

# Remediación agua contaminada por mercurio y portlandita en Flix.

Gonzalo Auría <sup>(a,b)</sup>, Carlos Ayora <sup>(a,b)</sup>, Sergi Diez <sup>(a)</sup>, Jesús Carrera <sup>(a,b)</sup>.

(a) Instituto de Diagnostico Ambiental y Estudios del Agua, CSIC, c/ Jordi Girona 18, 08034 Barcelona, España

(b) Unidad Asociada: Grupo de Hidrología Subterránea (UPC-CSIC)



Contacto:

gonzalo.geologo@hotmail.es

## INTRODUCCIÓN.

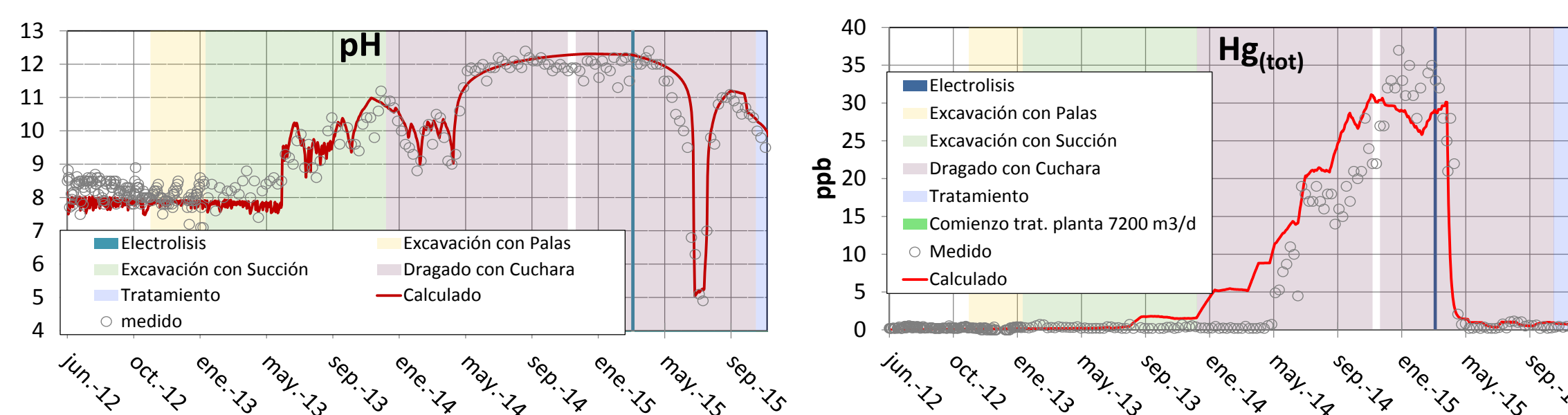
- Hace unos años se decidió **descontaminar** el embalse de Flix, afectado por vertidos de **residuos** por un empresa química durante todo el siglo pasado.
- Los residuos formaron 4 lóbulos de sedimentos en el río, con elevadas concentraciones de **Mercurio**, compuestos orgánicos volátiles (**COV's**), residuos de producción de acetileno (**Ca(OH)<sub>2</sub>**) y **pesticidas organoclorados**.
- Se ha realizado un **modelo 0D de transporte reactivo** de la concentración en el agua conforme se excavan los sedimentos transitorio y explícito en excel, calibrado hasta Septiembre 2014 con datos semanales de la empresa extractora FCC.
- El modelo concluía dos graves **problemas** al terminar la excavación: Elevada concentración de **Hg y pH** (12.4), equilibrado con portlandita
- Desde Marzo de 2015 se observó un acusado **descenso de pH y Hg**. Nuestro objetivo ha sido encontrar la causa de estos descensos, para ello se han realizado simulaciones, muestreos y experimentos de laboratorio.

## CONCLUSIONES.

- La precipitación **CaCO<sub>3</sub>** debida a la difusión de CO<sub>2</sub> atmosférico explica una parte de la **disminución de pH**, pero resulta **insuficiente** aun considerando la oxidación de materia orgánica.
- El Hg se **adsorbido** en CaCO<sub>3</sub> es alrededor de un **30%**, otro **60%** parece haberse **volatilizado**.
- La electrolisis en laboratorio reproduce un **descenso del Hg de 80%** en 3 días. Sólo un **10%** de Hg ha sido **recuperado** en el cátodo.
- Se cree que el Hg<sup>2+</sup> se reduce a Hg<sup>0</sup> y volatiliza.
- El **pH** descendió hasta **3.8**, se cree que debido a **hidrólisis del agua**.
- Se esta trabajando en comprobar el Hg<sup>0</sup> volatilizado en próximos experimentos.

