

SUB PROGRAMA IX  
Microelectrónica

## MICRO Y NANO-SENSORES PARA DETERMINACIÓN ANALÍTICA: NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

*Dr. Julian Alonso Chamarro,  
Grupo de Sensores y Biosensores  
Universidad Autónoma de Barcelona*

RED IX.I: TESEO  
“Tecnologías para el Desarrollo  
de Sensores y Microsistemas”

*Taller de “Tecnologías MEMS para Sensores”  
29-31 de julio de 2002, Buenos Aires*

# Procedimiento Analítico

**MUESTRA**



Generación de información analítica por procedimientos clásicos

**CODIFICACION**

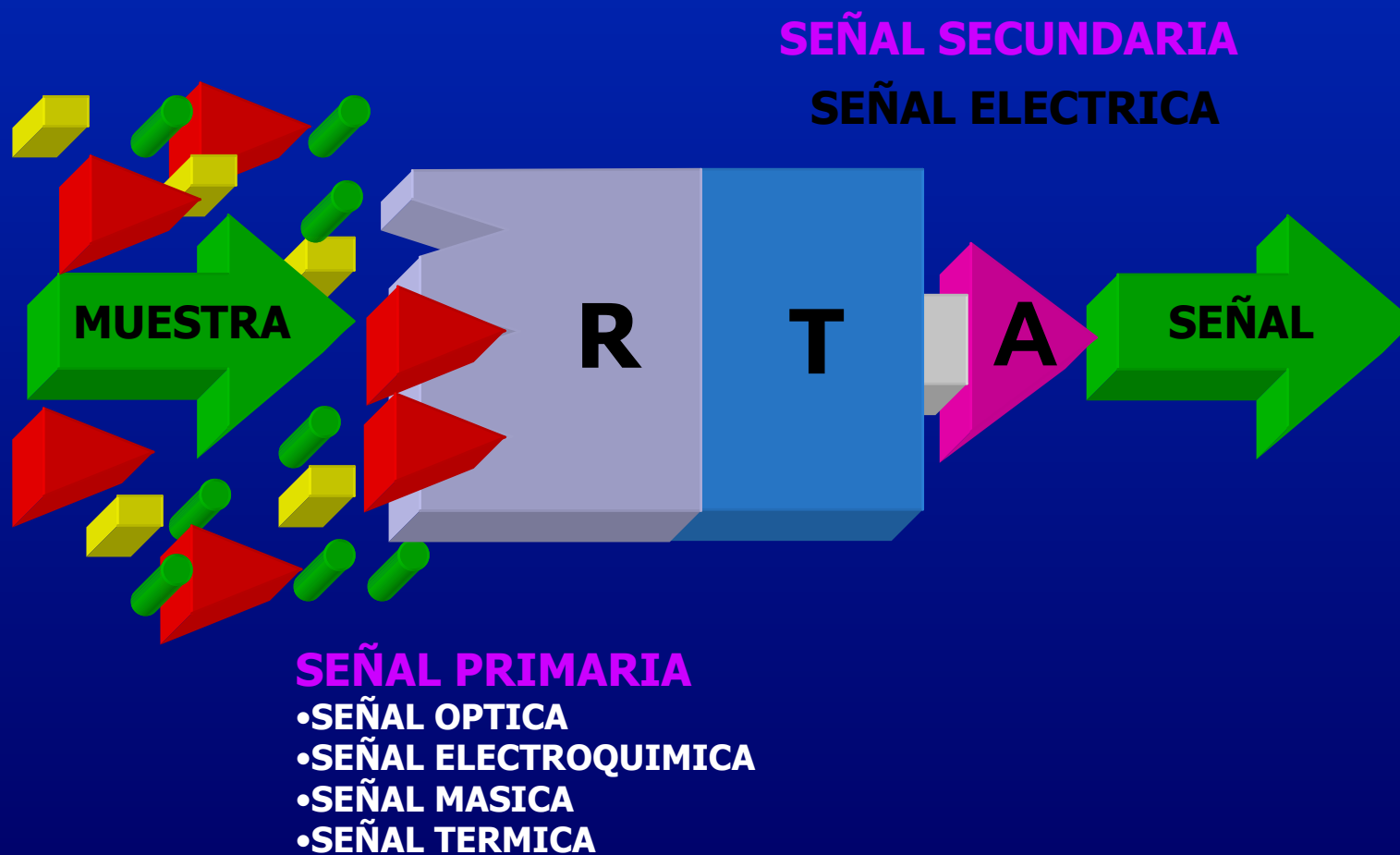
**DESCODIFICACION**

**RESULTADOS**



# SENSOR

## *Integración del Procedimiento Analítico*



# SENSORES

## CARACTERISTICAS

- **EXACTITUD**
- **PRECISION**
- **SELECTIVIDAD**
- **SENSIBILIDAD**
- **LIMITE DE DETECCION**
- **RANGO DE LINEALIDAD**
- **TIEMPO DE RESPUESTA**
- **HISTERESIS**
- **RUIDO**
- **ESTABILIDAD**
- **DERIVA**

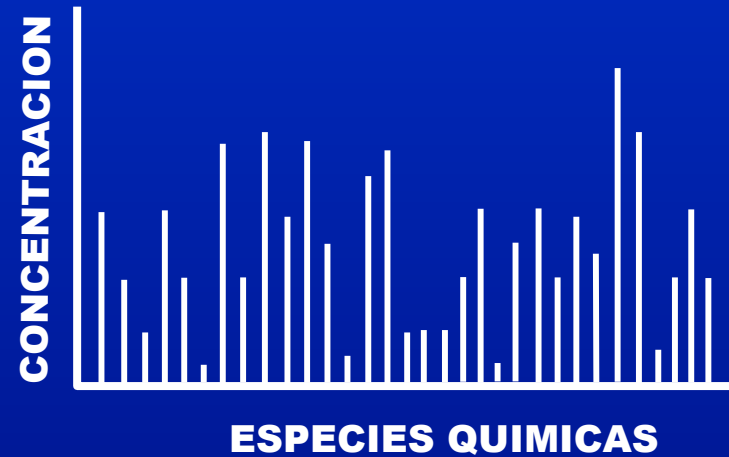
# SENSORES

## CARACTERISTICAS

- **ROBUSTEZ**
- **CALIBRACIÓN**
- **TIEMPO DE VIDA**
  - **LARGO**
  - **UN SOLO USO**
- **COSTE REDUCIDO**
  - **ANALISIS**
  - **FABRICACION**
- **MANTENIMIENTO LIMITADO**
- **PORTATIL**
- **ECOLOGICO**
- **NO DESTRUCTIVO**

# SENSORES

## MUESTRA COMPLEJA



## SENSOR ESPECIFICO



## SENSOR NO SELECTIVO



# SENSORES

## SELECTIVIDAD

- ELEMENTO DE RECONOCIMIENTO
  - ALTA SELECTIVIDAD (ESPECIFICIDAD)
  - REVERSIBILIDAD
  - ESTABILIDAD
- ELEMENTOS DE RECONOCIMIENTO
  - QUIMICOS (IONOFOROS)
  - BIOLÓGICOS
    - ENZIMAS
    - ANTICUERPOS
    - DNA
    - RECEPTORES
    - CELULAS
    - TEJIDOS
  - BIOSENSORES
  - INMUNOSENSORES
  - GENOSENSORES
  - 
  - 
  -

# SENSORES

## SELECTIVIDAD (ELEMENTO DE RECONOCIMIENTO)

- **ALTA SELECTIVIDAD (ESPECIFICIDAD)**

- **Medidas *in-line* de muestras complejas**
- **Selectividad vs composición muestra**

- **LIMITADA SELECTIVIDAD**

- **Medidas con tratamiento previo de la muestra**
- **Medida de percepciones - nariz (olor) o lengua (sabor) electrónica. (sensor array-pattern recognition)**
- **Medidas múltiples sensores con tratamiento quimiométrico de datos (redes neuronales)**



