

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



Contaminación de suelos por el vertido tóxico de la mina de Aznalcollar, Doñana. (Tres años después)

Departamento de Edafología de la Universidad de Granada

• El accidente



- Aguilar, J.
- Dorronsoro, C.
- Fernández, J.
- Fernández, E.
- García, I.
- Martín, F.
- Ortiz, I.
- Simón, M.

1. EL ACCIDENTE

la mina

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION





- 1. EL ACCIDENTE
la mina
- 2. LA CONTAMINACION
- 3. LA RECUPERACION



Pirita 83%
Blenda 5%
Galena 2%
Calcopirita 1%
Arsenopirita 1%

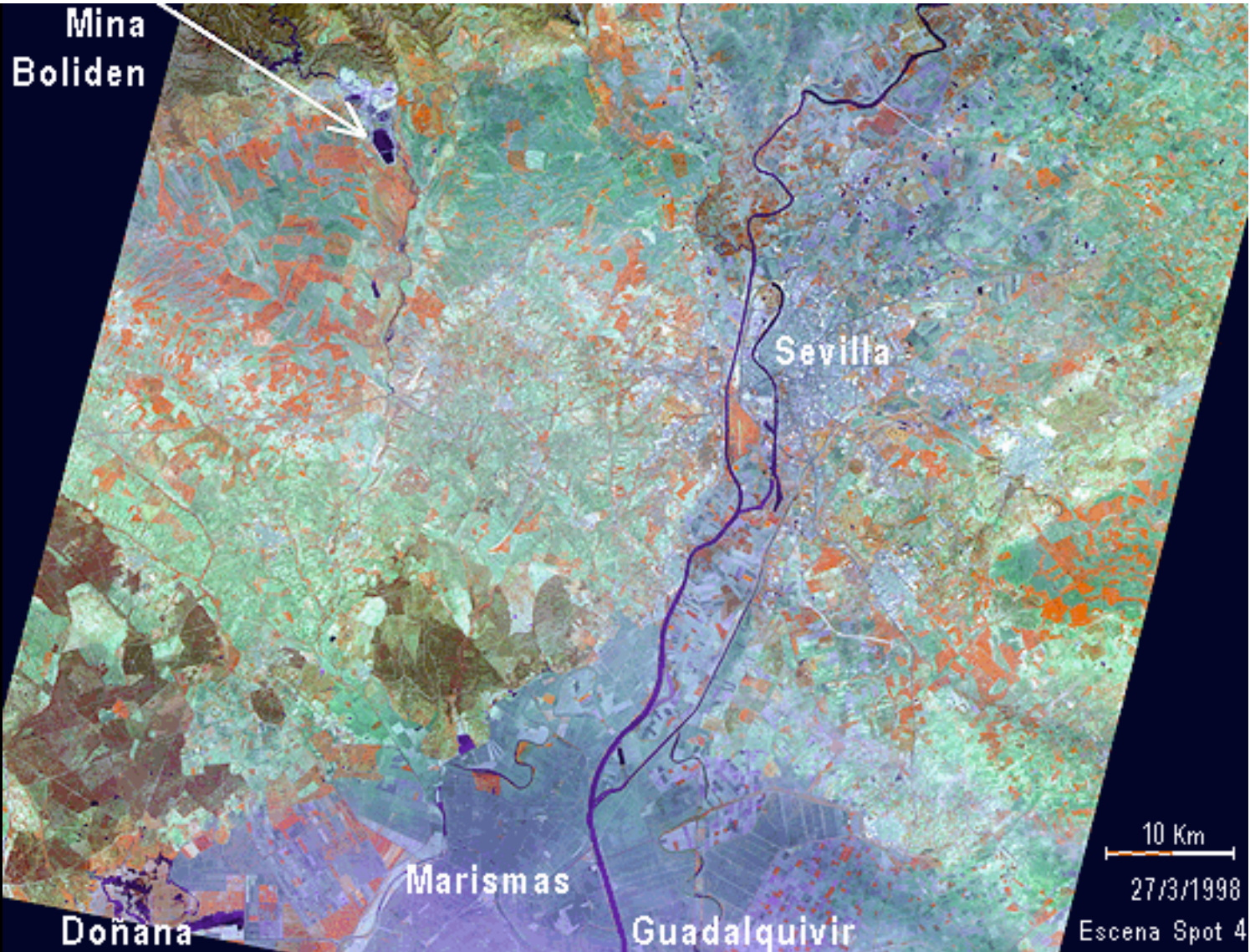


1. EL ACCIDENTE

La Mina: situación geográfica

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION



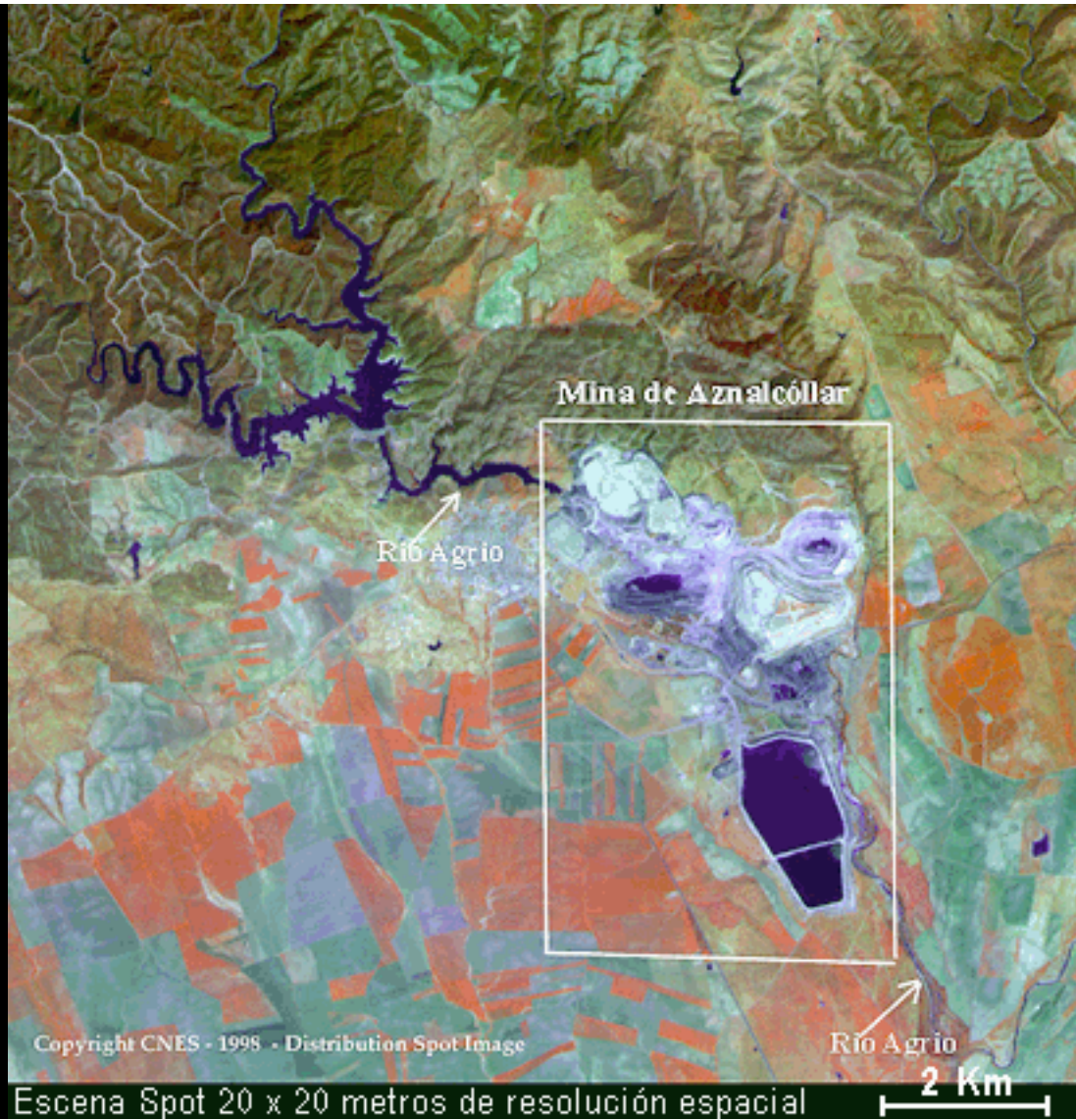


1. EL ACCIDENTE

La Mina: geomorfología

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION



1. EL ACCIDENTE

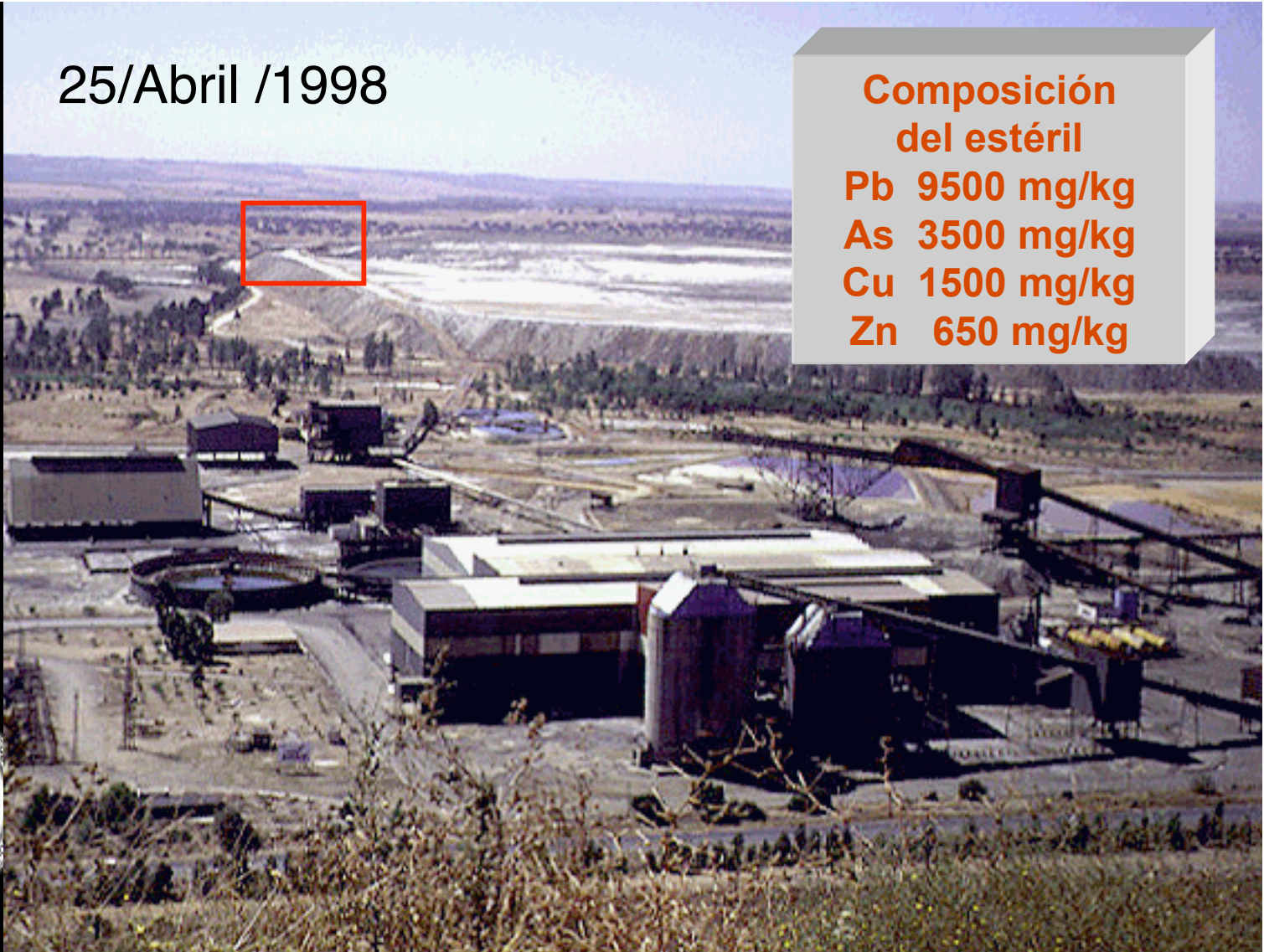
La Mina: rotura de la balsa

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION



25/Abril /1998



Composición
del estéril

Pb	9500 mg/kg
As	3500 mg/kg
Cu	1500 mg/kg
Zn	650 mg/kg



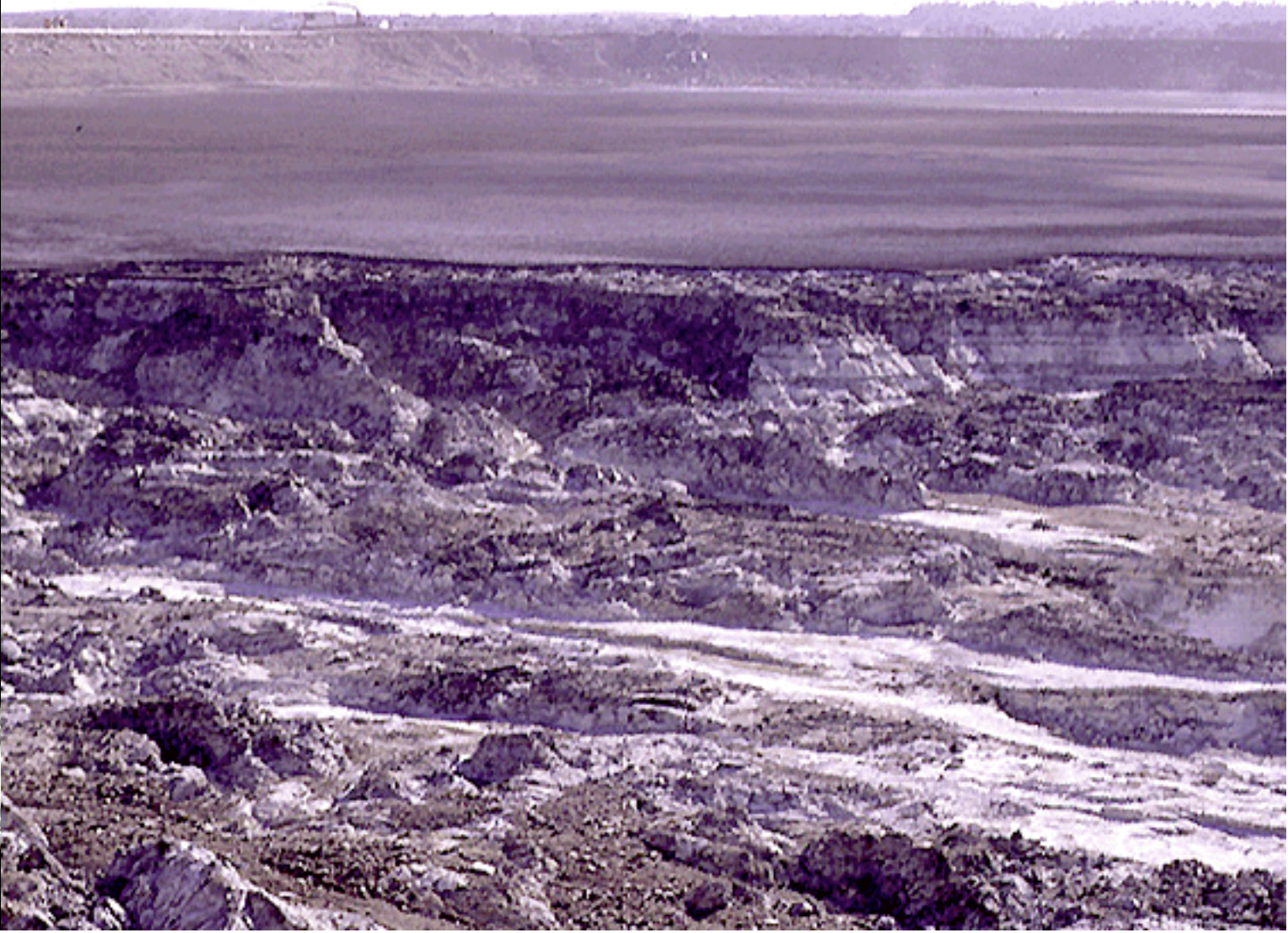
1. EL ACCIDENTE
localización de la riada
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



4,5 Hm³ : 3,6 Hm³ de agua y 0,9 Hm³ lodos



1. EL ACCIDENTE
fondo de la balsa
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



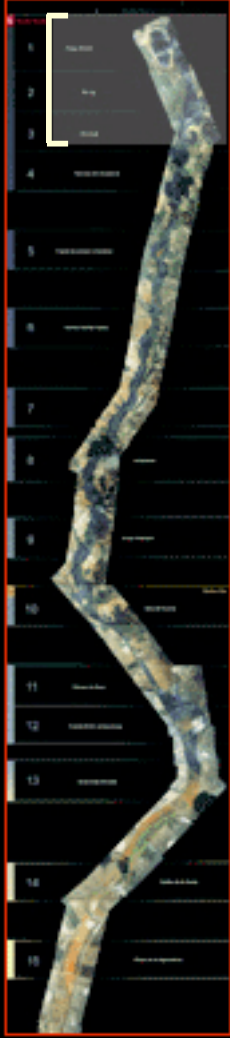


1. EL ACCIDENTE

30/4/98 salida lodos al río Agrio

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

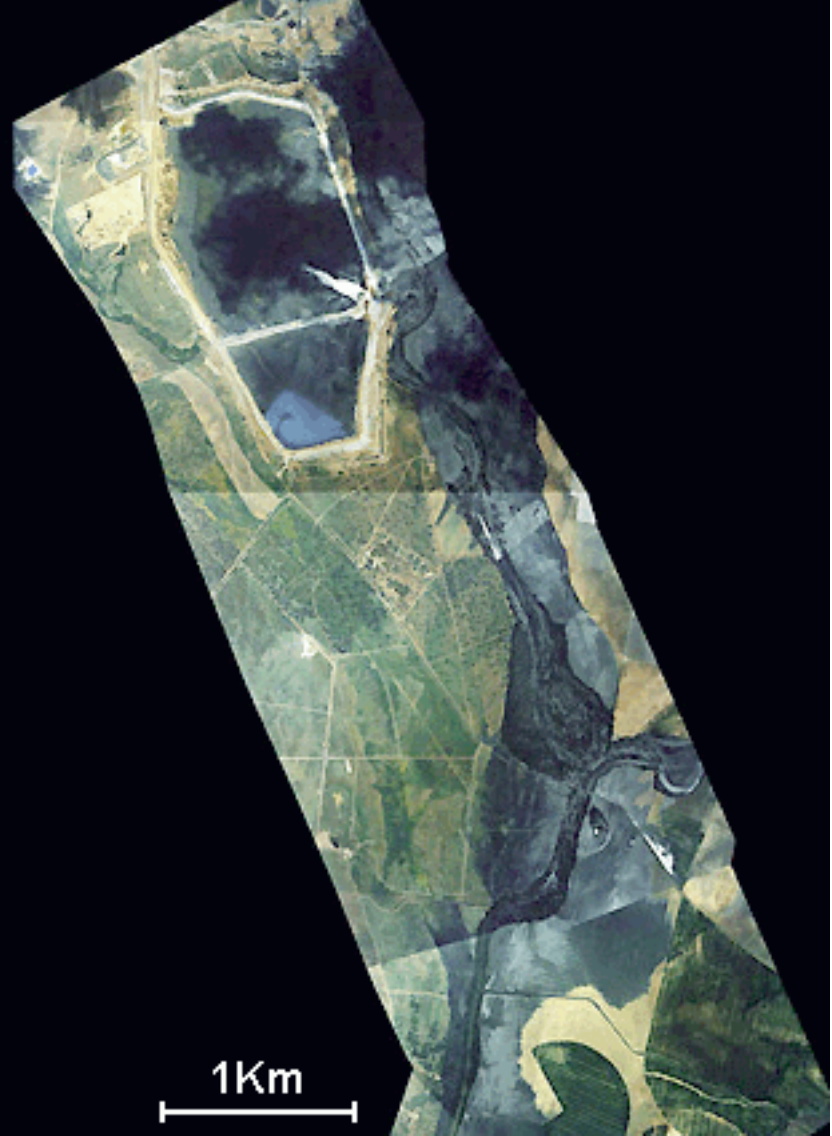


Presa BOLIDEN

Rio Agrio

Rio Guadiamar

30/4/98

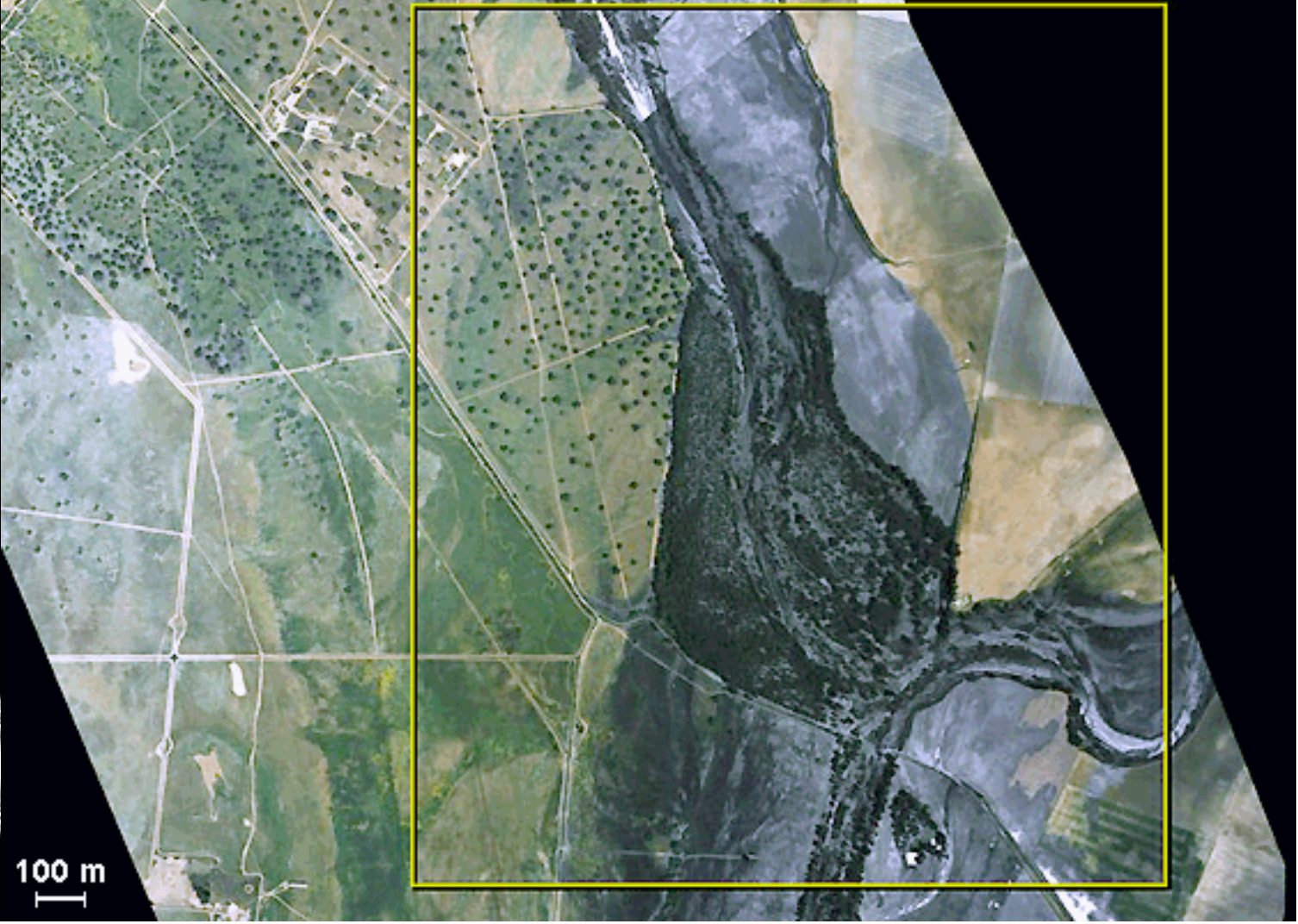




1. EL ACCIDENTE
30/4/98 confluencia de rios
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

100 m

Confluencia de los ríos Agrio y Guadiamar.





