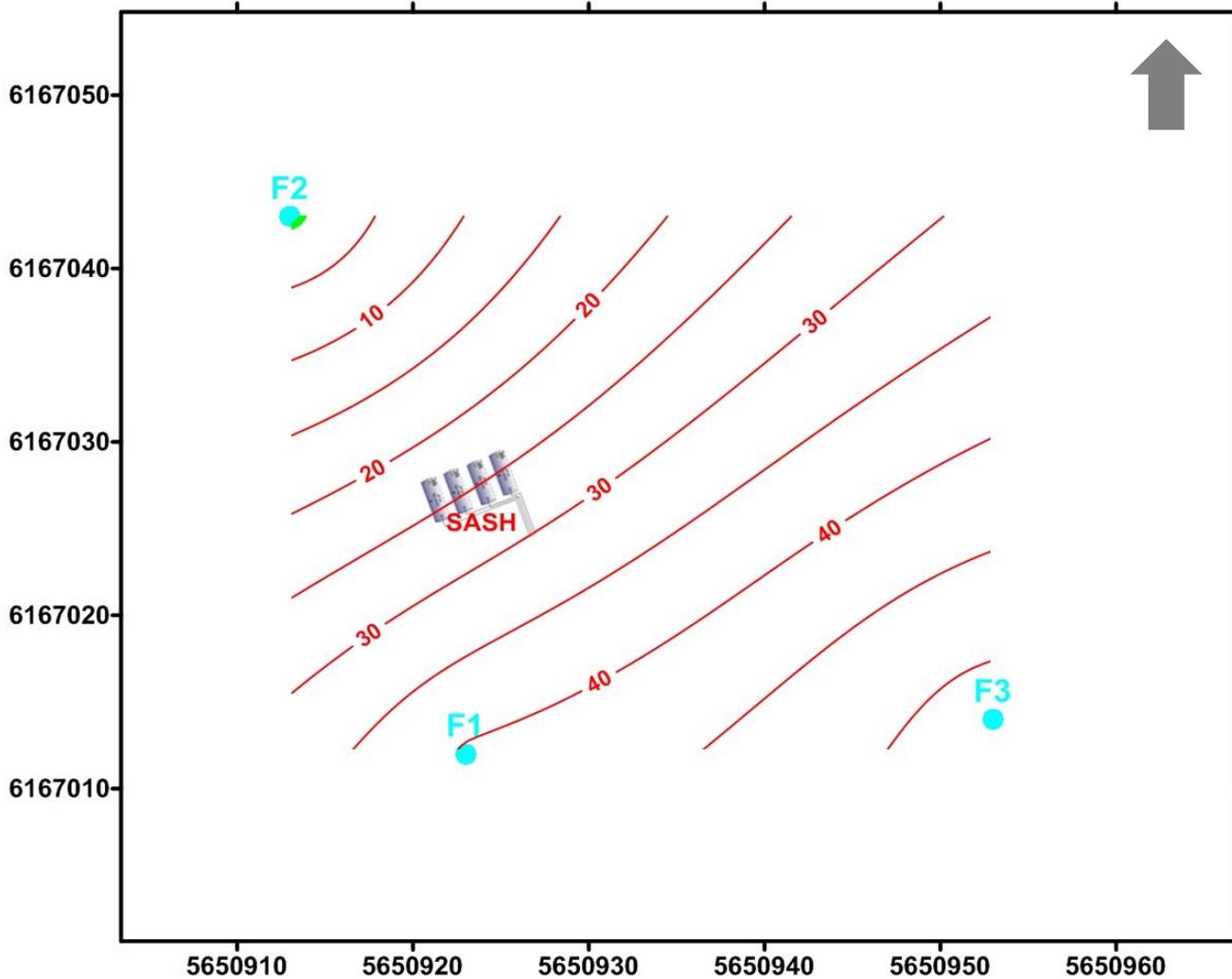
Escala



CDI (mg/L)	Muestras de Agua Subterránea			Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
				Tabla 1
	F1	F2	F3	Nivel Guía Bebida Humana
Tolueno	0,50	< 0,01	1,50	1,000

Figura 13
Isoconcentraciones de
Etilbenceno en Agua
Subterránea

Se observan valores anómalos de Etilbenceno (isocurvas en rojo) a partir de 0,7 mg/L. Las isocurvas inferiores a ese valor (en verde) indican valores permitidos.