Características recinto.		
Área	155,000	m <sup>2</sup>
Volumen inicial	443,000	m <sup>3</sup>
Volumen Final	1,000,000	m <sup>3</sup>
Área tablestacas	7,200	m <sup>2</sup>
Volumen excavación	650,000	m <sup>3</sup>

### Evolución Hg y pH en recinto de Flix.

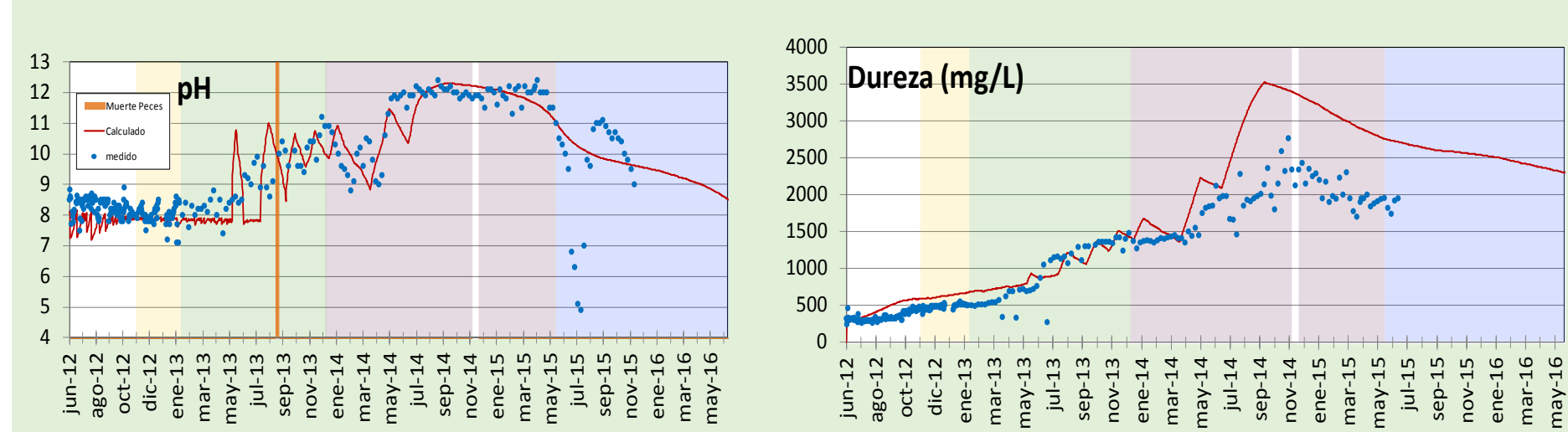


4 posibles causas explican descenso de pH y Hg:

- pH - Mayor difusión CO<sub>2</sub>
- pH -Oxidación materia orgánica produjo CO<sub>2</sub>
- Hg- Adsorción en carbonatos
- pH y Hg- Protección catódica

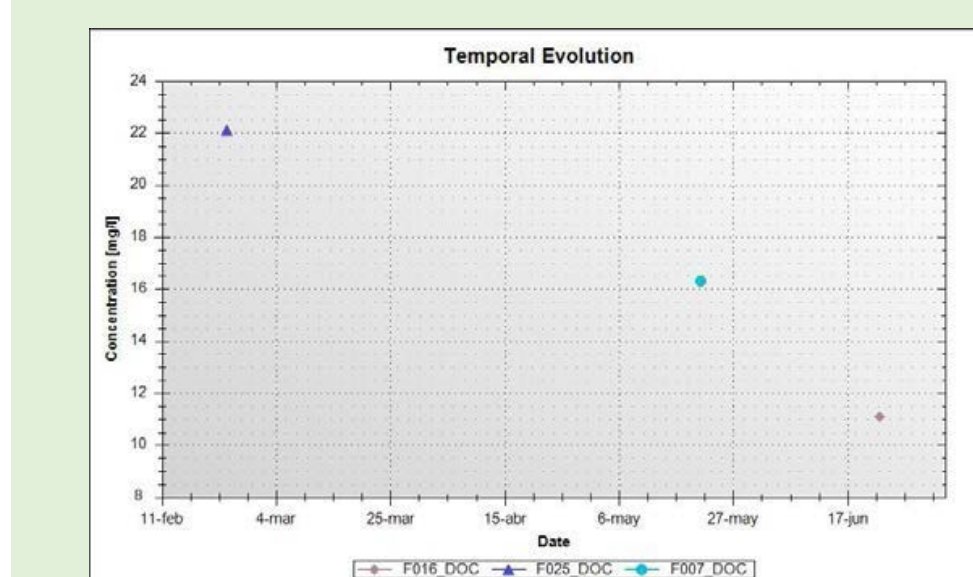
## Posibles explicaciones descenso pH y Hg.

