




# DISTRUZIONE ORGANICA ELETTROLITICA

**OZONO ELETTRONICA INTERNAZIONALE S.r.l.**



# Motivi per effettuare la Distruzione Organica

- Aumento delle restrizioni di controllo
- Livelli più bassi di rilascio tossico
- Evitano alti costi di investimento in pozzi profondi
- Evitano responsabilità future
- Riutilizzo delle risorse preziose
- Evitano l'accumulo di contaminanti organici
- Evitano l'uso/stoccaggio di sostanze chimiche tossiche



# Scelte

- Aggiunta di agenti chimici
- Processi Termici
- Biologici
- UV
- Processi a membrana
- Assorbimento
- Elettrolitico



# Elettroni Meno Costosi

Reagente	Cent./mole
Elettroni @ 6 cent/KWH, 3.5 V	0.6
Idrogeno Perossido	3.8
Sodio	7.5
Magnesio	7.9
Zinco	8.6
Hydrazine	14
Sodio Idrosolfito	25
Sodio Dicromato	39
Potassio Permanganato	45
Sodio Boroidrilo	170
Stannous Chloride	280



# Vantaggi tecnici

- Elimina i reflui per non avere scarico
- Rigenerare le soluzioni di processo passate
- Riutilizzare le risorse utilizzabili
- Generare sostanze chimiche sul posto
- Regolare il pH senza acidi o basi
- Non è corrosivo, pericoloso, chimicamente tossico



# I vantaggi tecnici continuano

- Controllati da aggiunta elettrica
- Pressione e temperatura Ambiente
- “Mineralizzazione” a  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CO}_2$
- Anodi selezionabili alla reazione desiderata
- Spesso si evitano i fanghi



# Elettroossidazione Indiretta vs Diretta

- Elettroossidazione indiretta
  - Ipochlorito
  - Ce(IV)
  - Co(III)
  - Ag(II)
  - Fe(III)
- Elettroossidazione Diretta
  - Evoluzione dell'Ossigeno preferita
  - Tipicamente richiede alti sovrapotenziali di anodi
  - Assorbimento alla superficie dell'elettrodo
  - Generazione di specie reattive, radicali idrossili

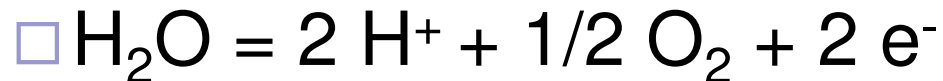


# Reazioni elettrodo

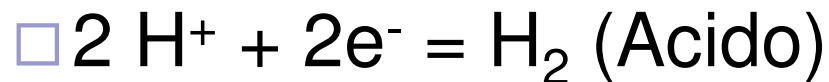
- Reazione desiderata Anodo



- Reazione concorrenziale Anodo



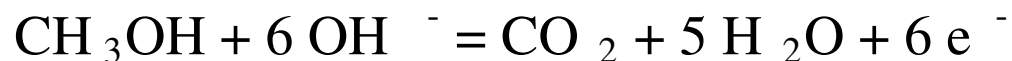
- Reazioni tipiche Catodo



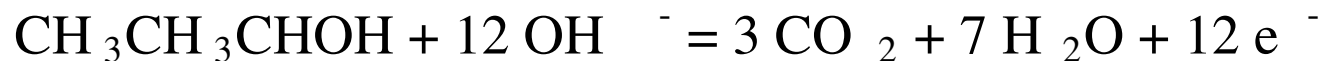


# Molecole più complesse

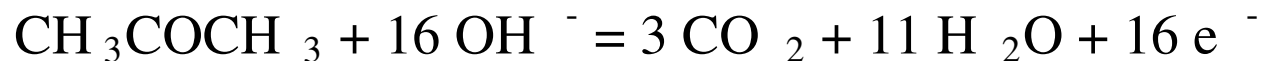
Metanolo



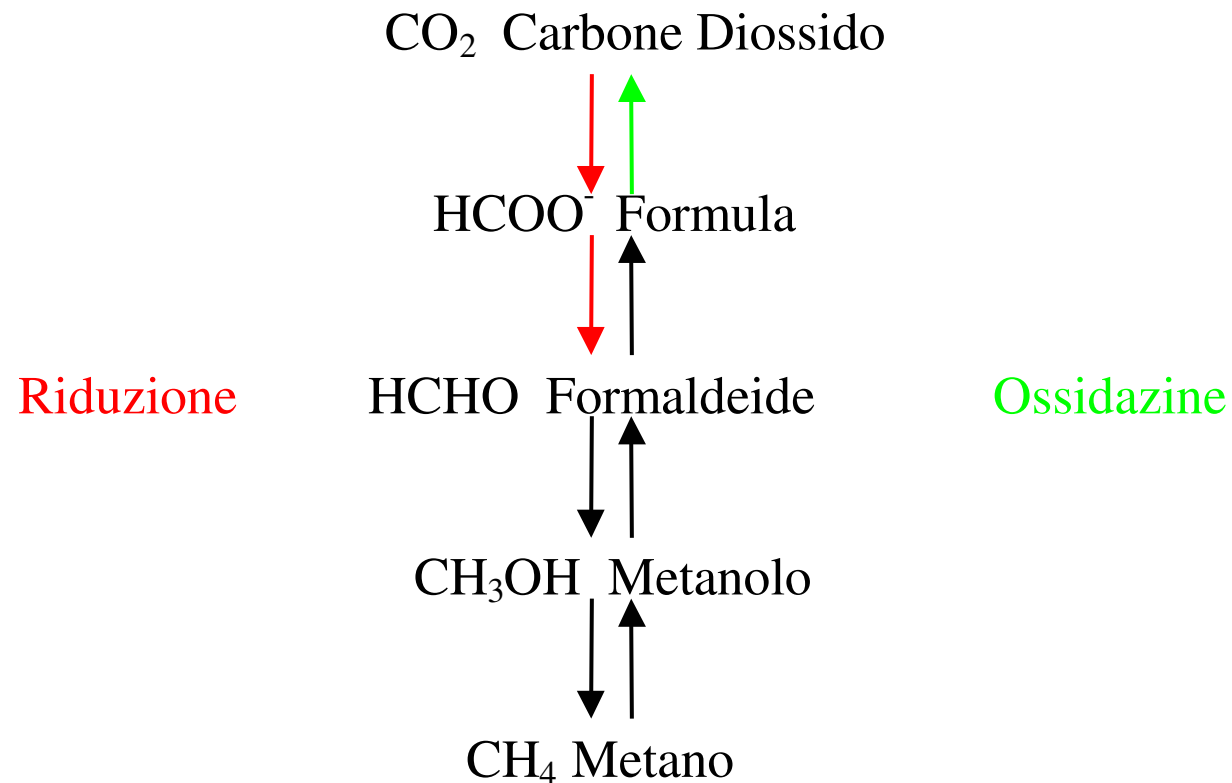
Isopropanolo



Acetone



# Formule Ossidazione/Riduzione Prodotti





# Elettrodo Potenziali in 1.5 M $H_2SO_4$ a Temperatura Ambiente

	Potenziale V Vs NHE	
	10mA/sq cm	100 mA/sq cm
Iridio Ossido/ Ti	1.59	1.67
Platino or Pt/Ti	2.01	2.11
Lead Diossido	2.21	2.34
Tin Ossido	2.05	2.23

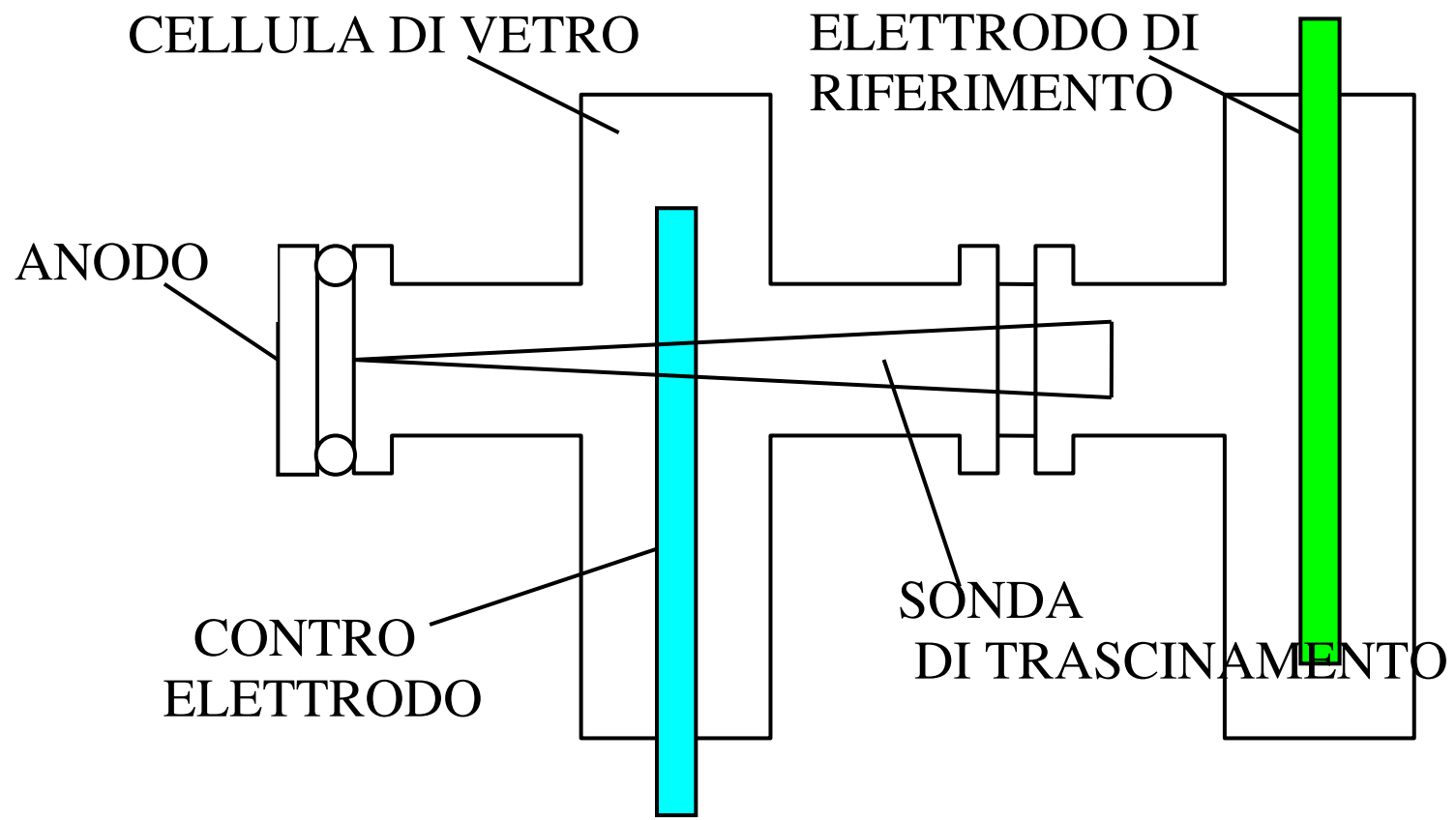


# Indice Ossidazione Elettrochimica

<b>Indice Iniziale Ossidazione Elettrochimica</b>		
<b>Composti chimici</b>	<b>SnO2</b>	<b>Pt</b>
Etanolo	0.49	0.02
Acetone	0.21	0.02
Acido Tartarico	0.34	0.27
Acido Malonico	0.21	0.01
Acido Benzoico	0.79	0.1
Naftalina 2 Acido Sulfonico	0.51	0.04
Fenoli	0.6	0.15
Anilene	0.43	-
Benzene-Acido Sulfonico	0.29	-
Nitrobenzene	0.8	-
4 Clorofenolo	0.35	-