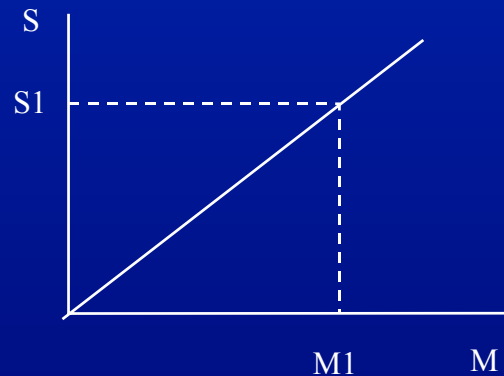
# SENSORES

## CURVAS DE RESPUESTA

SEÑAL DE SALIDA : RESPUESTA DEL SENSOR CUANDO EL MATERIAL DE RECONOCIMIENTO SUFRE VARIACIONES

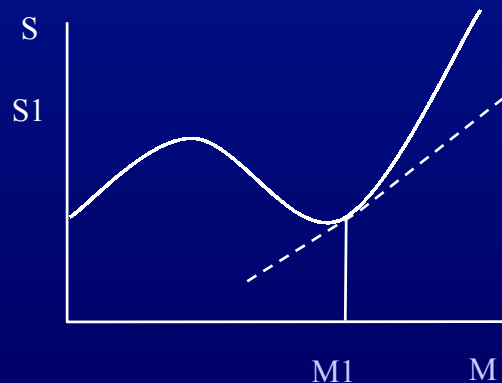
## TIPOS DE RESPUESTA

**LINEAL  $S = aM + b$**   
**Situación ideal**



$$\text{Sensibilidad} = \frac{S}{M}$$

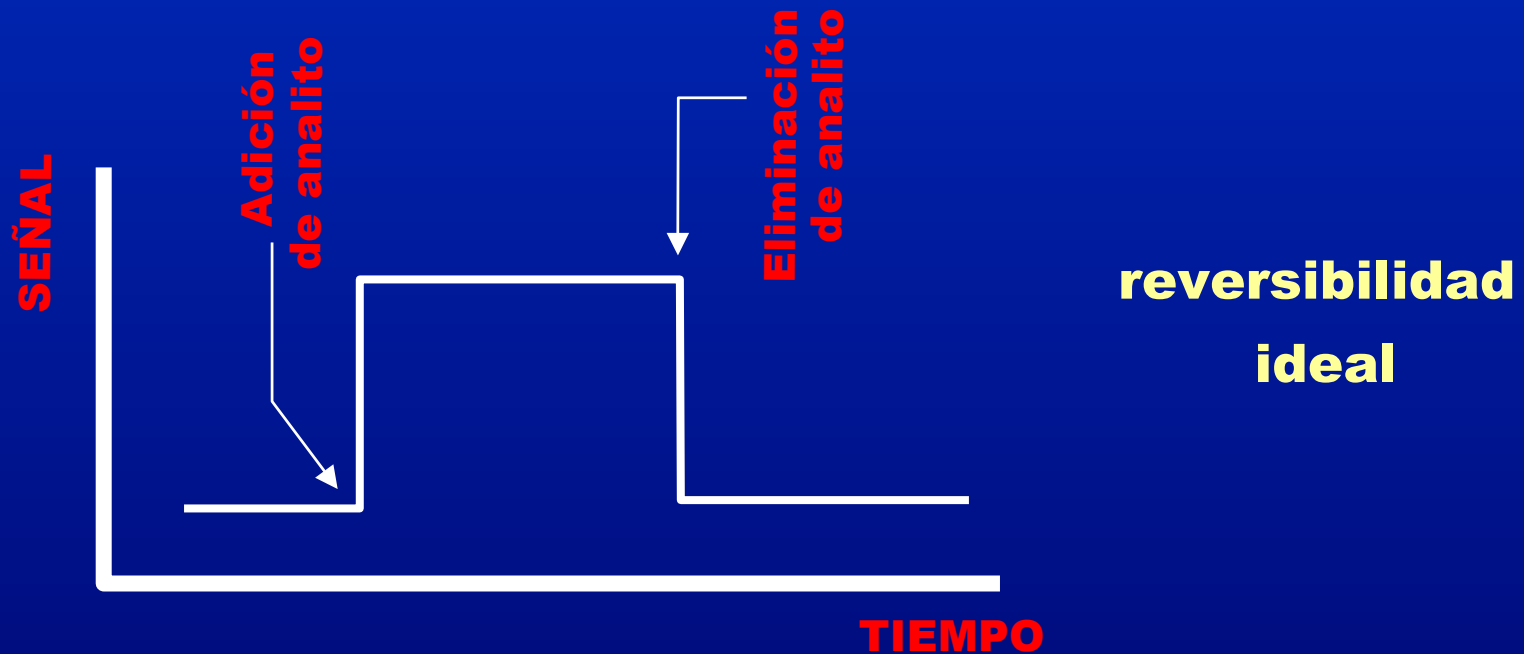
**NO LINEAL  $S = f(M)$**



$$\text{Sensibilidad} = \left. \frac{dS}{dM} \right|_{M=M1}$$

# SENSORES

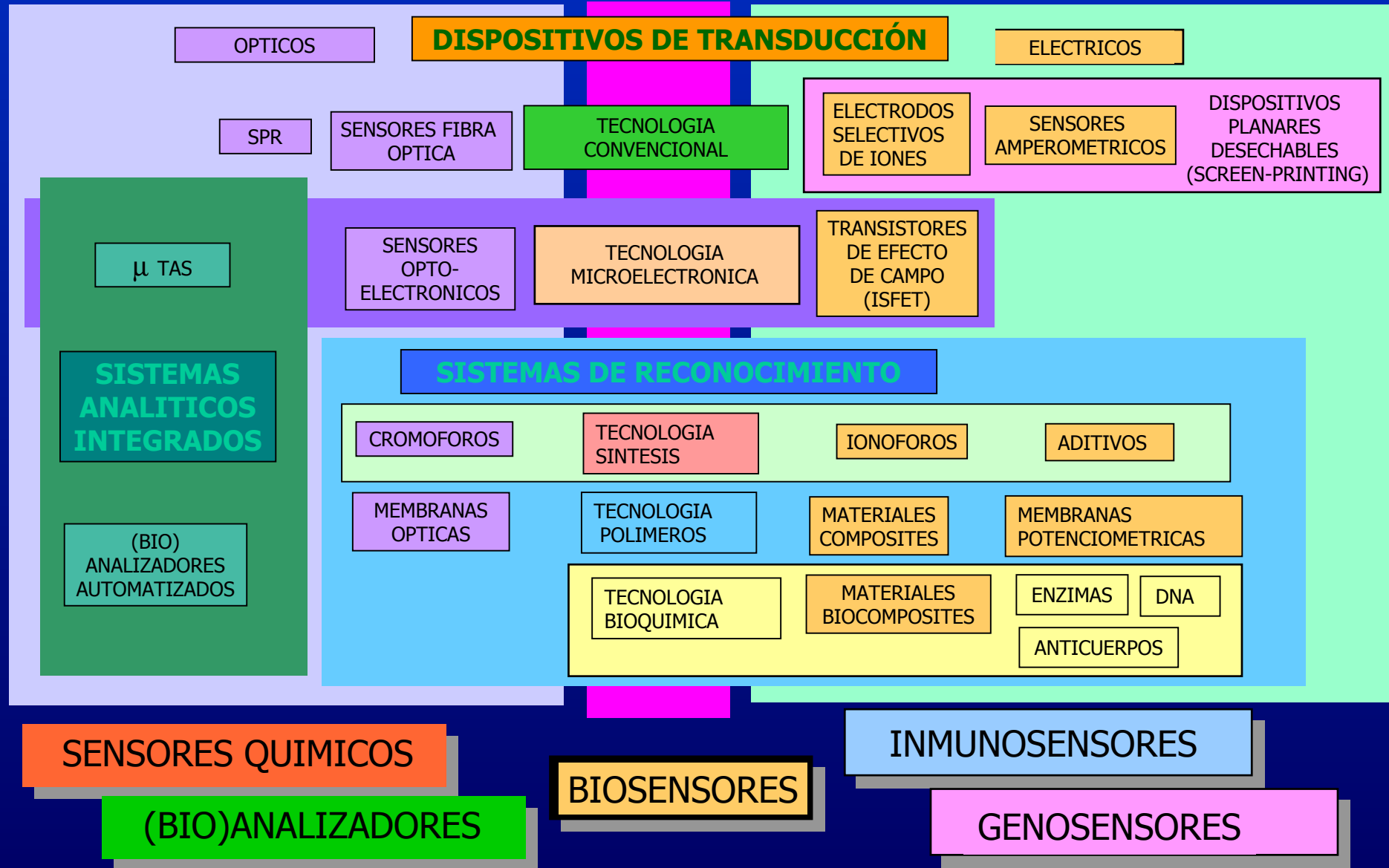
## REVERSIBILIDAD



- **SENSORES REVERSIBLES**
- **SENSORES REGENERABLES**
- **SENSORES DESECHABLES**

# SENSORES Y BIOSENSORES

## TECNOLOGIAS IMPLICADAS



# Sensores Electroquímicos

## Potenciométricos

- Paso de corriente nulo
- Alta Impedancia(E/I)
- Superficie activa selectiva al analito

## Ejemplos

- pH
- Electrodos selectivos de iones (ISE)

## VENTAJAS

- AMPLIO RANGO DE MATERIALES SELECTIVOS Y SENSORES.
- AMPLIO CONOCIMIENTO DE LA RELACION ENTRE COMPOSICION Y PROPIEDADES
- INSTALACION SIMPLE, FACIL MANEJO, MEDIDA DIRECTA
- AMPLIO NUMERO DE CONFIGURACIONES (ESTATICA, FLUJO, MICRO, ETC.)
- FACIL APLICACIÓN EN ANALISIS AUTOMATICO Y/O INDUSTRIAL
- BAJO COSTE

## DESVENTAJAS

- SELECTIVIDAD INSUFICIENTE

# Sensores Electroquímicos

## Amperométricos

- Potencial aplicado fijo en función de las propiedades electroquímicas del analito
- Corriente registrada en función del tiempo

## Ejemplos

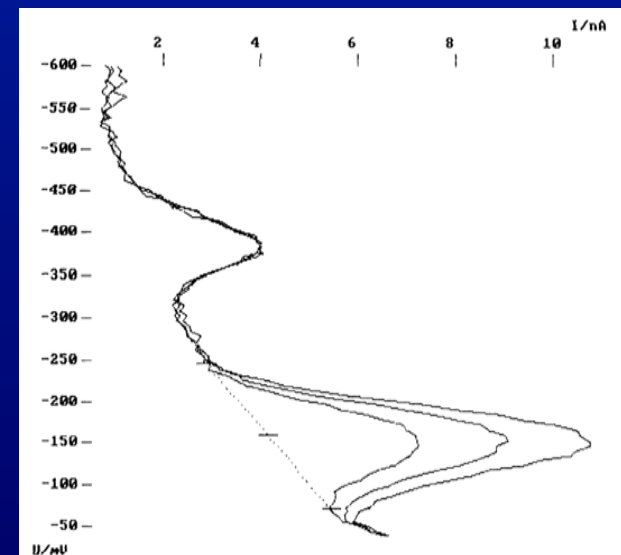
- Sensor de oxígeno tipo Clark (disco de Pt polarizado a -0,7 V vs. Ag/AgCl)
- Peroxido de hidrogeno
- Glucosa (Clark)

## Voltamétricos

- Modulación de potencial
- Especiación electroquímica
- Sistema con tres electrodos
- Preconcentración
- (VRA) LD inferiores a  $10^{-11}$  M

## Ejemplos

- Metales pesados



# ISFETs-CHEMFETs

## Transistores de efecto de campo selectivos a iones

### Ventajas

- Sensores de estado sólido
- Señal de baja impedancia
- Tiempo de respuesta rápido
- Tamaño y precio

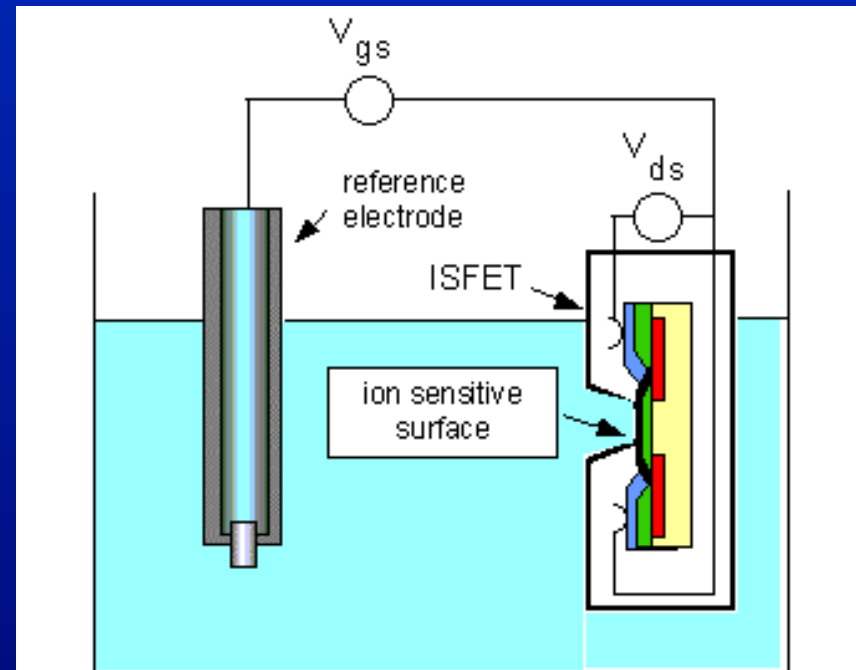
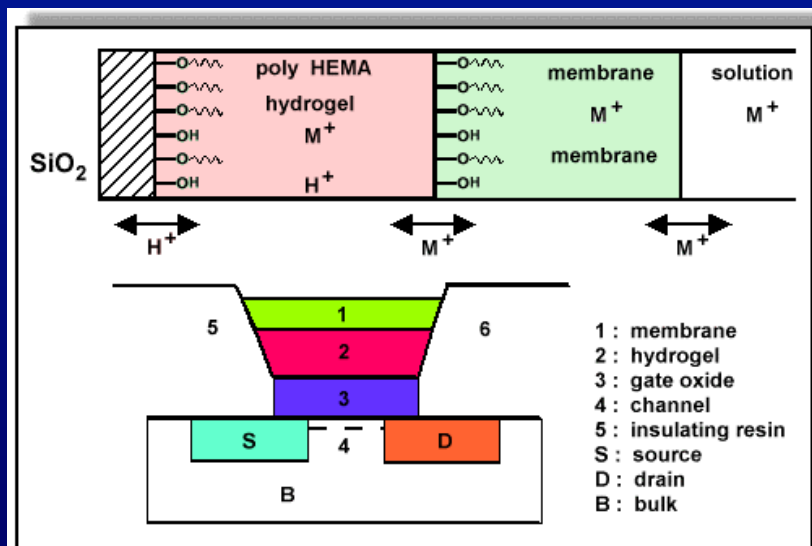


Fig.2: Schematic representation of an ISFET pH measuring system

# Calibración Sensor

## TRANSDUCCION ELECTROQUIMICA

**Amperometria**  
**Electrodo planar**  
**Convección**

$$i = \frac{nFADC}{\delta}$$

**Voltametrica**  
**Ecuación Cottrell**  
**No convección**

$$I = nFA \sqrt{\frac{D_{OX}}{\pi t}} C_{OX}^*$$

**Potentiometria**  
**Ecuación Nikolski-Eisenman**  
**Ecuación Nernst con**  
**correccion de selectividad**

$$E = K + \left(\frac{2,303RT}{Z_i F}\right) \log(a_i + k_{ij} a_j^{\frac{z_i}{z_j}})$$