- Simulación 10 veces mayor **difusión de CO<sub>2</sub>**:

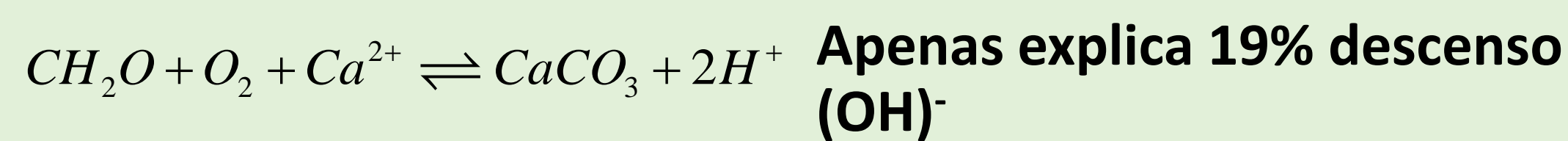


No se reproduce la bajada de pH y la dureza nos aumenta en exceso.

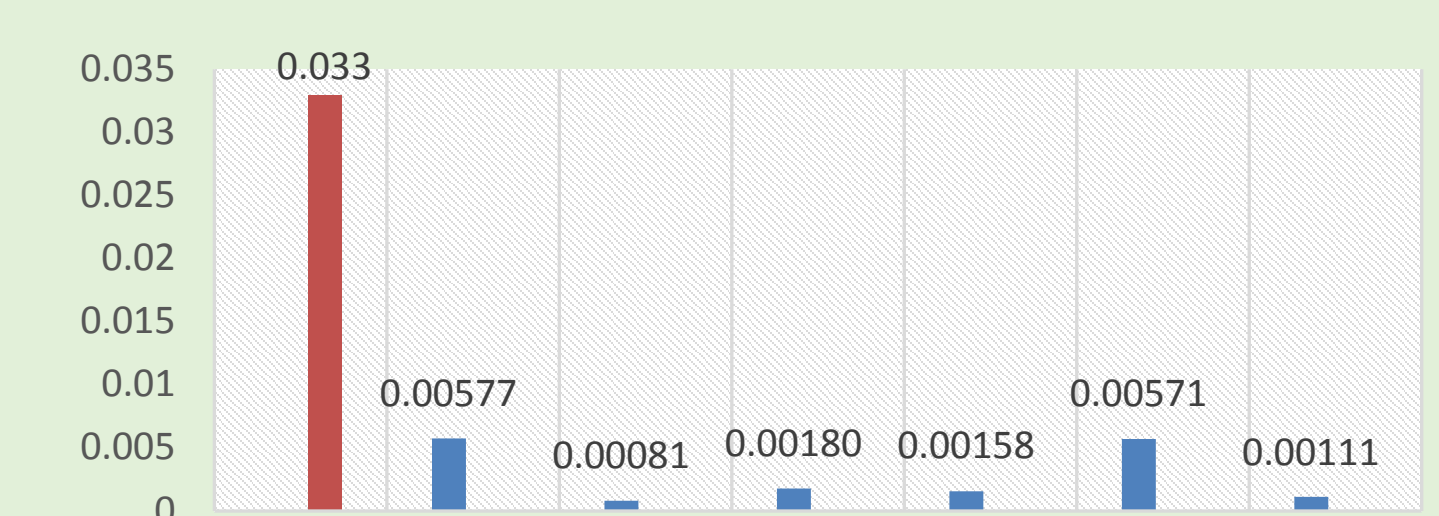
- Aporte de CO<sub>2</sub> por **oxidación de materia orgánica**



Comparando disminución (OH)<sup>-</sup> por pH con la producida por oxidación de materia orgánica medida.



- Mercurio **adsorbido** en óxidos y CaCO<sub>3</sub>.