1. EL ACCIDENTE
inundación de las llanuras
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



Superficie afectada 4.402 ha



1. EL ACCIDENTE
invasión de las vaguadas
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

30 - Abril -1998

100 m
I



Anchura 400 m, variable



1. EL ACCIDENTE
espesor de la capa de lodos
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
espesor de lodos usual: 8 cm
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
espesor de los lodos muy variable
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

30 - Abril - 1998

100 m



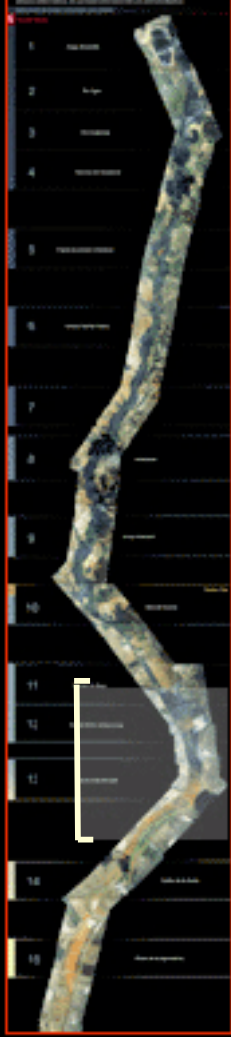


1. EL ACCIDENTE
espesor de los lodos muy variable
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION





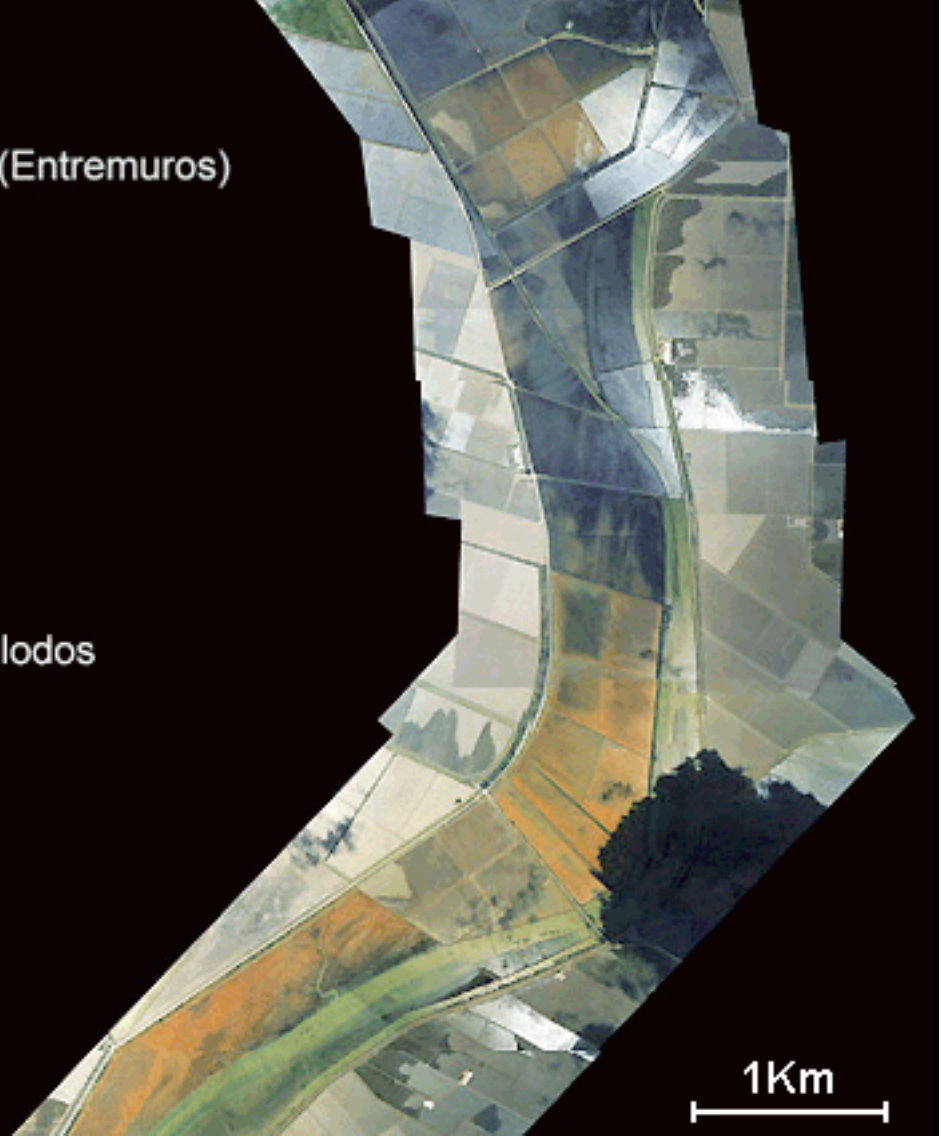
1. EL ACCIDENTE
zona límite de los lodos
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



Puente Simón (Entremuros)

Zona límite de lodos

30/4/98





1. EL ACCIDENTE
zona límite de los lodos
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



Longitud del vertido de lodos 40 Km

100 m



1. EL ACCIDENTE
zona límite de las aguas
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



30/4/98

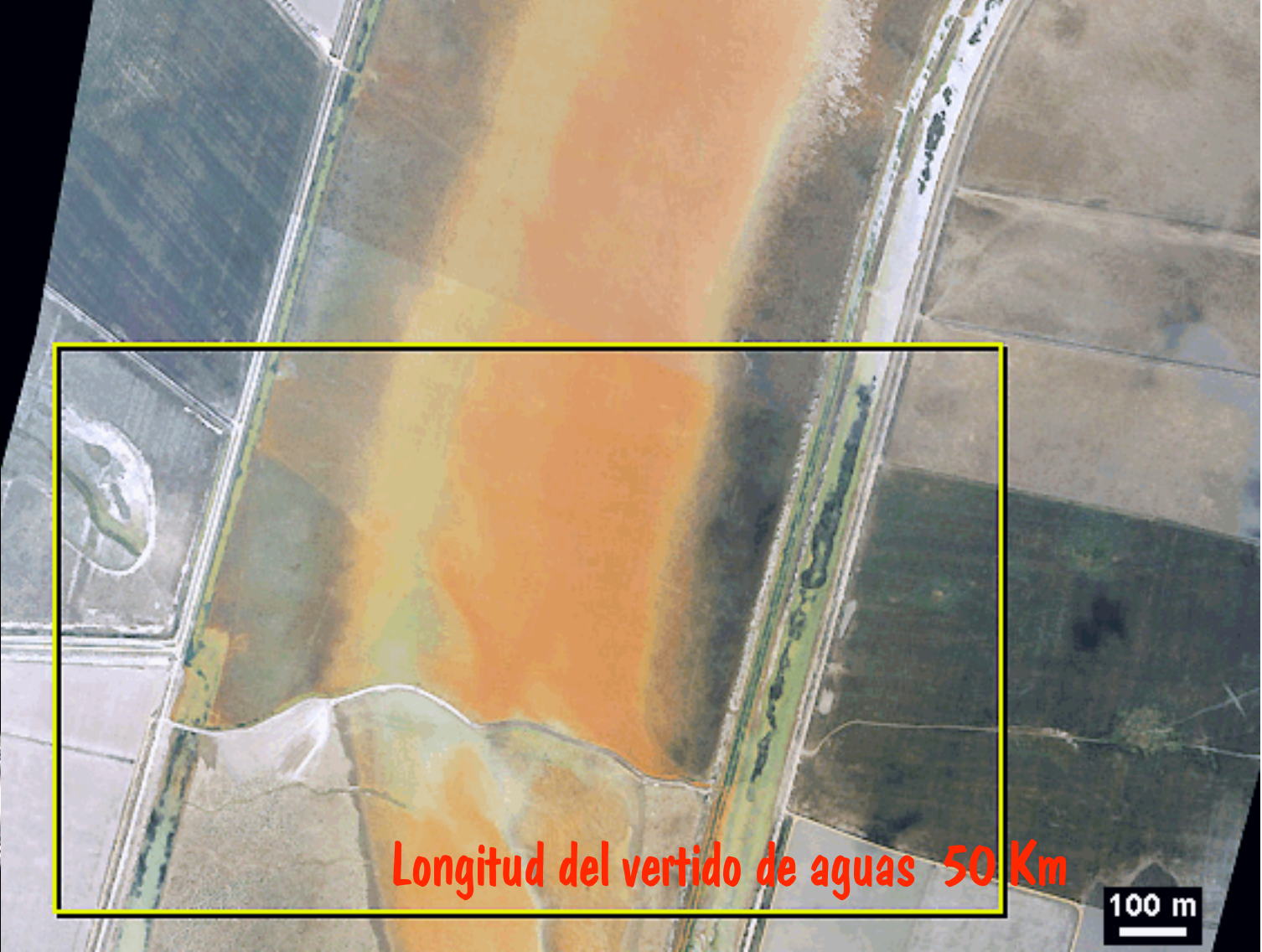


Lucio del Cangrejo

1Km



1. EL ACCIDENTE
zona límite de las aguas
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



Longitud del vertido de aguas 50 Km

100 m



1. EL ACCIDENTE
represa en el Lucio del Cangrejo
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
retención de agua preocupante
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
depuradora en el Lucio del Cangrejo
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
toma de muestras
3. LA RECUPERACION



- **El accidente**

- **Contaminación de los suelos**

4 de Mayo 1998 (10 días después del vertido)

- **aguas**
- **lodos**
- **suelos no afectados**
- **suelos contaminados**

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
puntos muestrales
3. LA RECUPERACION

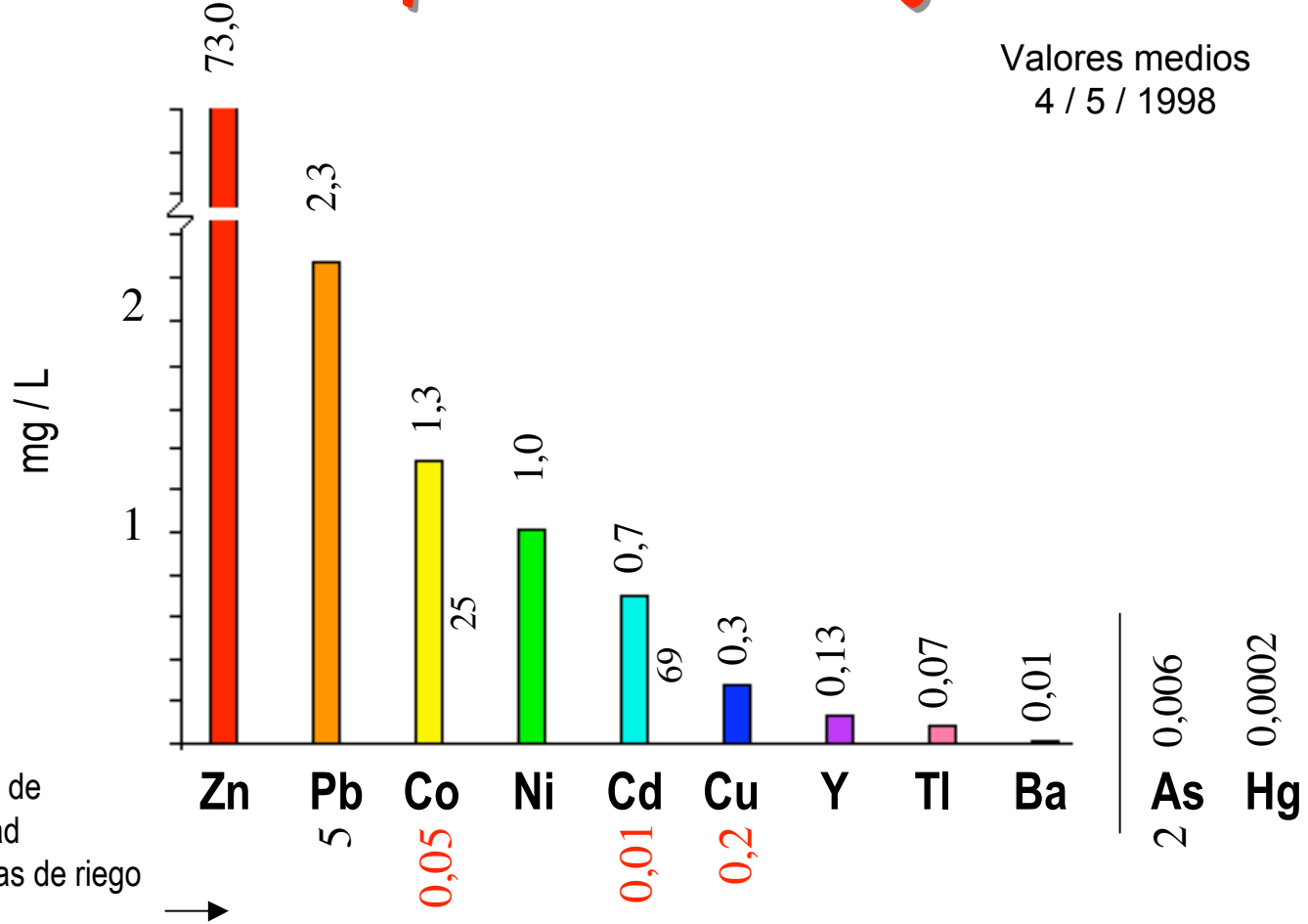




1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
los contaminantes: aguas
3. LA RECUPERACION

Metales pesados en las aguas

Valores medios
4 / 5 / 1998



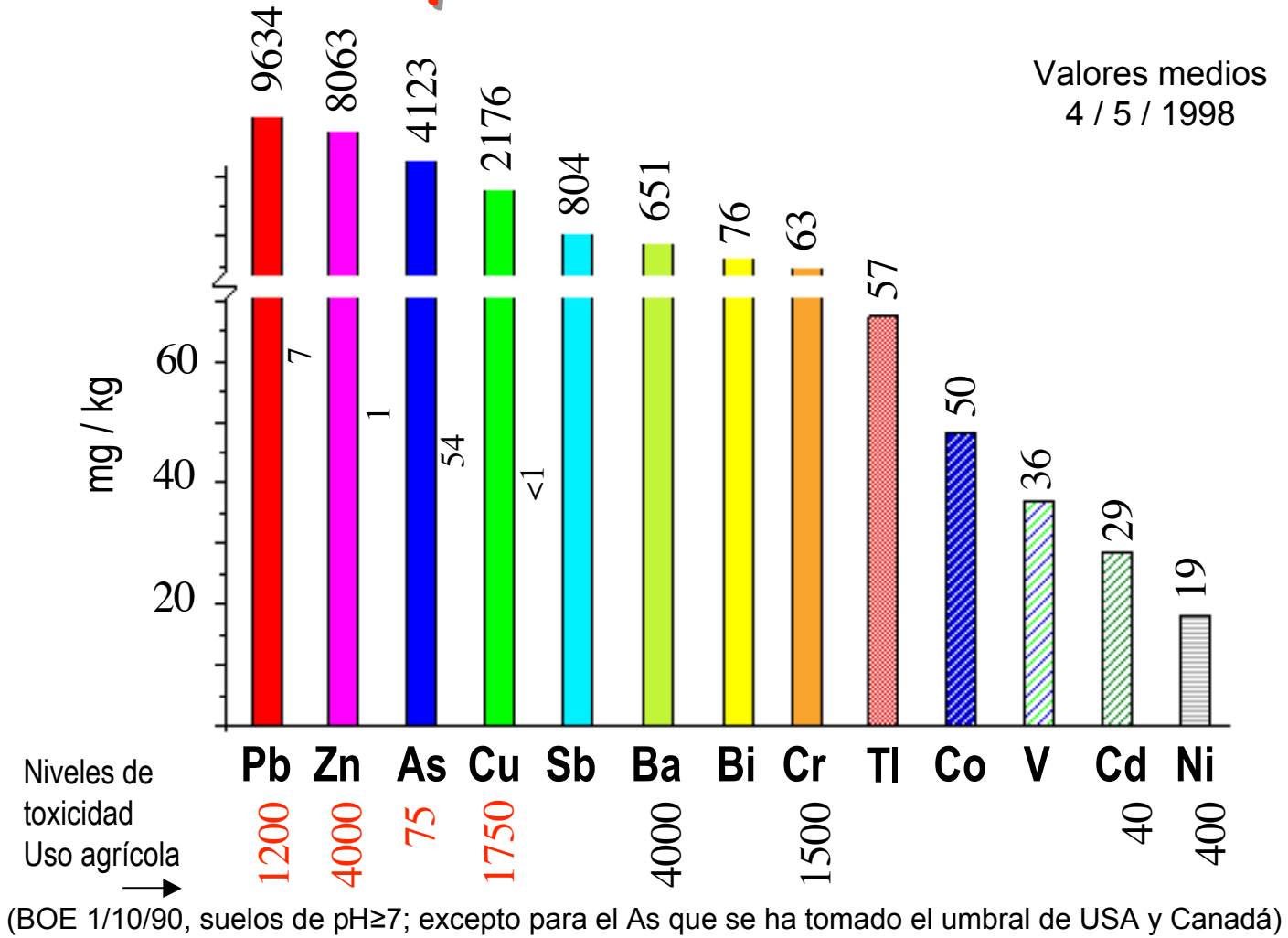
Niveles de toxicidad en aguas de riego

(máximo recomendado por US-EPA, según Crook y Bastian, 1992)



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
los contaminantes: lodos
3. LA RECUPERACION

Metales pesados en los lodos



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
los suelos de la zona
3. LA RECUPERACION



Características de los suelos

Estructura, muy variable: de fuerte (bloques) a masiva

Textura, variable: de franco arcillosa a franco arenosa

Materia orgánica: 0,9 - 2,9%

Gravas, muy variable: 0 - 43%

pH: 7,2 - 8,1

CaCO₃: 0 - 20 %

Capacidad cambio cationes: 8-31 cmol_c kg⁻¹

Fe_d: 0,8-1,5%

Clase de suelos: Xerofluvents y Xerorthents, típicos

Fluvisoles y Regosoles, calcáricos y eútricos

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
contaminación inicial
3. LA RECUPERACION



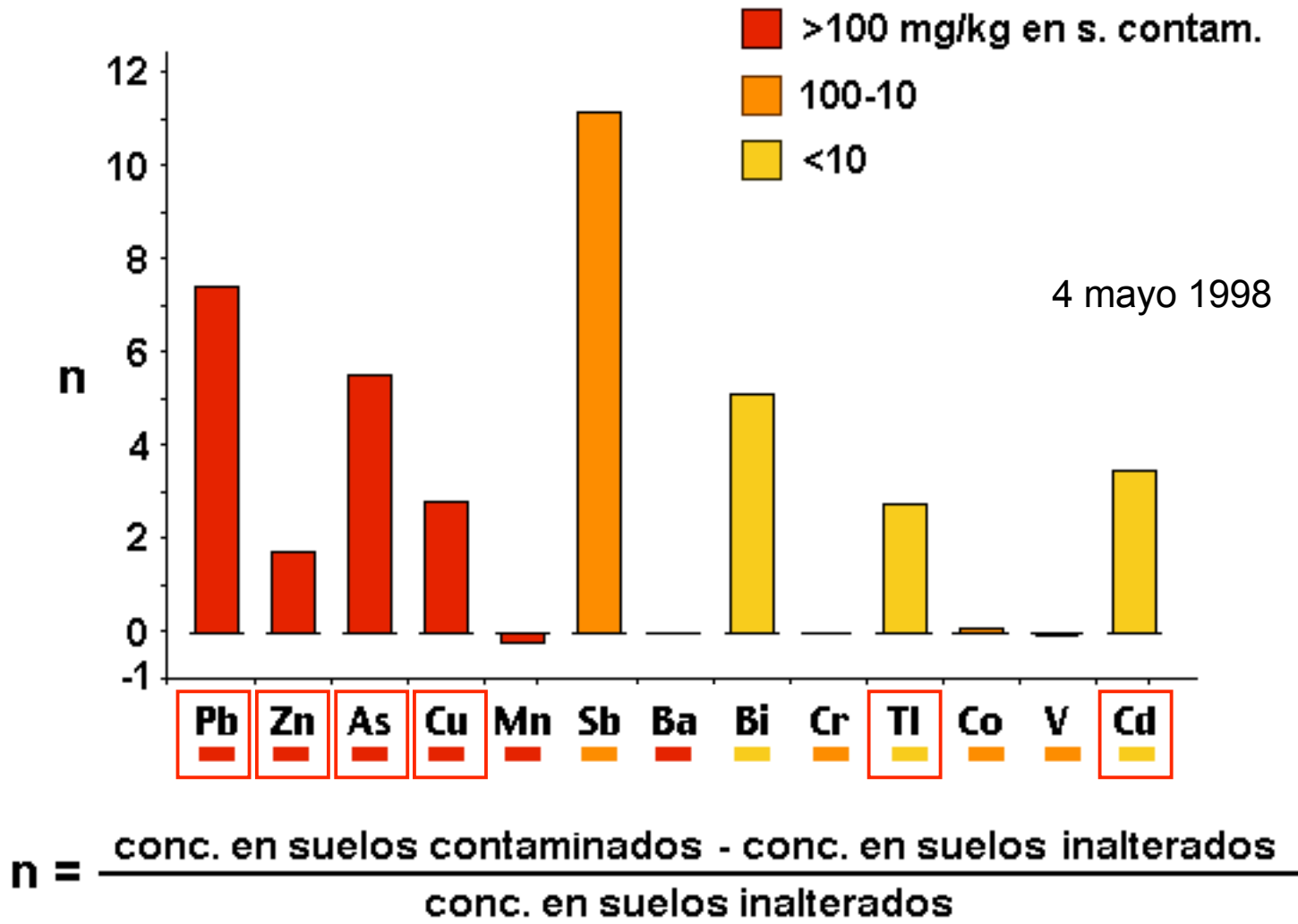
Vias de contaminación del suelo

3 fechas de muestreo: 4 mayo, 20 mayo y 4 junio (10, 25 y 40 días)

- **Contaminación inicial**

Llegada de las aguas y de los lodos

1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 conc. metales en los suelos contam.
 3. LA RECUPERACION



Cálculo de la contaminación inicial por el lodo y el agua

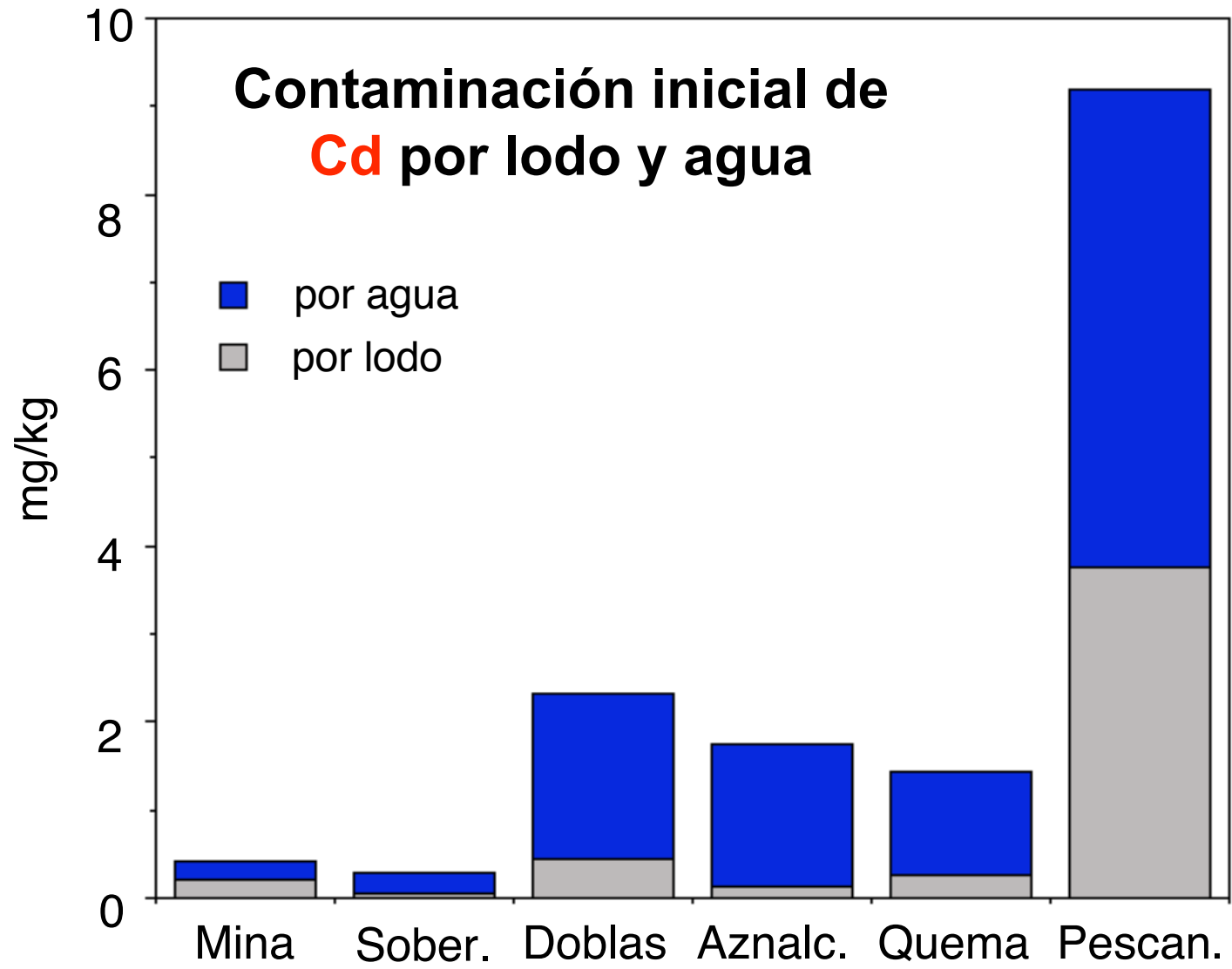
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
entrada por lodo y por agua
3. LA RECUPERACION



Z g/kg	Param.	Sb	Bi	Tl	As	Pb	Cu	Zn	Cd
7,4	SCI-SNCi	2,59	0,31	0,32	11,5	42,6	16,8	98,7	0,41
Mina	lodo %	100	100	96	95	76	71	54	52
	agua%	0	0	4	5	24	29	46	48
1,7	SCI-SNCi	1,16	0,12	0,11	4,34	20,9	21,7	59,9	0,29
Soberbina	lodo %	100	100	97	89	68	15	19	16
	agua%	0	0	3	11	32	85	81	84
12,5	SCI-SNCi	9,78	1,07	0,86	52,1	198,3	124,8	472	2,32
Doblas	lodo %	100	100	97	98	60	22	21	19
	agua%	0	0	3	2	40	78	79	81
3,7	SCI-SNCi	2,93	0,32	0,25	16,1	58,3	41,5	345,1	1,76
Aznalcazar	lodo %	100	100	97	95	61	19	8	8
	agua%	0	0	3	5	39	81	92	92
9,4	SCI-SNCi	7,22	0,76	0,57	34,8	100,2	153	261	1,44
Quema	lodo %	100	100	100	100	90	12	25	19
	agua%	0	0	0	0	10	88	75	81
153,5	SCI-SNCi	129,9	11,7	8,69	572,2	1710,9	52,9	3266,4	9,18
Pescante	lodo %	100	100	95	100	86	88	34	41
	agua%	0	0	5	0	14	12	66	59
valor medio	lodo %	100	100	97	96	63	38	27	26
	agua %	0	0	3	4	37	62	73	74

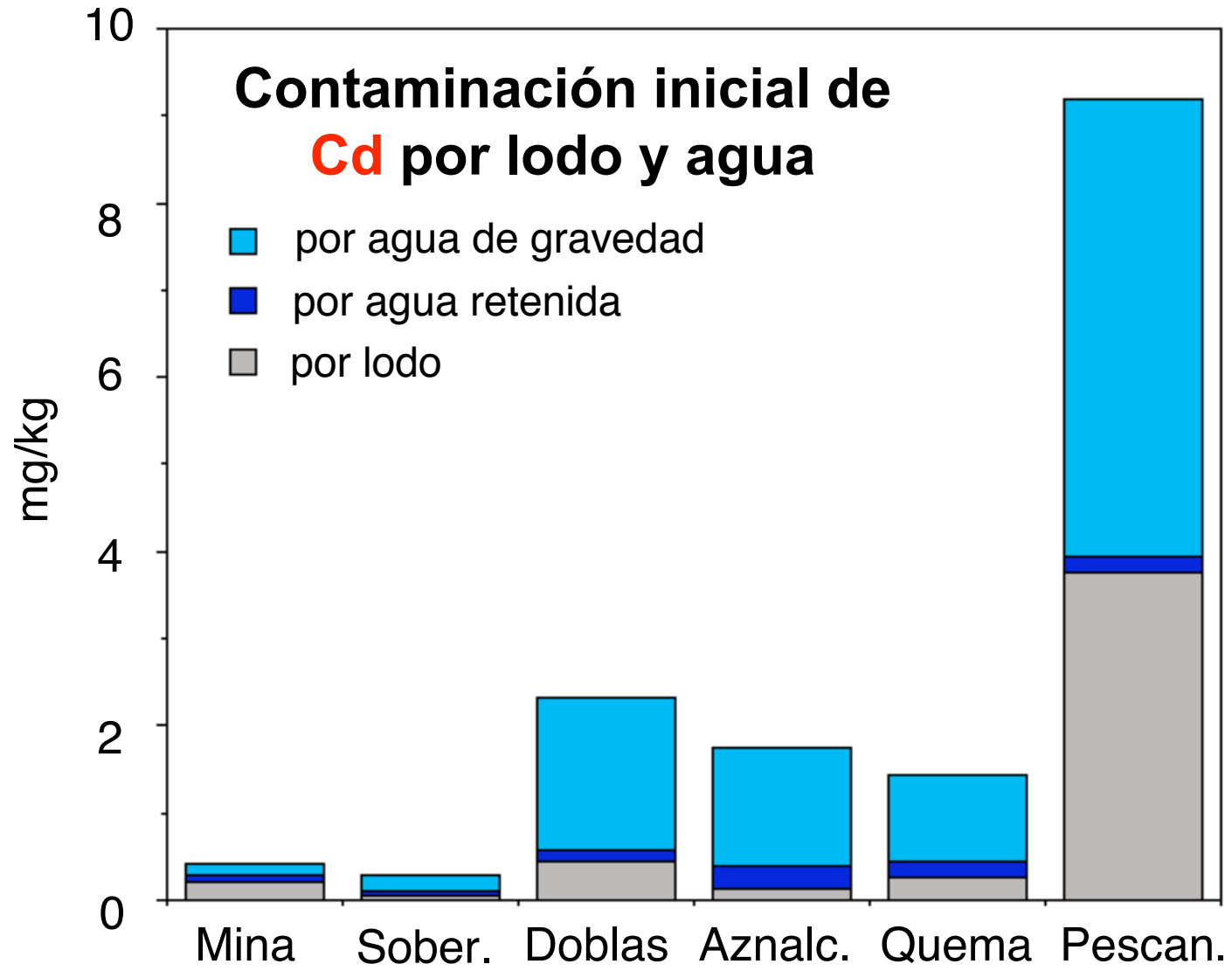


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
entrada de Cd por lodo y por agua
3. LA RECUPERACION



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

entrada Cd por lodo y por agua

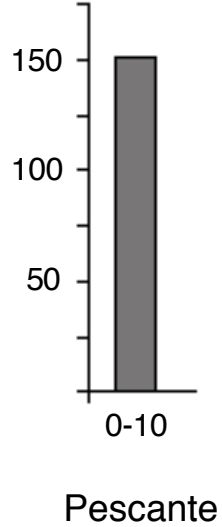
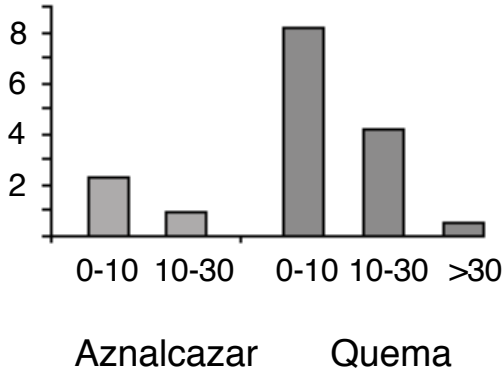
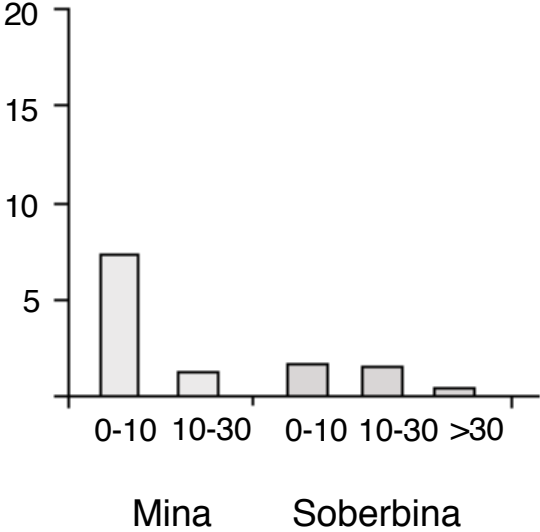


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
cantidad entrada lodo en cada suelo
 3. LA RECUPERACION



Contaminación por lodo

g / kg





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
entrada lodo escasa: contacto neto
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
abundante entrada lodo por grietas
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
entra lodo y estructura del suelo
3. LA RECUPERACION



Quema

Estructura poco desarrollada.
Contacto neto. Penetración pequeña.