- Intensidad de corriente proporcional a la concentración
- Logaritmo del potencial proporcional a la concentración

# Sensores Ópticos

## Técnicas Ópticas

- Transmisión
- Reflexión
- Fluorescencia
- Fosforescencia

## Sensores Ópticos

- Oximetría
- pH, indirectamente:  $\text{CO}_2$
- $\text{pO}_2$



**Oxímetro**



# **SENSORES OPTICOS**

## **FENOMENOS OPTICOS:**

- **ABSORCION/ TRANSMISION**
- **FLUORESCENCIA**

**TECNOLOGIA DE FABRICACIÓN DE CIRCUITOS  
INTEGRADOS**  
*SENSORES TIPO ISFET*

**TECNOLOGIA DE INDUSTRIA DE  
TELECOMUNICACIONES**  
*SENSORES OPTICOS*

**COMPONENTES OPTICOS ACTIVOS Y PASIVOS**  
• **EMISORES**  
• **DETECTORES**  
• **GUIAS DE ONDA (CILINDRICAS O PLANAS)**

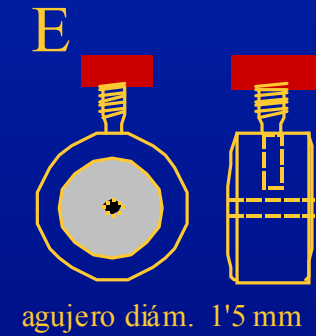
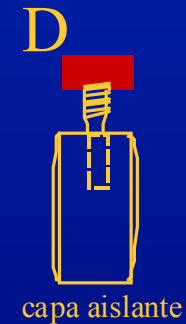
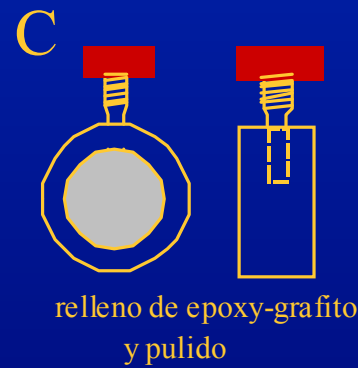
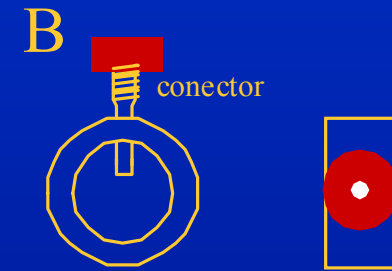
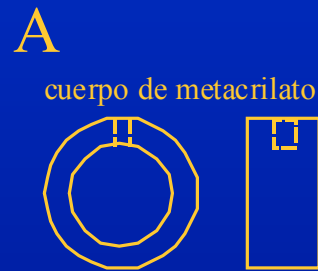


**LINEAS DE INVESTIGACION**

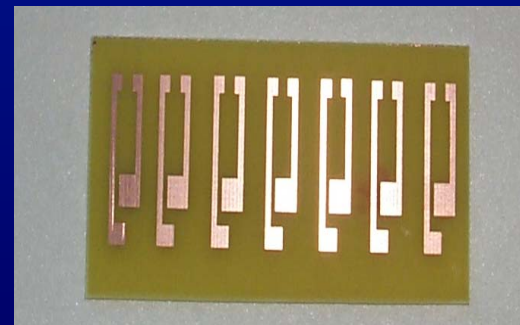
**GSB-UAB**

# SENSORES POTENCIOMETRICOS

**CONFIGURACION TUBULAR  
INTEGRABLE EN SISTEMAS  
DE FLUJO CONTINUO**



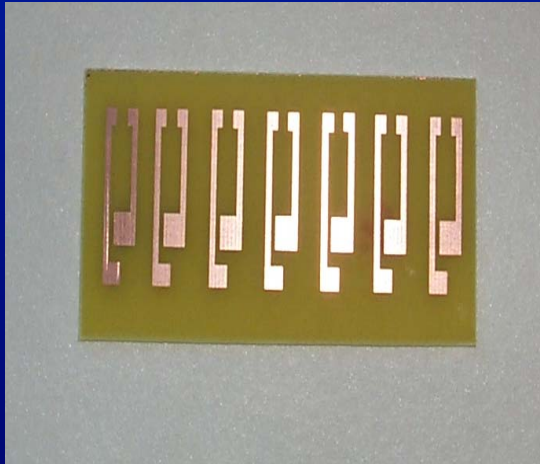
**FORMATO DESECHABLE  
SCREEN-PRINTING**



# SENSORES AMPEROMETRICOS

## COMPOSITES/BIOCOMPOSITES CONDUCTORES

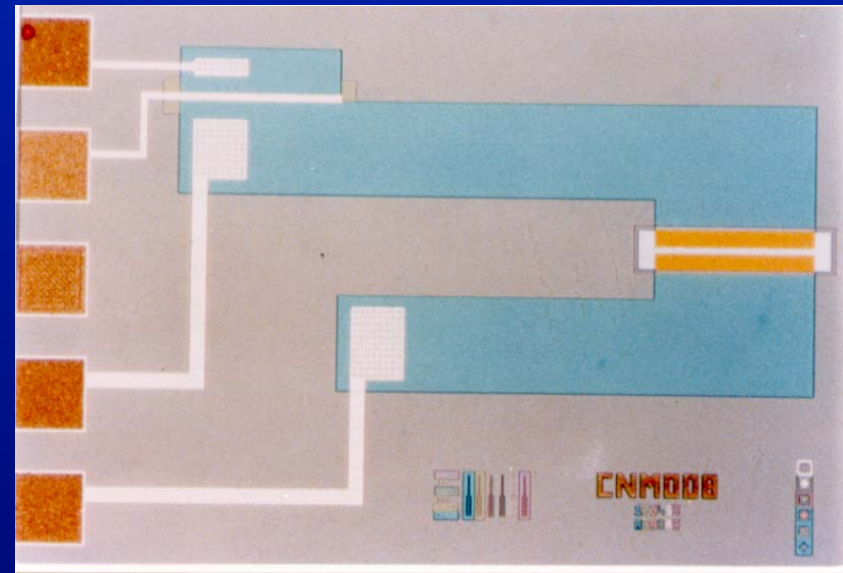
**FORMATO DESECHABLE  
SCREEN-PRINTING**