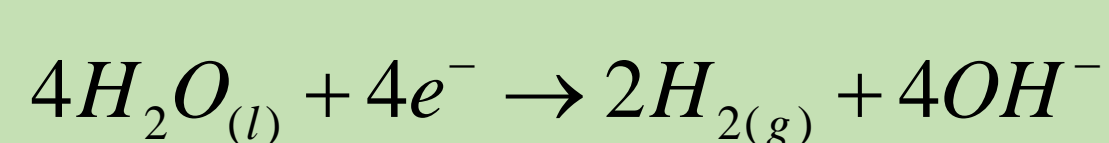
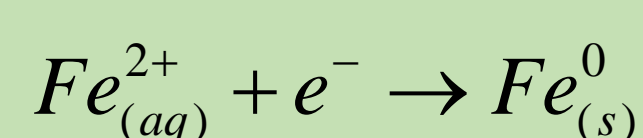
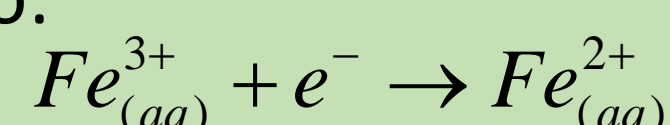


No se encuentra Hg ni en los óxidos ni en CaCO<sub>3</sub> de las tablestacas.

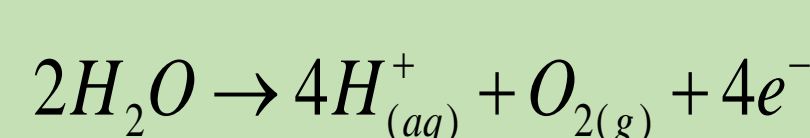
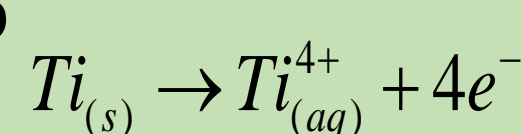
- **Protección catódica.**

Instalada para proteger tablestacas de la oxidación, reduciendo el Fe.

Reacciones esperables cátodo:

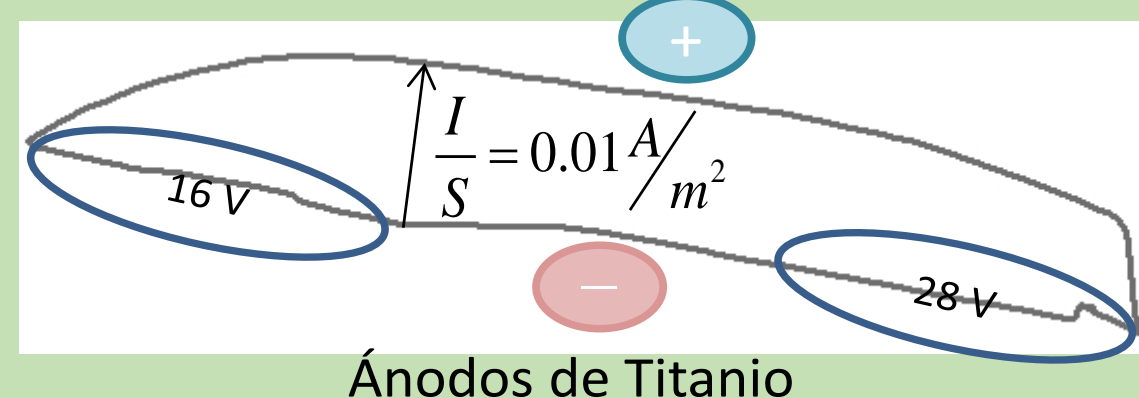


Reacciones esperables ánodo



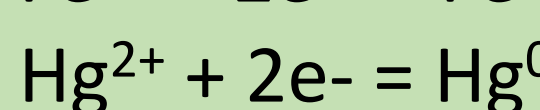
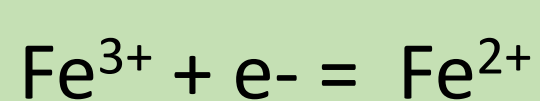
Esquema protección catódica Flix.

Cátodo, línea de tablestacas



Ánodos de Titanio

Potenciales redox → Hg preferente a Fe.



¿Hg se reducirá mas favorablemente que el Fe?

¿pH afectado por protección catódica?