Pescante

Estructura muy desarrollada.
Amplias grietas. Penetración intensa.



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
entrada lodo abundante en grietas.
3. LA RECUPERACION



1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

la contaminantes inicial

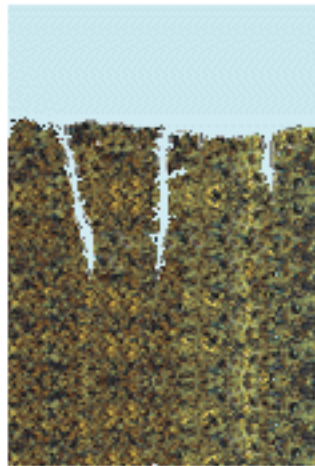
3. LA RECUPERACION



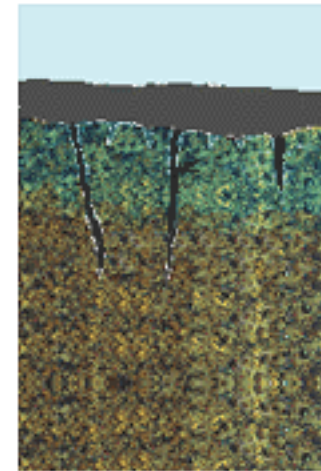
Vias de contaminación del suelo



Contaminación inicial directa del suelo por las agua y por los lodos



riada tóxica



1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

contaminación secundaria

3. LA RECUPERACION

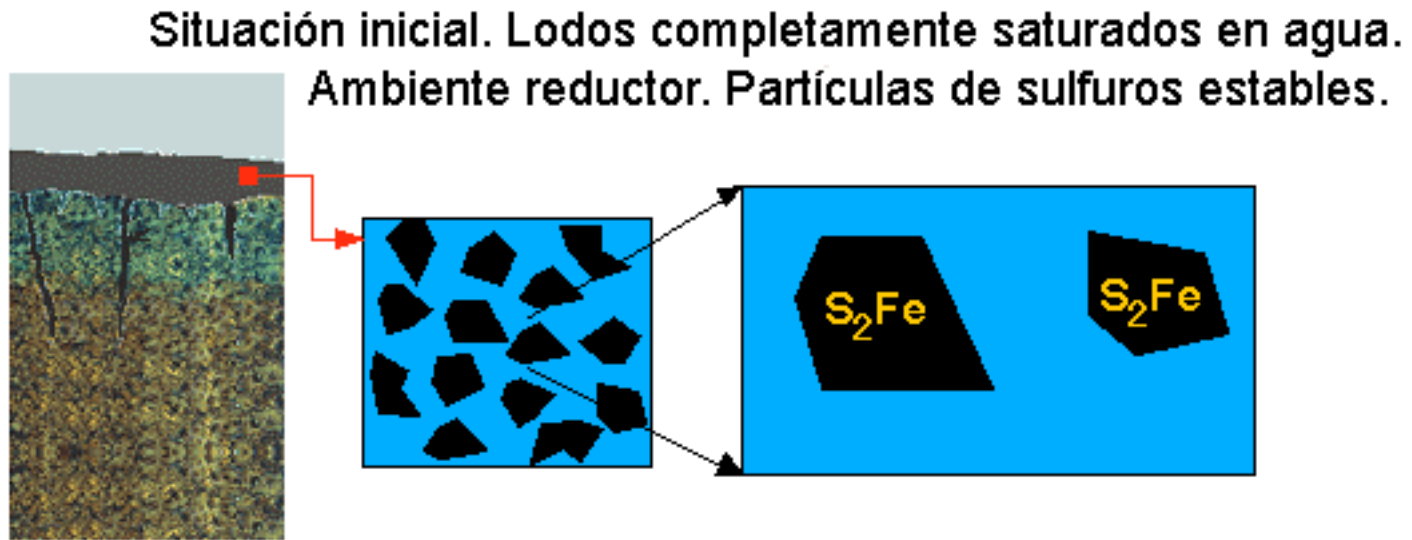


Vias de contaminación del suelo

Contaminación inicial

Contaminación secundaria

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa previa
3. LA RECUPERACION

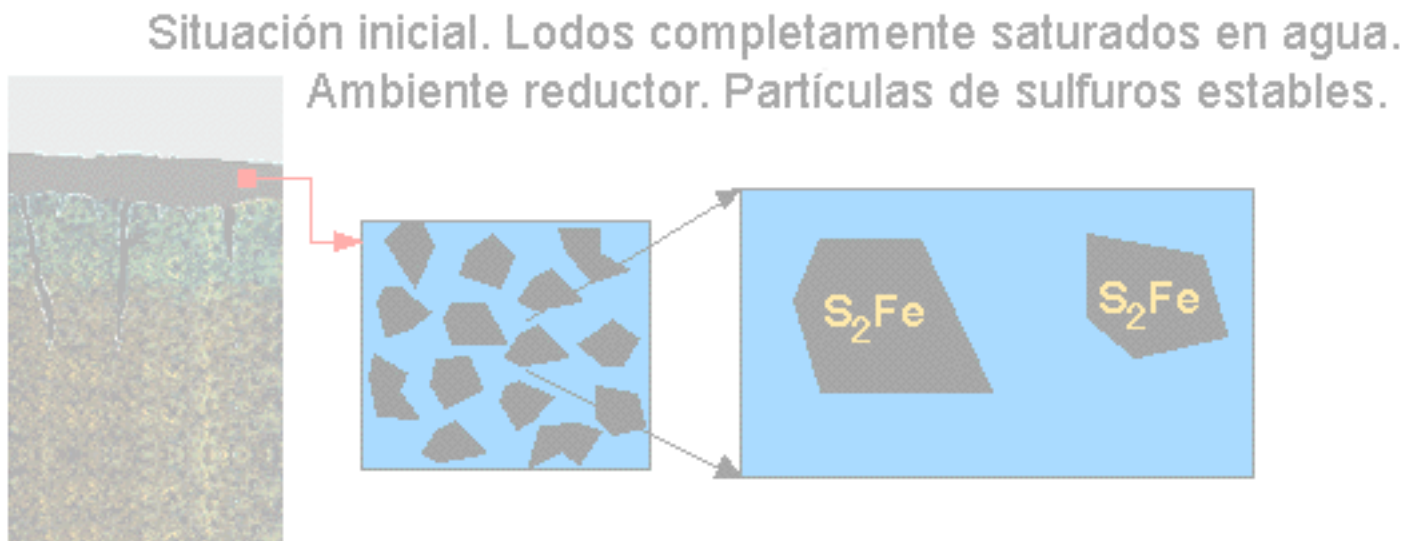


1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

secundaria, etapa 1, desecación

3. LA RECUPERACION



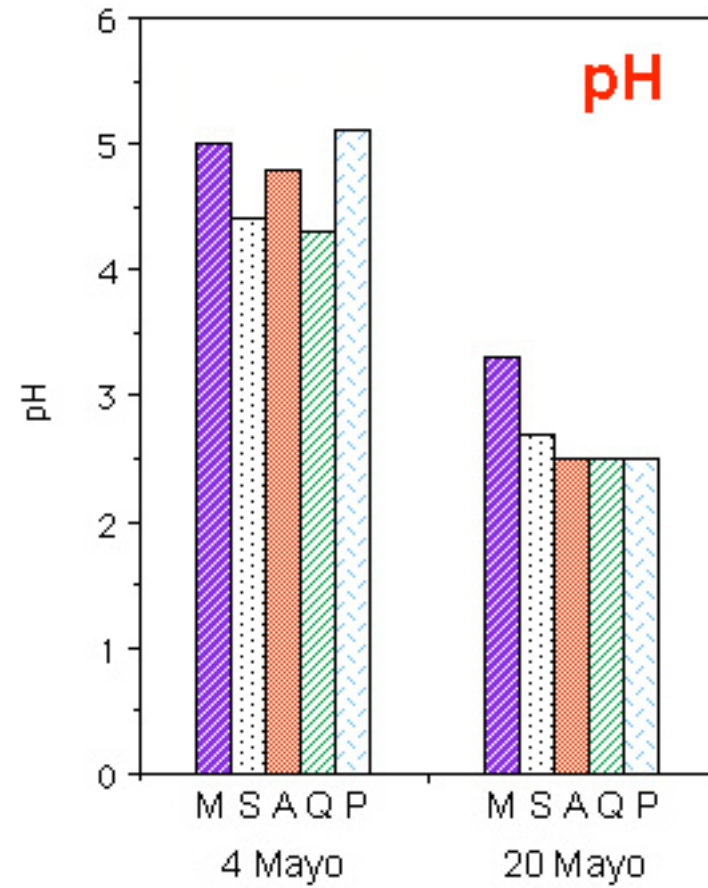
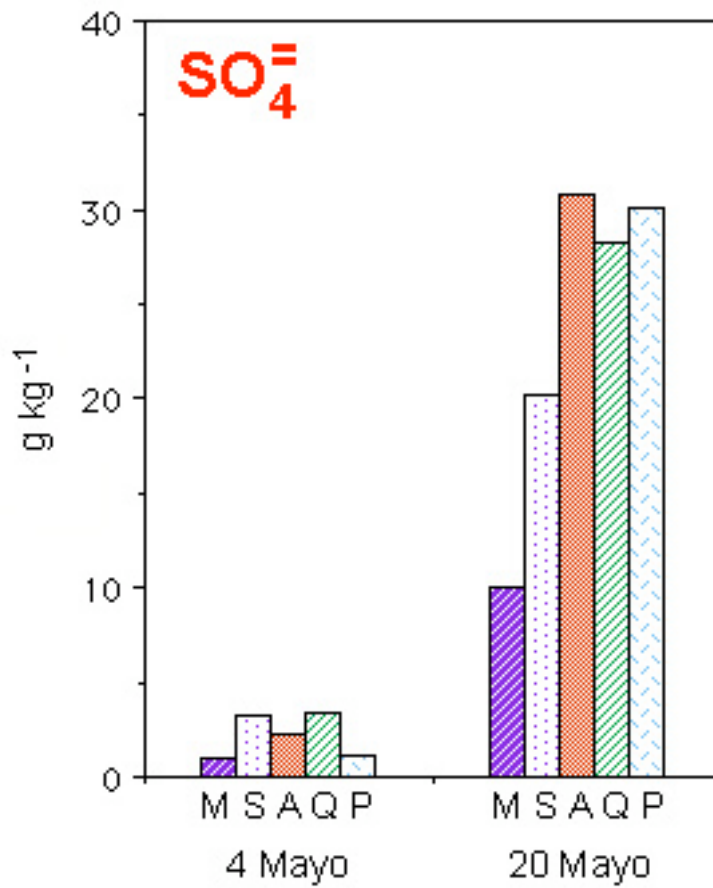
Contaminación secundaria

1ª Etapa. Desecación parcial, oxidación y disolución.





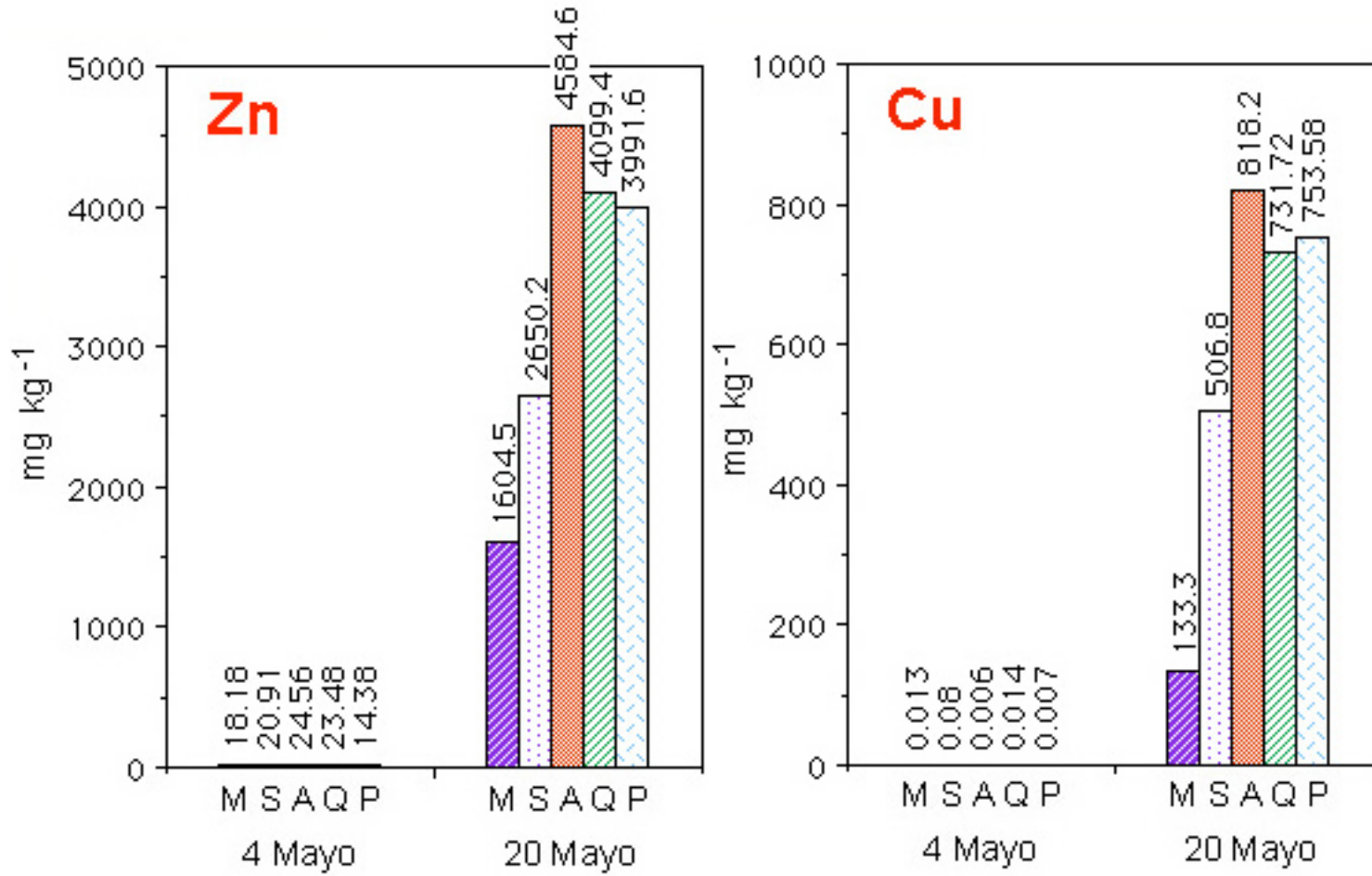
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
extractos solubles lodos
3. LA RECUPERACION



Extractos solubles de los lodos



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
extractos solubles lodos
3. LA RECUPERACION



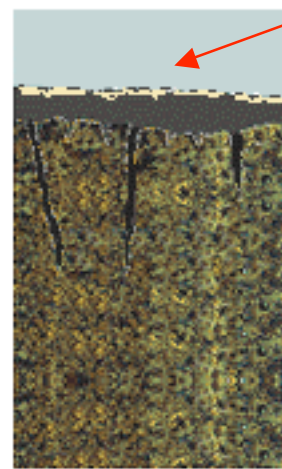
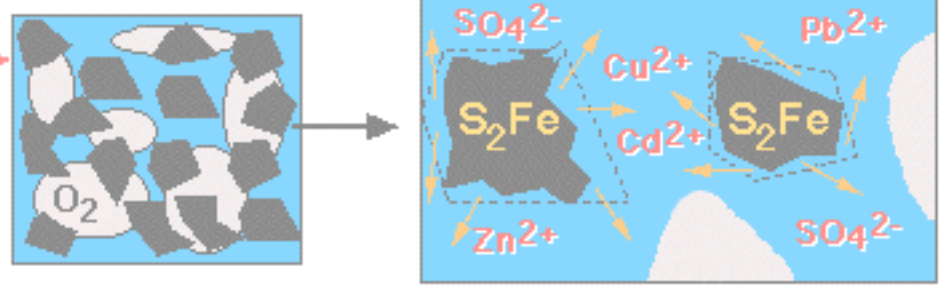
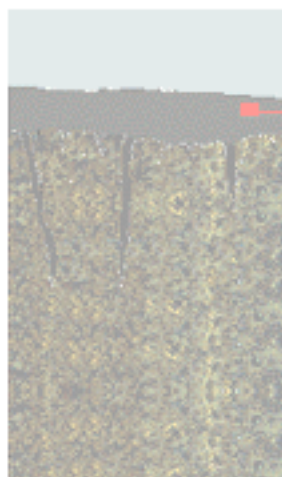
Extractos solubles de los lodos

- 1. EL ACCIDENTE
- 2. LA CONTAMINACION secundaria, etapa 1, desecación
- 3. LA RECUPERACION



Contaminación secundaria

1ª Etapa. Desecación parcial, oxidación y disolución.



En la superficie del suelo se forman eflorescencias salinas

Evaporación, concentración de la disolución y precipitación de las sales.



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 1, eflorescencias
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 1, eflorescencias
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
inicial y secundaria
3. LA RECUPERACION



4 Mayo



20 Mayo

1. EL ACCIDENTE

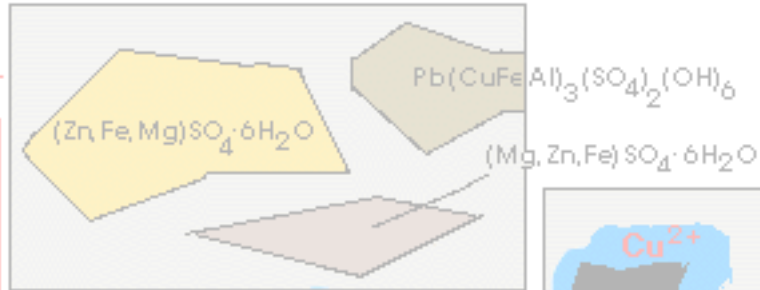
2. LA CONTAMINACION

secundaria, etapa 2, disolución

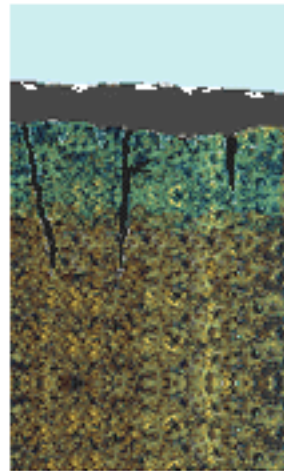
3. LA RECUPERACION



Periodo seco



Periodo húmedo



Contaminación secundaria

2ª Etapa. Contaminación. Lluvias.

Al llegar las lluvias se produce la infiltración de los metales pesados procedentes de la oxidación de los lodos.

2.1 Las sales de la superficie de los lodos se disuelven por las gotas de lluvia y se infiltran en el suelo



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 2, disolución
3. LA RECUPERACION



- 1. EL ACCIDENTE
- 2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 2, infiltración
- 3. LA RECUPERACION



Periodo
húmedo



Contaminación secundaria

2ª Etapa. Contaminación.

Al llegar las lluvias se produce la infiltración de los metales pesados procedentes de la oxidación de los lodos.

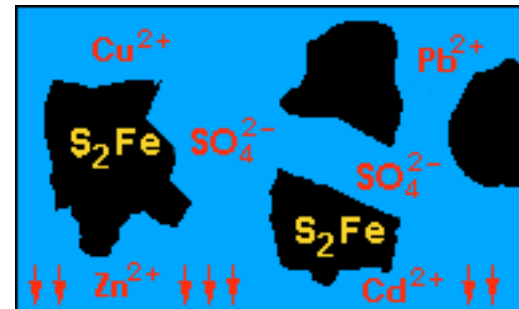
2.1 Las sales de la superficie de los lodos se disuelven por las gotas de lluvia y se infiltran en el suelo.

2.2 Las sales disueltas retenidas en los microporos de los lodos

son arrastradas al interior del suelo

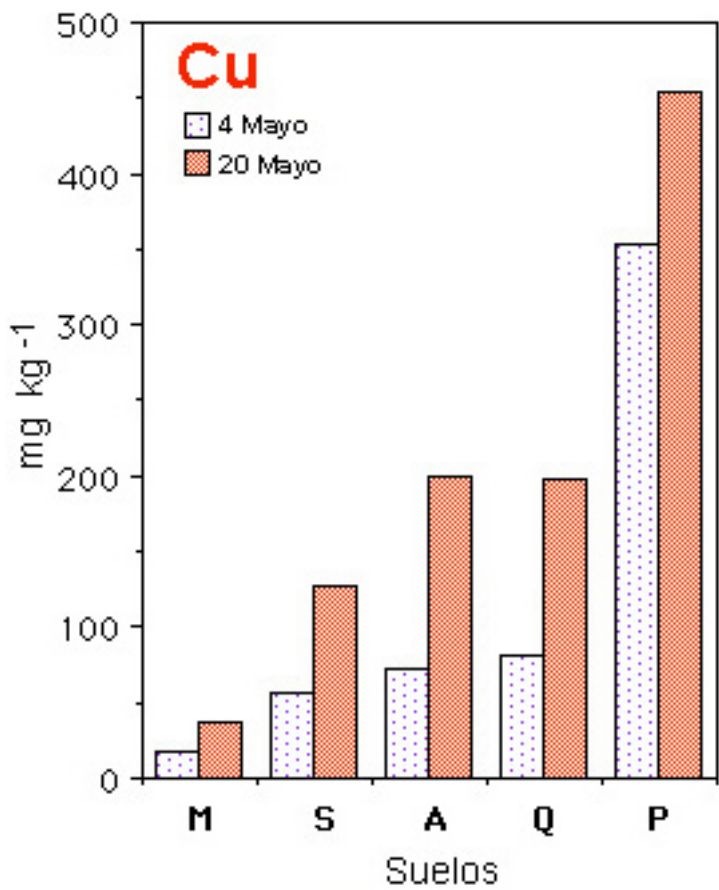
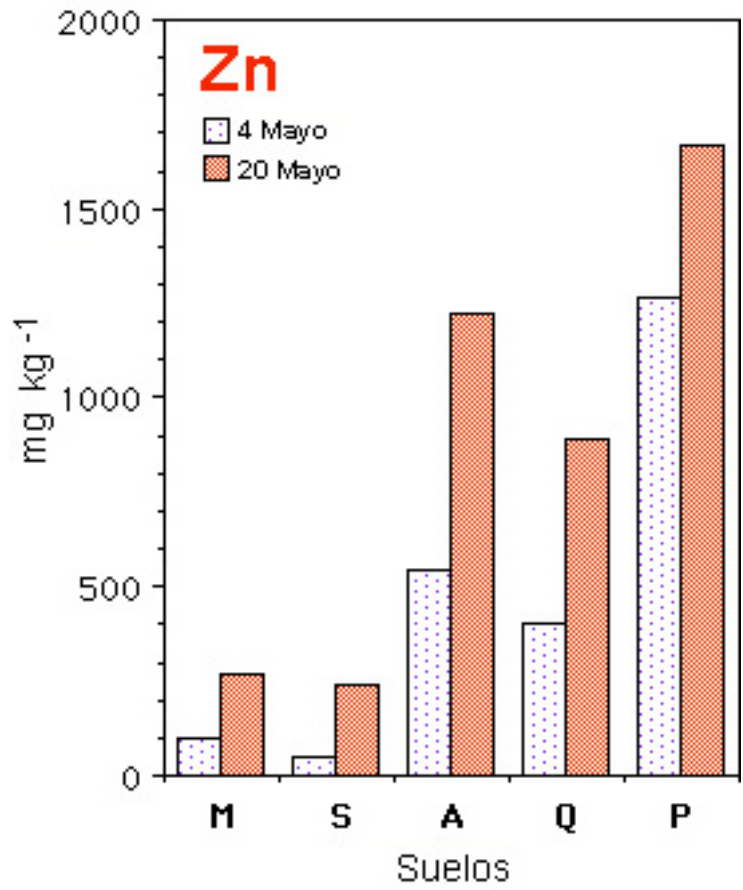