# Background Corretto

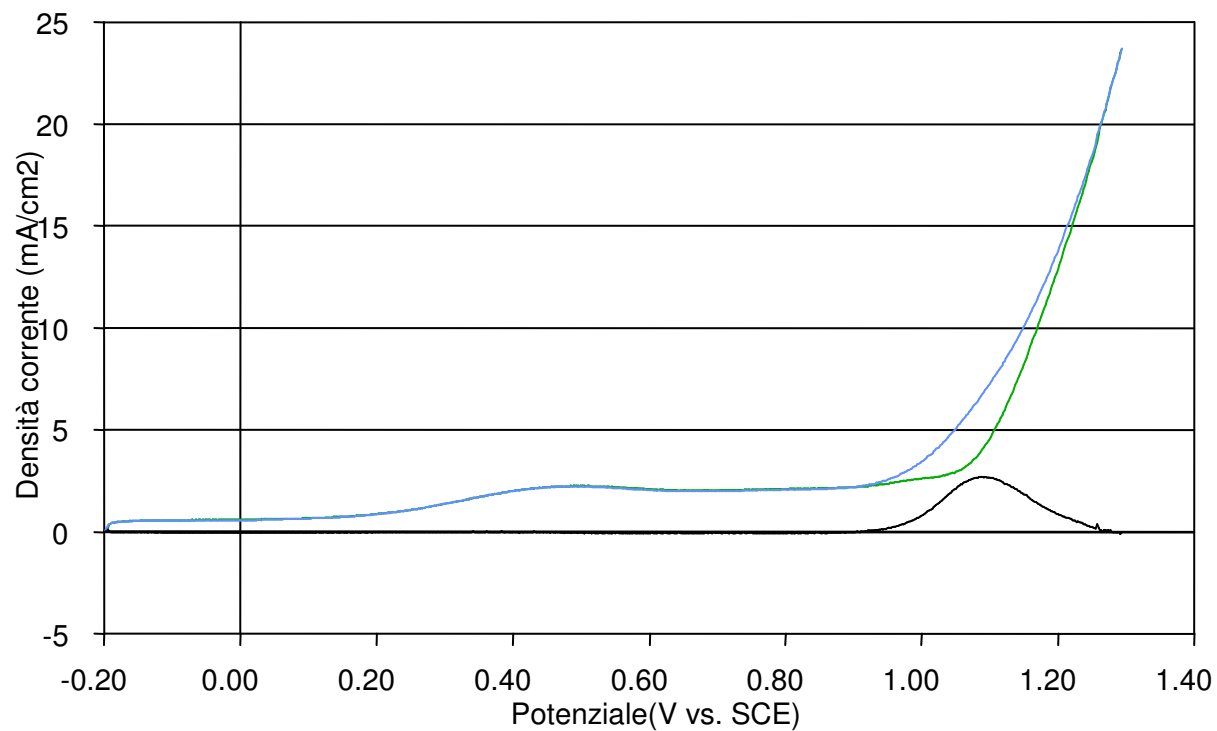
## Voltmetraggio ciclico



# Esempio BCCV

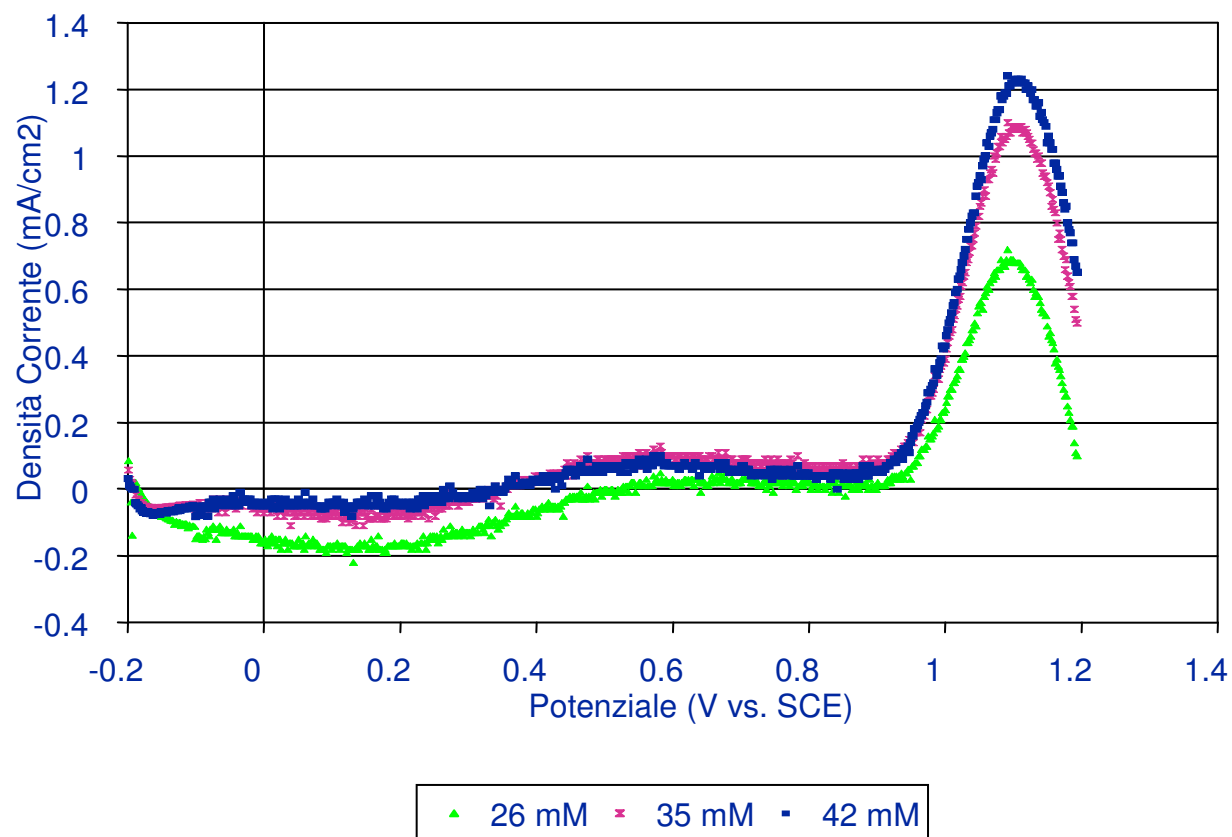
EC-1100

Prima e dopo la correzione del Background

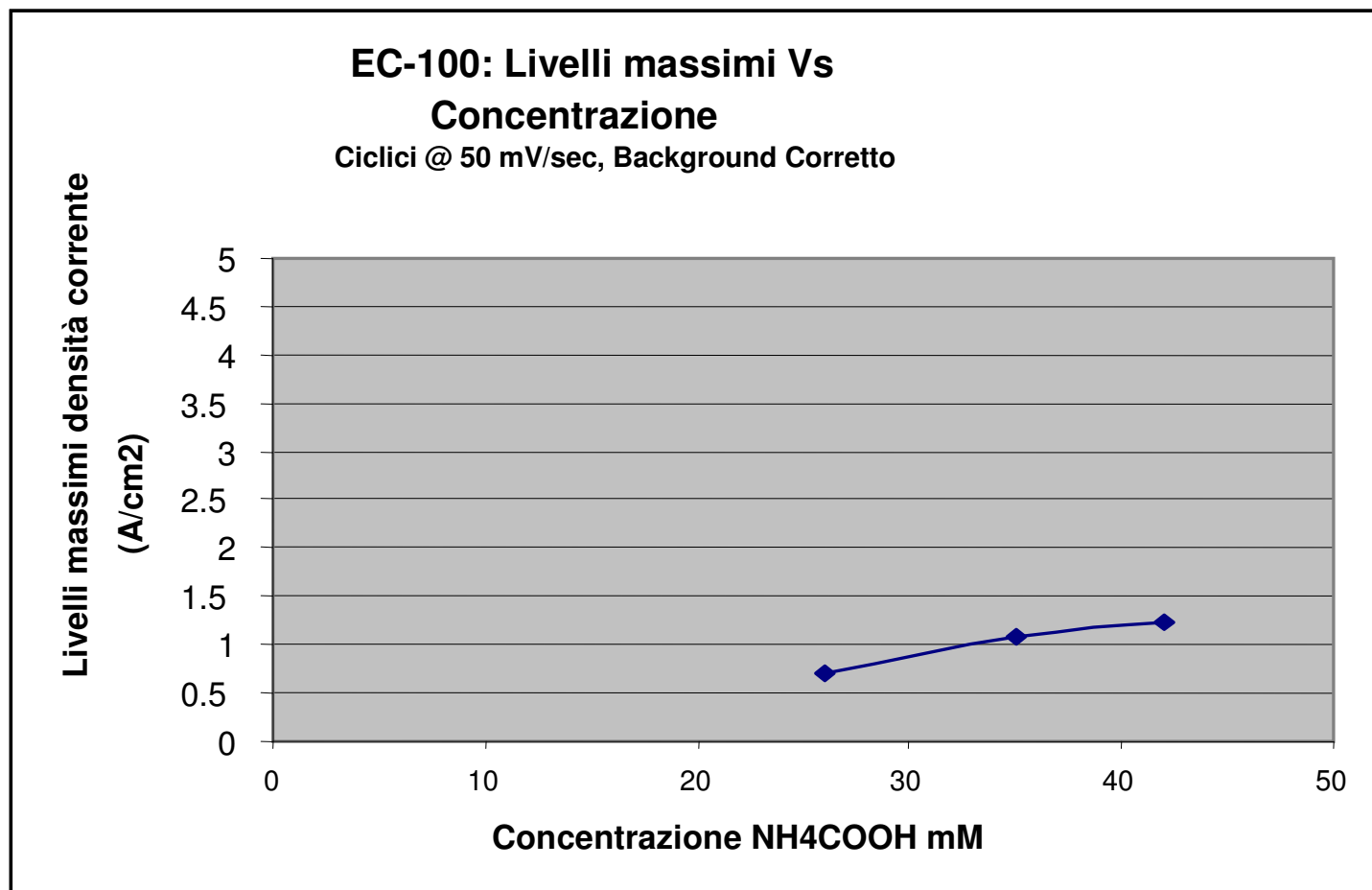


# BCCV su EC-100

EC-100 in  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4/\text{NH}_4\text{COOH}$   
50 mv/sec, Background Corretto