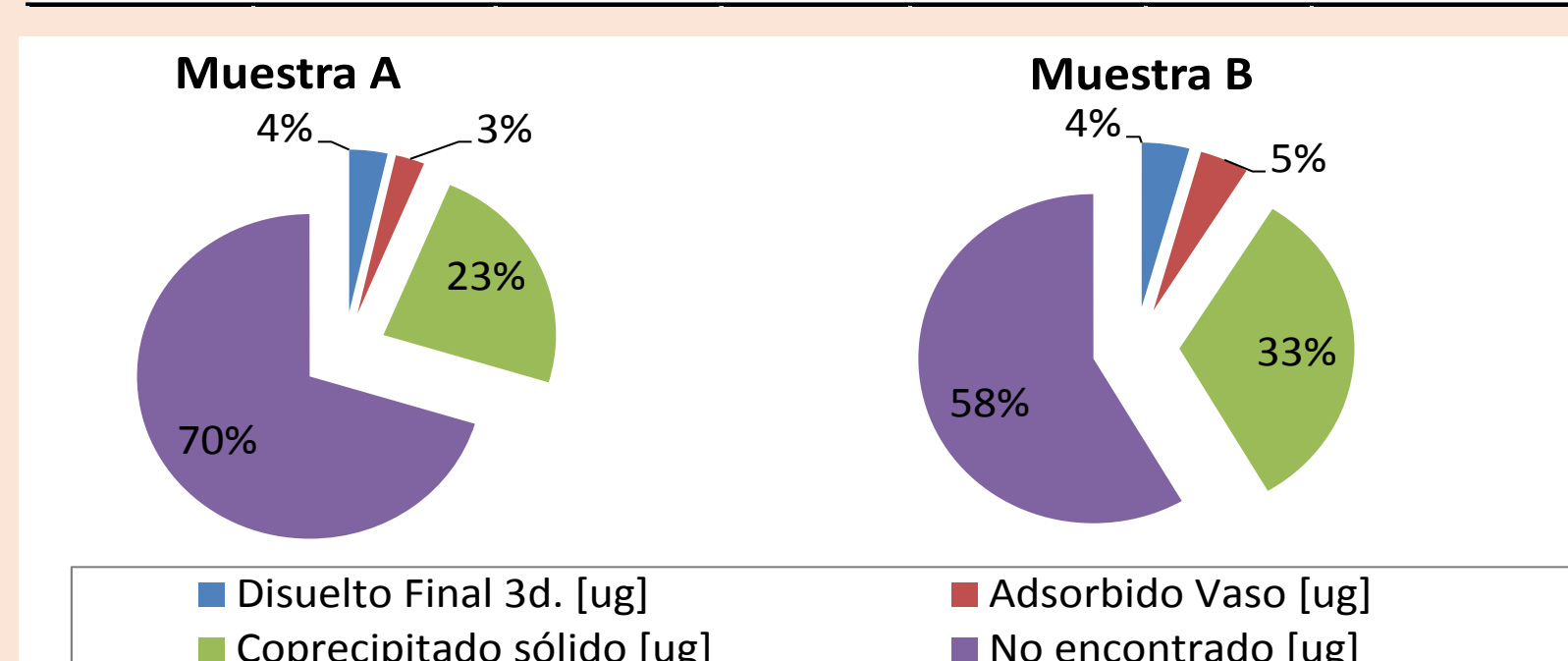
Ensayos de Laboratorio.

## Ensayos de laboratorio y resultados.

- **Adsorción en calca**

2 ensayos laboratorio coprecipitación con Ca(OH)<sub>2</sub>

Balance en masa					
	Inicial [ug]	+Ca(OH) <sub>2</sub> [ug]	Final [ug]	Adsorbido Sólido Vaso [ug]	Falta localizar [ug]
Muestra A	21.1	1.17	0.75	0.57	4.95
Muestra B	21.1	1.35	0.93	0.95	6.91