lluvias →



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

evolución contaminación suelos

Suelos horiz. 0-10cm

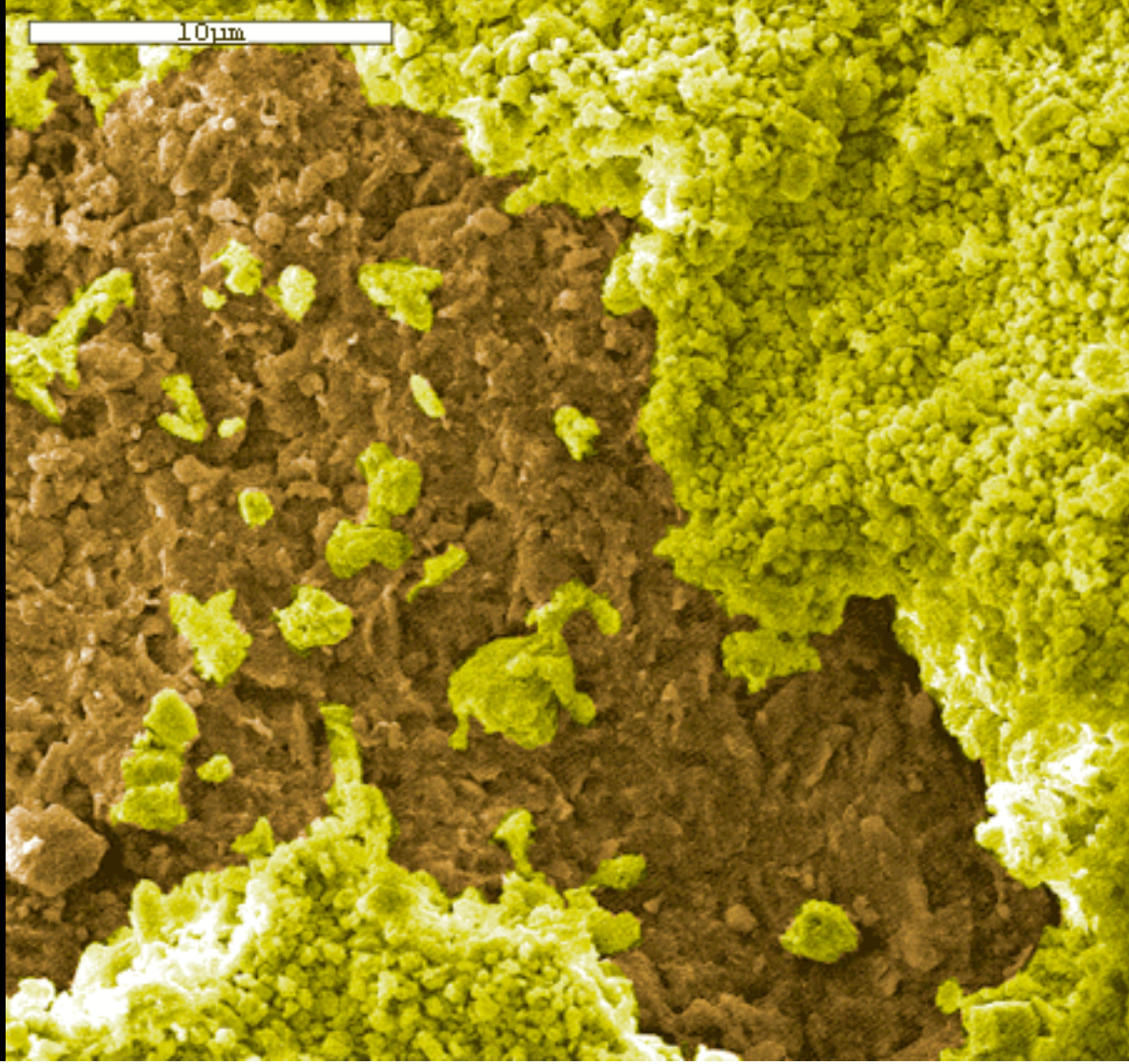


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 1, sales en suelo
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 1, sales en suelo
3. LA RECUPERACION



sales

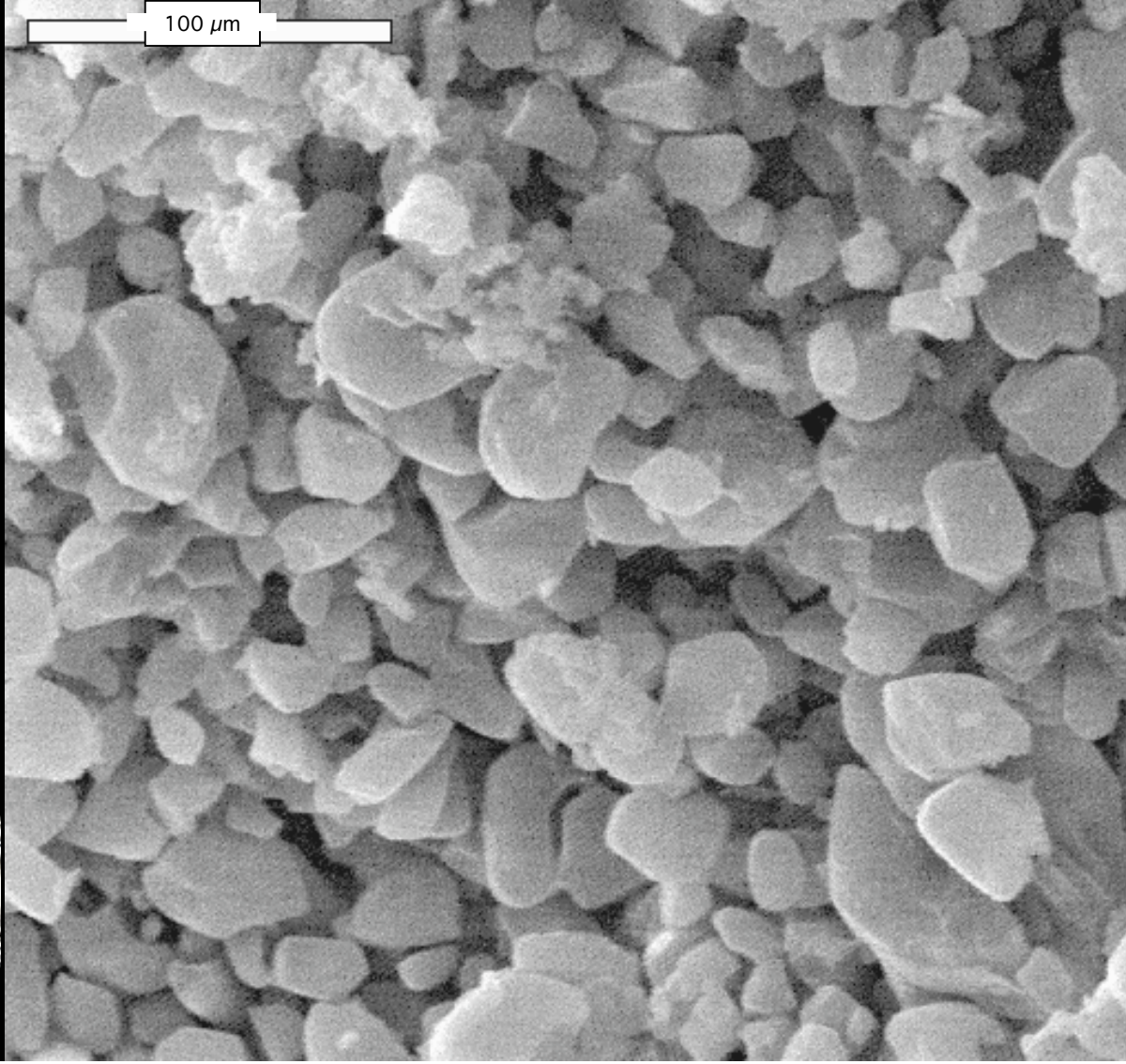


suelo

SEM



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 1, sales en suelo
3. LA RECUPERACION

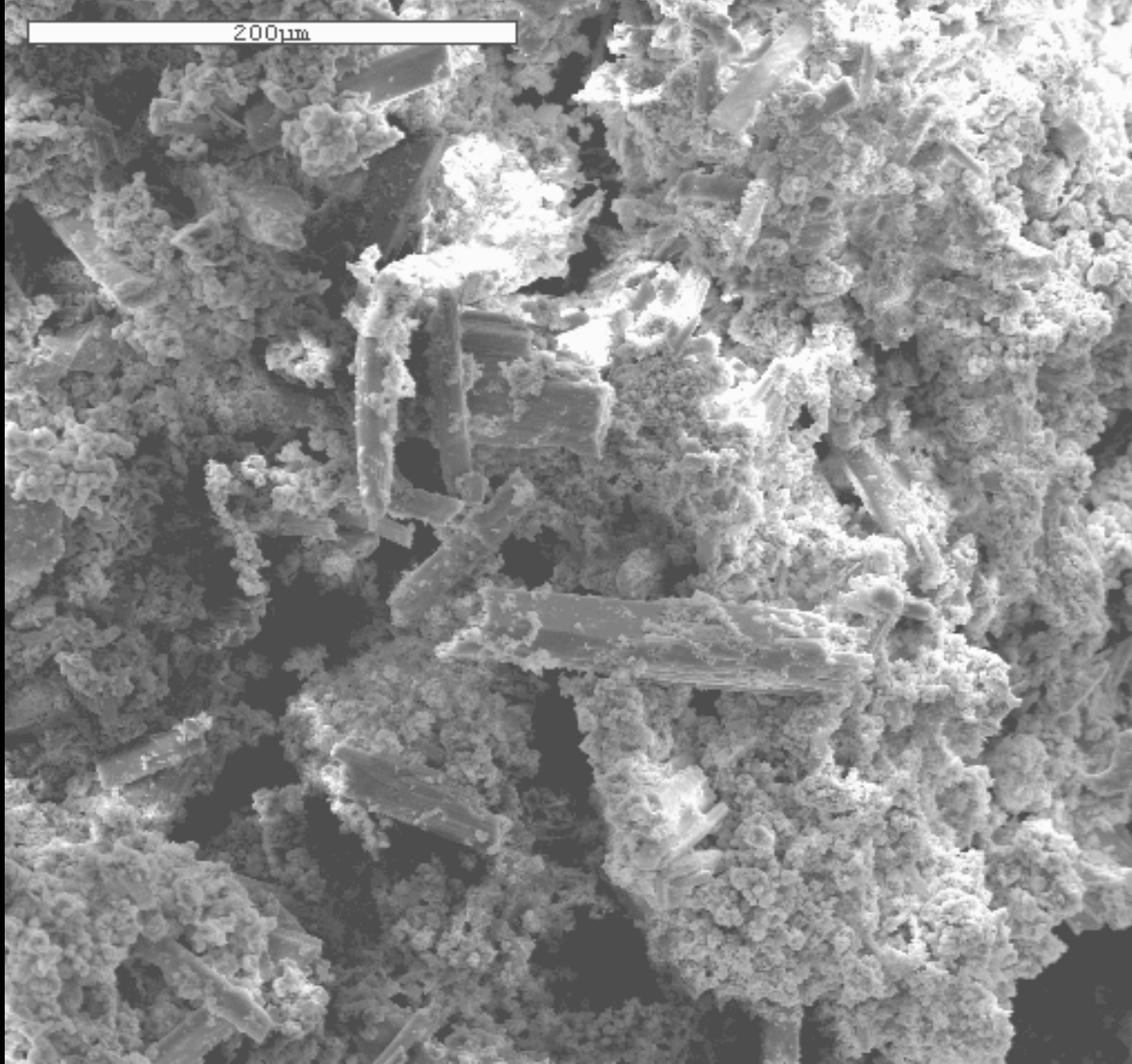


$\text{SO}_4=34\%$
 $\text{FeO}=62\%$
 $\text{ZnO}= 2\%$

SEM



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
secundaria, etapa 1, sales en suelo
3. LA RECUPERACION



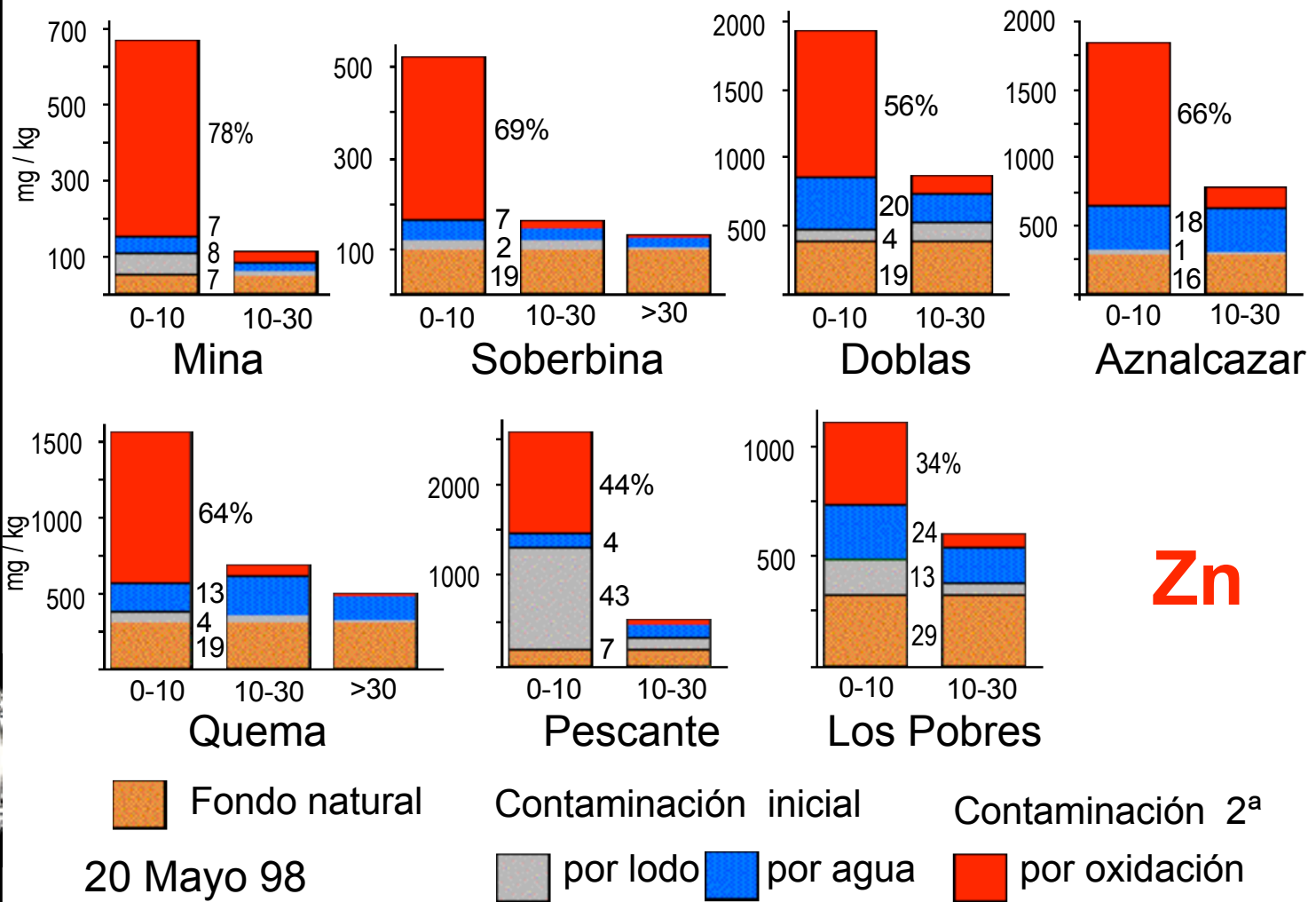
Masa:
 $\text{SO}_4=34\%$
 $\text{FeO}=62\%$
 $\text{ZnO}= 2\%$

listones
 $\text{SO}_4=56\%$
 $\text{CaO}=38\%$

SEM

1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION

contam. 1ª y 2ª del Zn en los suelos

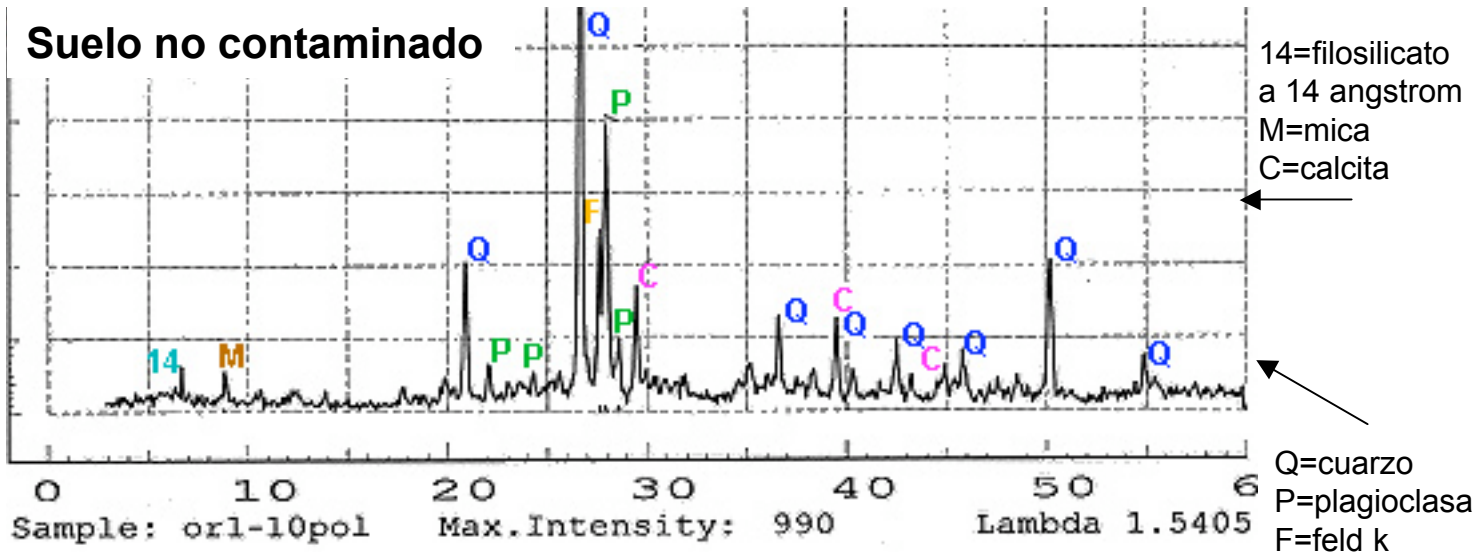
20 Mayo 98

1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION

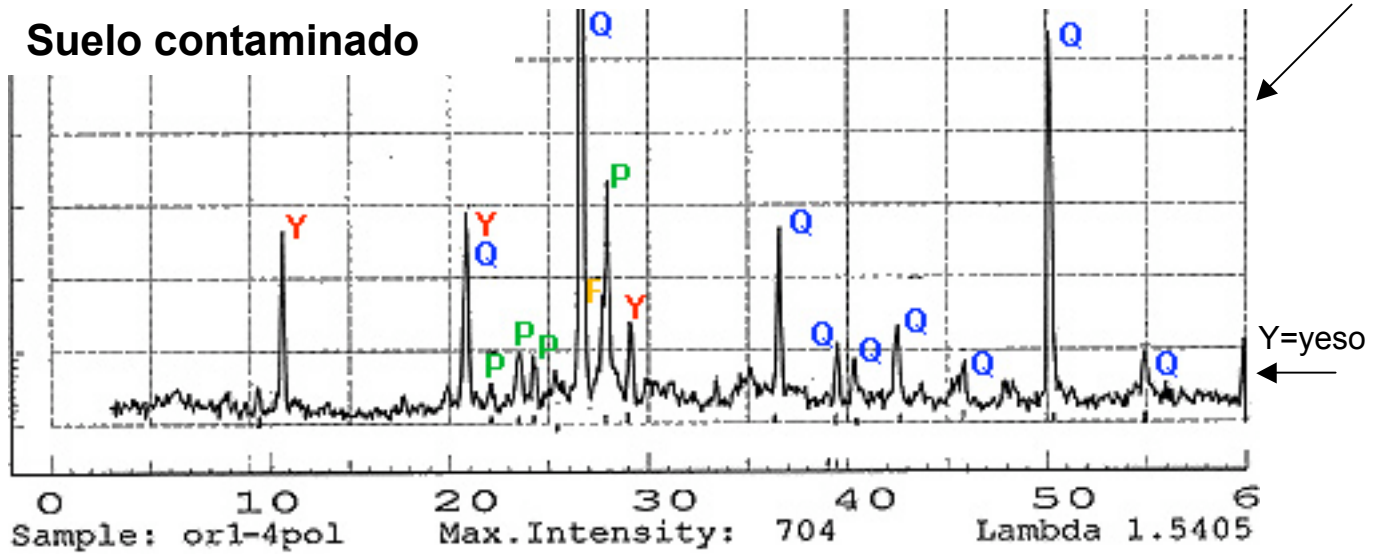
contaminación orla: alterac. mineral



Suelo no contaminado



Suelo contaminado



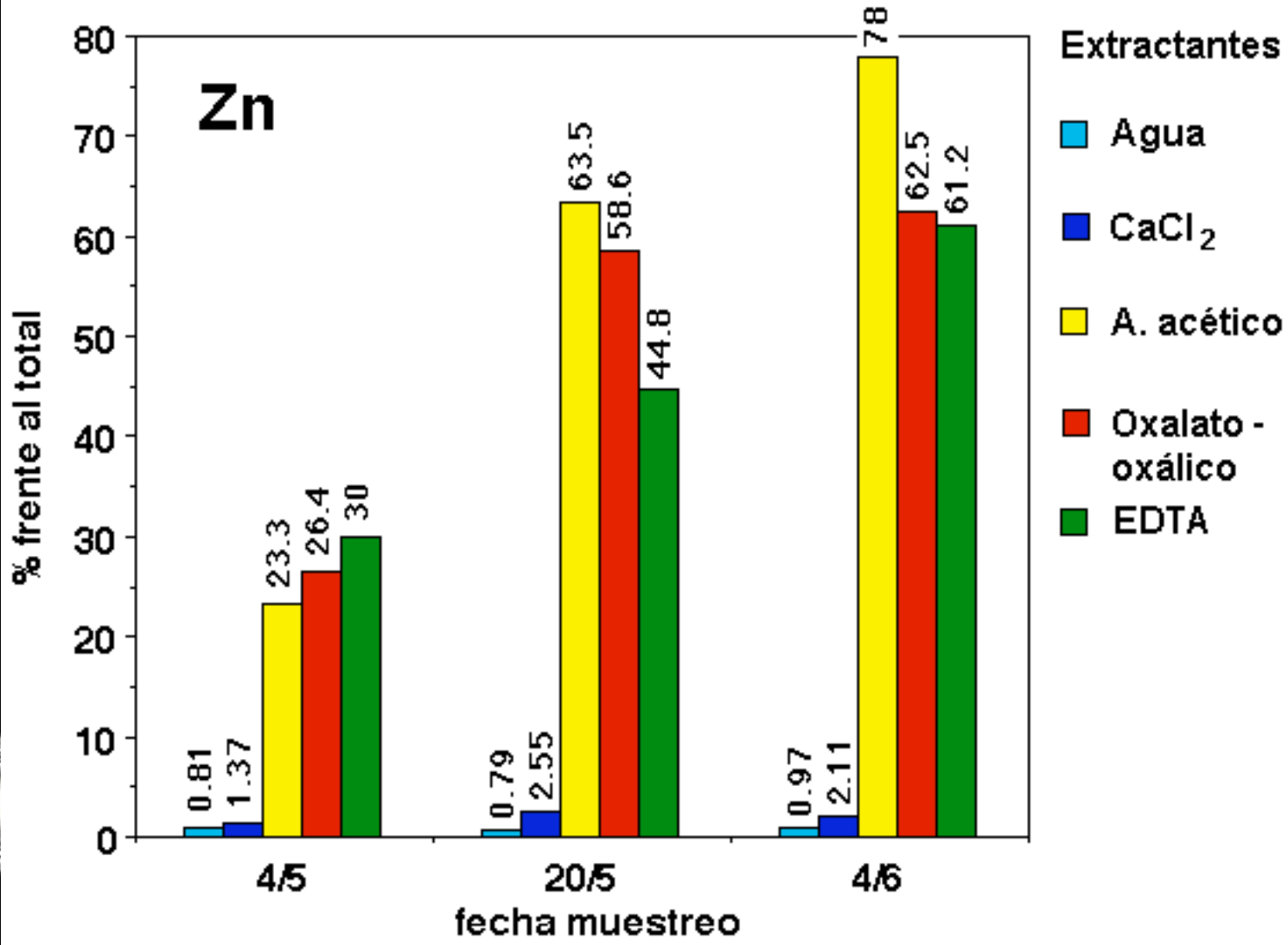


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
la especiación de los metales
3. LA RECUPERACION

Metales totales frente a especiación

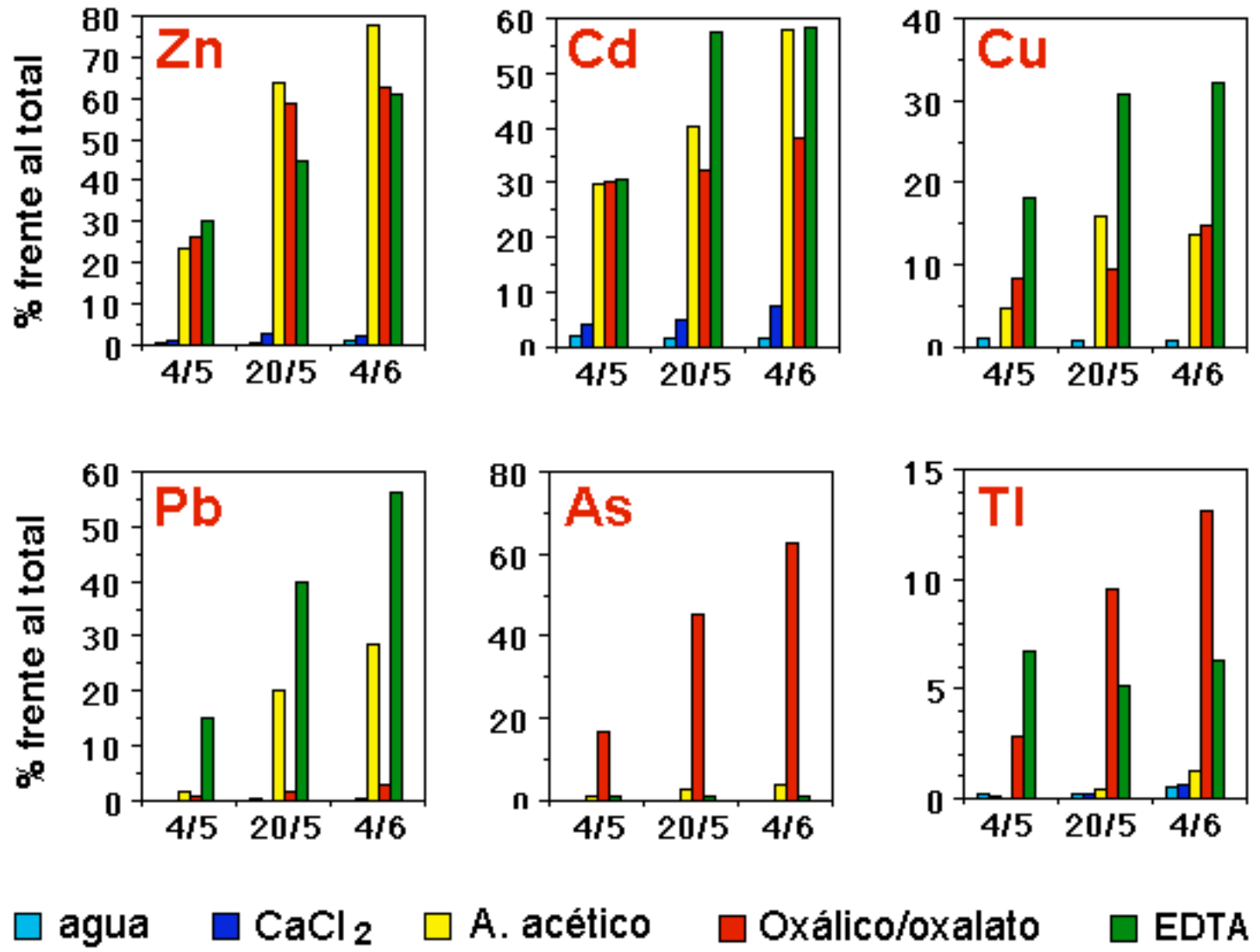


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
 especiación del Zn
3. LA RECUPERACION





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
especiación de los contaminantes
3. LA RECUPERACION



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



1. El accidente

2. La contaminación

3. La recuperación

Primera medida: retirada de la capa de lodos



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- los lodos arrasan la vegetación



4/5/98



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- los 45 dias ya hay vegetación

4/6/98





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- la hierba atraviesa los lodos





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- los lodos se retiran

14/7/98





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- los lodos se almacenan en la corta



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

en conciciones muy duras





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- en concisiones muy duras





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Contaminación aérea “natural”

Contaminación eólica





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Contaminación aérea por maquinaria





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- superficie rebajada al limpiar**





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- cauce río Guadiama, antes**





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- cauce río Guadiamar, después





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- suelo limpiado, ¿sin lodo?