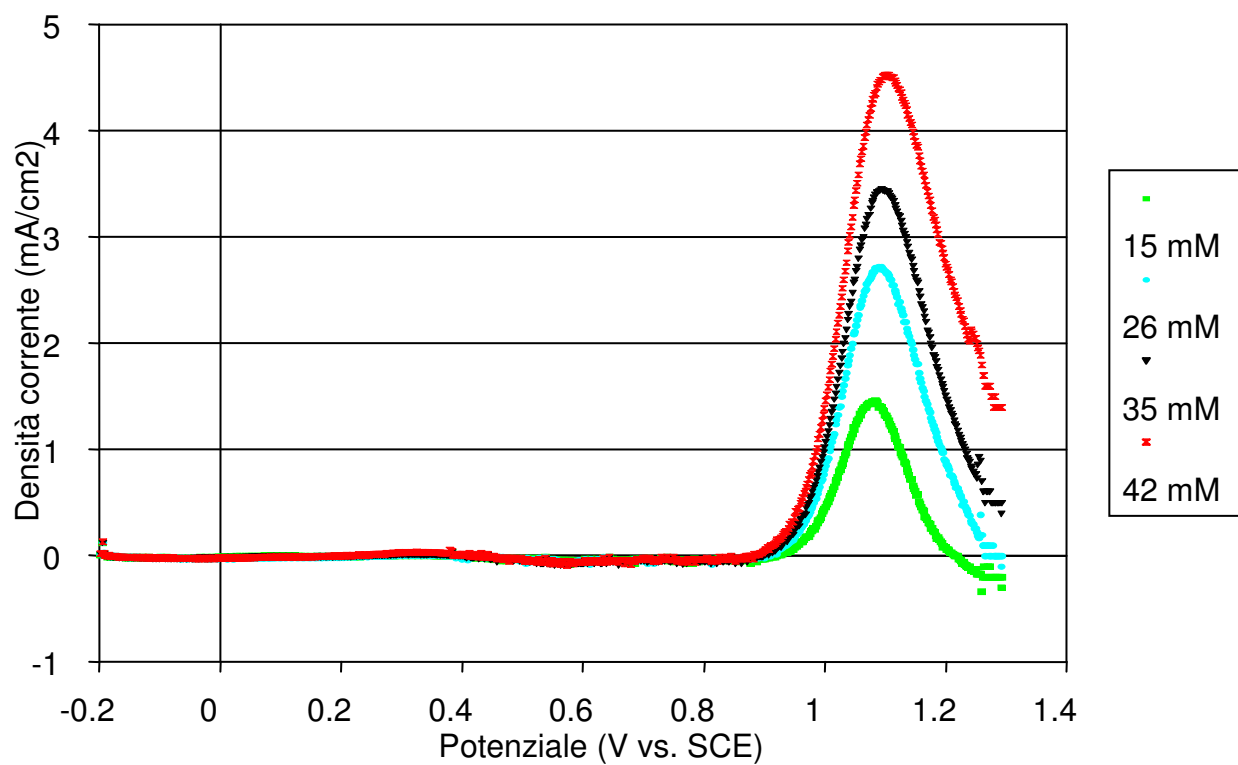


# Livelli massimi su EC-100

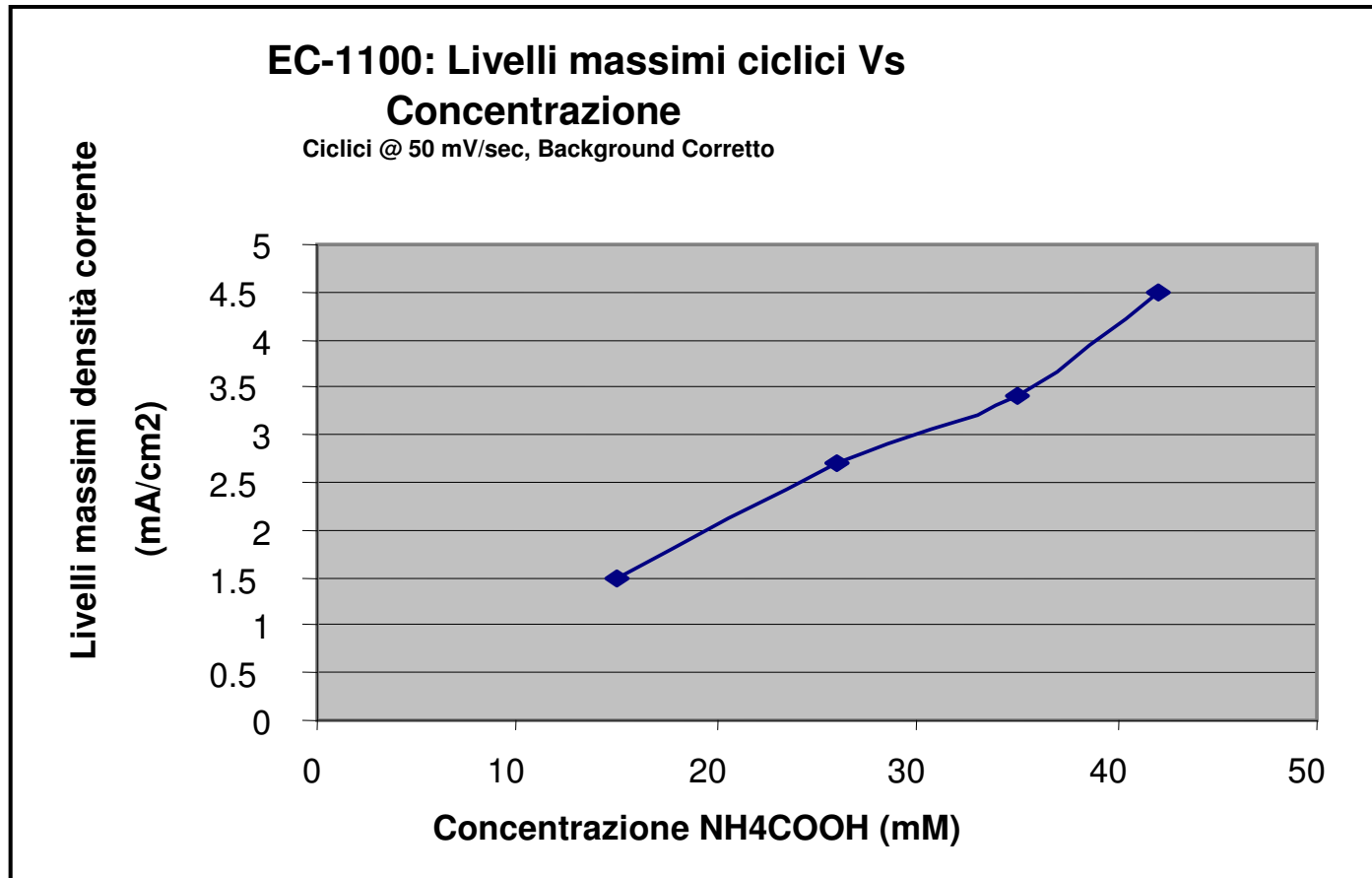


# BCCV su EC-1100

EC-1100LT: (NH<sub>4</sub>)H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>/NH<sub>4</sub>COOH  
50 mV/sec, Background Corretto



# Livelli massimi su EC-1100





# Limitazione Densità corrente

$$I_{\text{limitazione}} = zFDAC_b/d$$

Dove:

$z$  = numero di elettroni per equivalente, 1

$F$  = Faradays constant,  $9.65 \times 10^4$  amp sec

$D$  = Diffusione coefficiente,  $\sim 2 \times 10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/sec Fe<sup>+3</sup>

$A$  = Area Elettrodo, base 1 sq cm

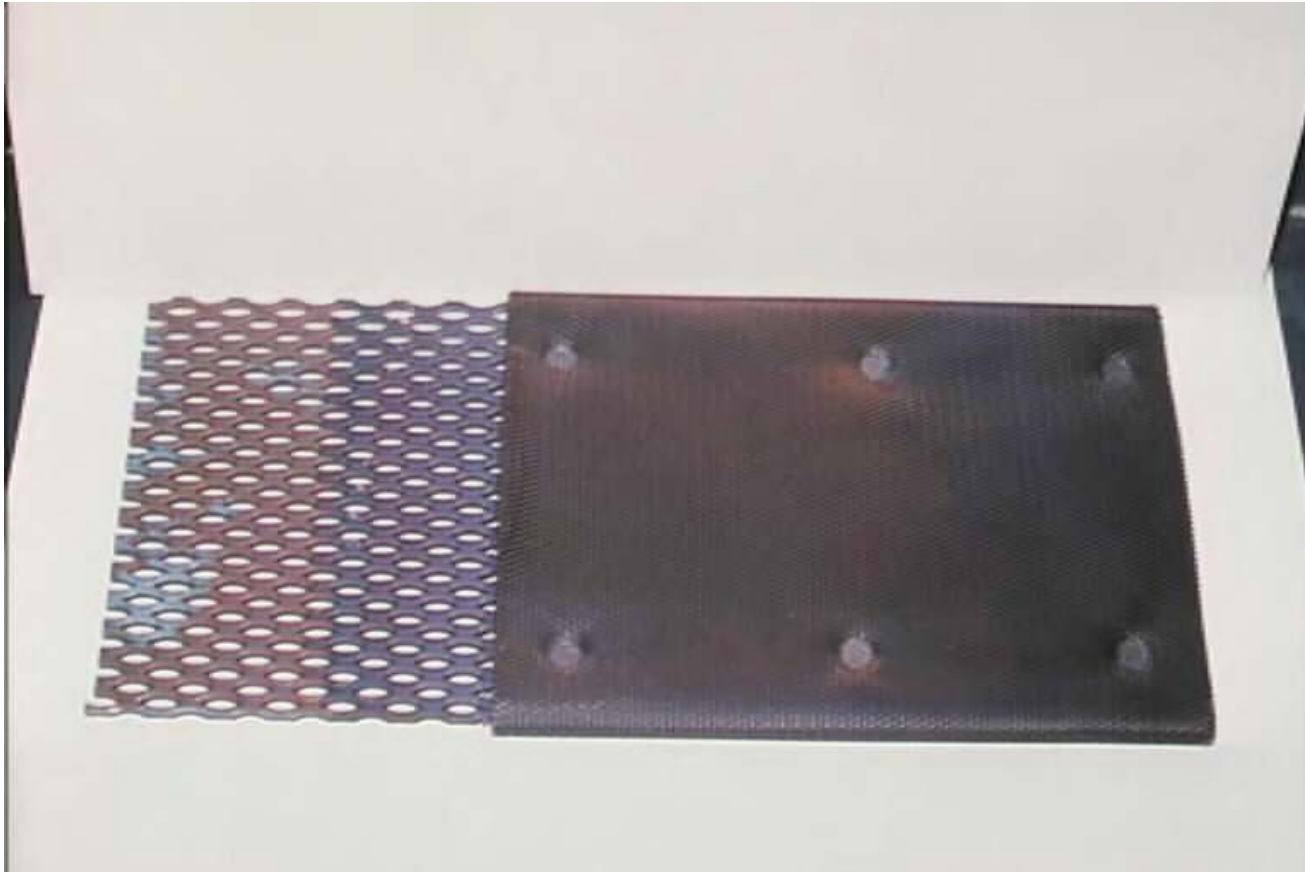
$C_b$  = Fe<sup>+3</sup> concentrazione, mole/cc