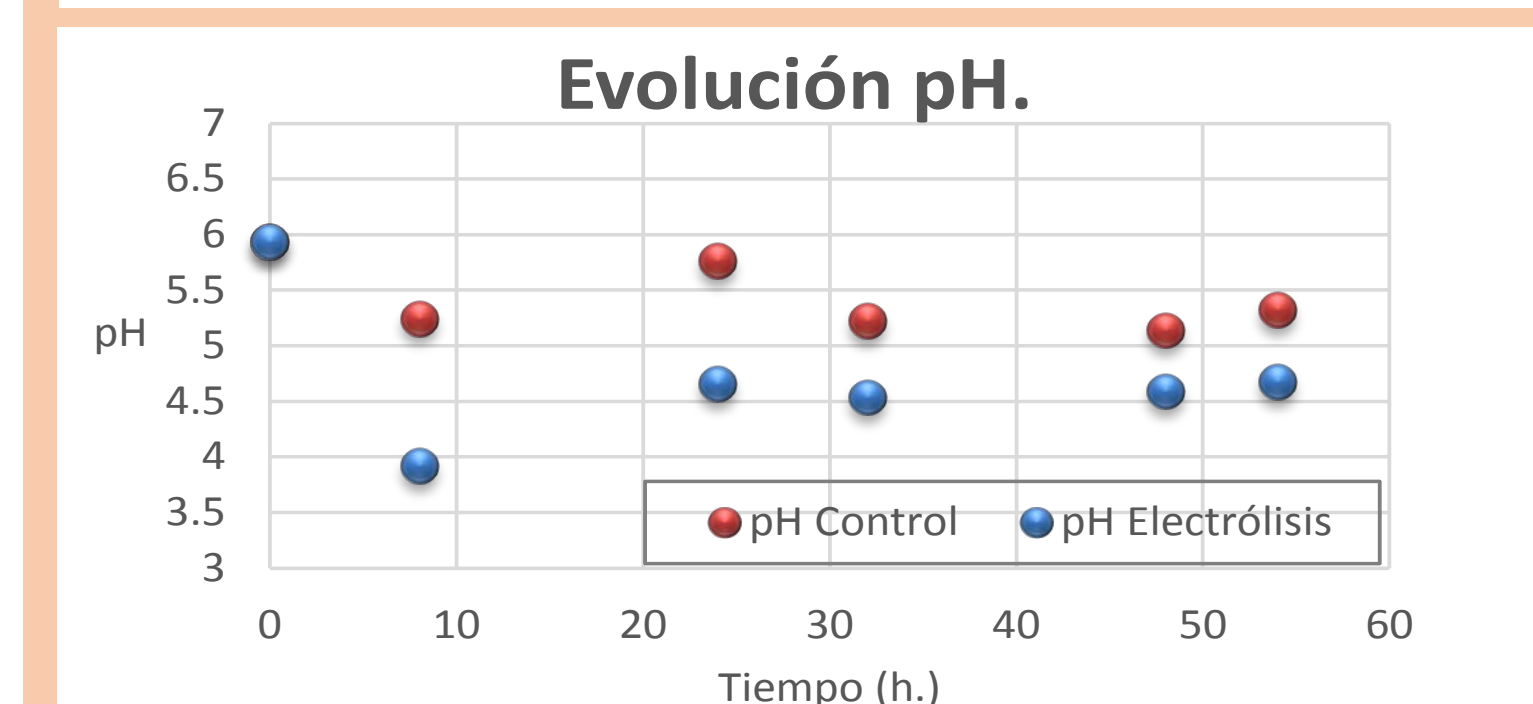
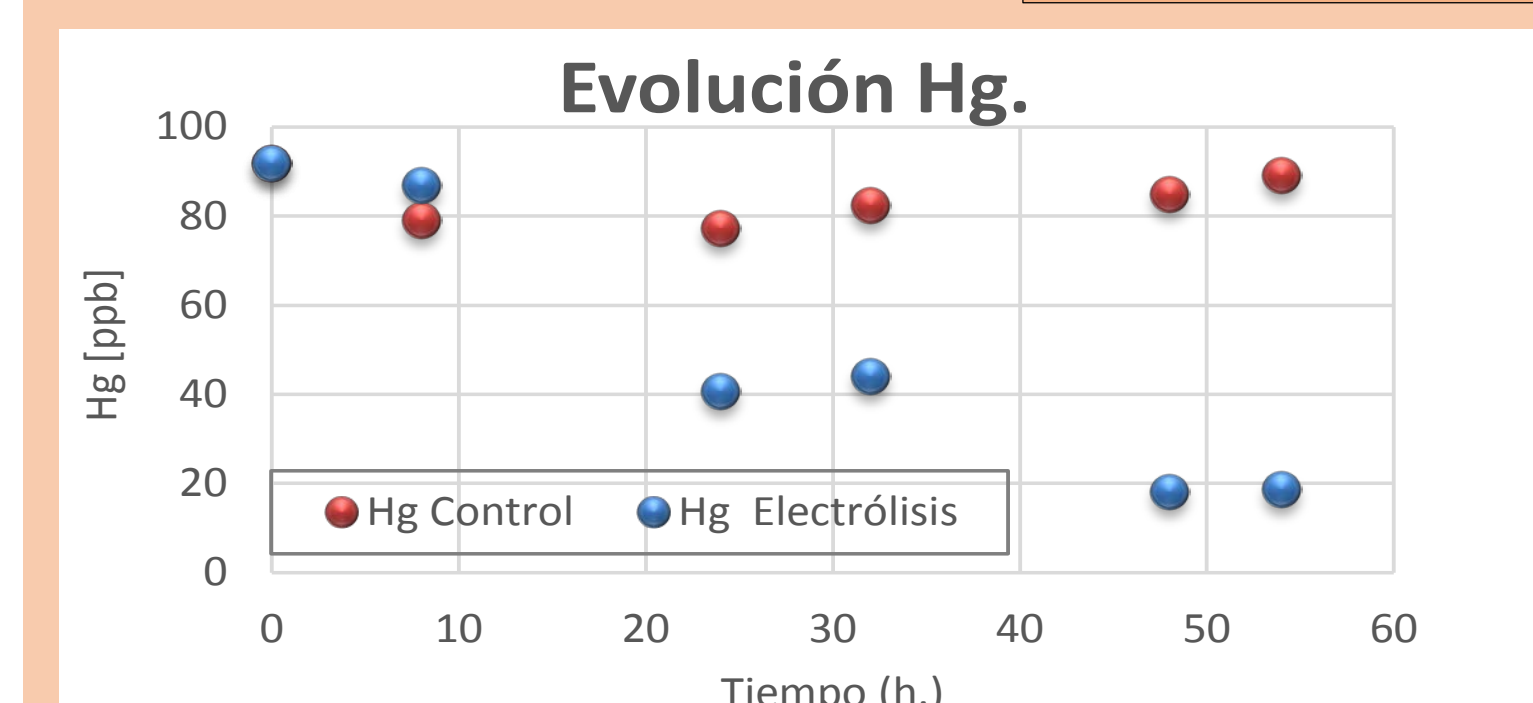
Al añadir portlandita desaparece 94% de Hg. Tras 3 días de reacción desaparece el 96%. En estos días pH desciende de 12.3 a 8.1. Alrededor 65% de masa de Hg no se recupera.