**FORMATO REUTILIZABLE  
CONFIGURACION CONVENCIONAL**

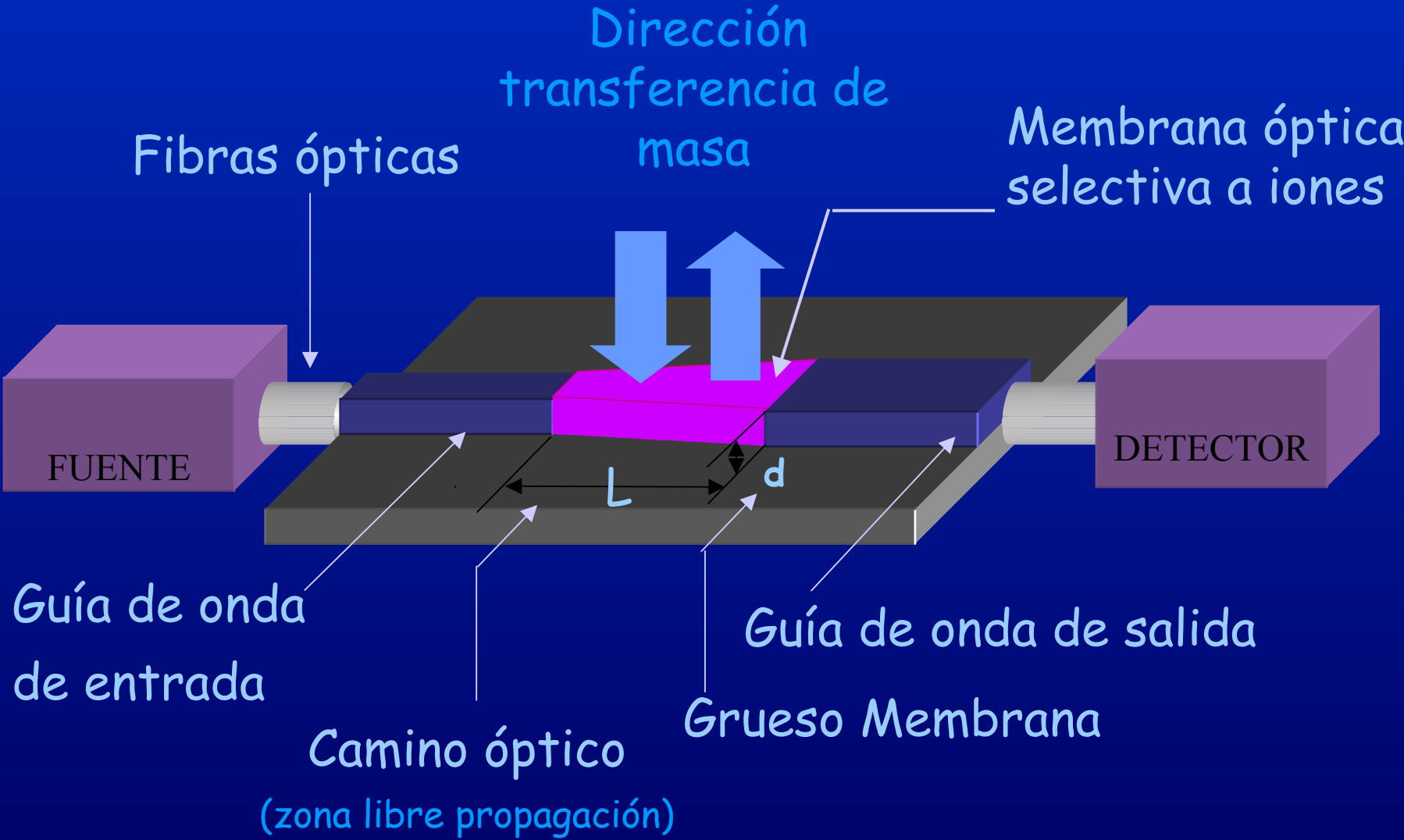


# SENSORES POTENCIOMETRICOS TIPO ISFET



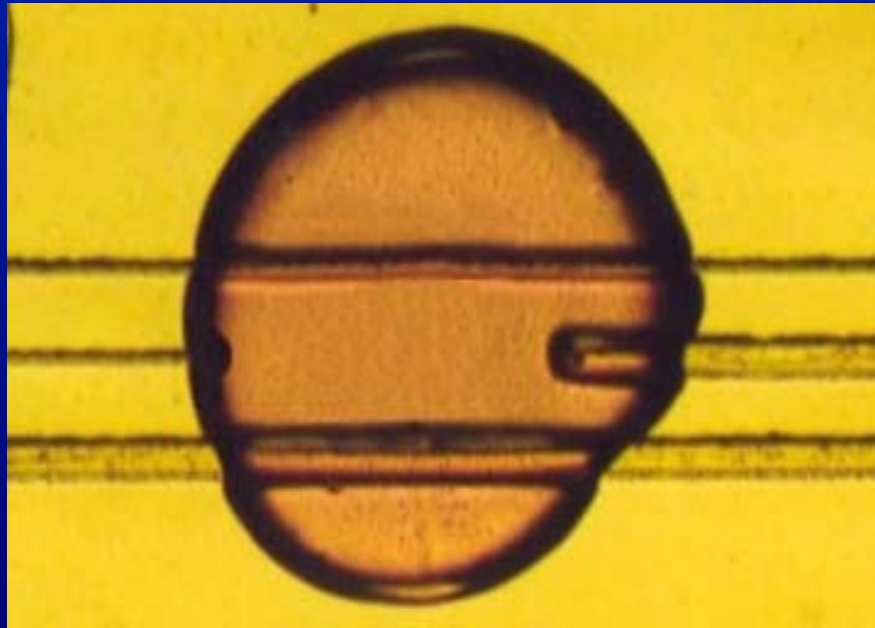
# SENSORES OPTICOS TIPO IWAO

## DISEÑO CONCEPTUAL DEL DISPOSITIVO

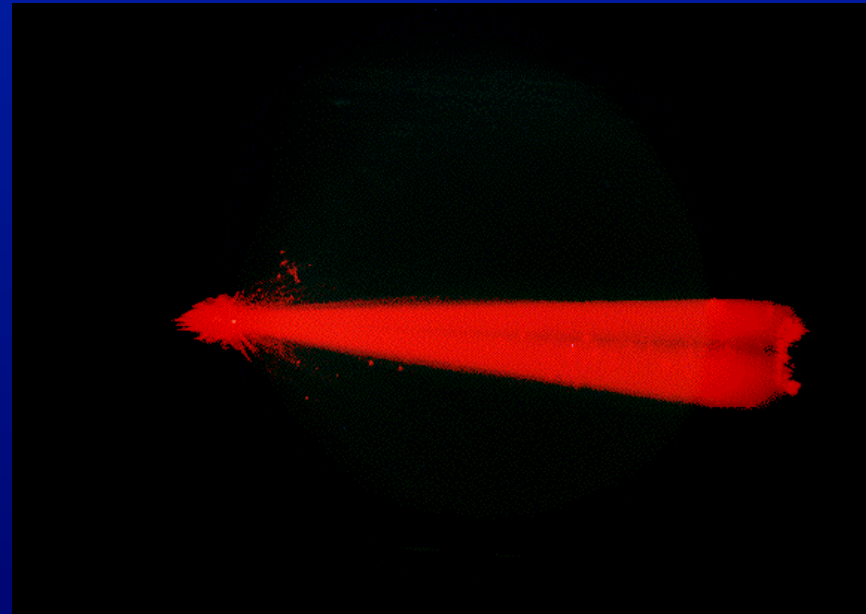


# ACTIVACIÓN DEL DISPOSITIVO

**Fotografía de la  
membrana tras su  
deposición**

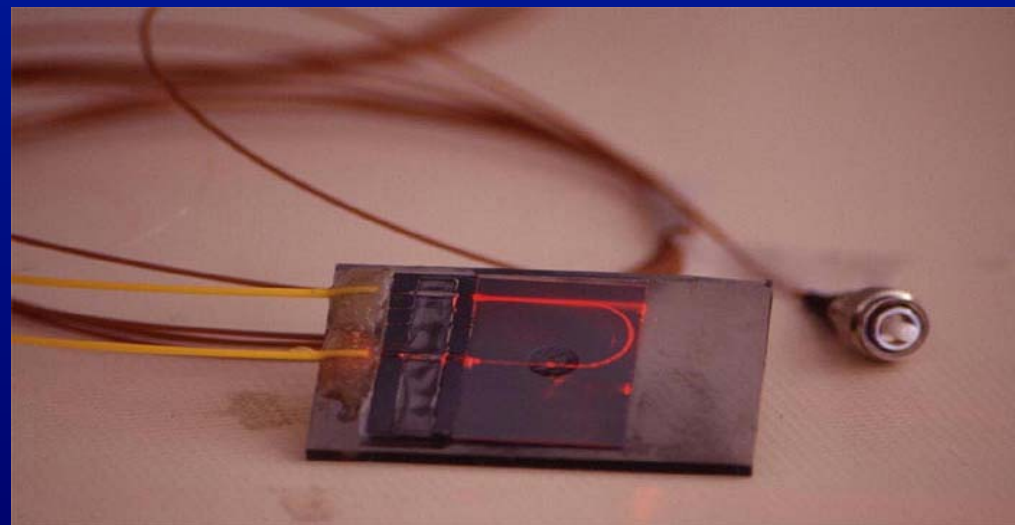
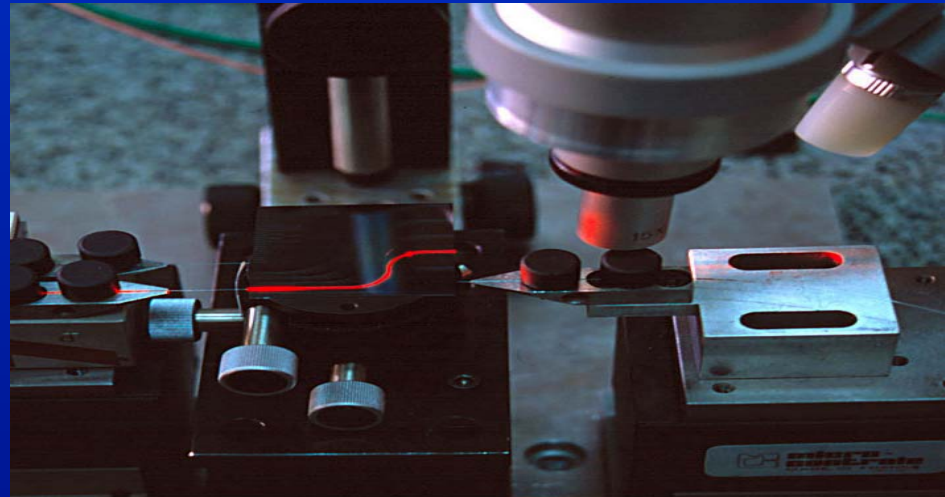
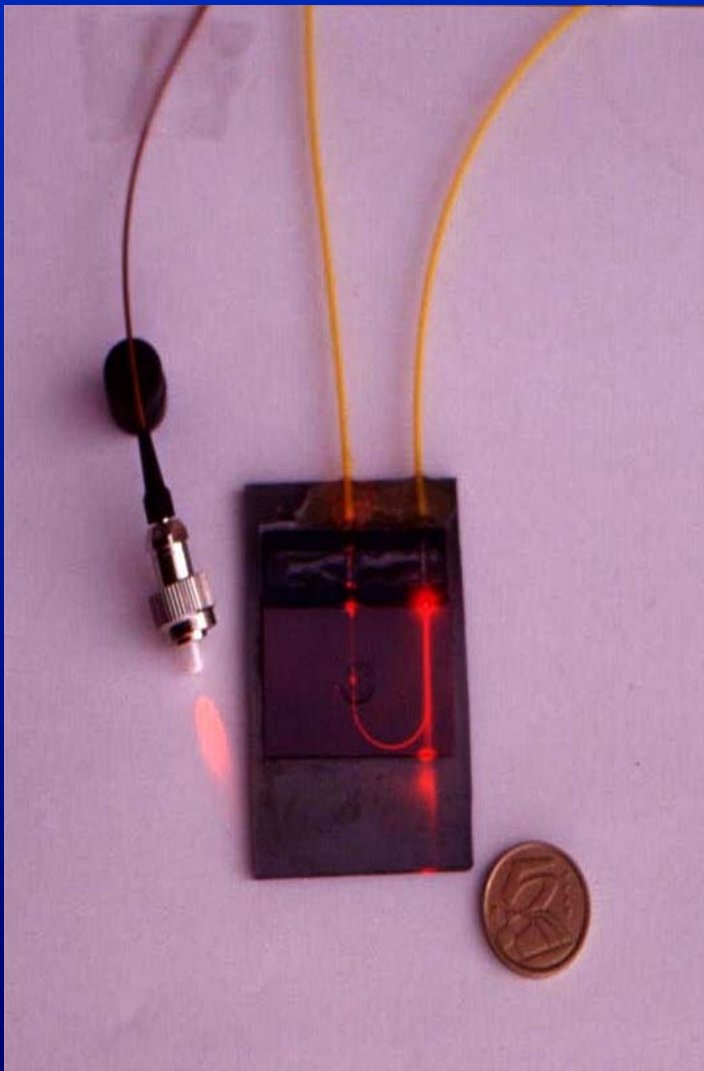