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- los suelos limpiados no están limpios

8/9/98



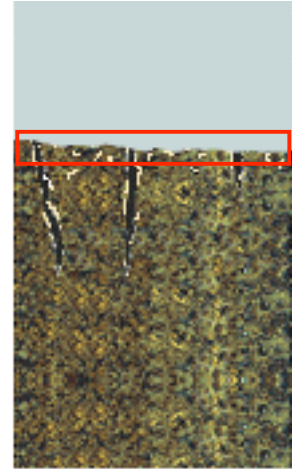
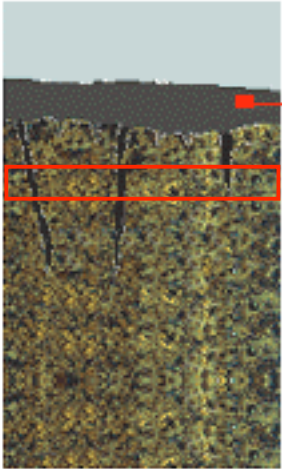
17/7/98

1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

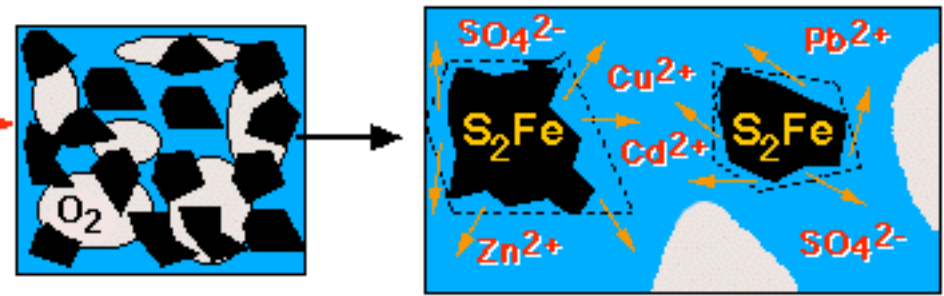
3. LA RECUPERACION

Contaminación terciaria



Contaminación secundaria

1ª Etapa. Deseccación parcial, oxidación y disolución.



2ª Etapa. Contaminación. Lluvias.



Contaminación terciaria

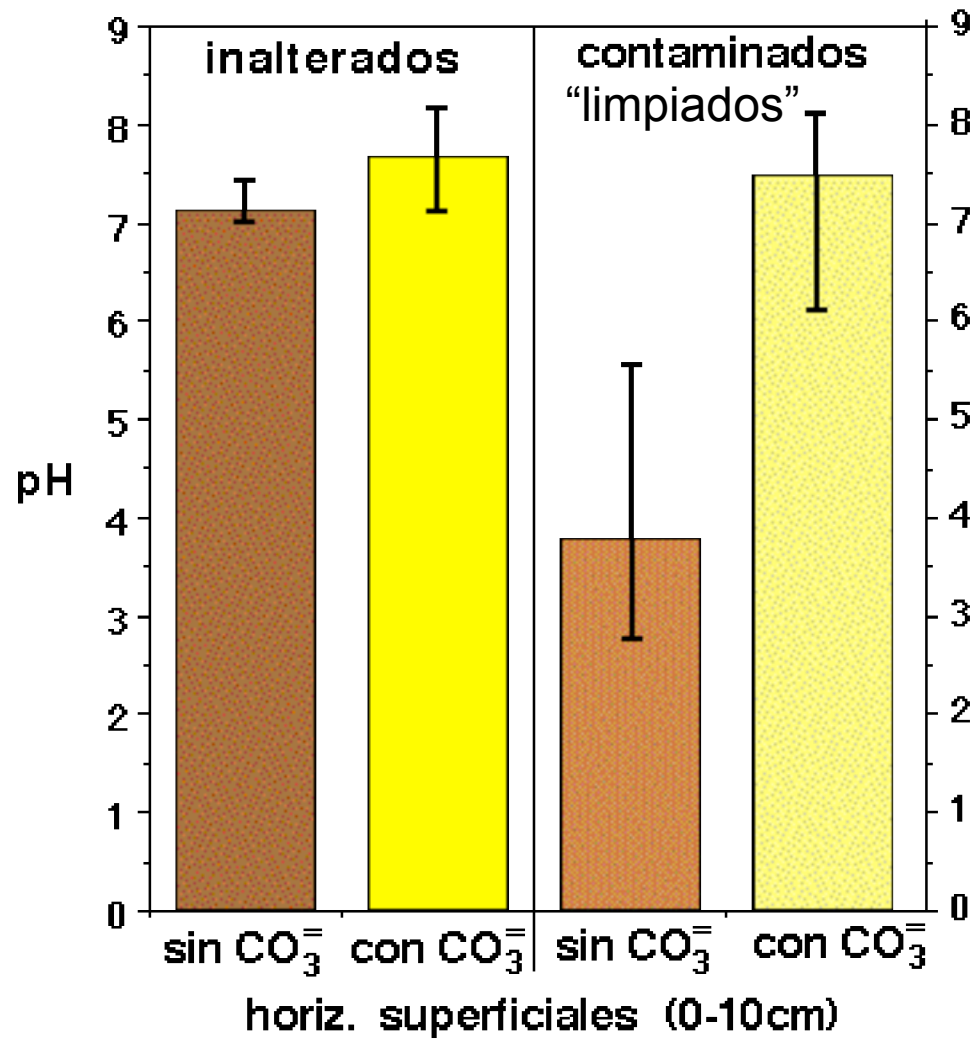
Retirada de la capa de lodos

1ª Etapa

Los lodos del interior del suelo afloran en superficie
Oxidación y movilización dentro del suelo



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- el ph indicador de la contaminación





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 3 encalado y pH

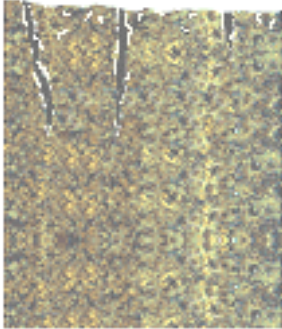


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. Terciaria. 2ª etapa



Contaminación terciaria



Retirada de la capa de lodos

1ª Etapa

Los lodos del interior del suelo afloran en superficie.
Oxidación y movilización dentro del suelo.

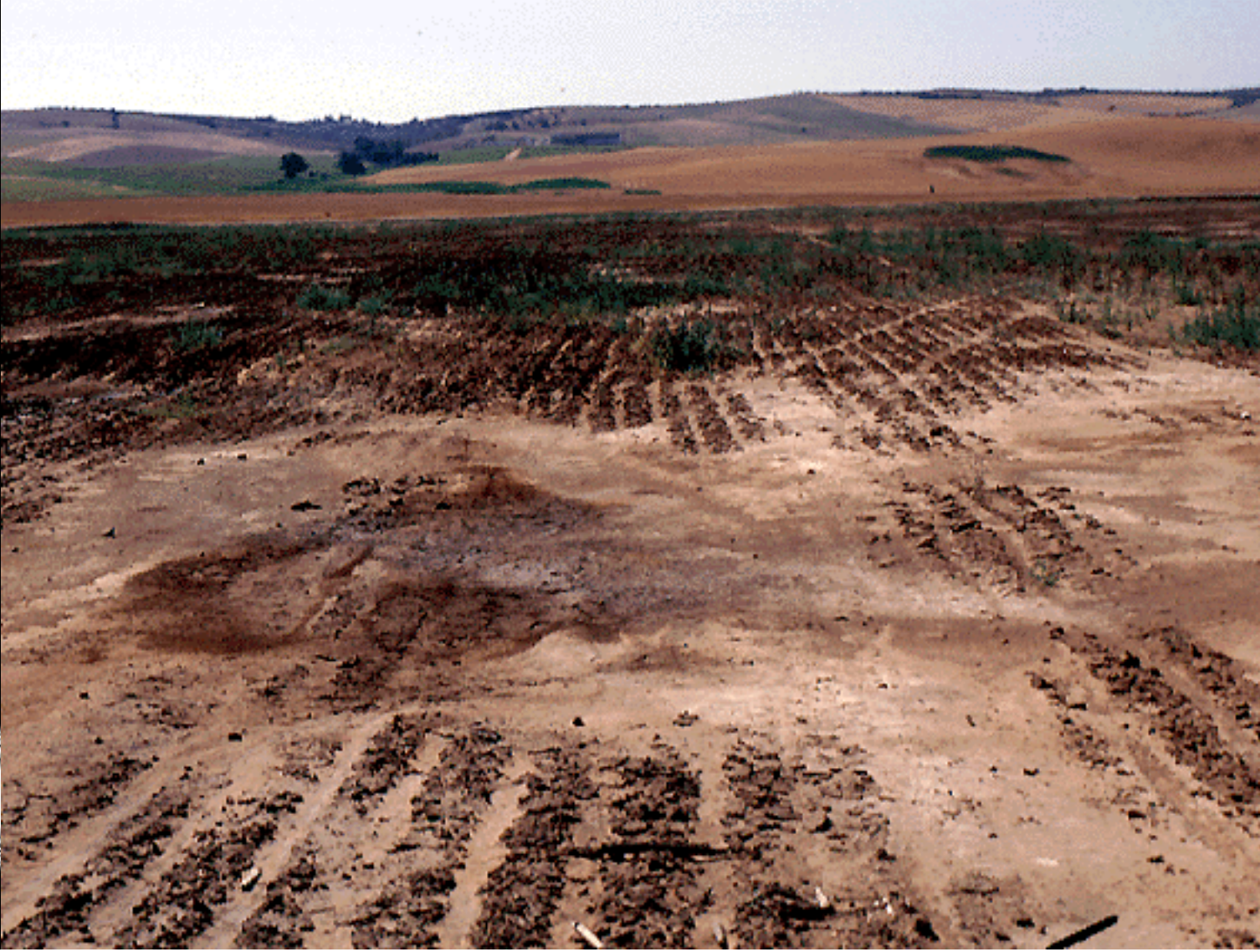
2ª Etapa

Llegada de las lluvias



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Removilizaciones





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3^a. Remov. En surcos



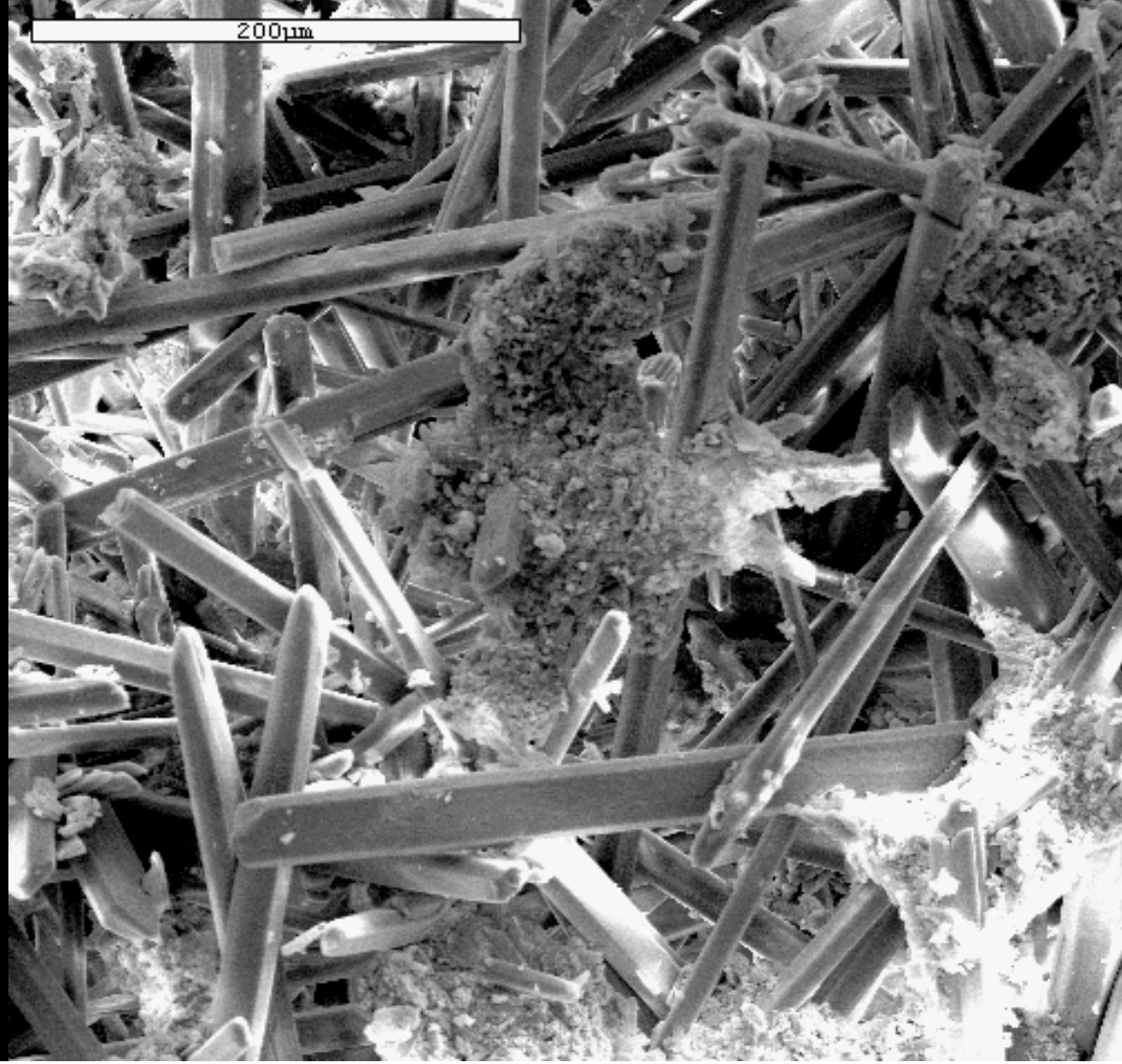


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3^a. Remov. En surcos





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3^a. Remov. En surcos**



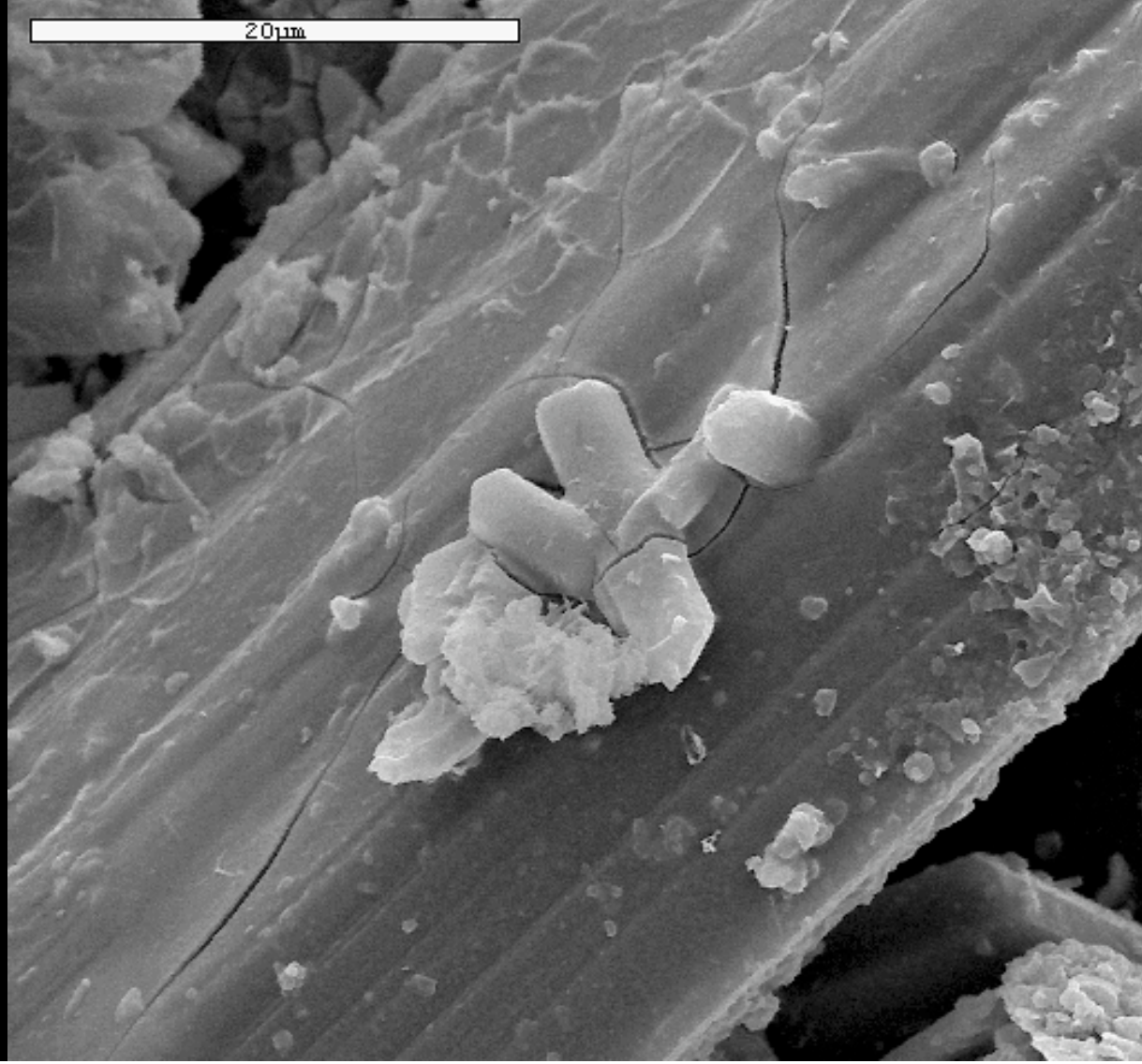
Yeso en
cristales
tabulares

y

óxidos
de Fe
formando
masas
(goethita y
hematites)



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3^a. Remov. En surcos



yeso



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3. Costra de Fe





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3. Espesor costra de Fe



1. EL ACCIDENTE

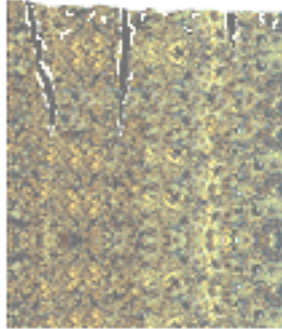
2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

Conta. Terciaria. 2ª etapa



Contaminación terciaria



Retirada de la capa de lodos

1ª Etapa

Los lodos del interior del suelo afloran en superficie.
Oxidación y movilización dentro del suelo.

2ª Etapa

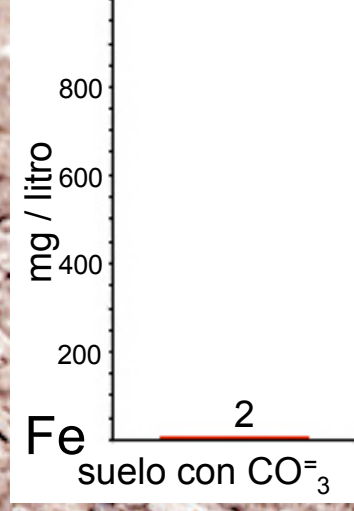
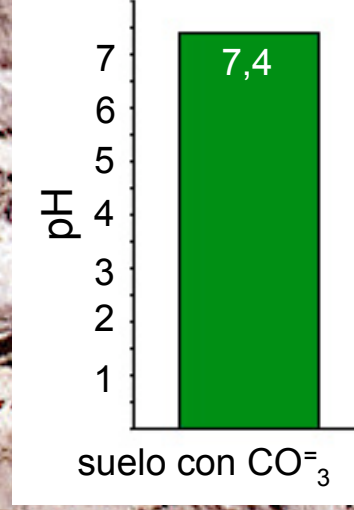
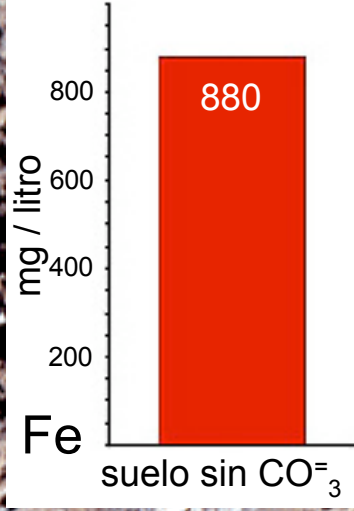
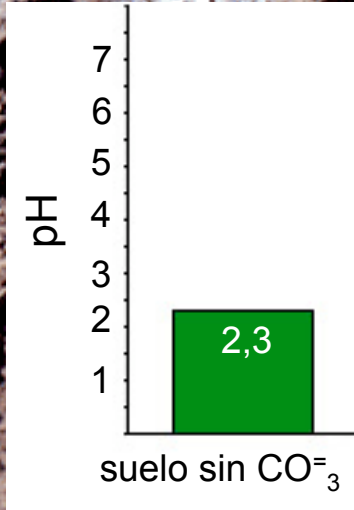
Llegada de las lluvias

Contaminación en el suelo

Redistribución superficial



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Acidos frente a básicos





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación

Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl

solubles: Zn, Cu y Cd

parcialmente soluble: Pb

muy poco solubles: Tl y As

insolubles; Bi y Sb



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación

Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl

tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación



Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos

movilización
acidificación

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación



Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos
lluvias; contaminación del suelo por infiltración

solubles
adsorbidos
retenidos
precipitados



Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos
lluvias; contaminación del suelo por infiltración

3. Contaminación terciaria

retirada capa superficial de lodos
similar a la etapa anterior pero ahora en el interior del suelo
removilizaciones superficiales

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación



Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos
lluvias; contaminación del suelo por infiltración

3. Contaminación terciaria

retirada capa superficial de lodos
similar a la etapa anterior pero ahora en el interior del suelo
removilizaciones superficiales