Referencias

- F1** Freatímetro
- 10** Curva Isovalor Anómala (mg/L) -Mayor a NG-
- 0,7** Curva Isovalor Permitida (mg/L) -Menor a NG-
- SASH** Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

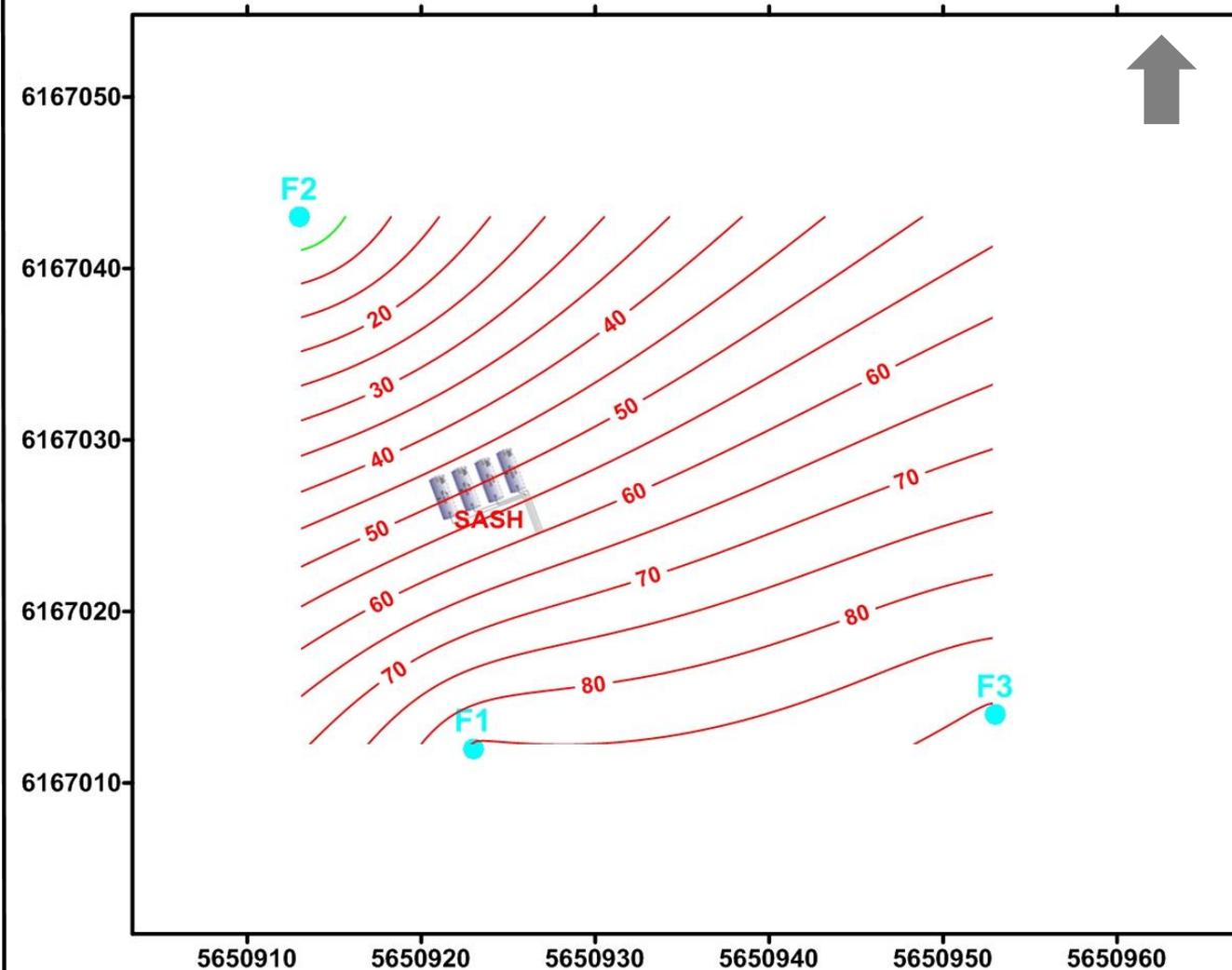
Escala



CDI (mg/L)	Muestras de Agua Subterránea			Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
				Tabla 1
	F1	F2	F3	Nivel Guía Bebida Humana
Etilbenceno	40,5	< 0,01	52,5	0,700

Figura 14
Isoconcentraciones de
Xileno en Agua
Subterránea

Se observan valores anómalos de Xileno (isocurvas en rojo) a partir de 10 mg/L. Las isocurvas inferiores a ese valor (en verde) indican valores permitidos.