**Transmisión de la radiación  
en la región de libre  
propagación**



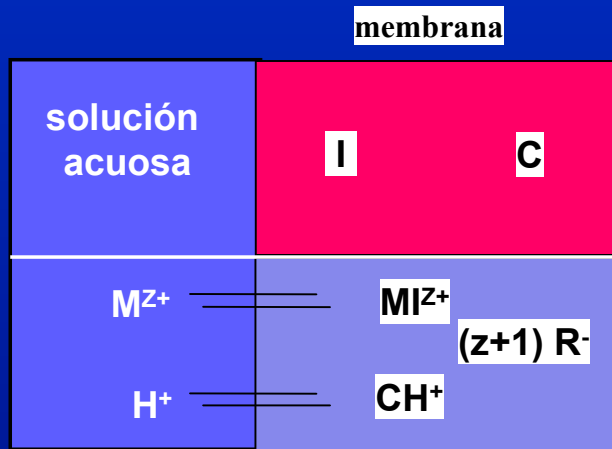
# SENSORES OPTICOS

DISPOSITIVO OPTICO INTEGRADO CON TRANSDUCTOR OPTOQUIMICO INTERCAMBIABLE



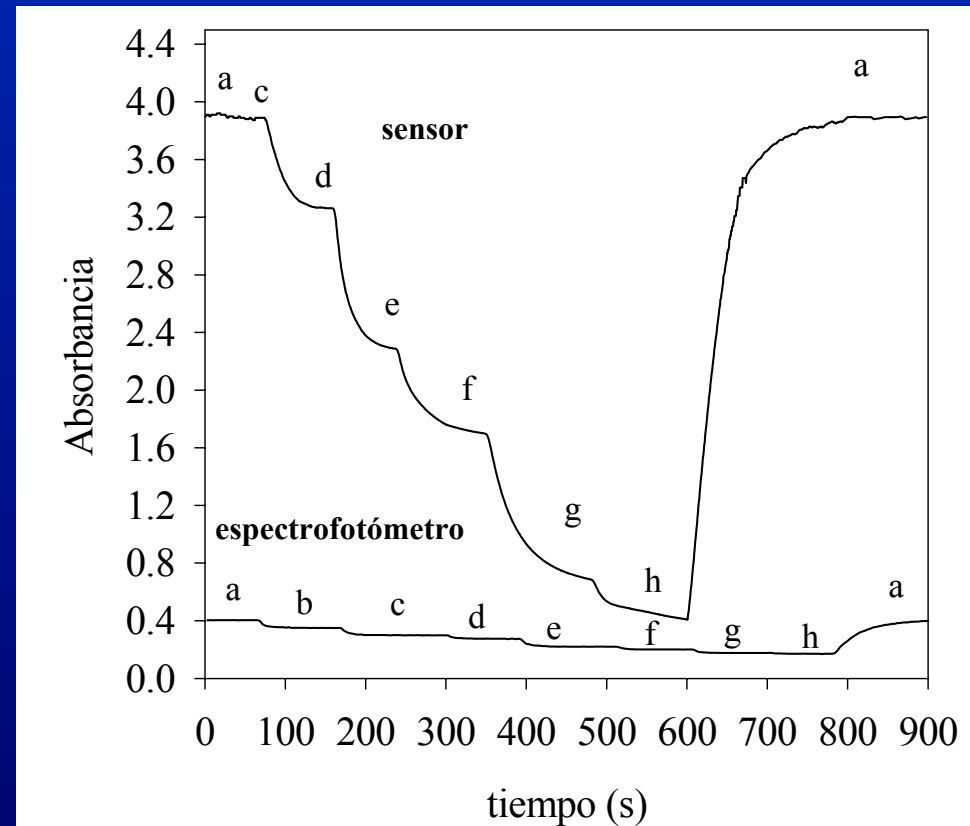


# DISPOSITIVO OPTICO INTEGRADO ACTIVADO CON MEMBRANA SELECTIVA DE ION POTASIO



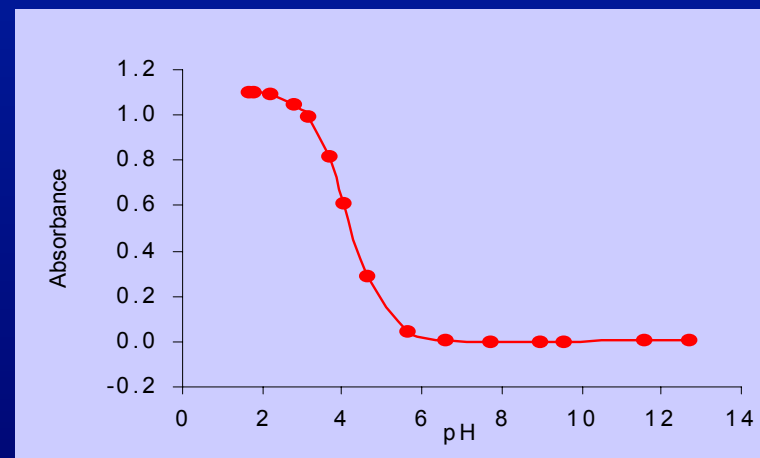
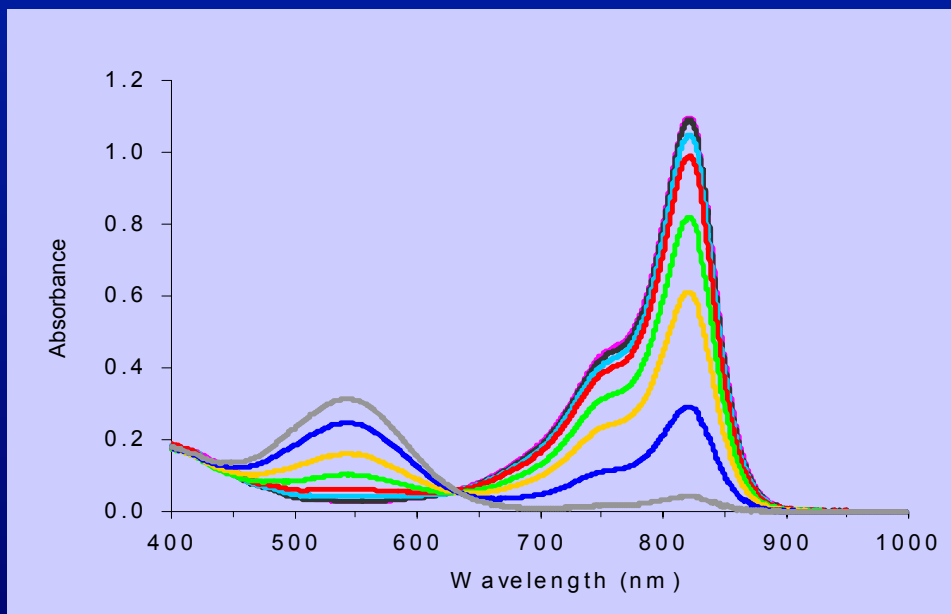
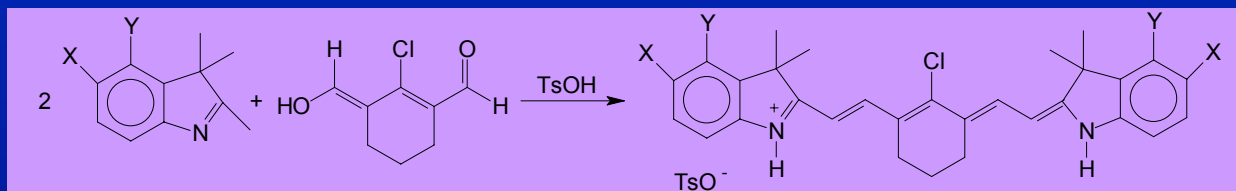
**Comparación de los calibrados de  $K^+$  obtenidos en las mismas condiciones con el IWAO y el sensor de configuración convencional a  $\lambda = 670$  nm.**

**a: tampón acético/ acetato 0.05 M pH = 5.55, b:  $1 \times 10^{-5}$  M, c:  $1 \times 10^{-4}$  M, d:  $1 \times 10^{-3}$  M, e:  $1 \times 10^{-2}$  M, f:  $1 \times 10^{-1}$  M, g:  $5 \times 10^{-1}$  M, h: 1 M**



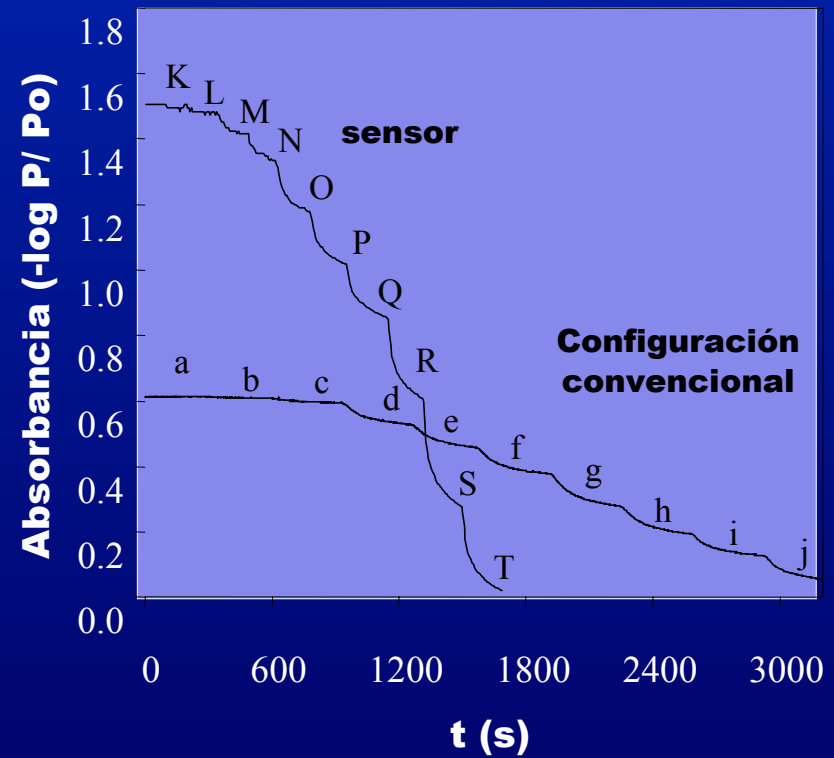
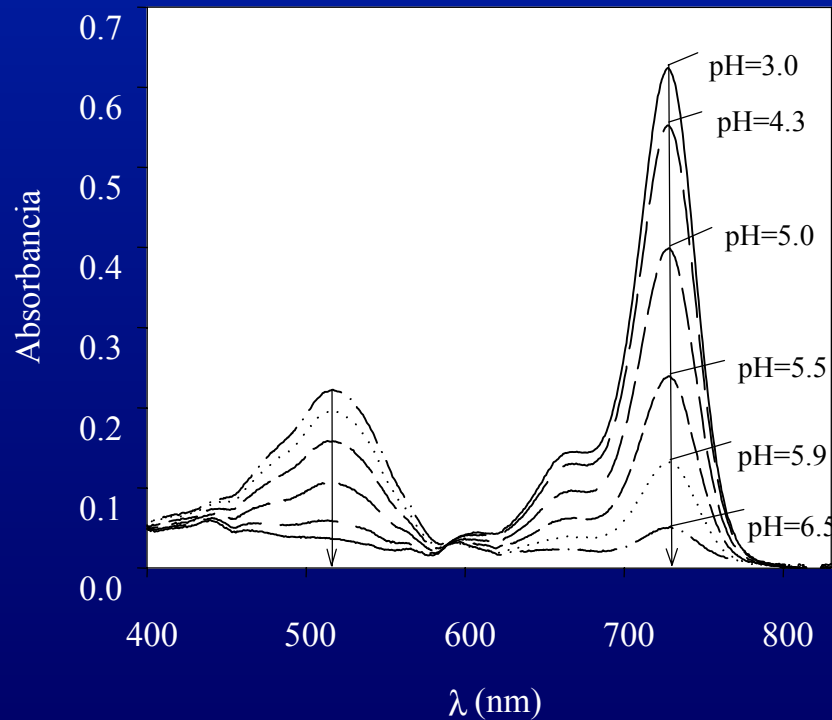
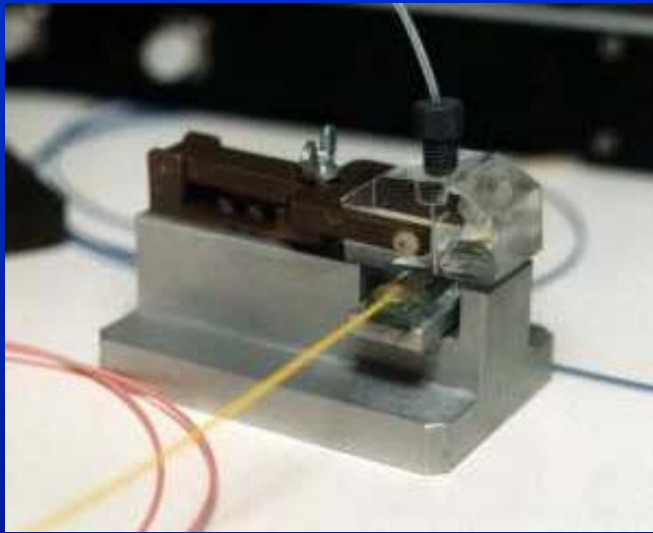
# SINTESIS NUEVOS CROMOFOROS ZONA NIR

## Nor-indocarbocyanines



Espectro de absorción y curva de valoración del colorante **snc7** en etanol

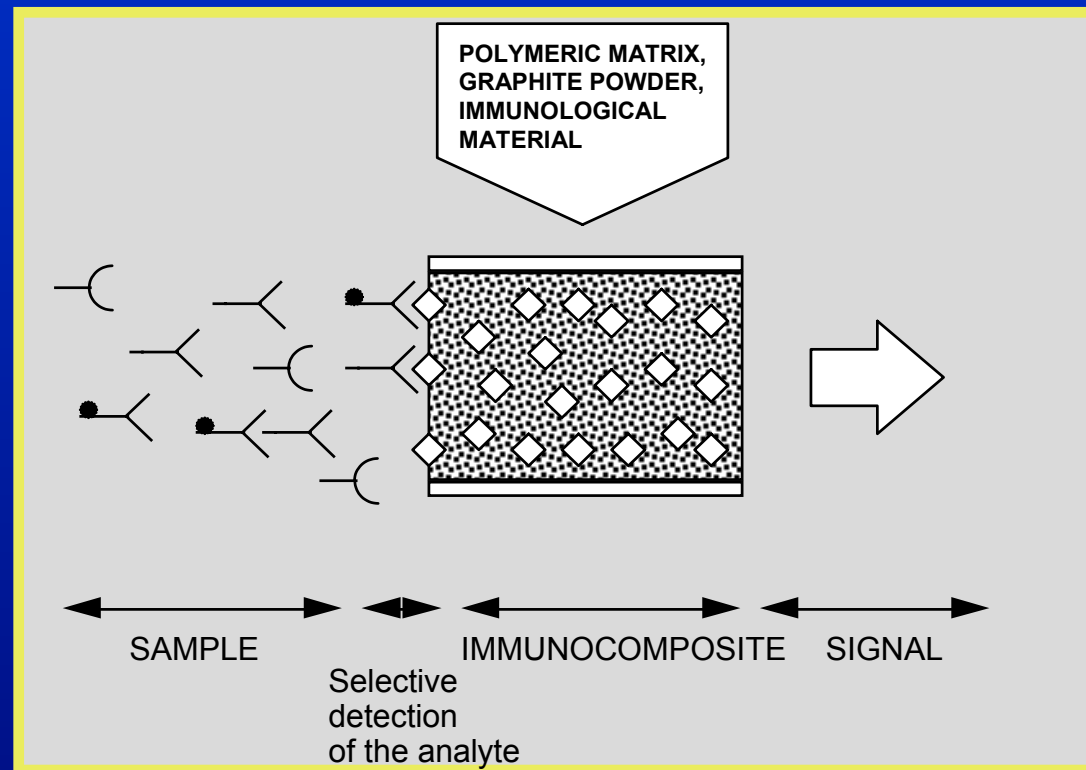
# DISPOSITIVO OPTICO INTEGRADO ACTIVADO CON MEMBRANA SELECTIVA DE pH INCORPORANDO INDICADOR NIR