Contaminación eólica



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



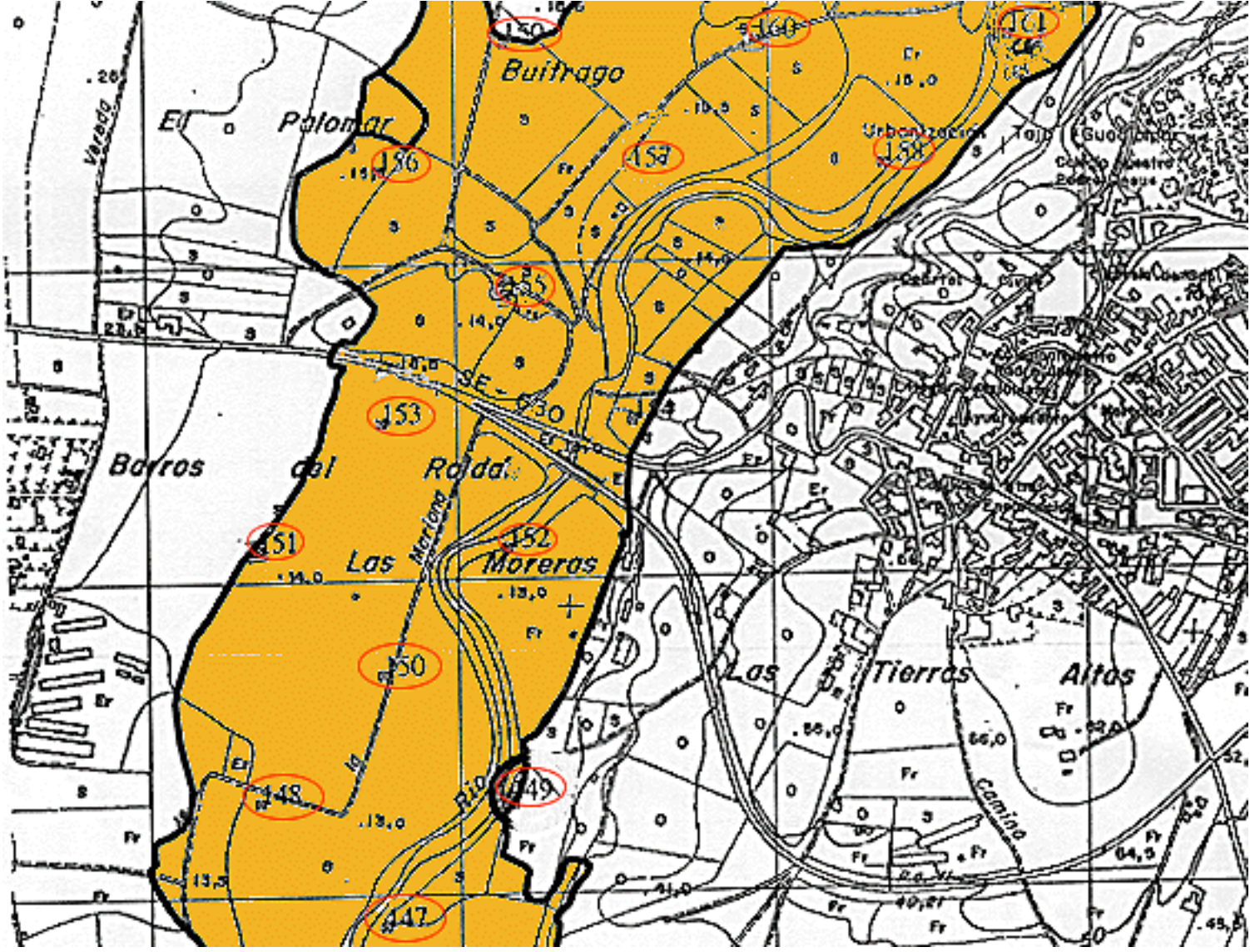
3. La recuperación

**Estudio sistemático de los suelos,
una vez retirada la capa de lodos**

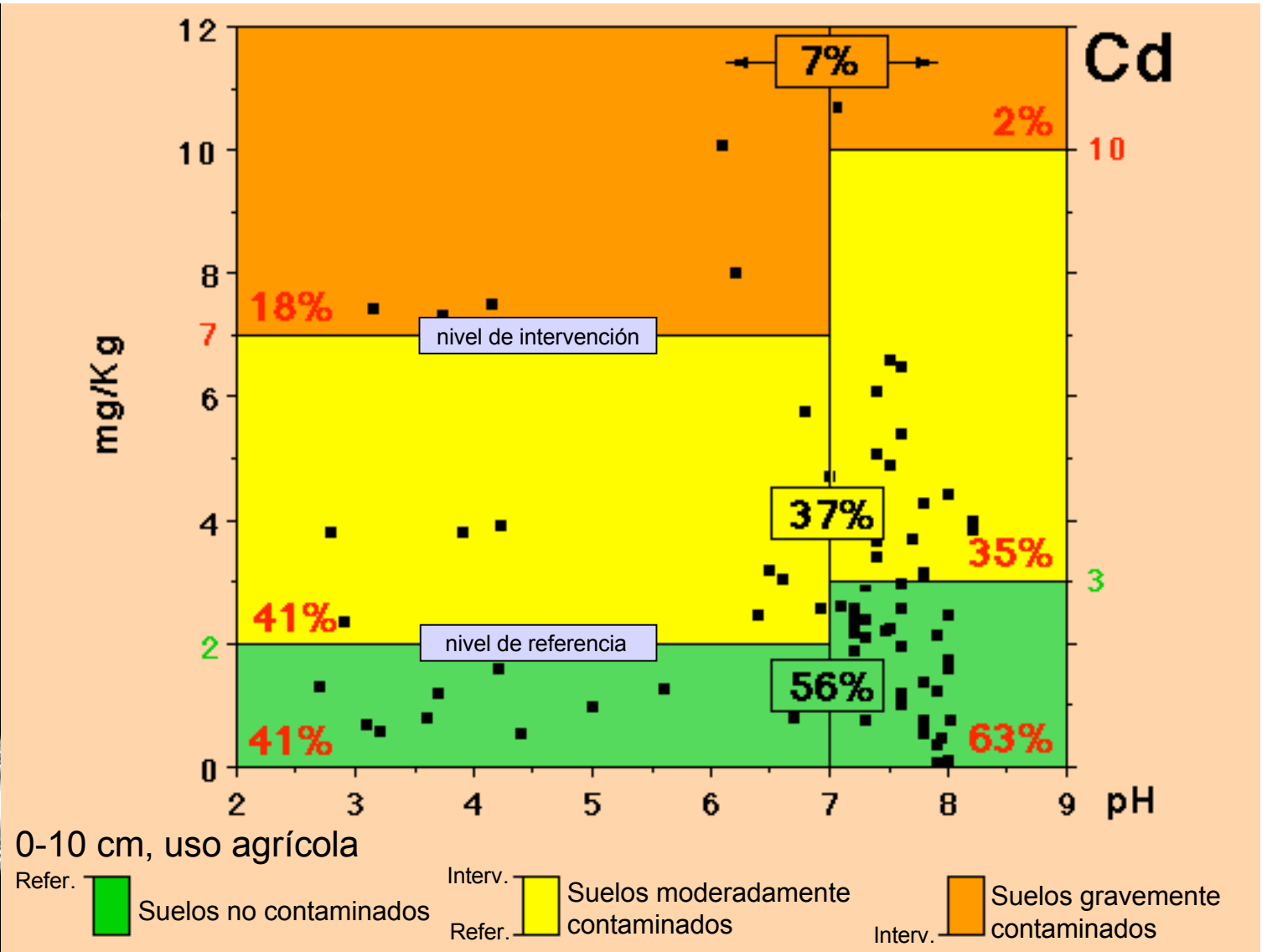


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Red de muestreo

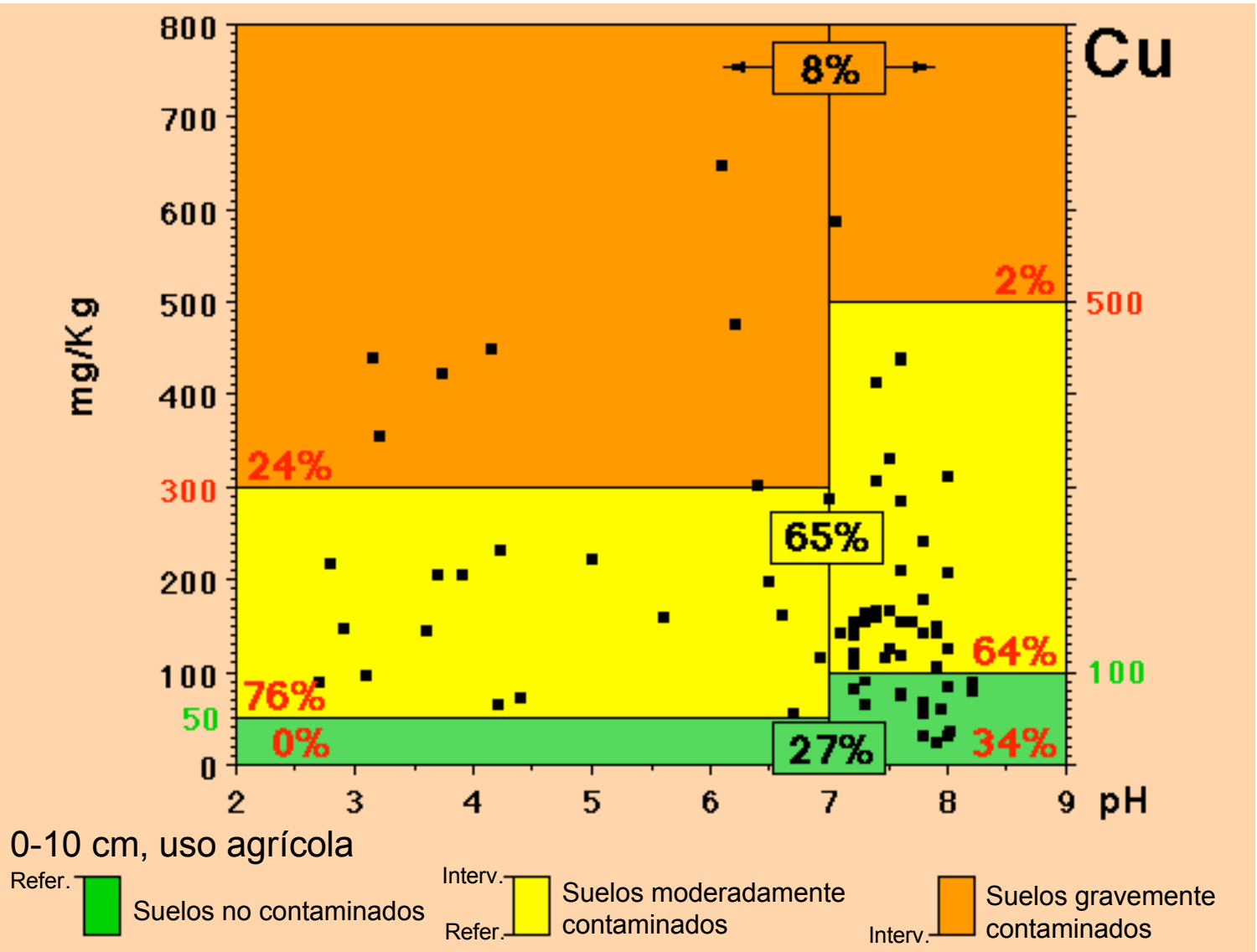


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 el Cd en los suelos limpiados



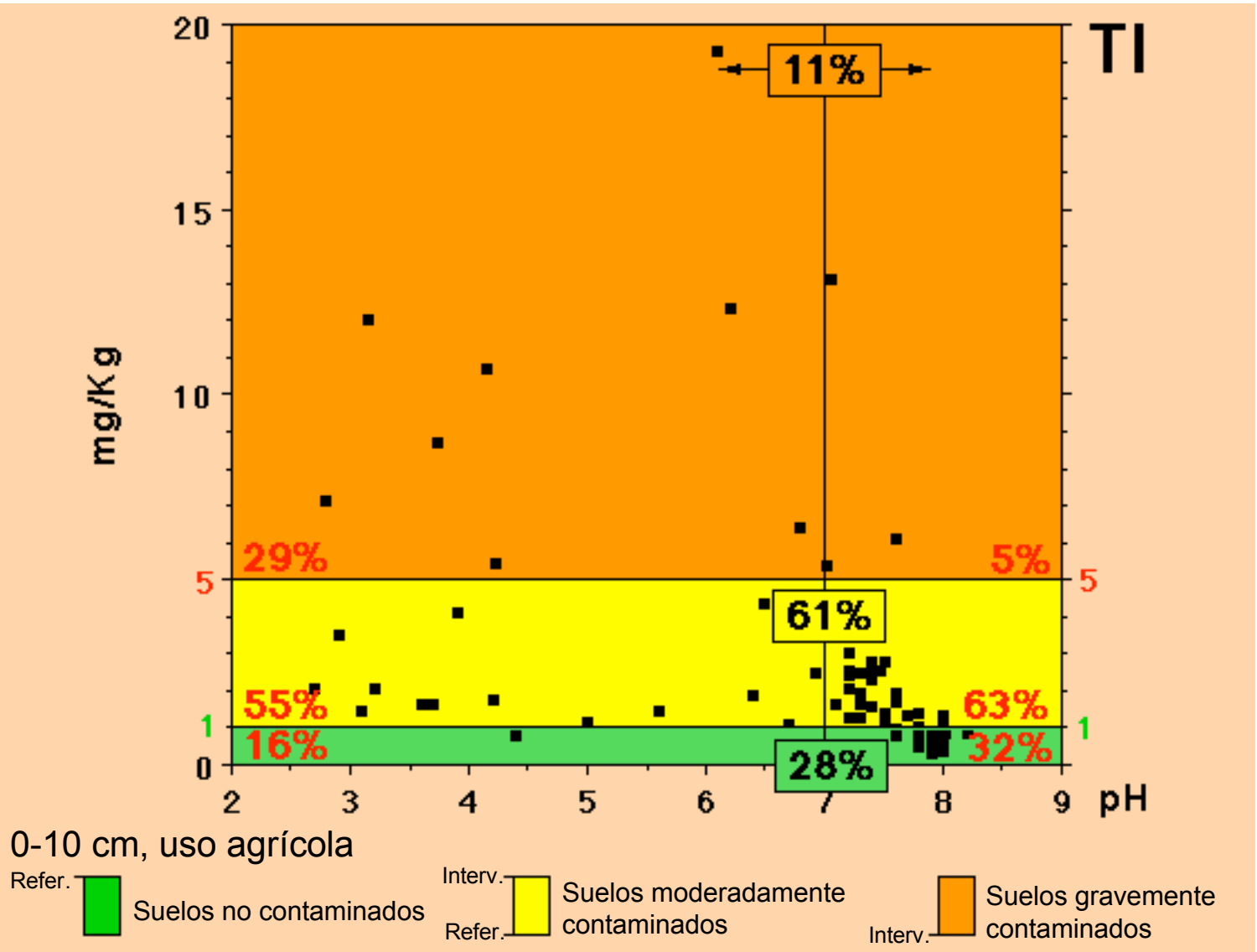


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- el Cu en los suelos limpiados

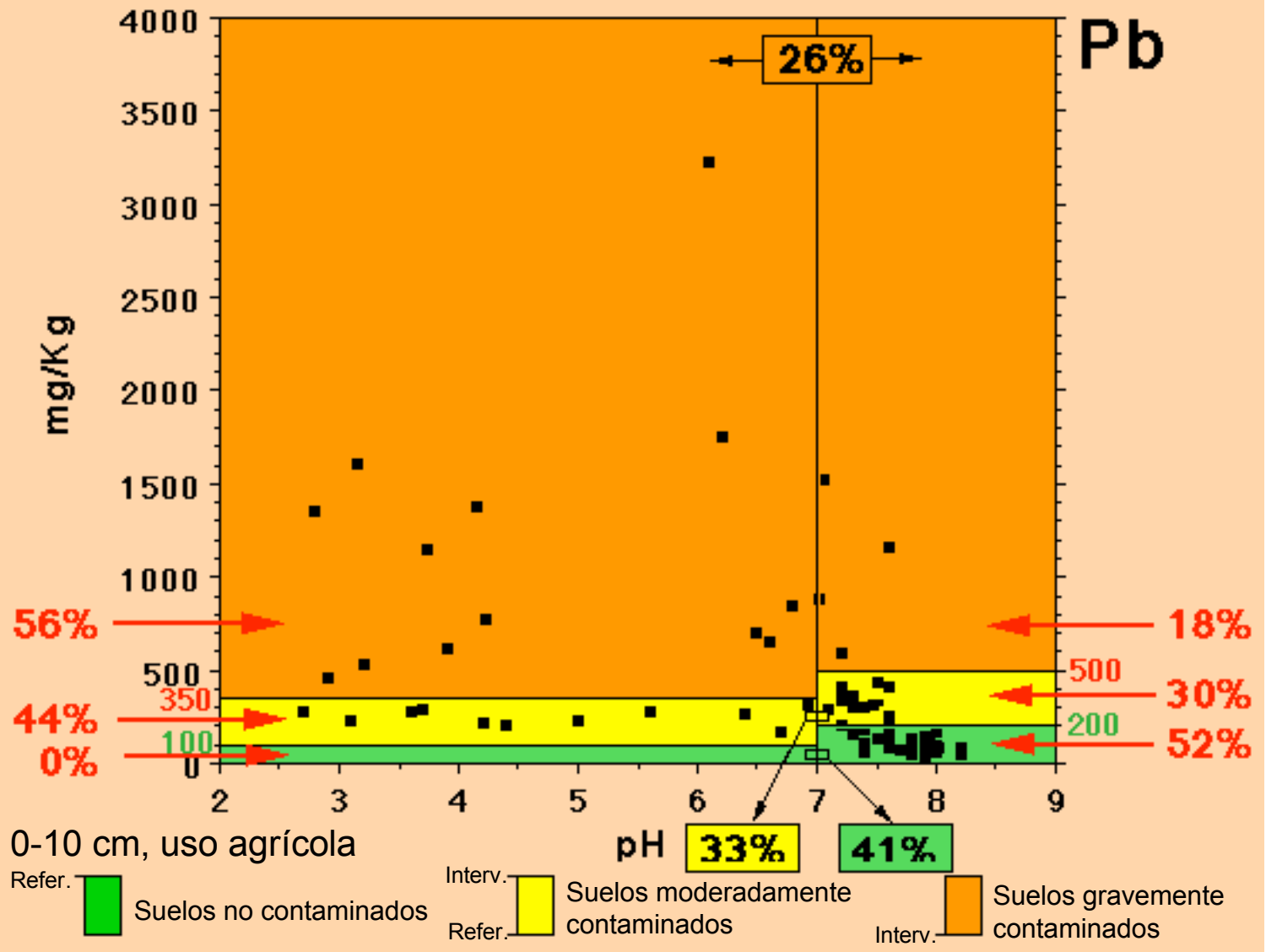




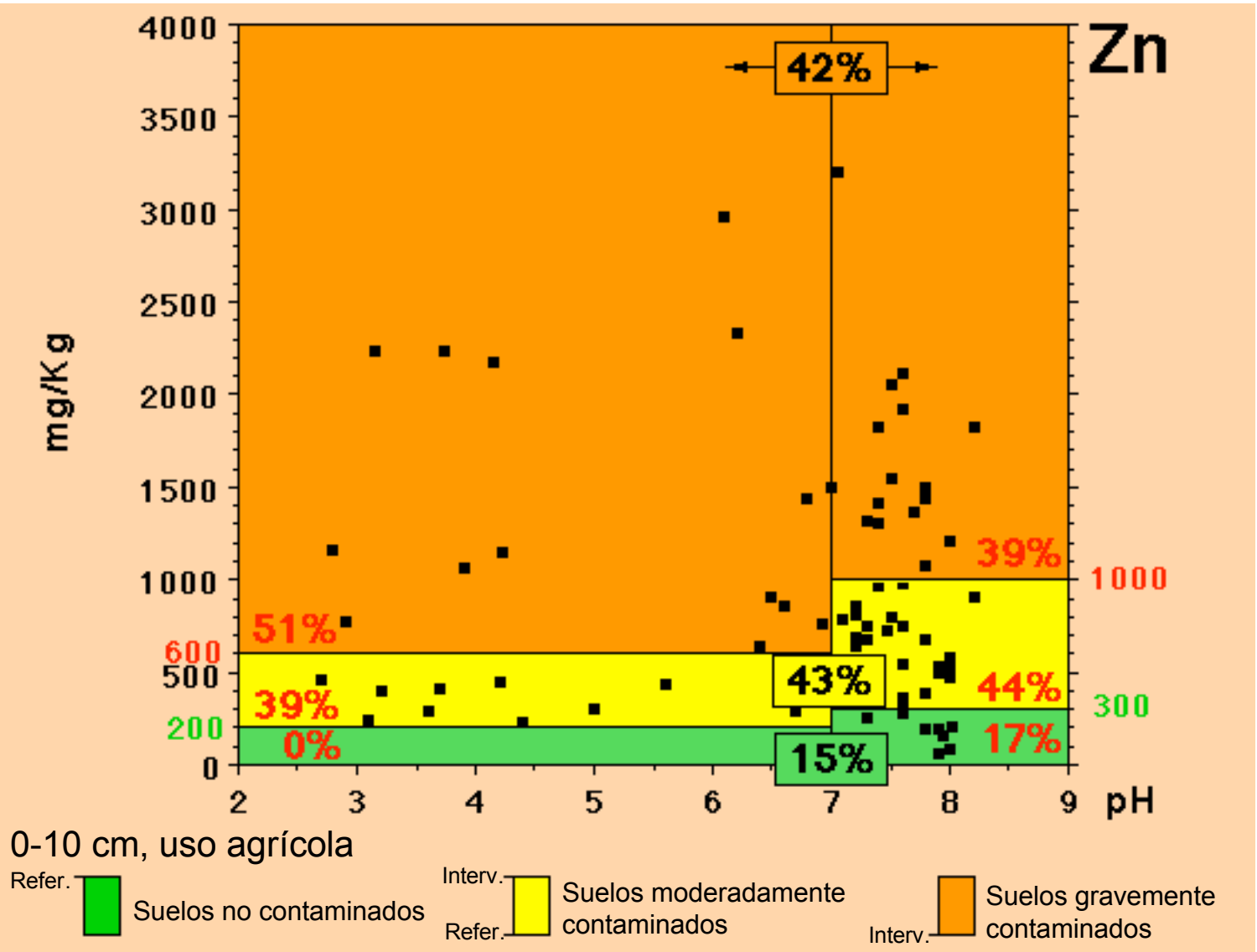
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
el TI en los suelos limpiados



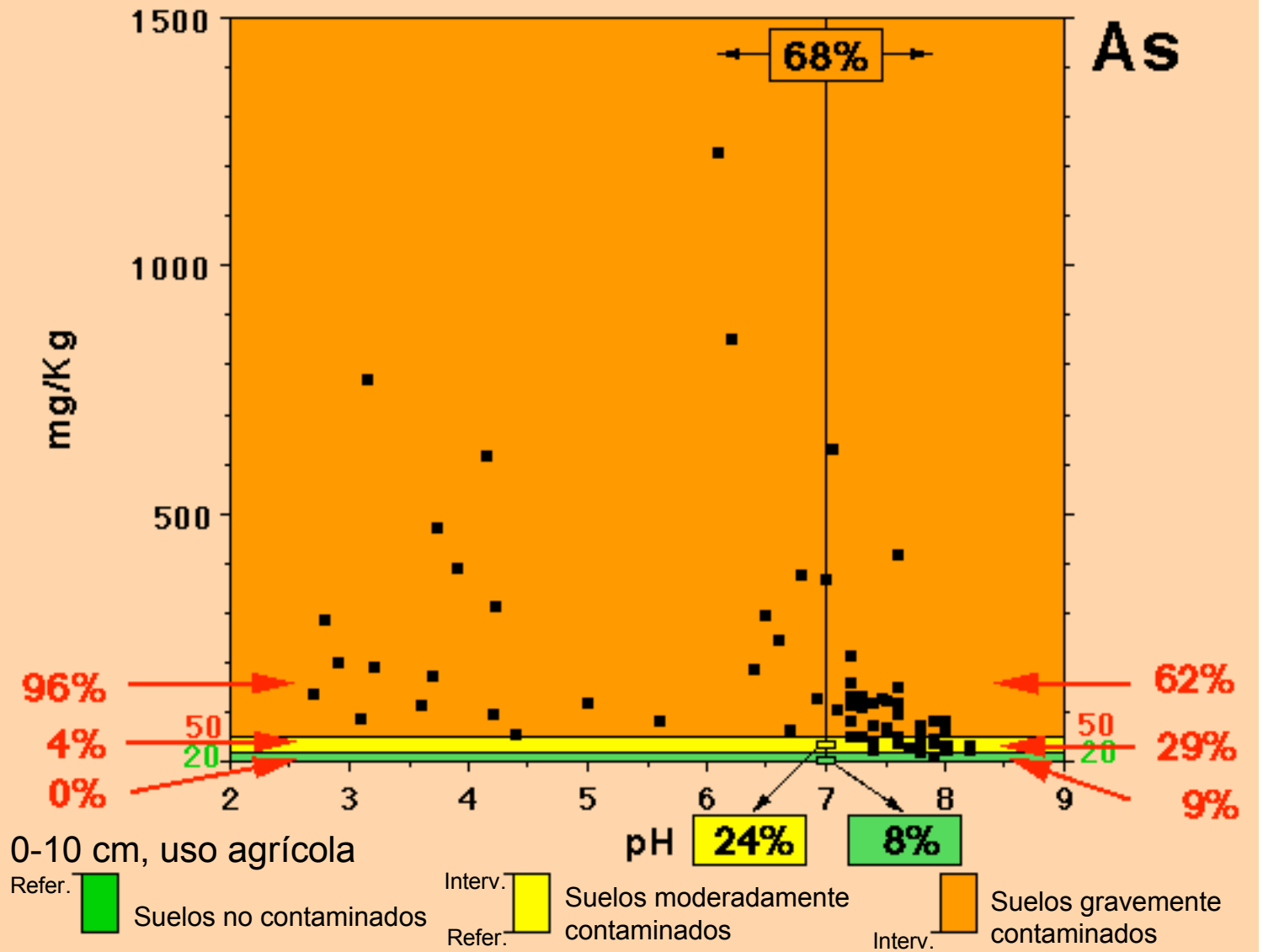
1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 el Pb en los suelos limpiados



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 el Zn en los suelos limpiados

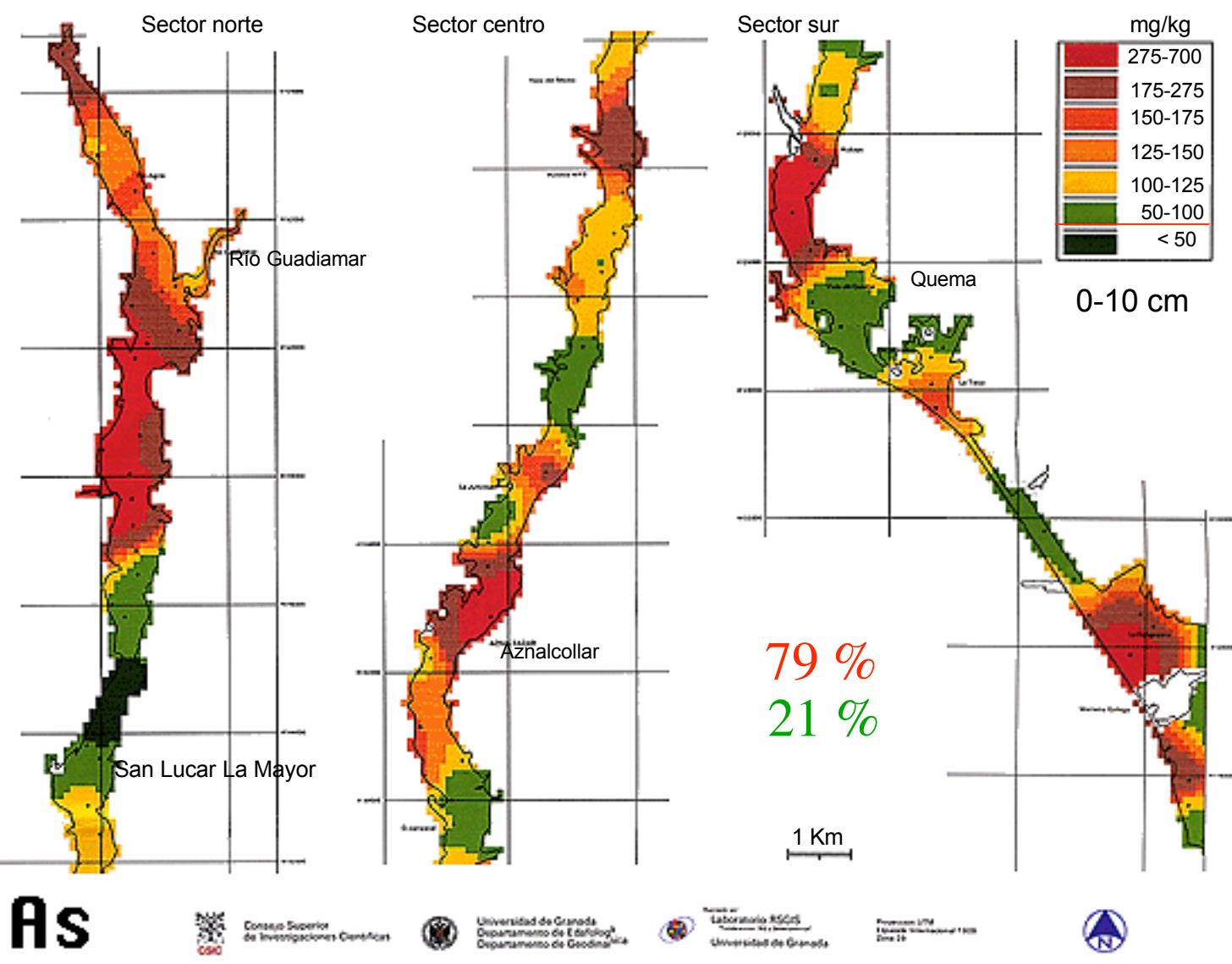


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 el As en los suelos limpiados



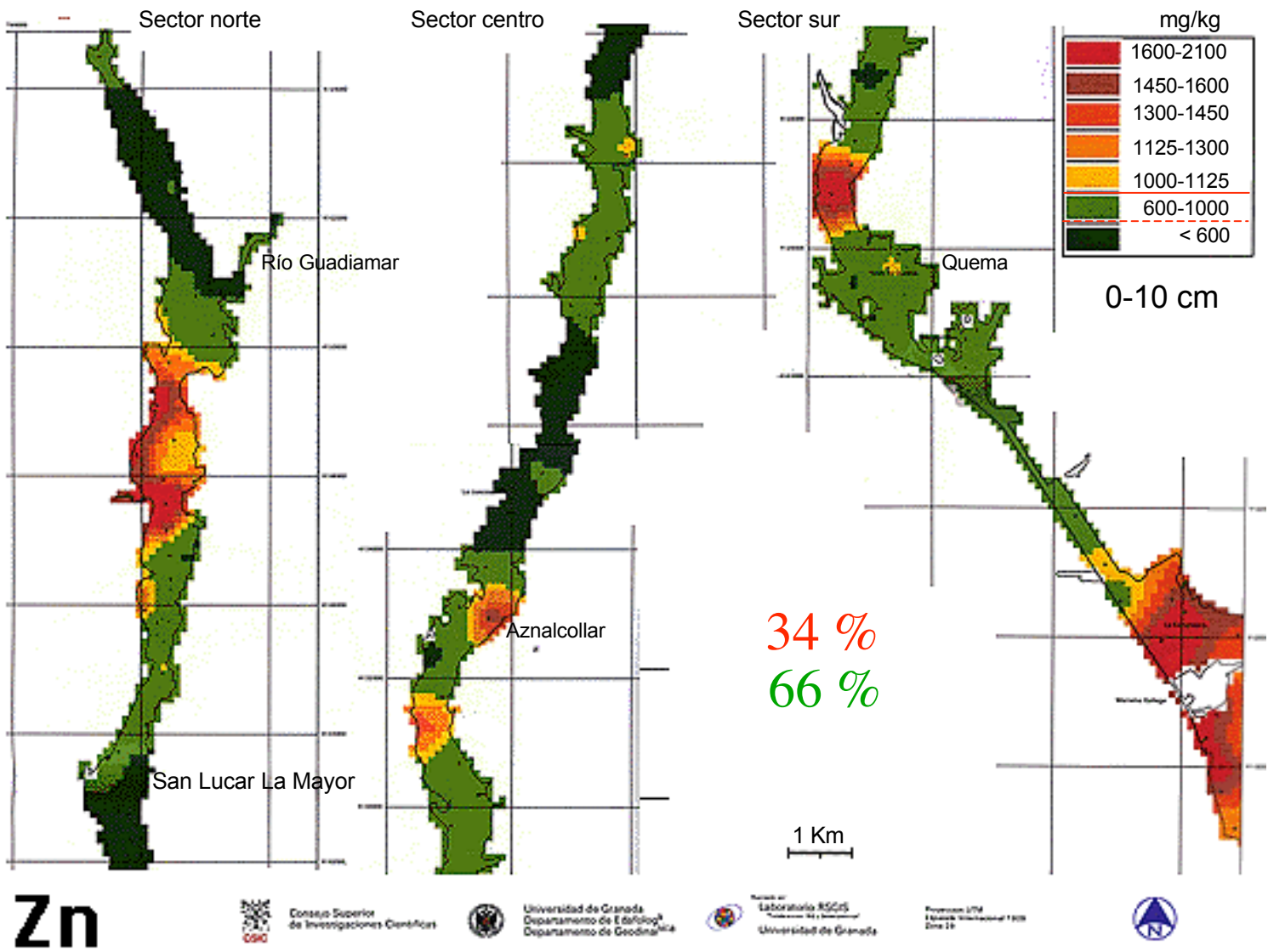
1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION

mapa del As en los suelos limp.