Referencias

- F1** Freatímetro
- 20** Curva Isovalor Anómala (mg/L) -Mayor a NG-
- Curva Isovalor Permitida (mg/L) -Menor a NG-
- SASH** Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

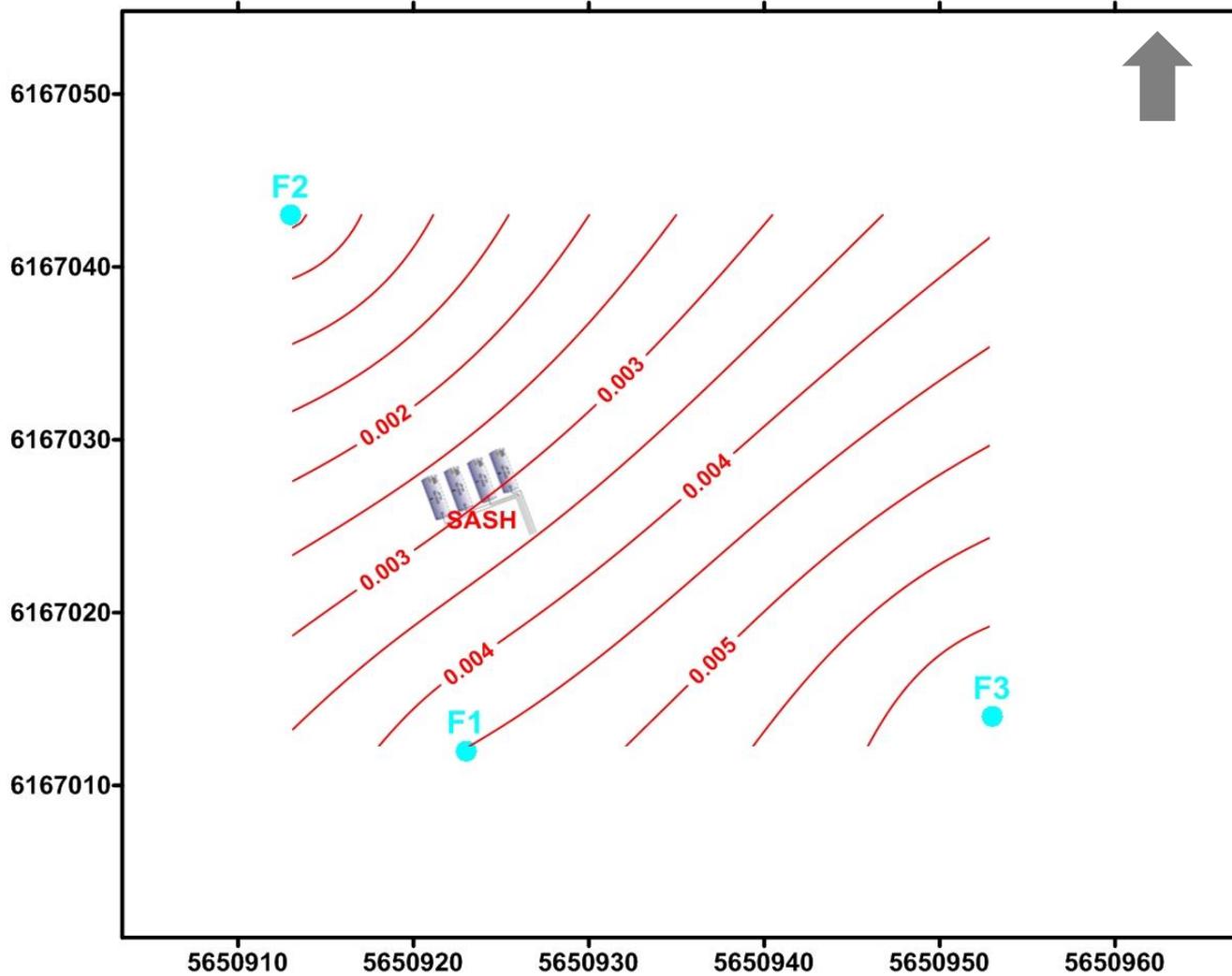
Escala



CDI (mg/L)	Muestras de Agua Subterránea			Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
				Tabla 1
	F1	F2	F3	Nivel Guía Bebida Humana
Xilenos	85,5	< 0,03	90,6	10,000

Figura 15
Isoconcentraciones de Benzo (A) Pireno en Agua Subterránea

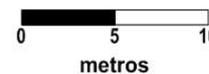
Se observan valores anómalos de Benzo (A) Pireno (isocurvas en rojo) a partir de 0,0001 mg/L. La muestra extraída en F2 indica valor inferior al mencionado.



Referencias

- F1** Freatímetro
- 0.002** Curva Isovalor Anómala (mg/kg) -Mayor a NG-
- SASH** Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos

Escala



CDI (mg/L)	Muestras de Agua Subterránea			Decreto Reglamentario 831/93 (Anexo II)
				Tabla 1
	F1	F2	F3	Nivel Guía Bebida Humana
Benzo (A) Pireno	0,0045	$< 1 \times 10^{-6}$	0,0065	0,0001

Modelo Conceptual Preliminar del Sitio

- La zona del predio en estudio cuenta con un acuífero freático (Pampeano) constituido por granulometrías de texturas areno-limo-arcillosas correspondientes a los Depósitos Pampeanos y Pospampeanos.
- La recarga natural de este acuífero se genera principalmente a partir de las precipitaciones pluviales, las cuales se infiltran en el suelo hasta alcanzar el acuífero libre, descargando en la cuenca baja del Río Matanza-Riachuelo.
- El flujo subterráneo posee una dirección y sentido O-ESE (Oeste hacia Este-Sudeste), el que coincide con la topografía de la zona.
- Teniendo en cuenta las características del sistema acuífero presente en el sitio en estudio, las concentraciones de los parámetros estudiados aumentan en la misma dirección y sentido del escurrimiento del mismo.