# **BIOSENSORES, INMUNOSENSORES, GENOSENSORES**

- **MATERIALES BIOLÓGICOS COMO  
ELEMENTOS DE RECONOCIMIENTO  
SELECTIVO**

# BIO-IMMUNOCOMPOSITES



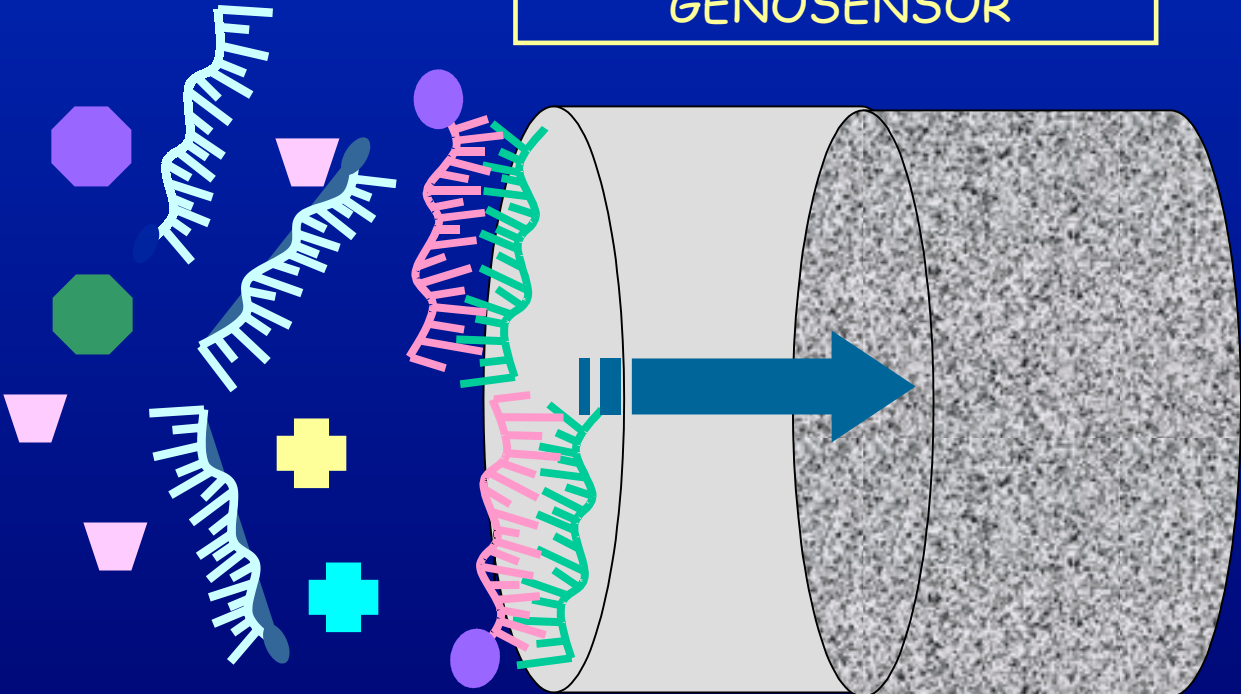
## INMUNOSENSORES BASADOS EN INMUNOCOMPOSITOS

Evento de reconocimiento irreversible

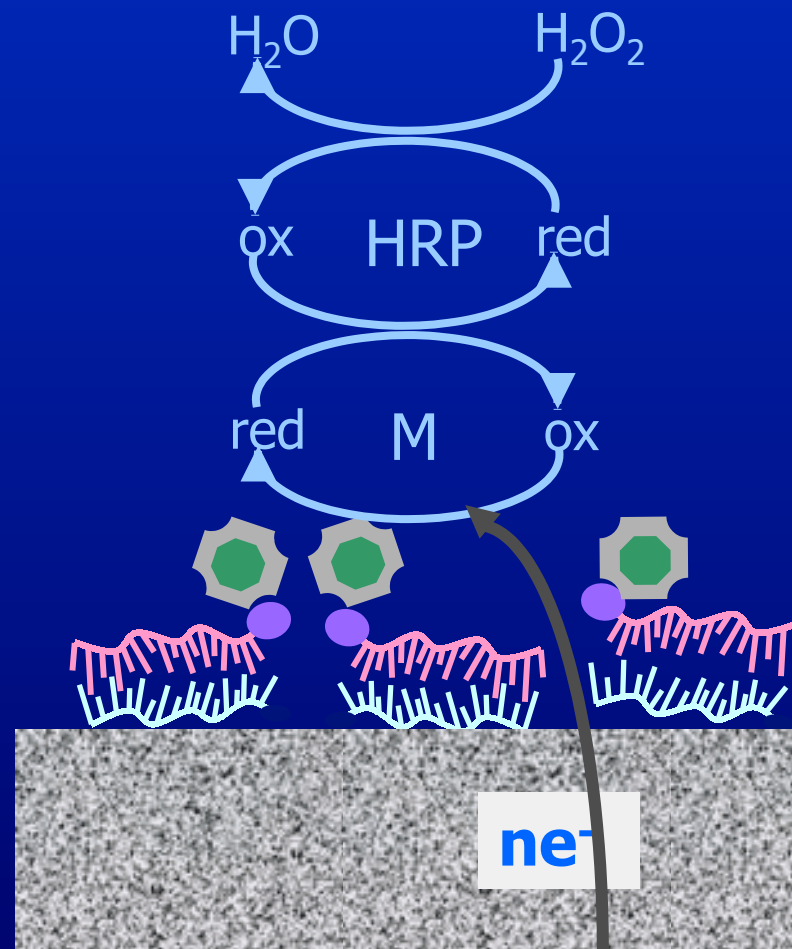
DISPOSITIVOS DESECHABLES O REGENERABLES



GENOSENSOR



# Diseño y construcción de un genosensor amperométrico



Formato dot-blot

# Diseño y construcción de un genosensor amperométrico

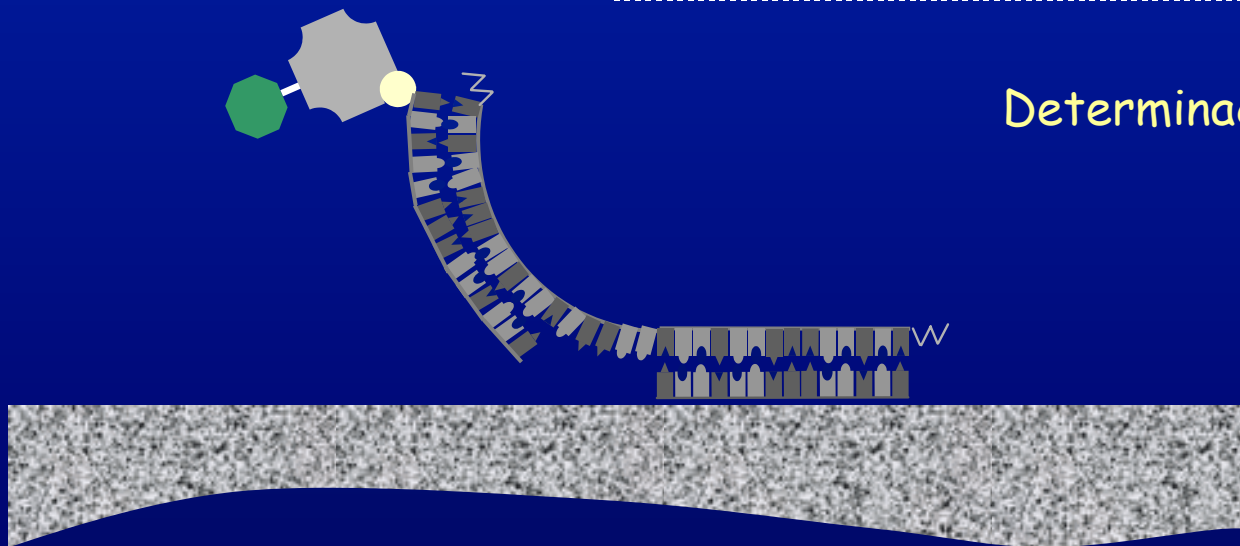
PREPARACIÓN DEL GENOSENSOR → ADSORCIÓN DE LA SONDA DE CAPTURA: 50 min

I PASO → HIBRIDACIÓN CON EL ANALITO: 60 min, 42° C.

II PASO → HIBRIDACIÓN CON LA SONDA MARCADA CON BIOTINA: 45 MIN, 42° C. LAVADO: 5 MIN, 42° C

III PASO → REACCIÓN DE COMPLEJACIÓN ENTRE DNA-BIOTINA Y CONJUGADO HRP-ESTREPTAVIDINA. 30 MIN, 42° C. DETERMINACIÓN ENZIMÁTICA: 15 min

Determinación: 160 min



Formato de captura secuencial



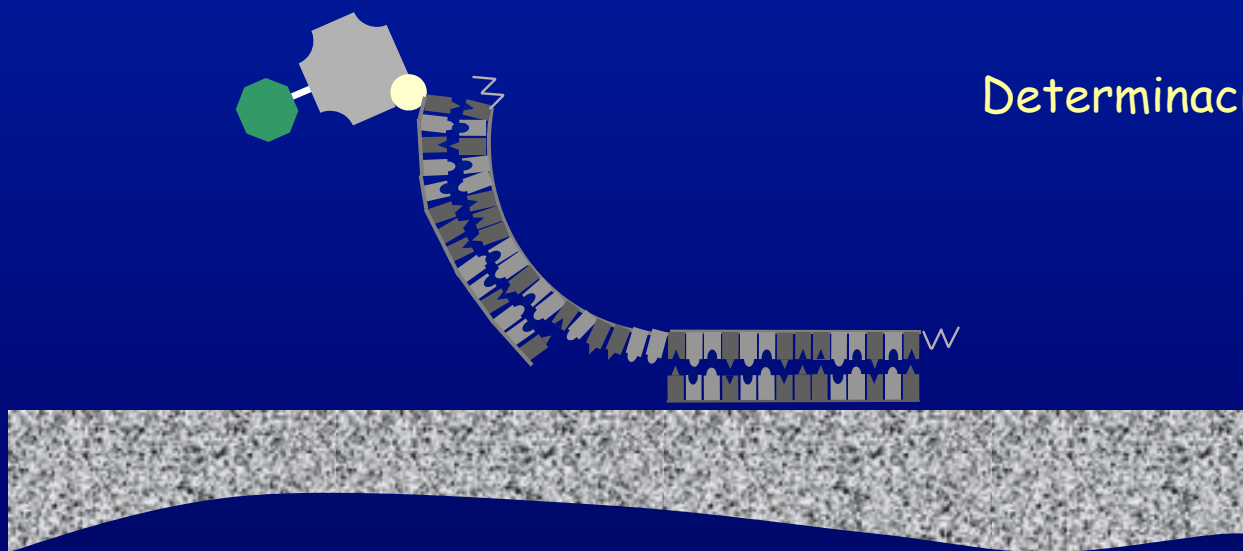
# Diseño y construcción de un genosensor amperométrico

PREPARACIÓN DEL GENOSENSOR → ADSORCIÓN DE LA Sonda DE CAPTURA: 50 min

I PASO → HIBRIDACIÓN CON EL ANALITO Y CON LA Sonda BIOTINILADA: 60 min, 42° C. LAVADO: 5 MIN, 42° C

II PASO → REACCIÓN DE COMPLEJACIÓN ENTRE DNA-BIOTINA Y CONJUGADO HRP-ESTREPTAVIDINA. 30 MIN, 42° C. DETERMINACIÓN ENZIMÁTICA: 15 min