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

mapa del Zn en los suelos limp.



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION



1. El accidente

2. La contaminación

3. La recuperación de la zona

Primera medida: retirada de la capa de lodos

Medidas complementarias

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 3 encalado



Medidas complementarias

Objetivos

- A) Disminución de las concentraciones
- B) Inmovilización de los contaminantes
- C) Freno a la escorrentía y a la erosión



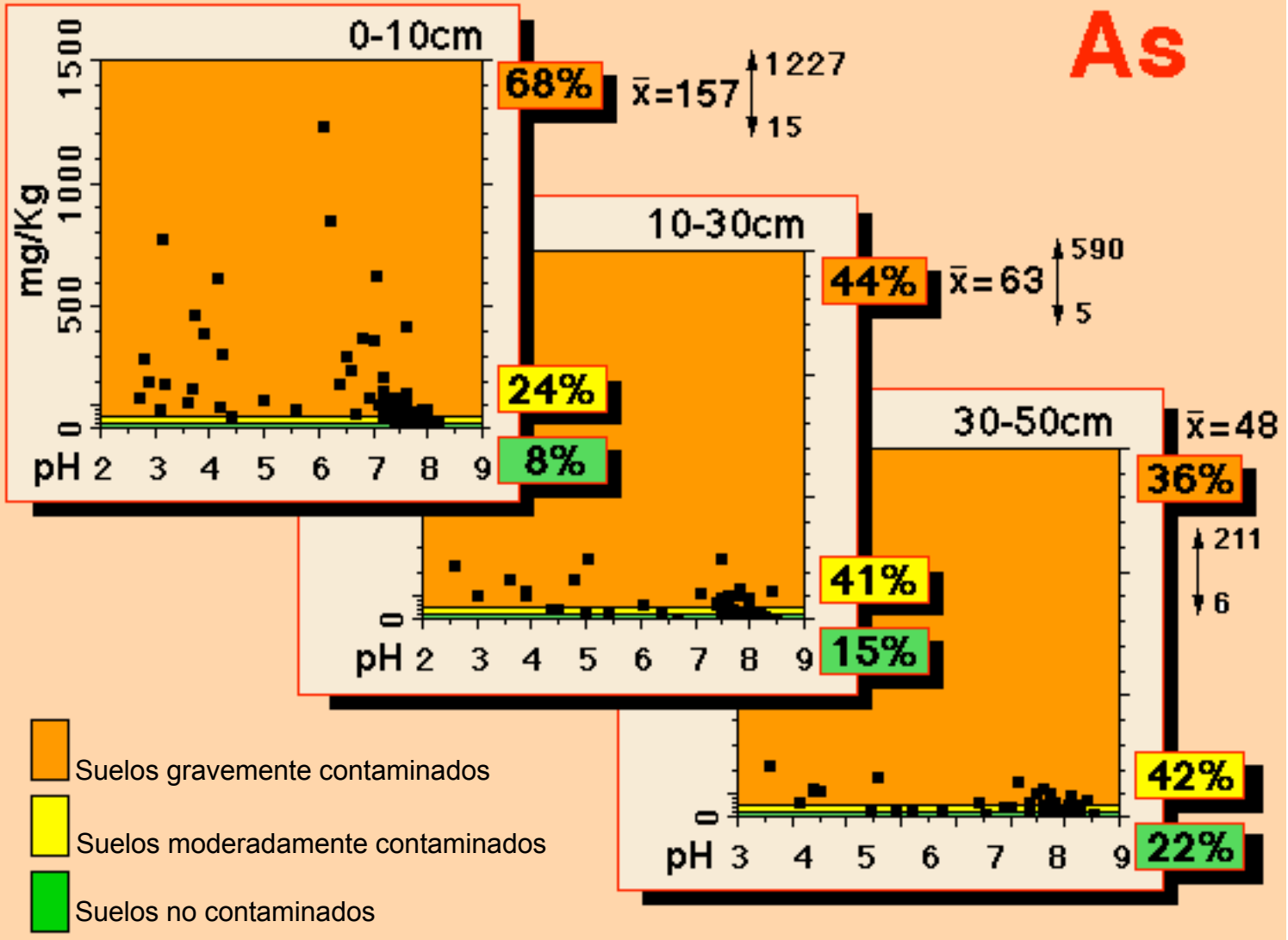
1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 3 encalado

Recomendaciones

1 Laboreo profundo

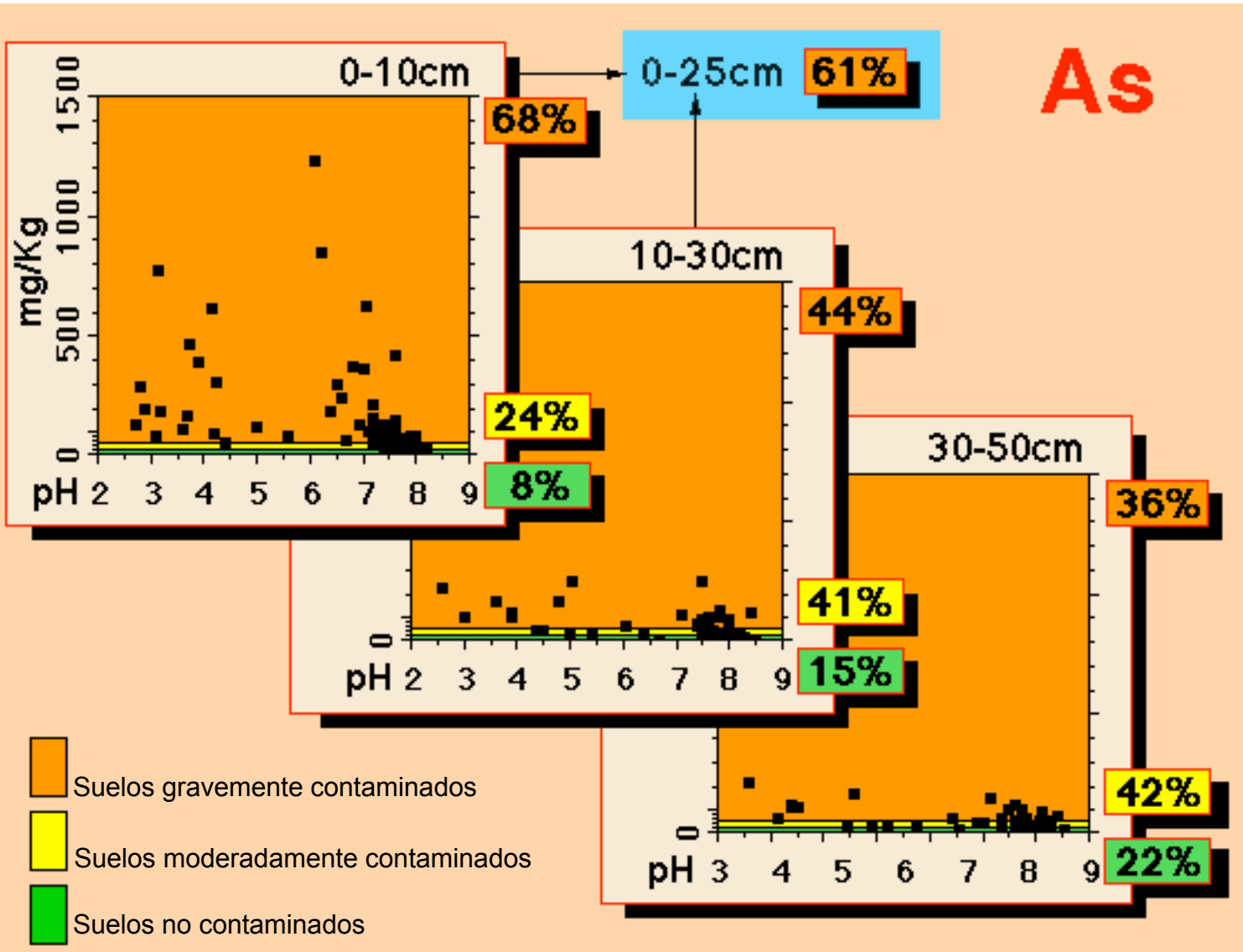
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

el As en los suelos limpiados



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 1 laboreo; As





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
recomendaciones: 3 encalado

Recomendaciones

- 1 Laboreo profundo
- 2 Revisar la limpieza



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- suelo limpiado, con manchas





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 2 relimpieza





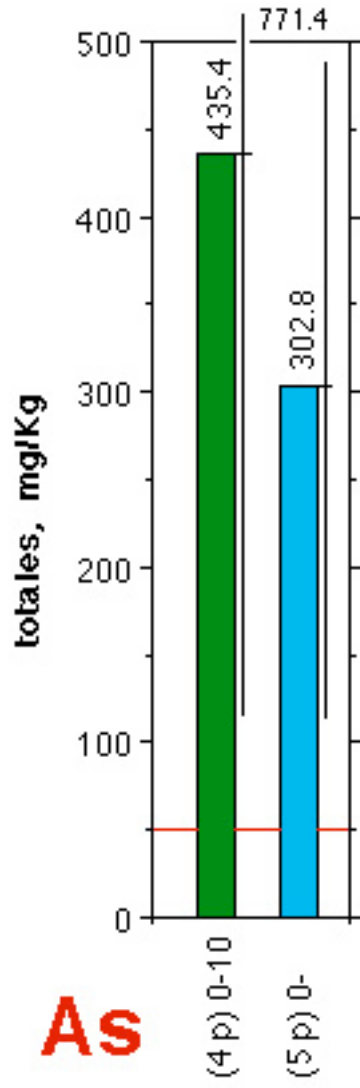
1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- los suelos limpiados no están limpios

8/9/98



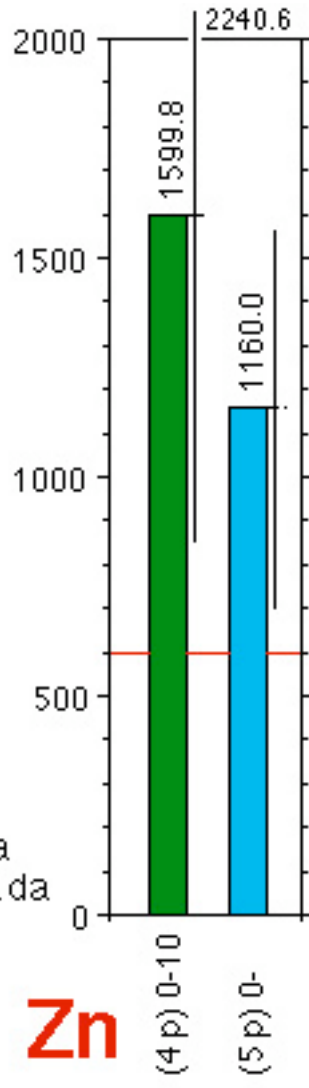


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 2 relimpieza



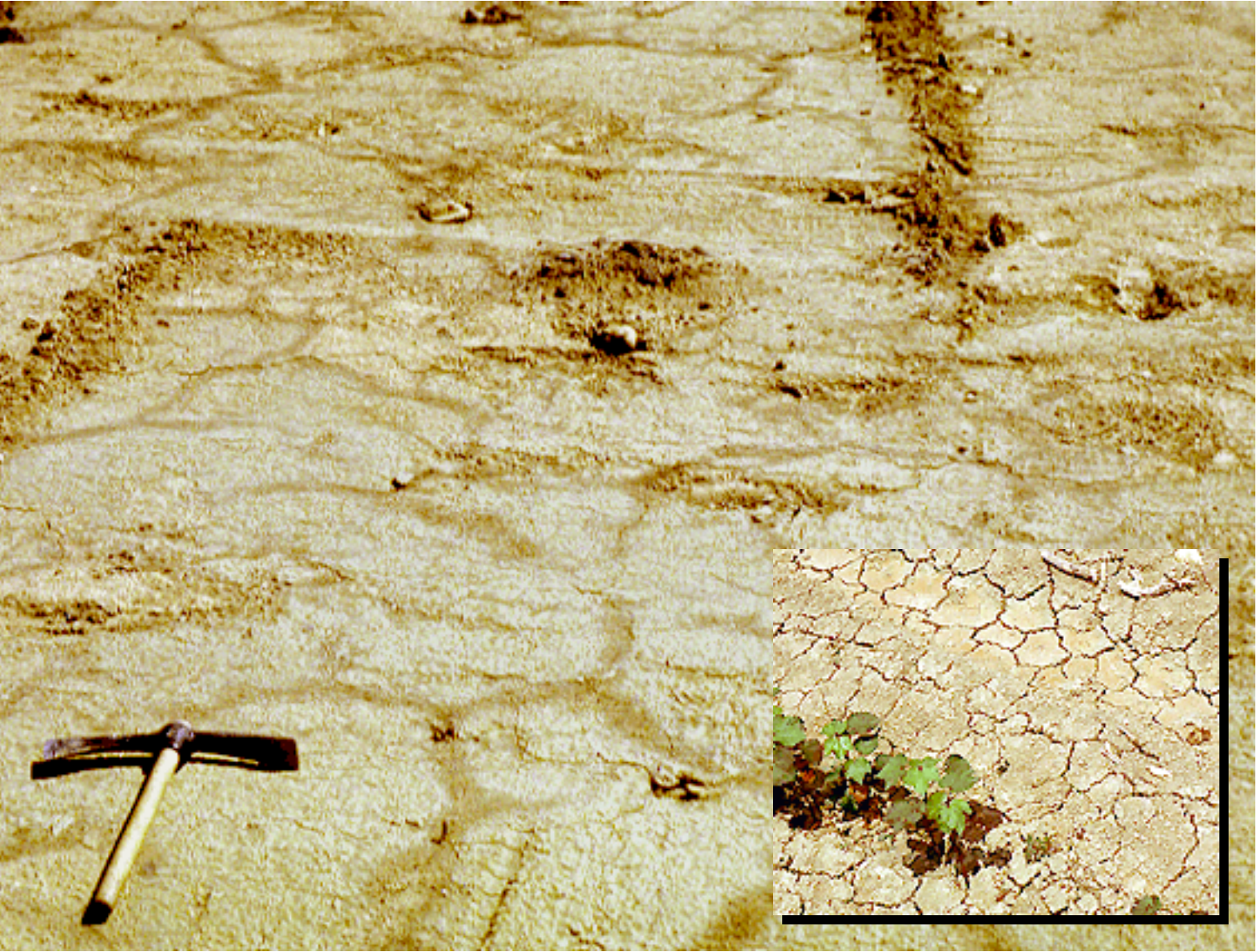
Soberbina

- zona limpiada
- zona relimpiada





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- suelo limpiado, grietas con lodo

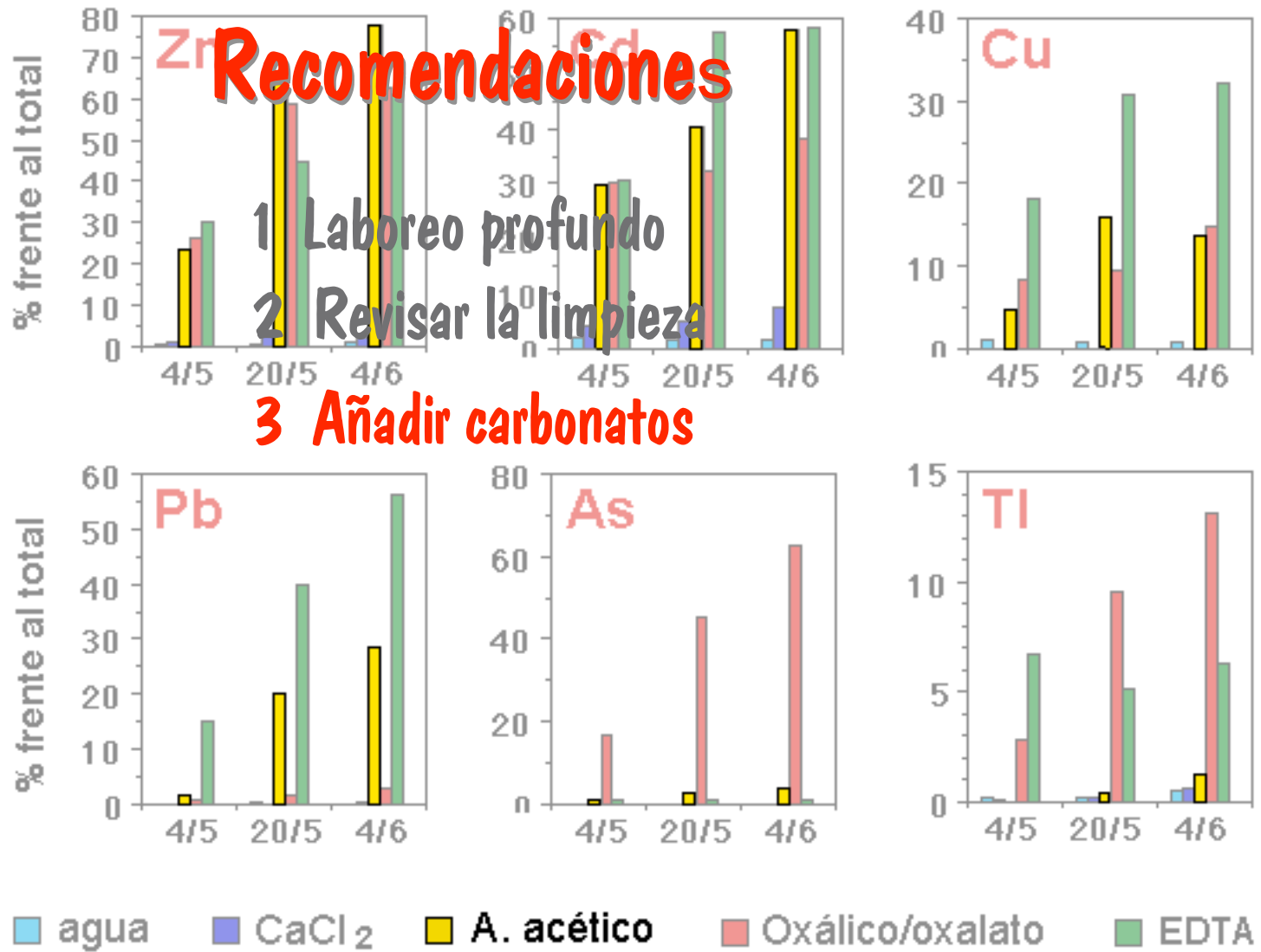


1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 3 encalado

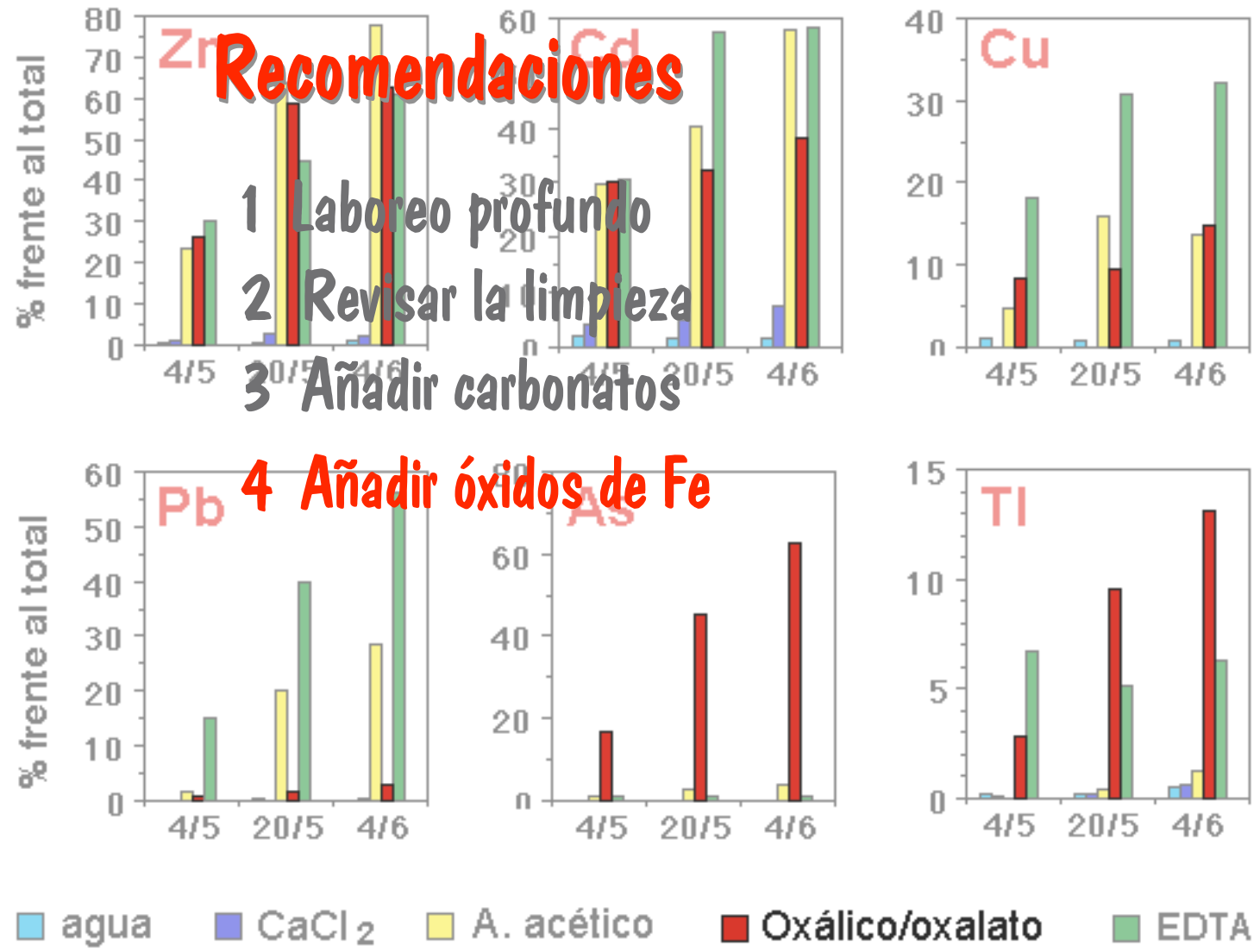




1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 3 encalado



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 recomendaciones: 4 añadir Fe





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 4 añadiendo Fe

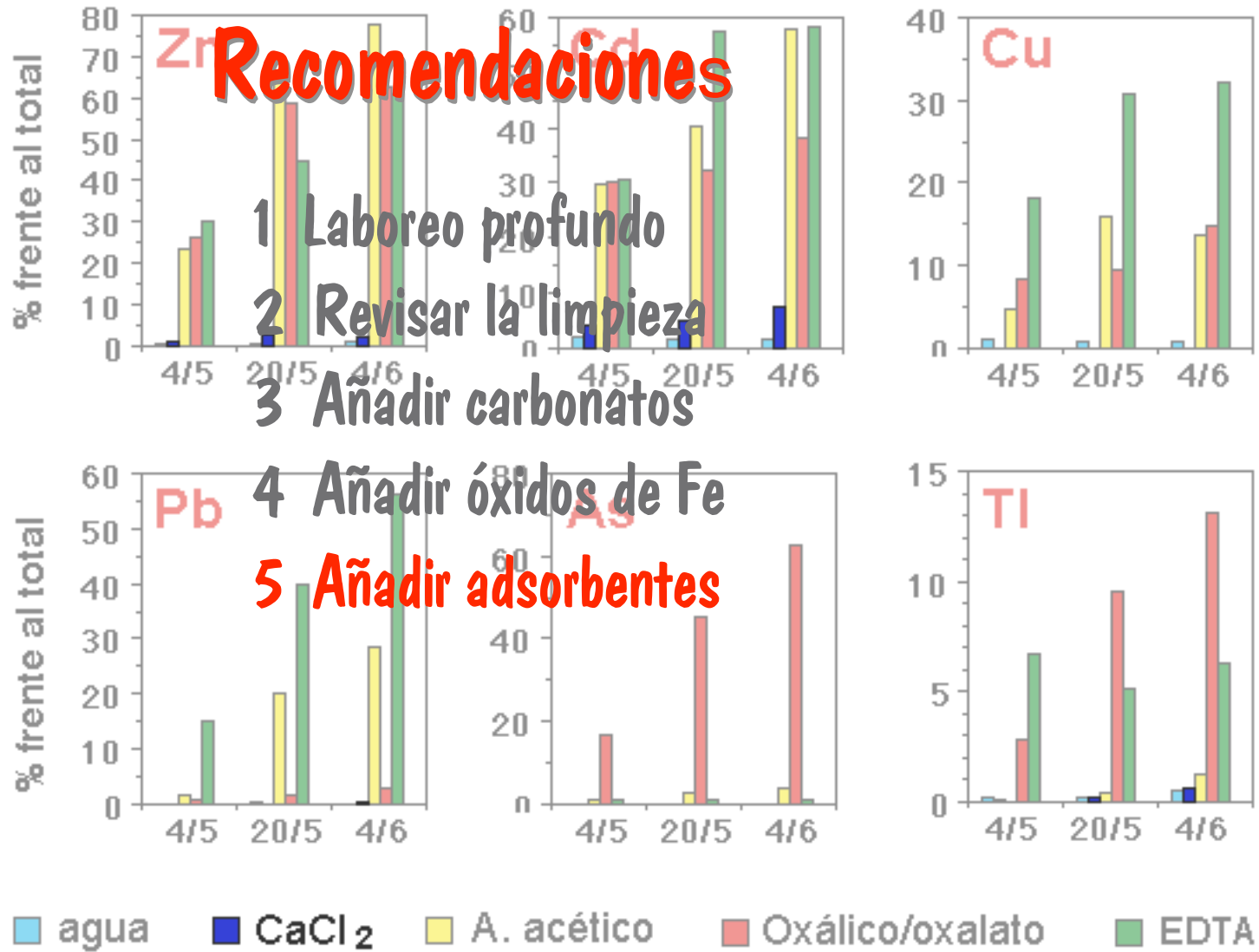




1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 4 añadir Fe



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
recomendac.: 5 añadir adsorbentes



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 5 añad. zeolitas





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: parcelas experiment.