$d$  = diffusione spessore strato  $\sim 1 \times 10^{-3}$  cm

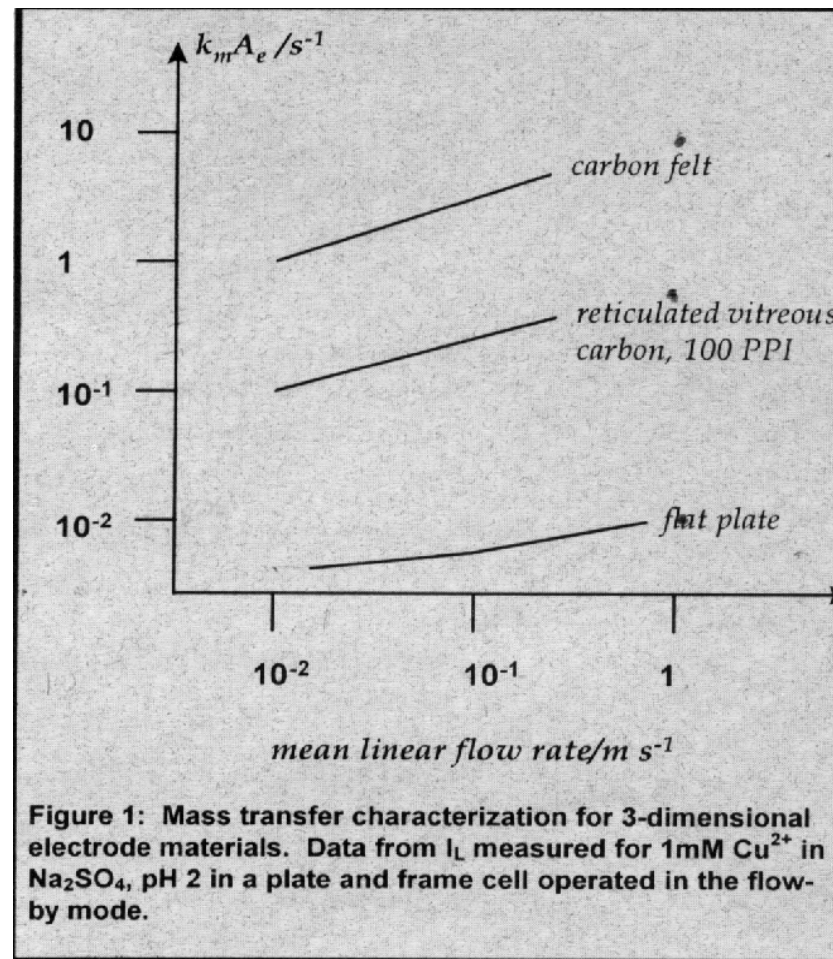
# ETC 48 Anodo con Maglia Multistrato



# Scala banco Anodo MLM



# Tasso di trasferimento di Massa vs Velocità e Tipo di Elettrodo

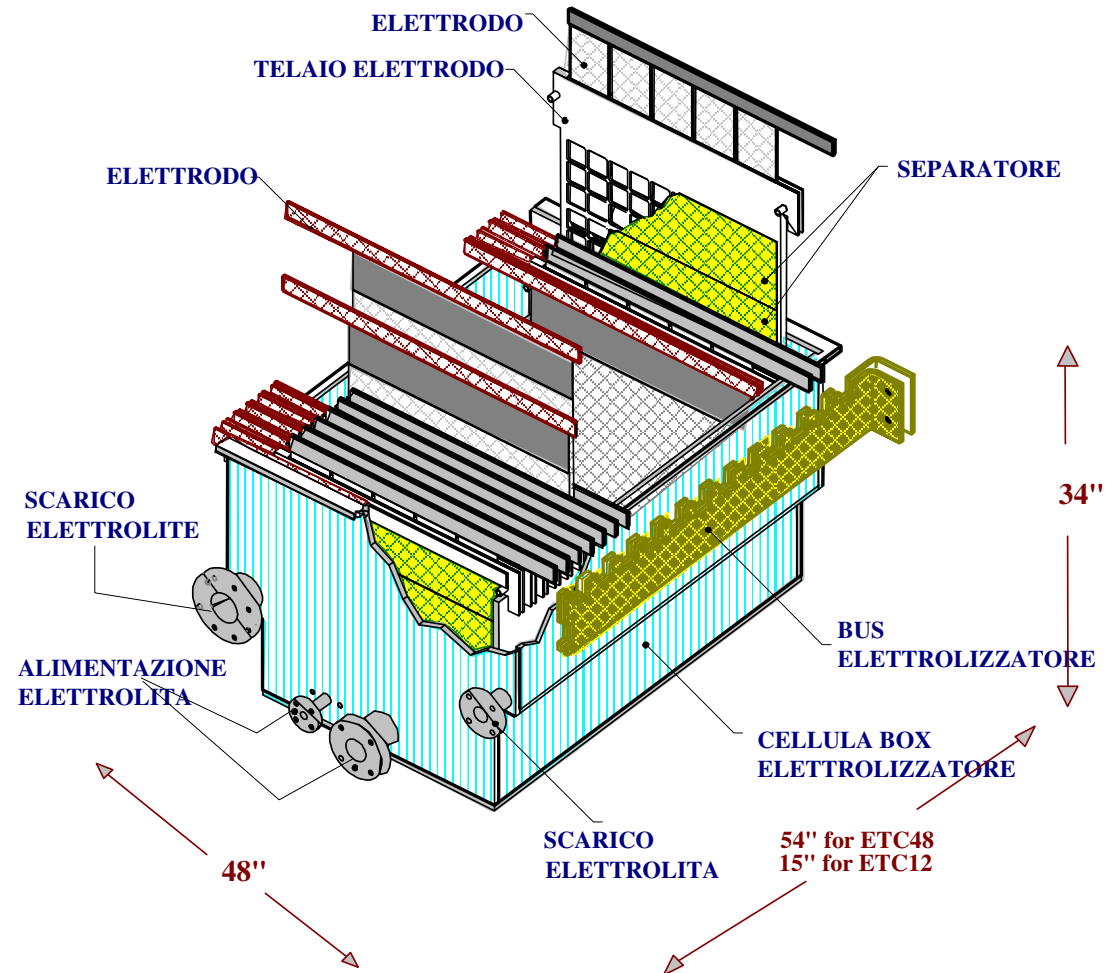




# Elettrodi, Elettroliti, e Condizioni Operative

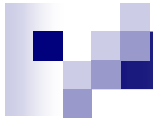
1. Resistenza chimica
2. Densità corrente
3. Vita
4. Efficienza corrente
5. Trasferimento di massa (Velocità Fluido)
6. Piede
7. Necessità di un separatore (Riduzione sottoprodotti)
8. Condizioni operative
9. Adattabilità ai processi “partner”
10. Facilità di funzionamento e manutenzione
11. Capitale e costi operativi