Conclusiones y Recomendaciones

- Las muestras presentan anomalías de HTP, Tolueno, Etilbenceno, Xileno y Benzo (A) Pireno en Suelo y Agua Subterránea; y de Fenantreno y Naftaleno en Suelo.
- Estas anomalías, en su mayoría, se localizan aguas abajo del SASH.
- Los parámetros con concentraciones anómalas se corresponden al tipo de combustible almacenado en el SASH: Gas Oil marino.
- Durante la extracción de las muestras de agua subterránea, se detectó aspecto aceitoso en F1 y F3 y Fase Libre No Acuosa (aceitosa) de aproximadamente 3 centímetros en F1.
- Las curvas equipotenciales indican un gradiente hidráulico considerable, lo que conllevaría riesgo de dispersión de los CDI contaminantes en la dirección y sentido del flujo subterráneo (O-ESE).

Conclusiones y Recomendaciones

- Se recomiendan las siguientes acciones:

1º) Reemplazar el Sistema de Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos (SASH) existente por un Sistema de Almacenamiento Aéreo de Hidrocarburos (SAAH), con el objeto de eliminar el foco principal de emisión de los CDI causantes de la contaminación.

2º) Proseguir con el Estudio Ambiental Fase II. Considerando los mapas de isoconcentraciones anómalas de los CDI, ampliar la grilla de muestreo para suelo y agua subterránea, que consta de:

- Construcción de frentímetros y realización de sondeos de suelo en sitios intermedios entre F1/S1, F2/S2, S3 y F3/S4 para acotar con más exactitud las isocurvas de los CDI con anomalías.
- Construcción de frentímetros y realización de sondeos de suelo en sitios localizados hacia el Este del predio con el objeto de intentar cerrar las isocurvas abiertas de los CDI con anomalías.

Gracias!!!