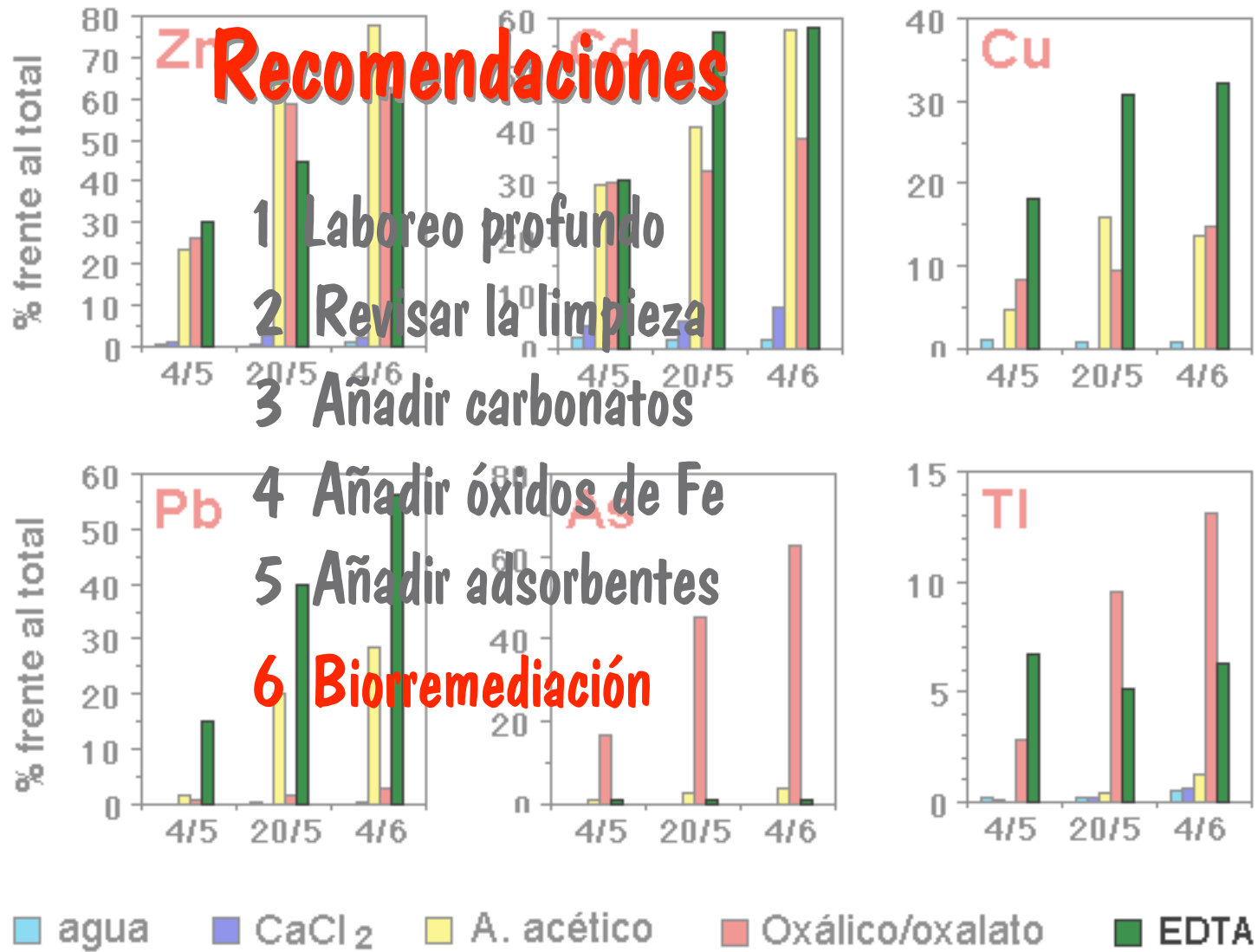




1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendac.: [5 añadir mat. org.](http://5añadir.mat.org)



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 recomendaciones: 6 biorremediación

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 6 sembrando



Recomendaciones

- 1 Laboreo profundo
- 2 Revisar la limpieza
- 3 Añadir carbonatos
- 4 Añadir óxidos de Fe
- 5 Añadir adsorbentes
- 6 Biorremediación



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Objetivos de las recomendaciones



Recomendaciones

- 1 Laboreo profundo
- 2 Revisar la limpieza
- 3 Añadir carbonatos
- 4 Añadir óxidos de Fe
- 5 Añadir adsorbentes
- 6 Biorremediación

Objetivos

- = Dilución
- = Eliminación
- = Bloqueo
- = Bloqueo
- = Bloqueo
- = Eliminación



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

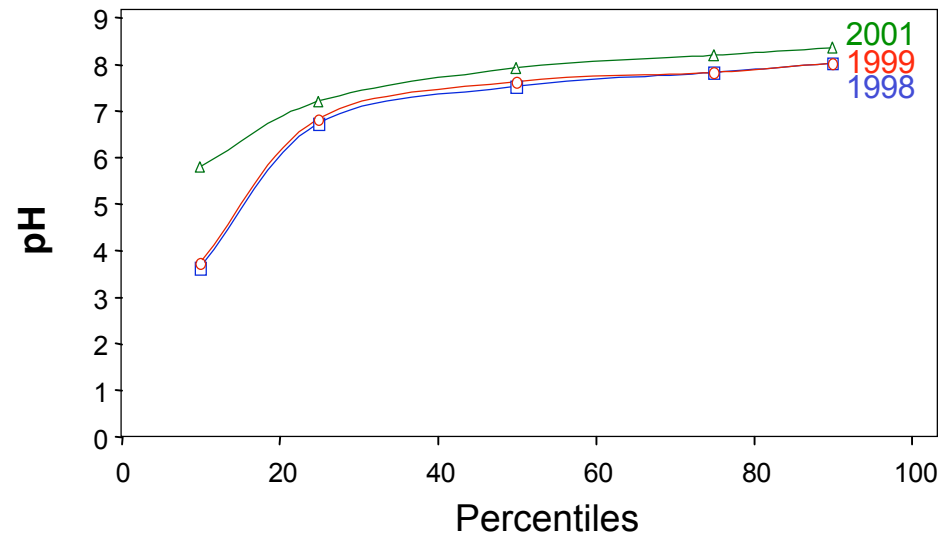
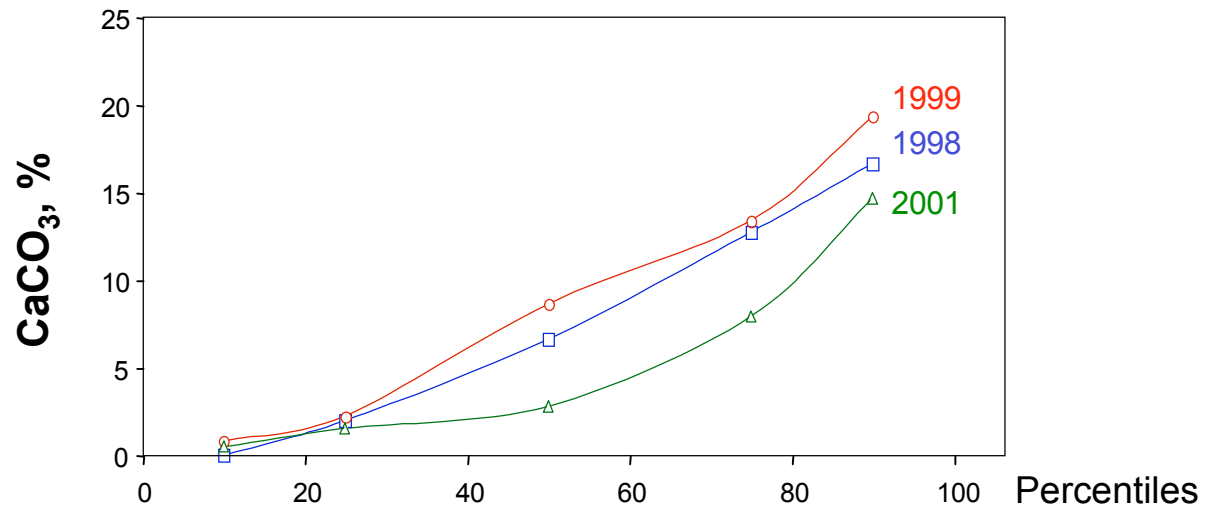
La situación a los tres años. 2001

Resultados a los tres años

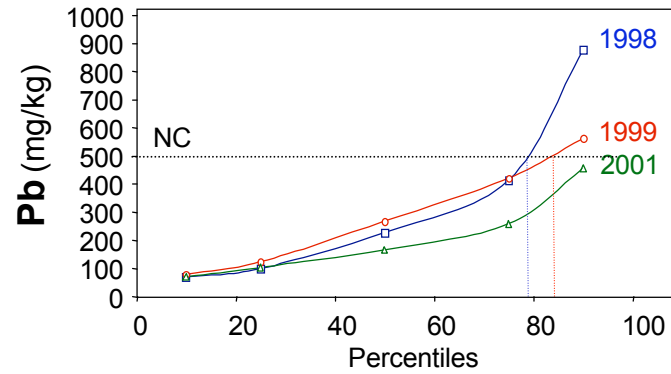
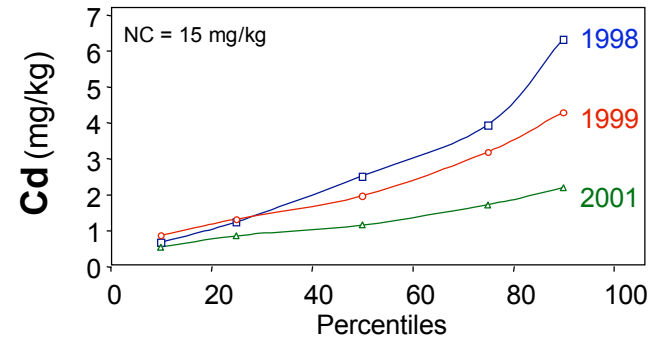
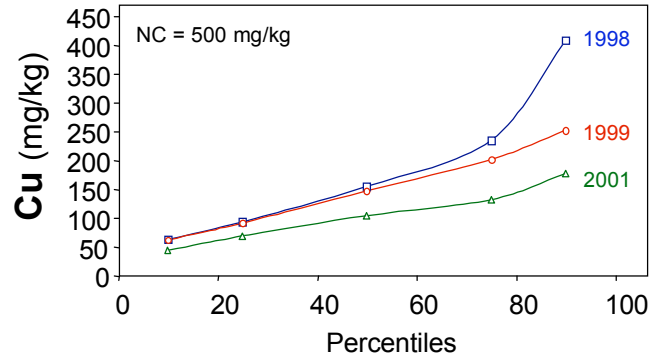
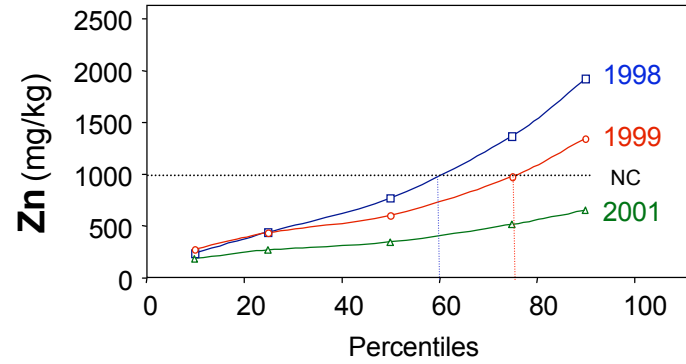
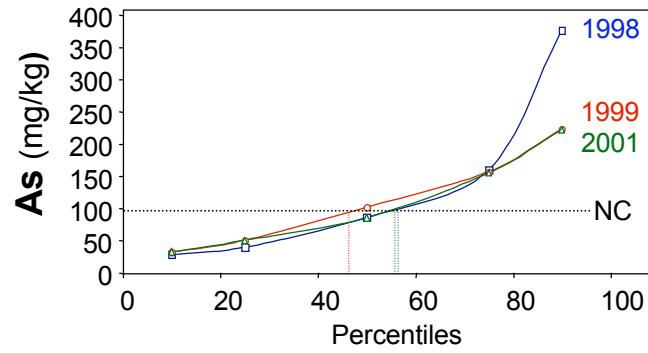
- Acumulaciones totales
- Formas bioasimilables:
(extraíbles con agua y EDTA)



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
La situación a los tres años. 2001



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 La situación a los tres años.2001



totales

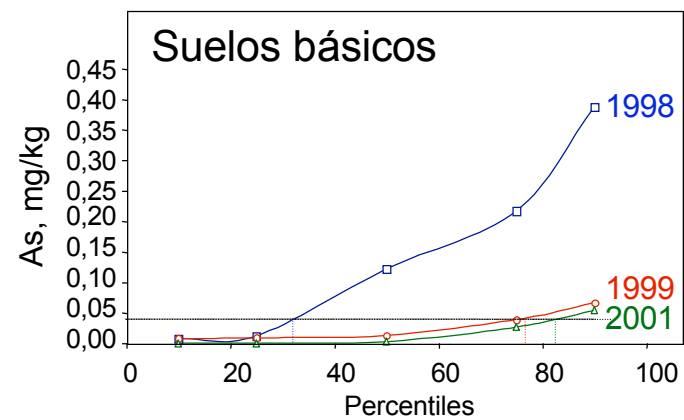
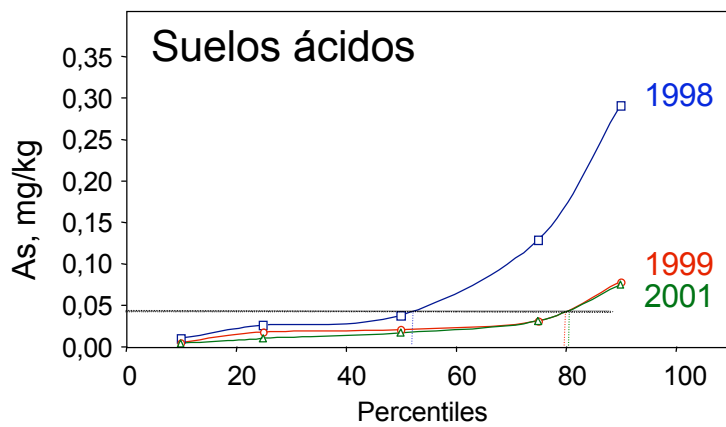
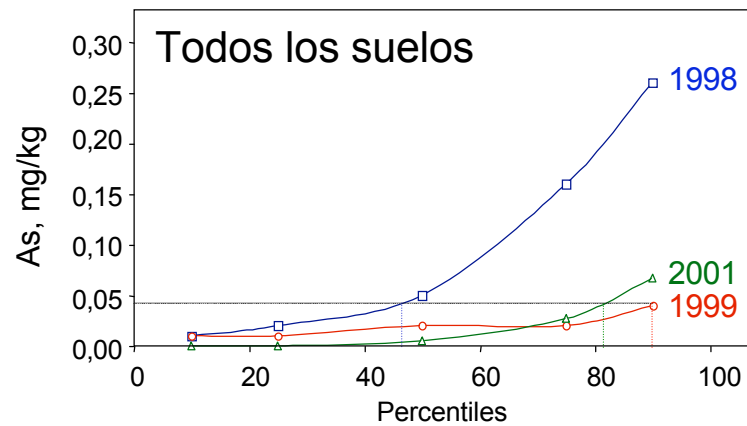
NC = nivel de contaminación

1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

La situación a los tres años. 2001



As
solubles

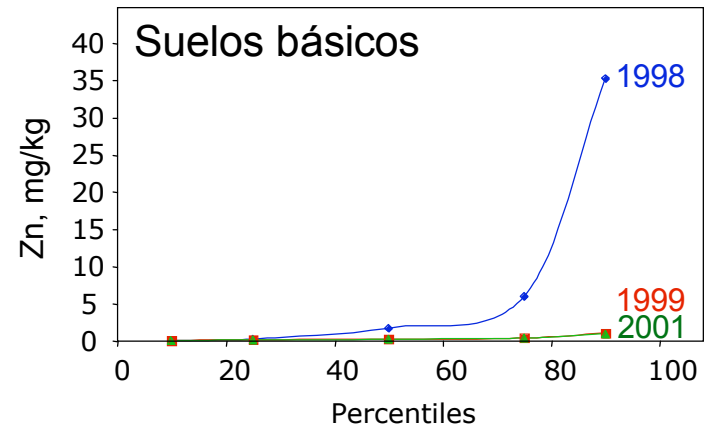
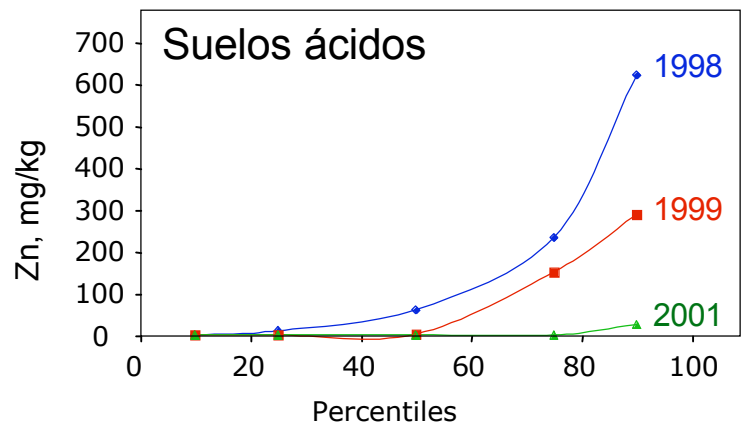
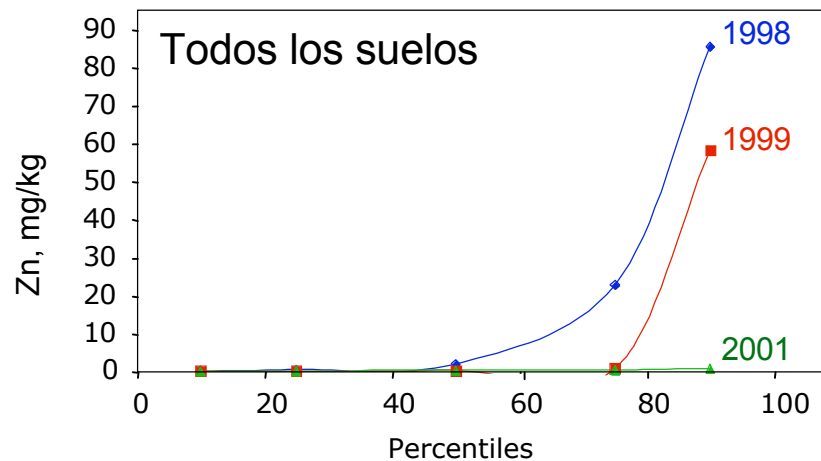


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

La situación a los tres años. 2001



Zn
solubles

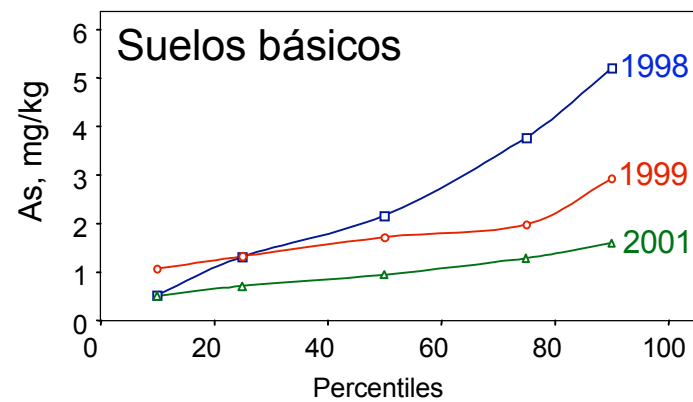
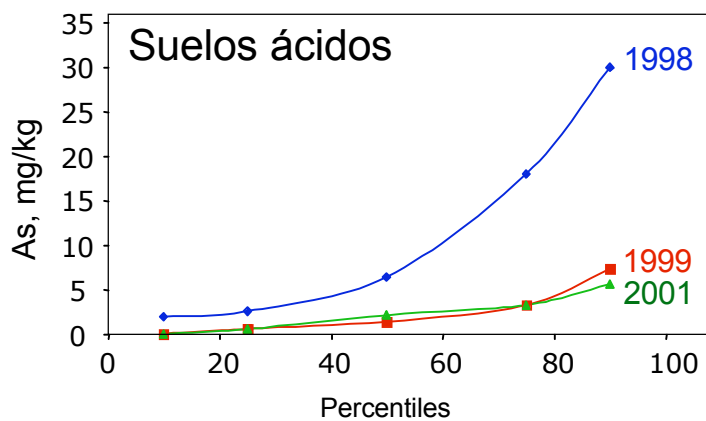
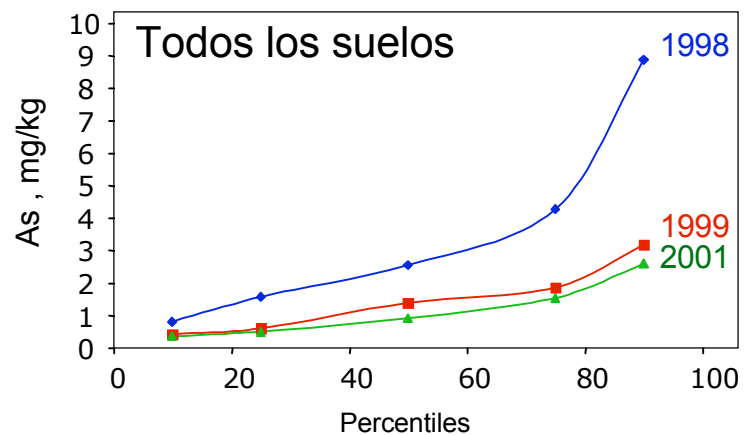


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

La situación a los tres años. 2001



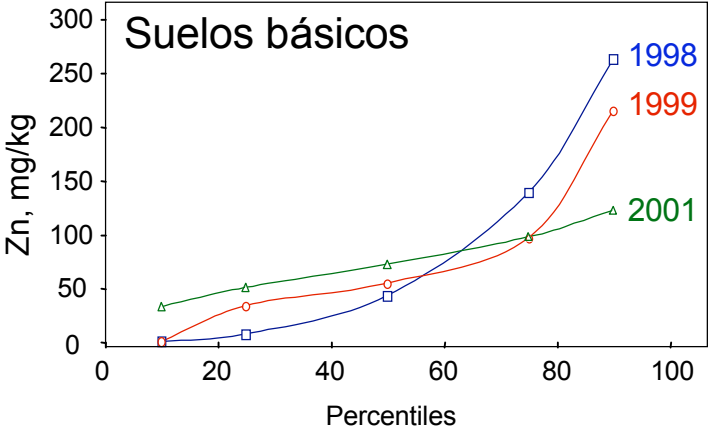
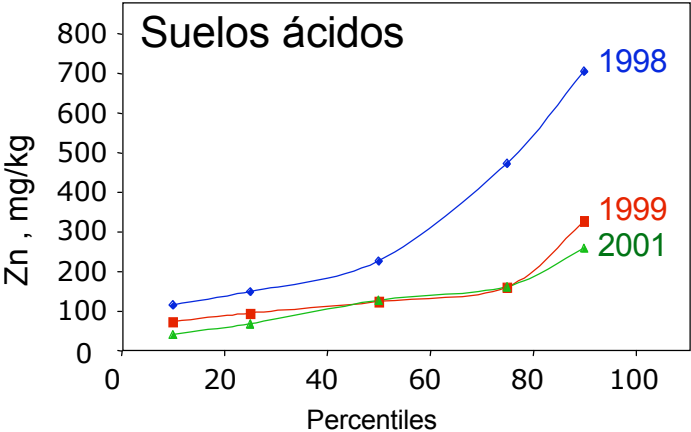
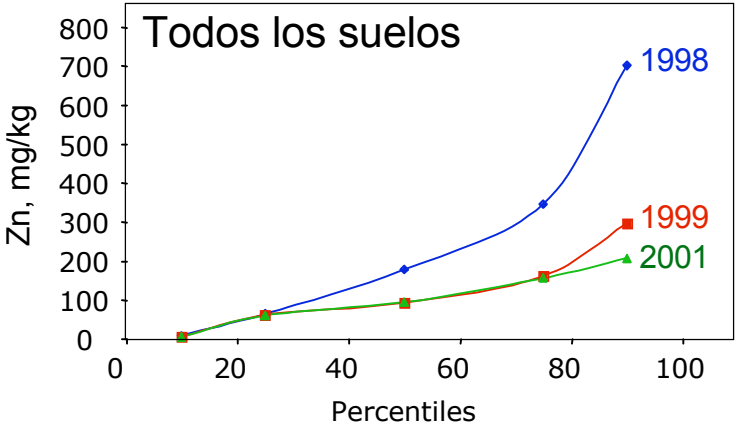
As
bioasimilables
(EDTA)



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
 La situación a los tres años. 2001



Zn
 bioasimilables
 (EDTA)





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002

Situación actual



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- La situación a los cuatro años. 2002





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

¡ Mapa de la zona!

<http://edafologia.ugr.es>