# ETC 48 Elettrolizzatore

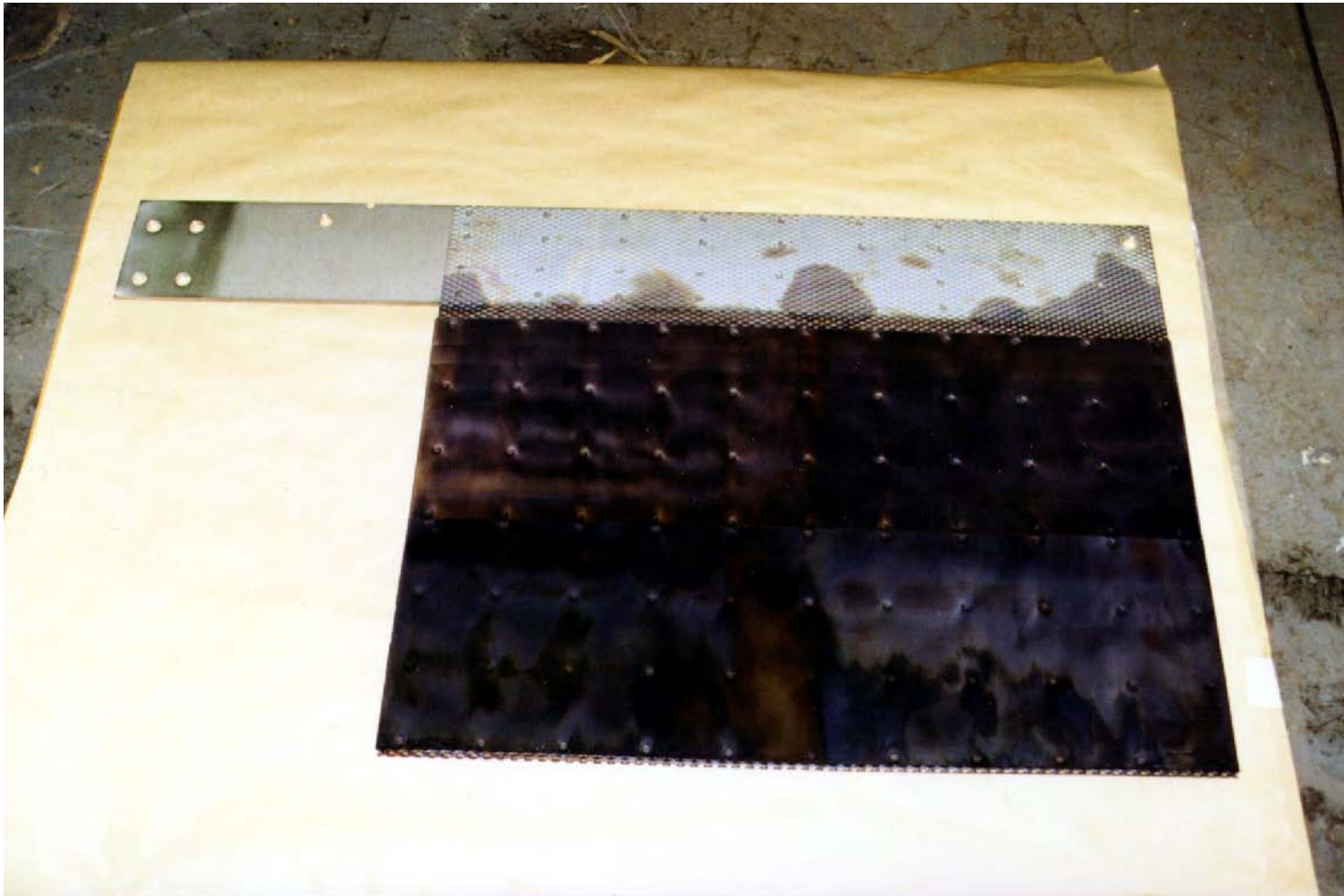


# “Serbatoio” Elettrolizzatore

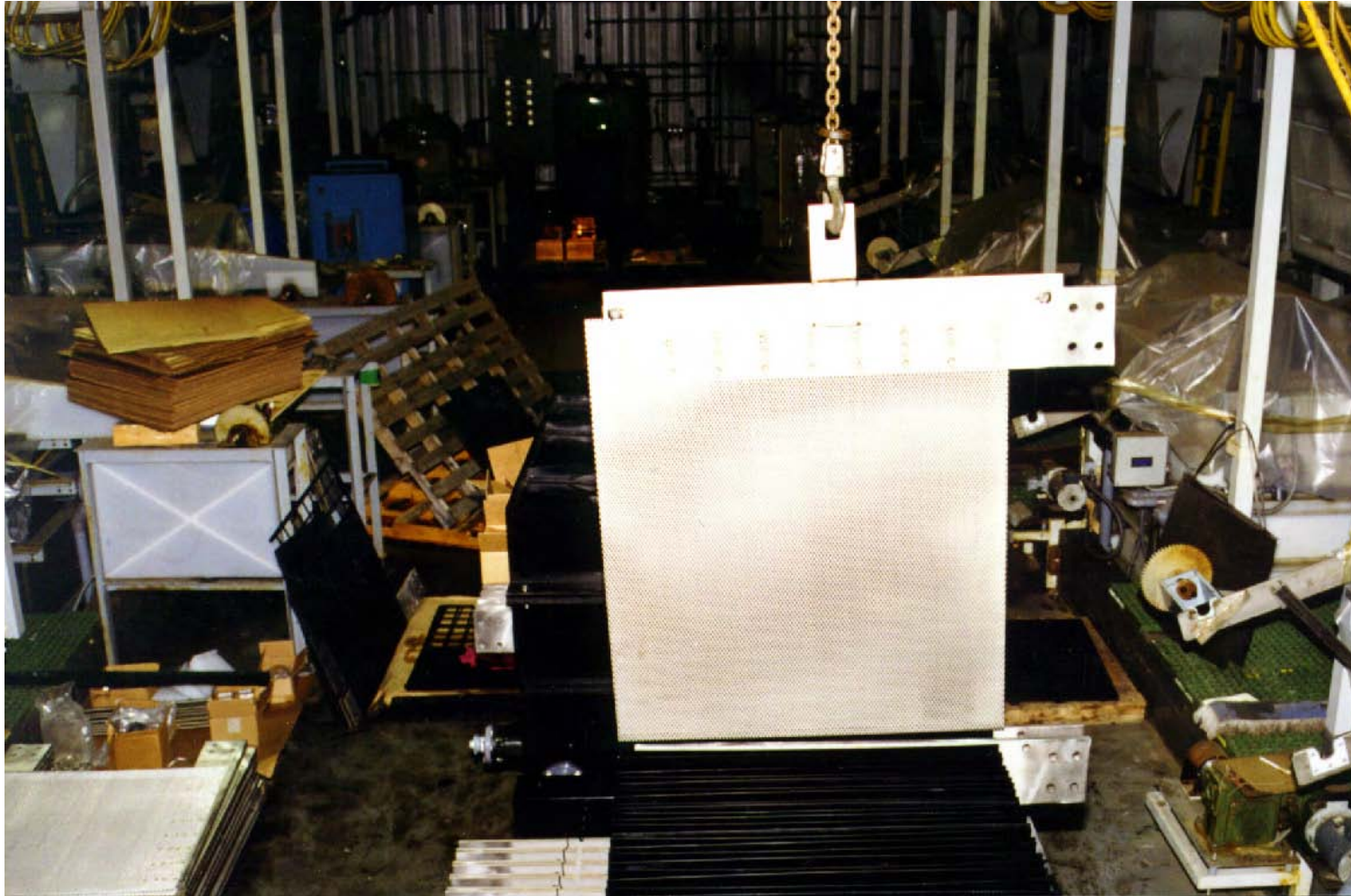




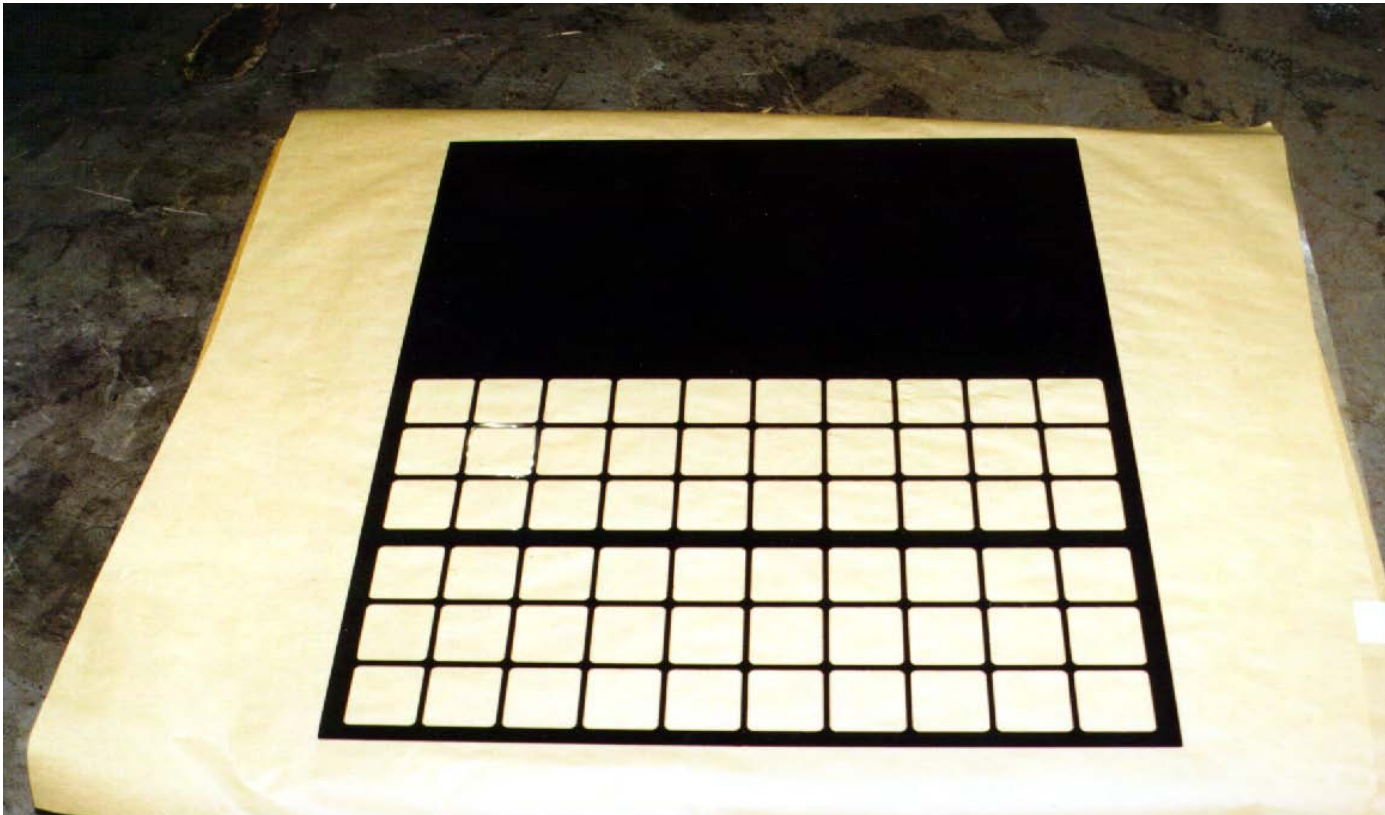
# MLM Anodo



# SS Lastra Catodo



# Separatore Anodo Catodo



# ETC 48 Assemblati

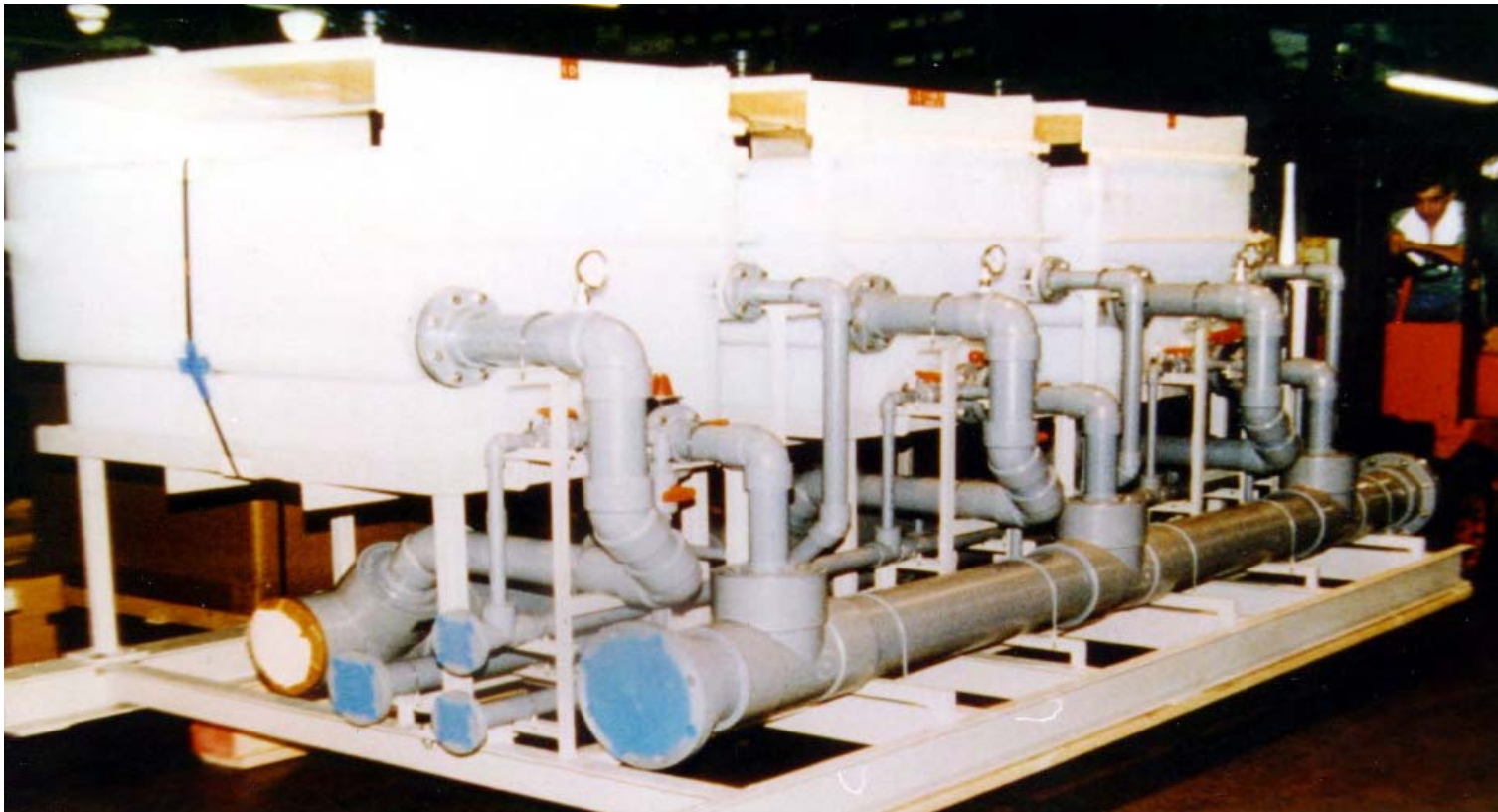


# Skid Montato OD ETC-48

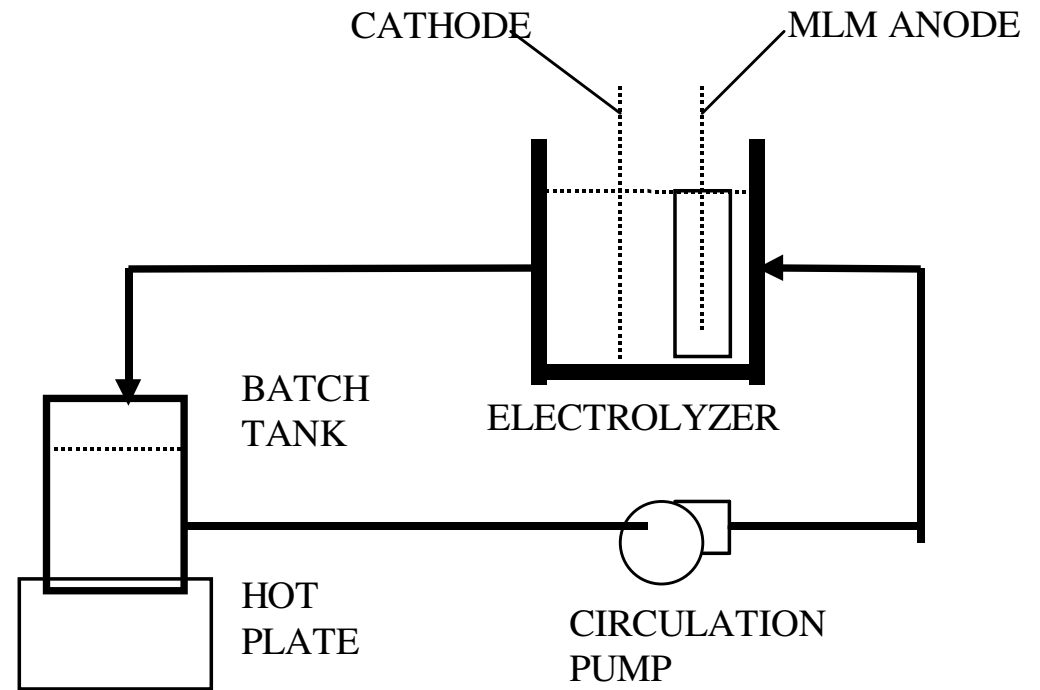
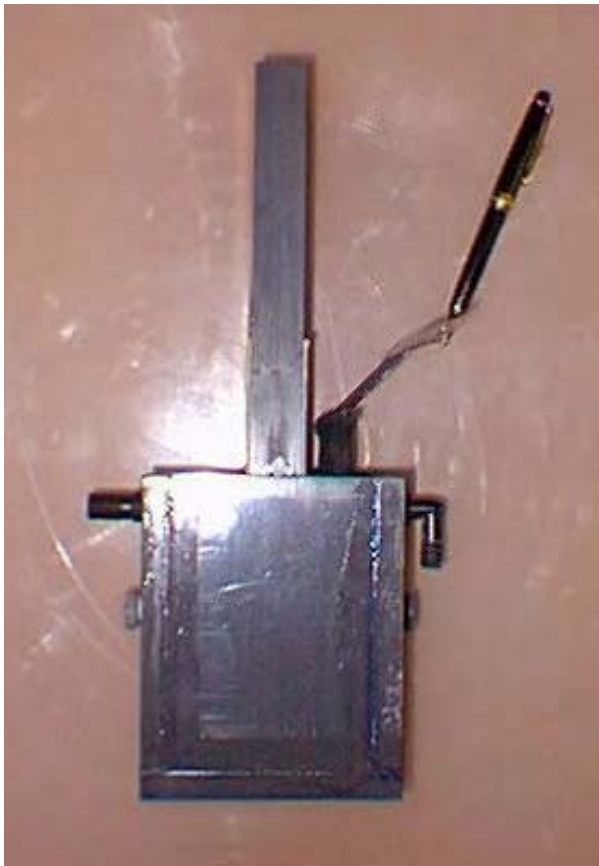


# Skid Montato ETC-48

## Fe<sup>+3</sup> Riduzione



# Riduzione BOD

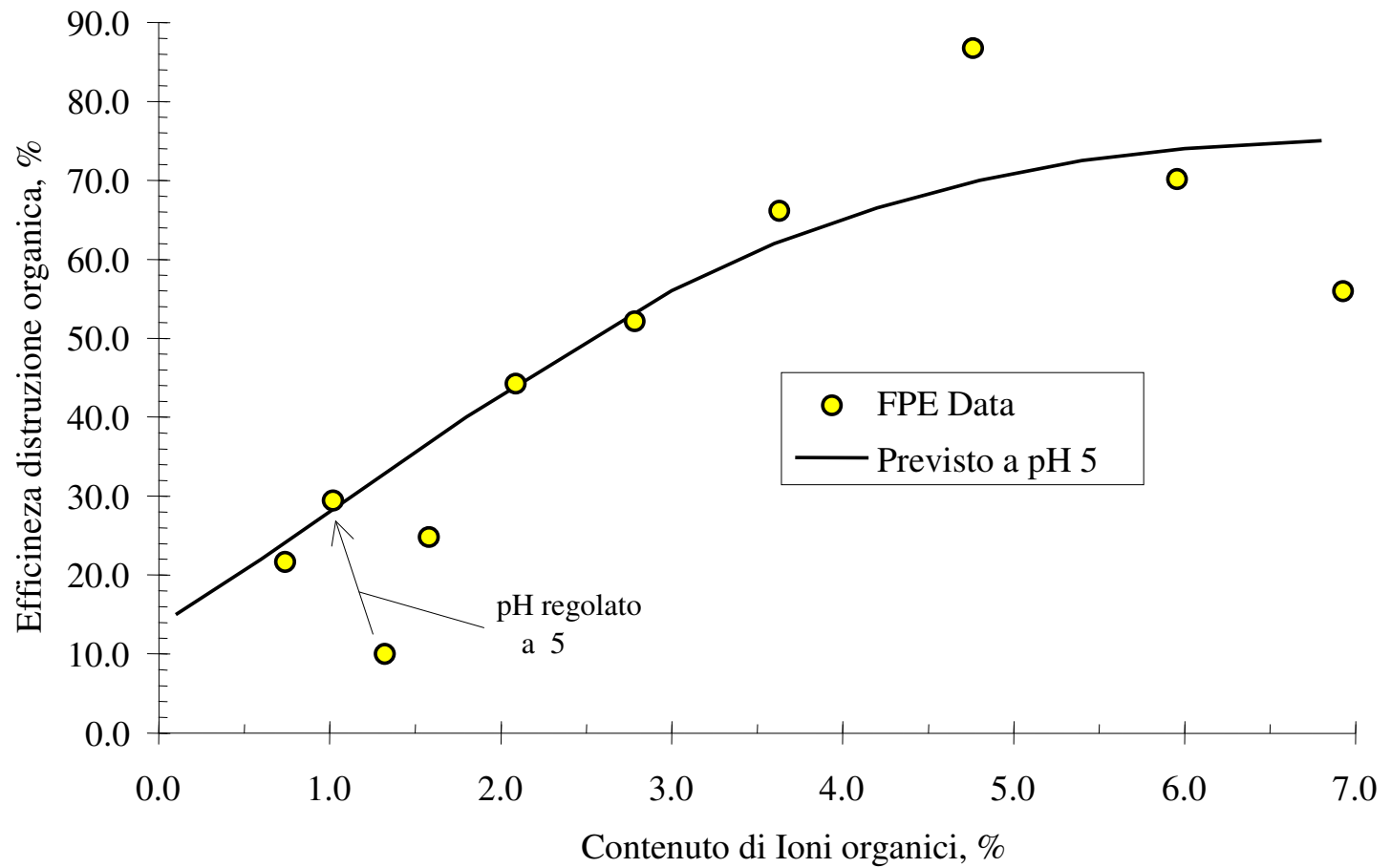