Determinación: 110 min



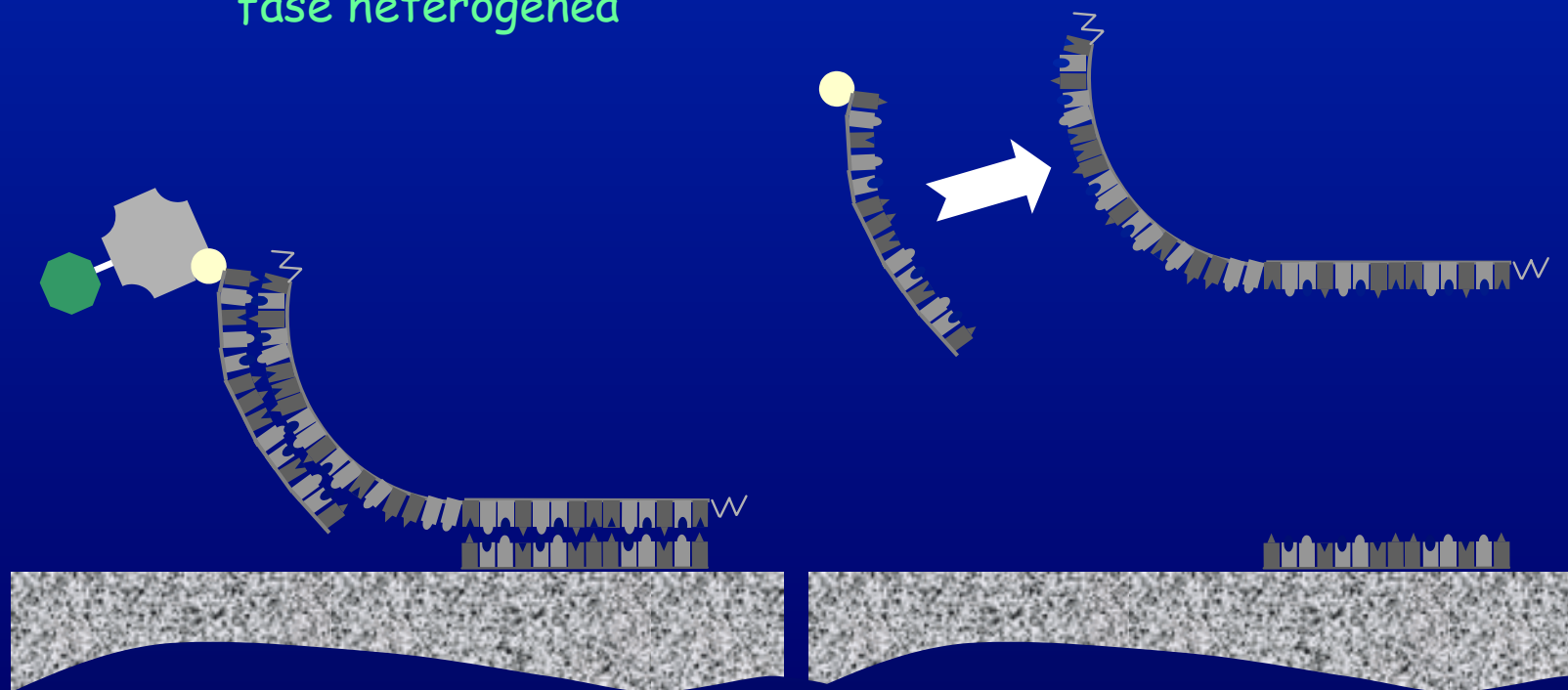
Formato de captura en un paso

# Diseño y construcción de un genosensor amperométrico

Formato de captura secuencial

Formato de captura en un paso

dos reacciones en fase heterogénea



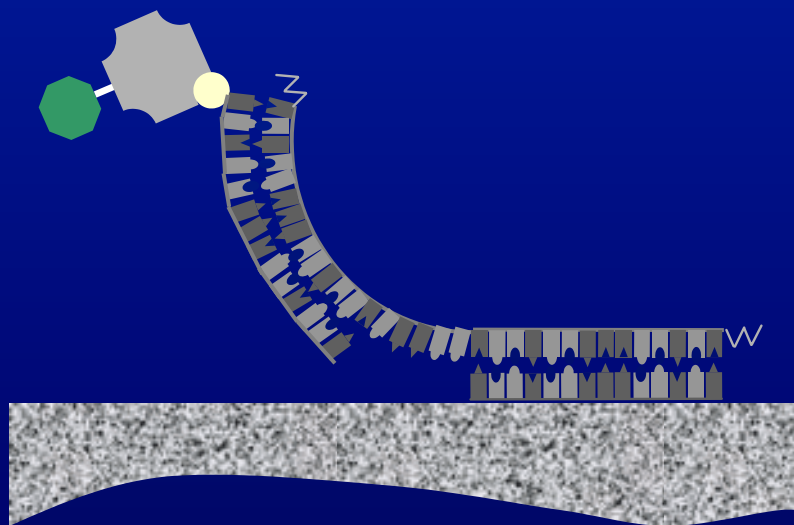
Formato de captura

# Diseño y construcción de un genosensor amperométrico

Formato de captura secuencial

Determinación: 160 min

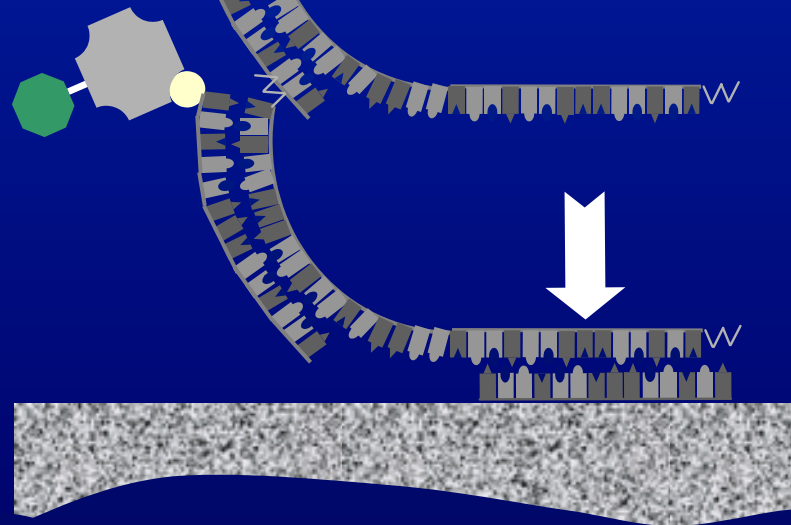
dos reacciones en fase heterogénea



Formato de captura en un paso

Determinación: 110 min

una reacción en fase homogénea (más rápida)  
y una reacción en fase heterogénea (más lenta)



Formato de captura

# **AUTOMATIZACION DEL PROCESO ANALÍTICO (PA)**

## **ANALIZADOR:**

**SERIE DE ELEMENTOS (MODULAR O NO) QUE OPERA DE FORMA AUTOMATIZADA Y HA SIDO DISEÑADO PARA LA DETERMINACIÓN CUALI O CUANTITATIVA DE UNO O VARIOS ANALITOS EN UNA O UNA SERIE DE MUESTRAS EN BASE A CAMBIOS EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS O FISICO-QUÍMICAS**

## **OBJETIVOS BÁSICOS**

- PROCESADO DE UN ELEVADO NUMERO DE MUESTRAS**
- DETERMINACIÓN DE DIFERENTES COMPONENTES DE UNA MISMA MUESTRA**
- REDUCCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN HUMANA**
- LIMITACIÓN DE ERRORES**
- REDUCCIÓN DE COSTES**
- INCREMENTO DE LA VELOCIDAD DE ANÁLISIS**
- CONTROL DE PROCESOS (INDUSTRIAL U OTROS)**
- REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE MUESTRA Y/O REACTIVOS**
- SIMPLIFICACIÓN DE UNA TÉCNICA O METODO ANALÍTICO**

**PERFECCION  
CONCEPTUAL**

**SENSOR**

**AUTOMATIZACION**

**AUTOMATIZACION / SENSOR**

**SIMBIOSIS HACIA LA PERFECCION PRACTICA**

**SISTEMA AUTOMATICO SENSOR**

# METODOLOGIAS DE APLICACIÓN SENSORES Y BIOSENSORES

## • **IN-LINE**

---

- SELECTIVIDAD
- ROBUSTEZ
- ESTABILIDAD
- AUTOCALIBRACION
- INFORMACION CONTINUA

## • **ON-LINE**

---

- ROBUSTEZ
- AUTOMATIZACION
- VERSATILIDAD
- INFORMACION EN TIEMPO CASI REAL
- PRETRATAMIENTO MUESTRA

## • **IN-SITU**

---

- SENCILLEZ
- BAJO COSTE
- MANUAL
- DISPOSITIVOS DESECHABLES
- INFORMACION DISCRETA
- PRETRATAMIENTO MUESTRA

# APLICACIÓN PRACTICA SENSORES Y BIOSENSORES

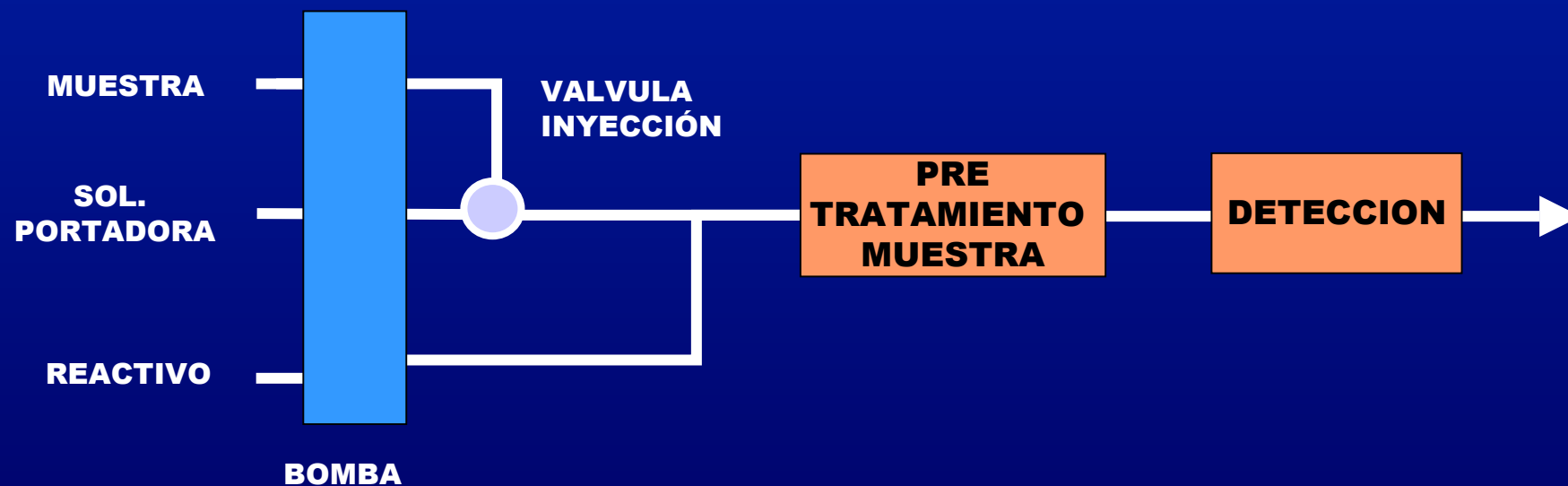
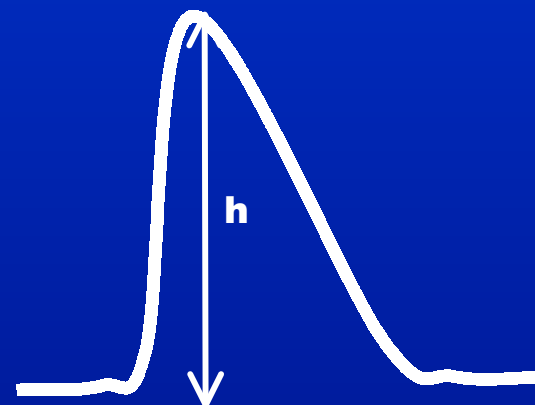
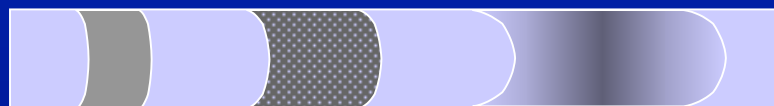
- **PROBLEMAS PLANTEADOS**
  - SELECTIVIDAD SENSORES
  - SENSIBILIDAD Y LIMITE DE DETECCION
  - RANGO DE TRABAJO
  - TIEMPO DE VIDA
  - FUNCIONAMIENTO AUTONOMO
  - MONITORIZACIÓN EN TIEMPO REAL