- **Experimentos electrólisis.**

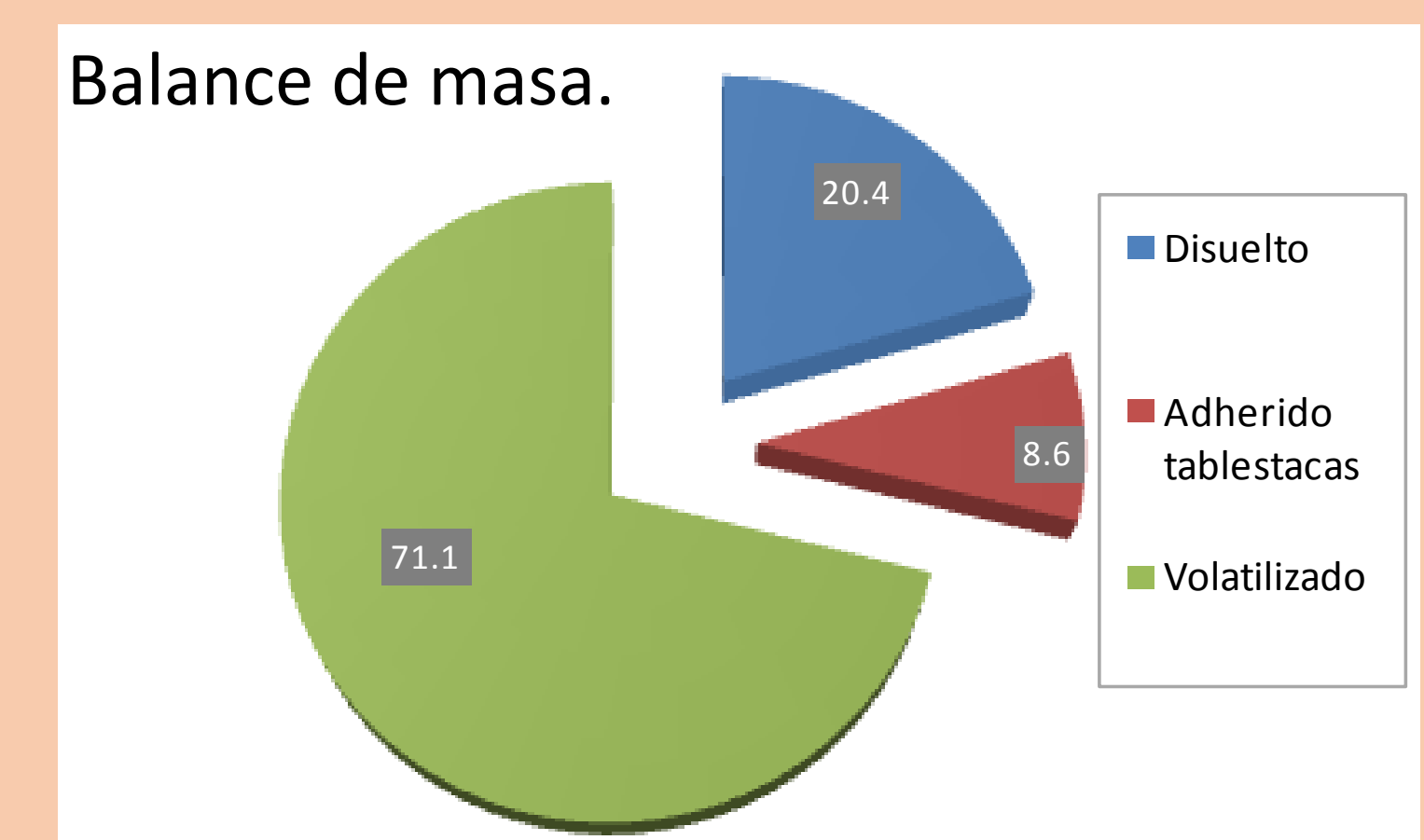
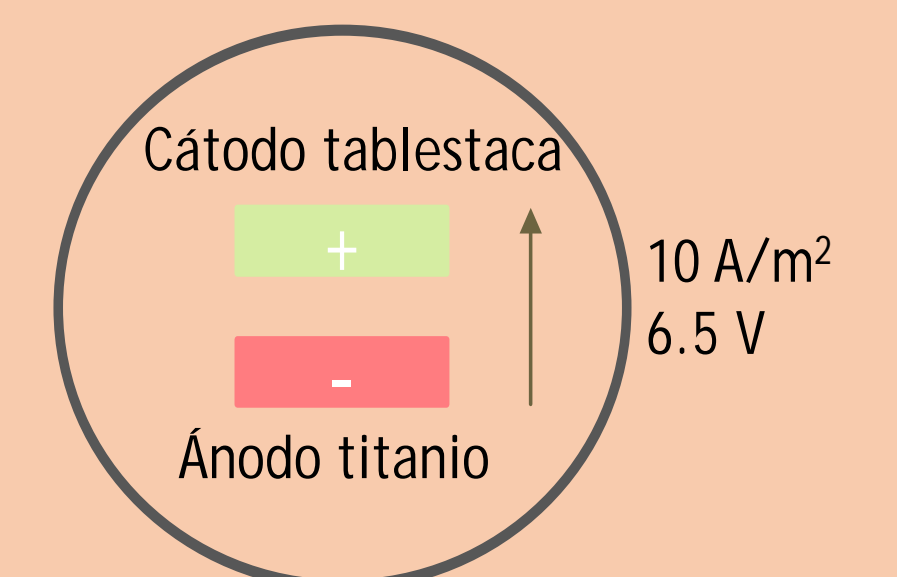
Se realizan 2 experimentos simultáneos:

- ❖ Con electrólisis
- ❖ Sin electrólisis (control)

En ambos se controla la evolución de pH y Hg [ppb].



Características experimentos	
Volumen	0.2 L
Cl <sup>-</sup>	2500 ppm
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500 ppm
Na <sup>+</sup>	1850 ppm
Hg <sup>2+</sup>	100 ppb
Tiempo	3 d



Se demuestra que la electrólisis afecta a pH y Hg, pero no se recupera la cantidad inicial disuelta. ¿Volatilización Hg<sup>0</sup>?

JORNADAS "CELEBRACIÓN 50 ANIVERSARIO CIHS 1966-2016"  
BARCELONA, 12-13 MAYO 2016.