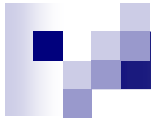


# Elettroossidazione fenoli

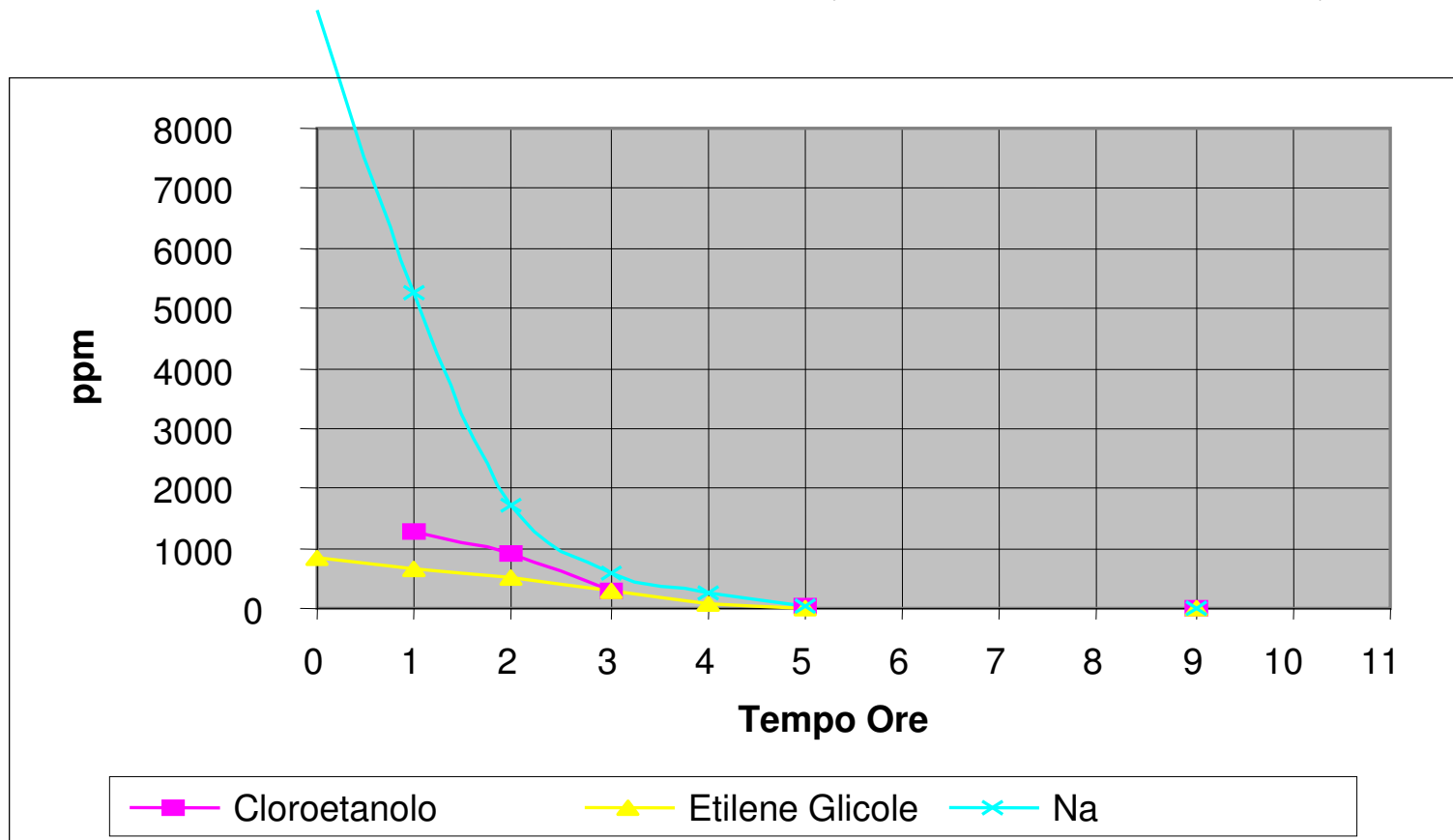
Temperatura (RT to 50°C)	<b>Come previsto il tasso di elettroossidazione è aumentato approssimativamente del 50%</b>
Densità corrente (15-50 mA/sq cm)	<b>L'aumento della densità di corrente causava una diminuzione nel tasso di elettroossidazione.</b>
Concentrazione (50 to 500 ppm)	<b>Il tasso di reazione aumentava con la concentrazione dei fenoli.</b>
pH (2 to 12)	<b>Il tasso di elettroossidazione aumentava approssimativamente del 10% come il pH</b>

# Ossidazione





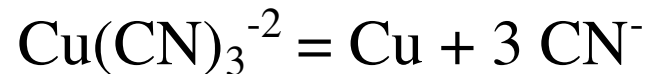
# Formazione Etilene Glicole, Cloroetano, Sodio



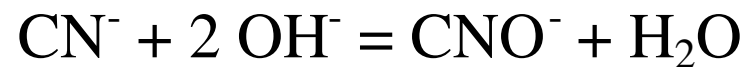


# Trattamento $\text{Cu}(\text{CN})_3$

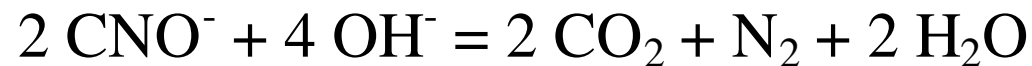
1. Al catodo si elettrodeposita il rame:



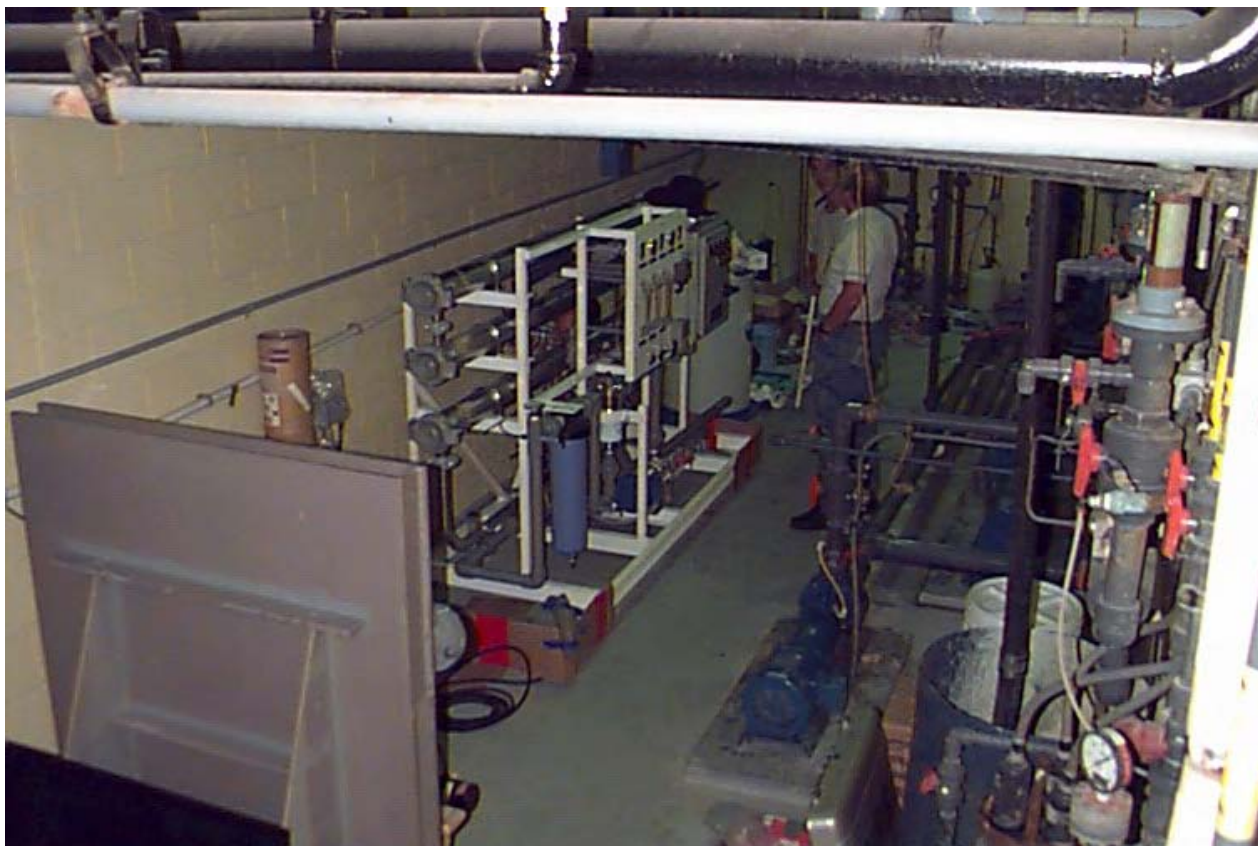
2. All'anodo lo ione cianuro si ossida a cianato:



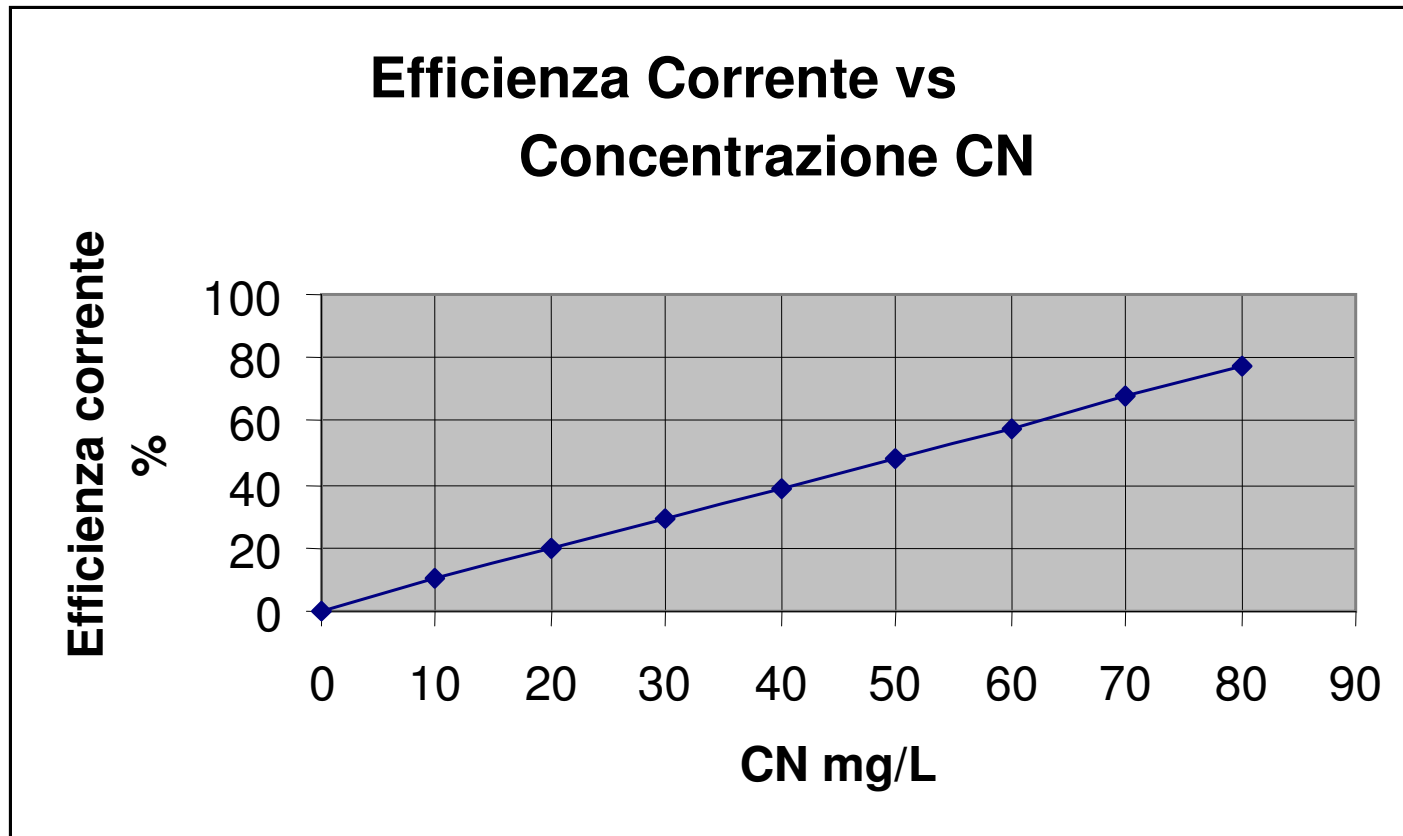
3. Anche l'anodo cianato ione è ossidato:



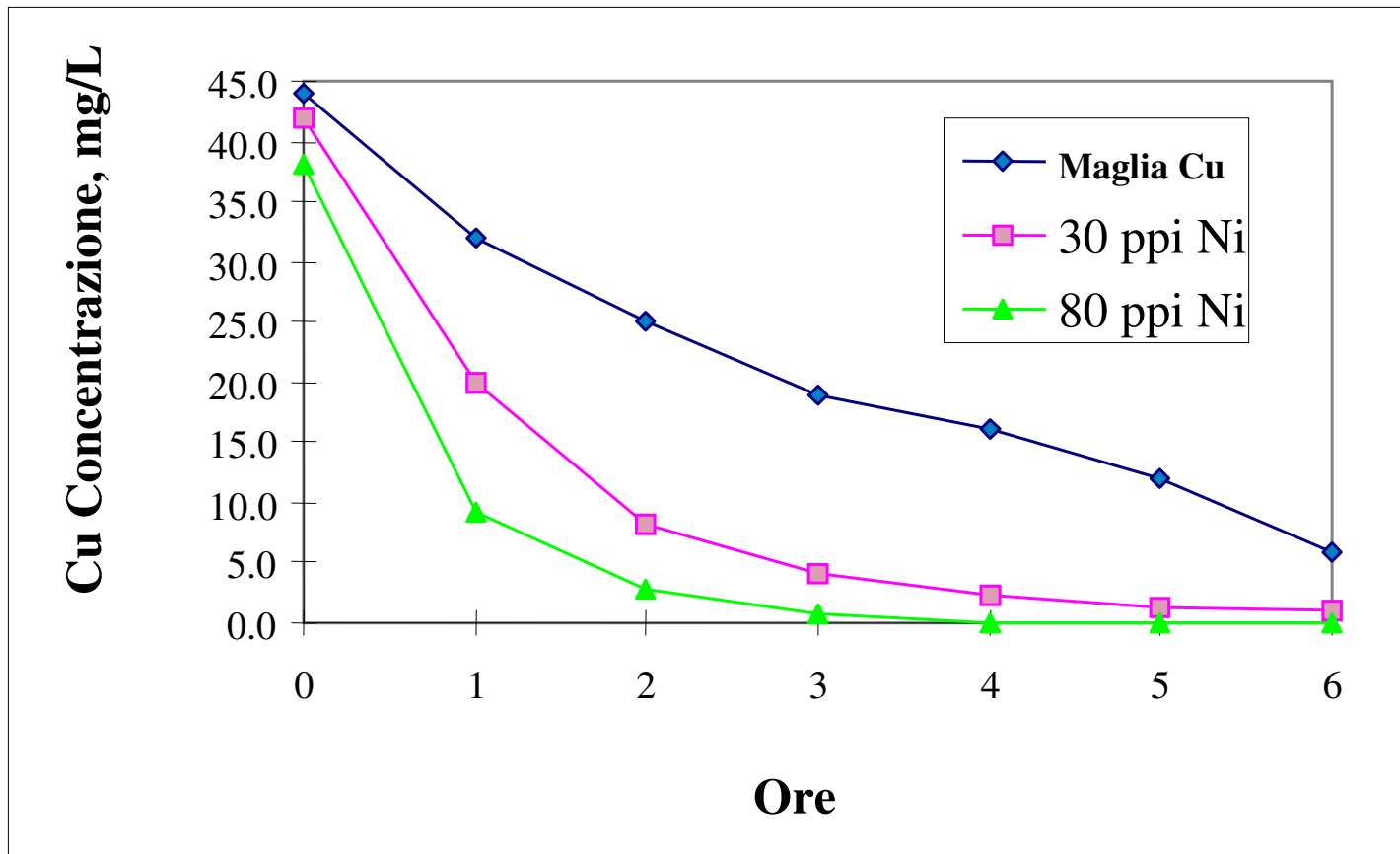
# DISTRUZIONE PILOTA CIANURO



# Efficienza cianuro



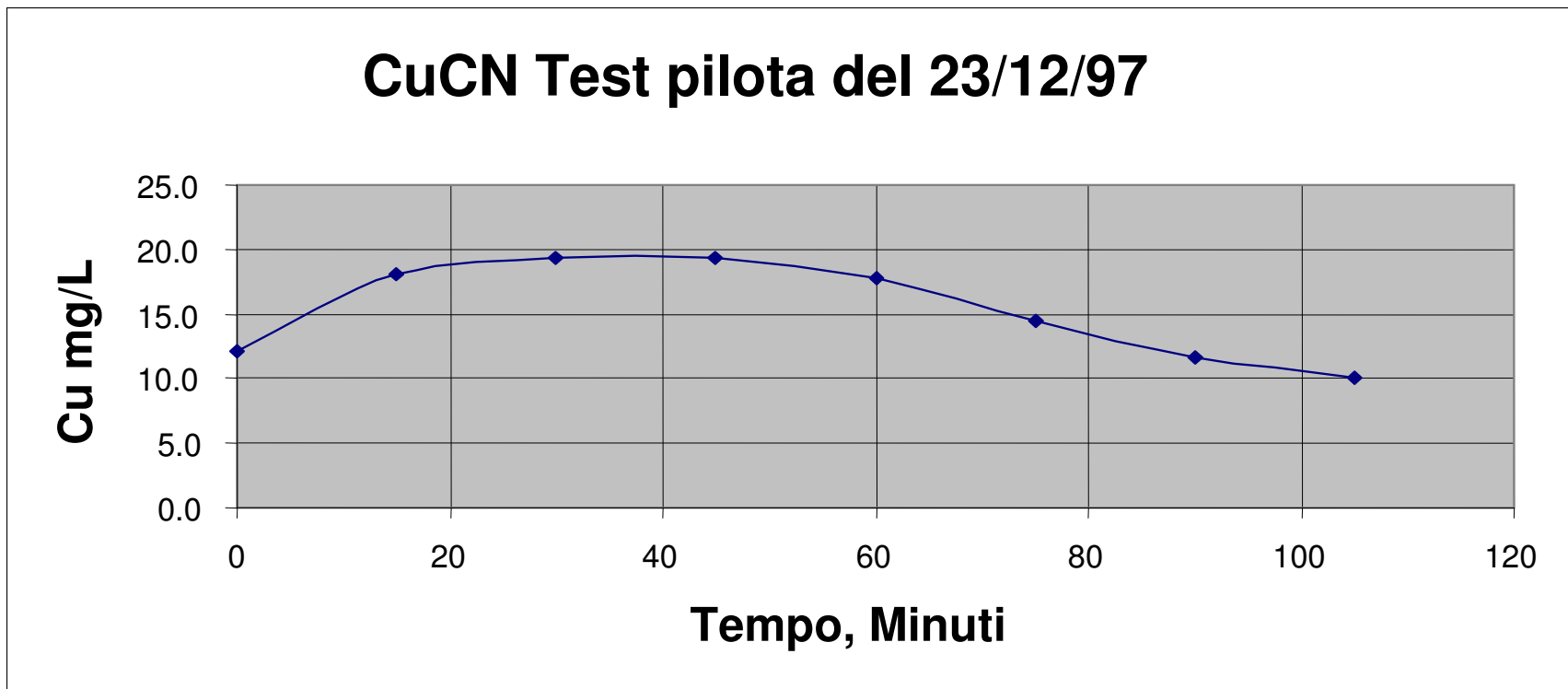
# Rimozione rame



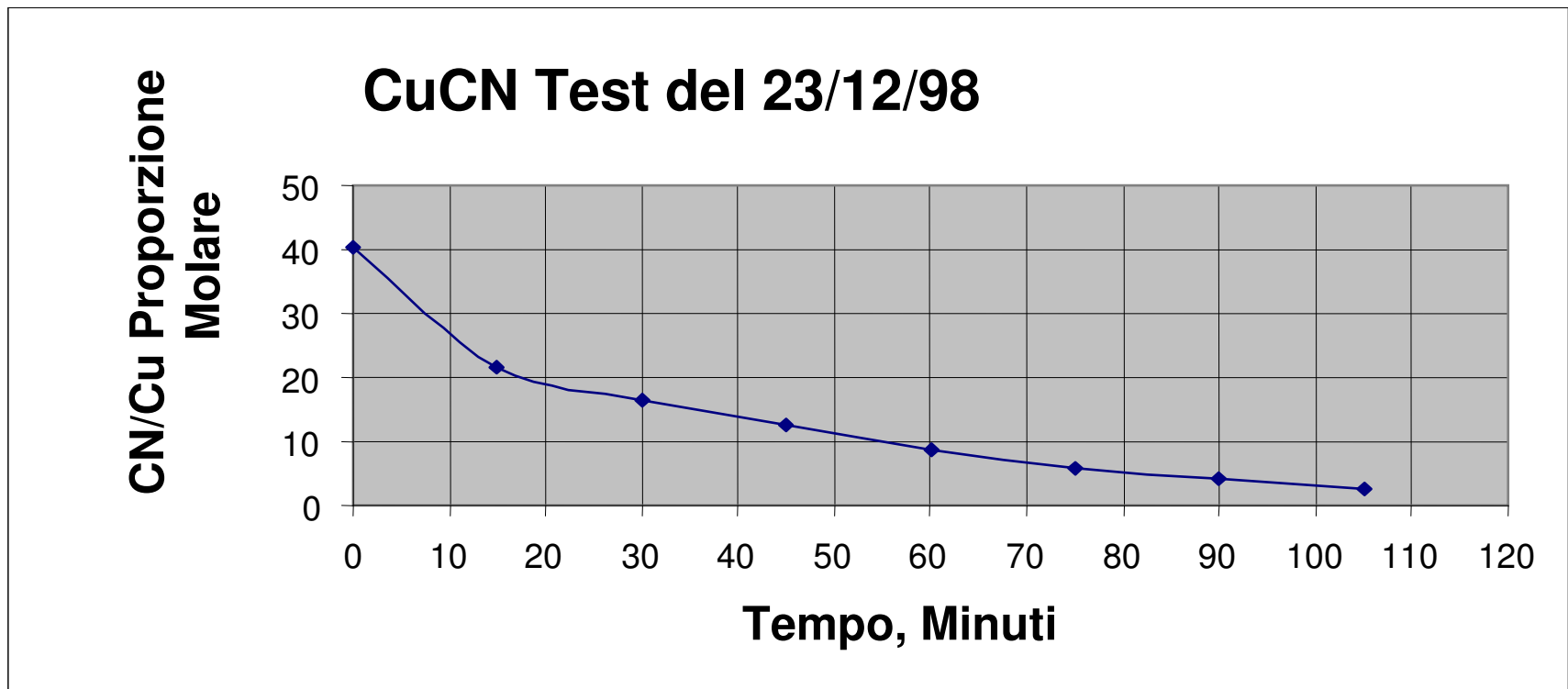
# CATODO METALLICO CN



# CuCN Pilota - Conc. Vs Tempo



# CN/Cu Proporzione





- FINE



# Ossidazione elettrochimica diretta

- Alto potenziale anodico copertura anodo
- Miglioramento struttura trasferimento di massa
- Flessibile
- Facile da assemblare e mantenere
- Costi relativamente bassi



# Periodo - Quantificazione

- Efficienza corrente

- $CE = (\text{Teo. Corrente} / \text{Corrente Attuale}] * 100$

- Proporzione rimozione

- grammi/amp-min

# Effetto del Numero di Strati

No.	TEFA cps		Potenziale (volt) a (mA/sq cm)				
Coperture	Sn	Sb	10	20	50	100	200
4	206	16	1.62	1.65	1.71	1.74	1.79
8	590	37	1.66	1.68	1.76	1.89	2.04
12	1123	50	1.76	1.81	1.92	2.01	2.13
16	1572	71	1.87	1.94	2.03	2.09	2.17
TEFA – Tubo sottoposto ad analisi di Fluorescenza, cps – conteggi per secondo Potentiali misurati in 1.5 M Acido Solforico a 50C Vs NHE							



# TRI - “SCHEDA SEGNA PUNTI”