# **APLICACIÓN PRACTICA SENSORES Y BIOSENSORES**

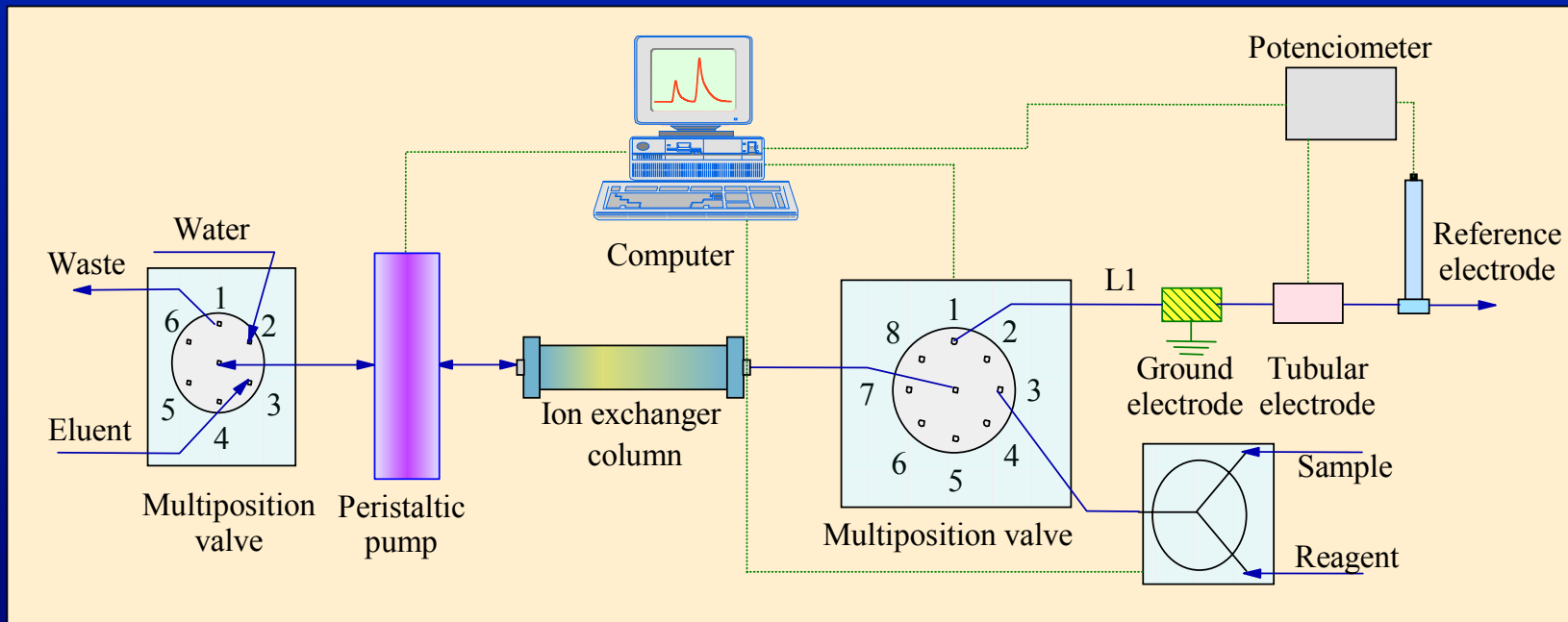
- **SOLUCIONES APORTADAS POR LOS SISTEMAS DE GESTION DE FLUIDOS**
  - SIMPLIFICACION PROCESO DE AUTOMATIZACION
  - PRETRATAMIENTO DE MUESTRAS AUTOMATIZADO (SEPARACION Y PRECONCENTRACION)
  - MODULACION RANGOS DE TRABAJO
  - AUTOCALIBRACION



# SISTEMAS DE ANÁLISIS EN FLUJO CONTINUO

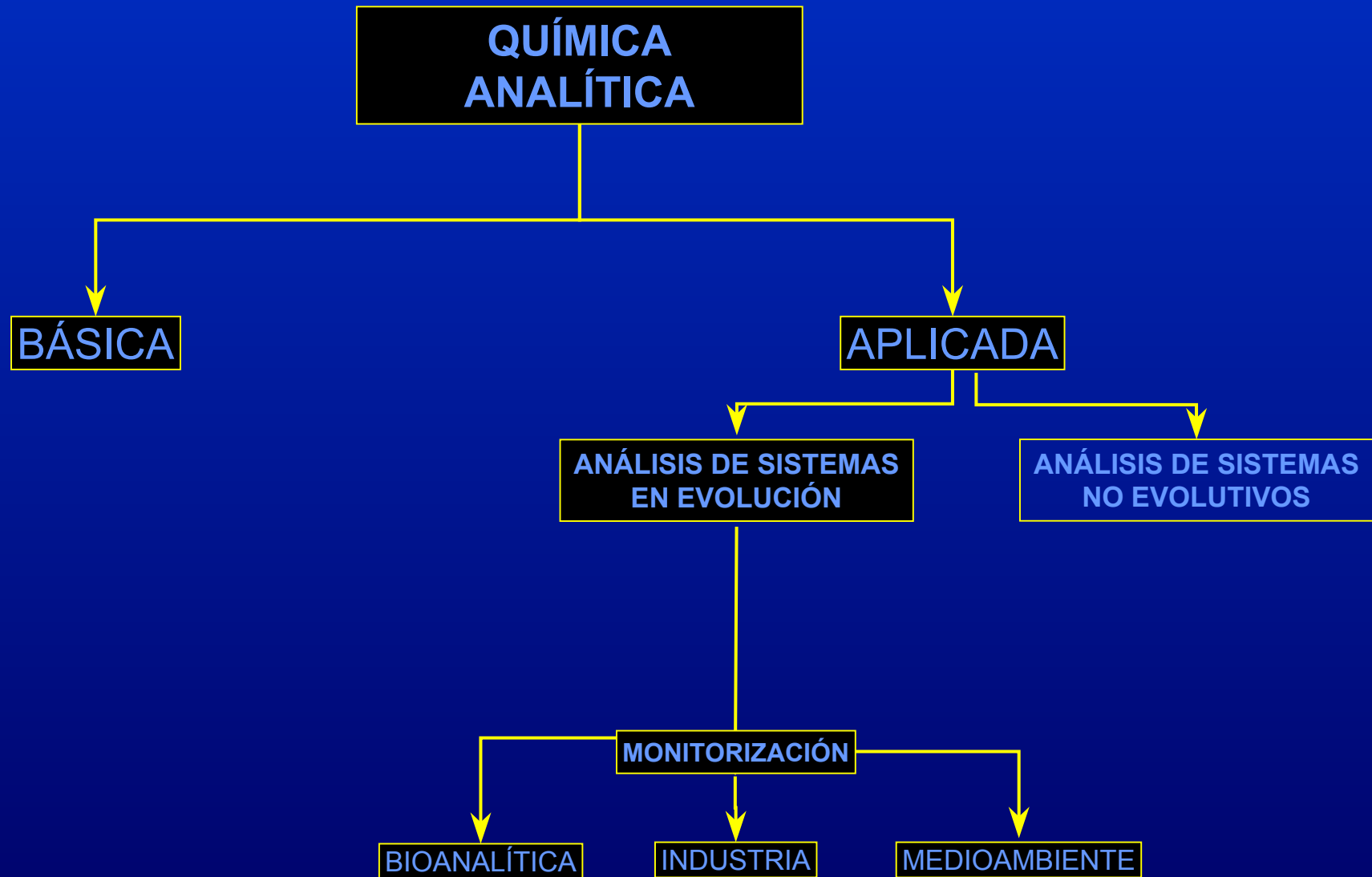


# ANALIZADORES BASADOS EN LA TECNICA SIA



**APLICACIÓN  
PRACTICA  
SENSORES Y BIOSENSORES**

# MONITORIZACIÓN



**MONITORIZACION MEDIOAMBIENTAL**

# **MONITORIZACION MEDIOAMBIENTAL**

## **APLICACIONES DE SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO BASADOS EN SENSORES**

### **•PREVENCION DE POLUCIÓN INDUSTRIAL**

- OPTIMIZACION PROCESOS INDUSTRIALES**
- MINIMIZACION VERTIDOS**

### **•SISTEMAS DE ALERTA**

- DETECCION DE VERTIDOS PUNTUALES**
- DETECCION DE CONTAMINACION DIFUSA Y NIVELES BASALES**

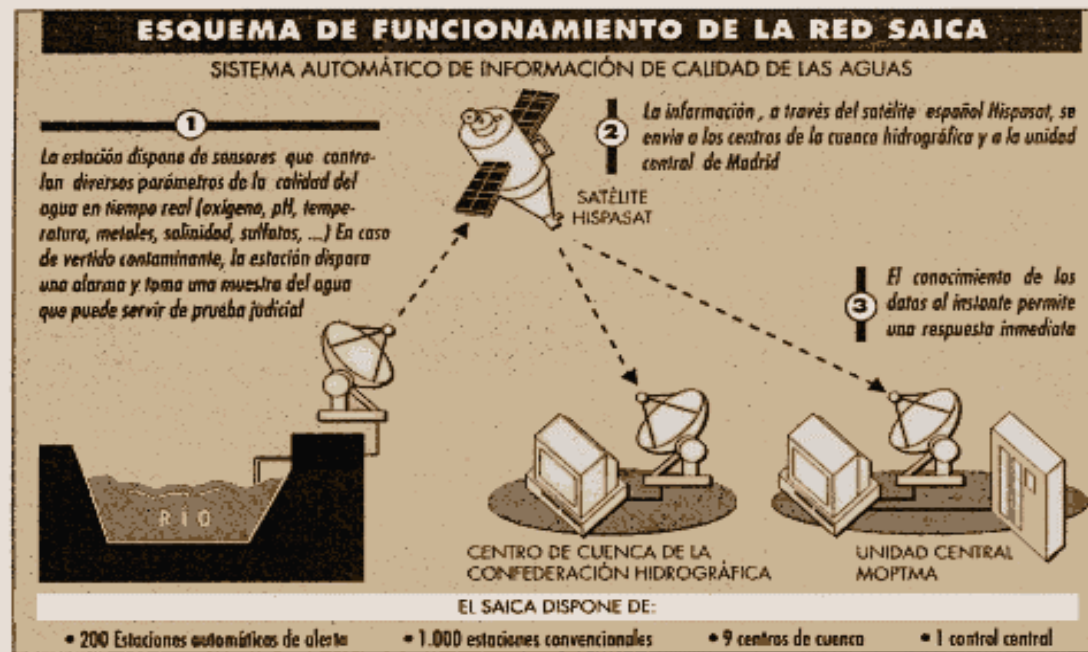
### **•CONTROL DE PROCESOS**

- POTABILIZACION Y DEPURACION**

**SISTEMA INTEGRADO DE  
ESTACIONES DE CONTROL DE  
CALIDAD DE AGUAS**

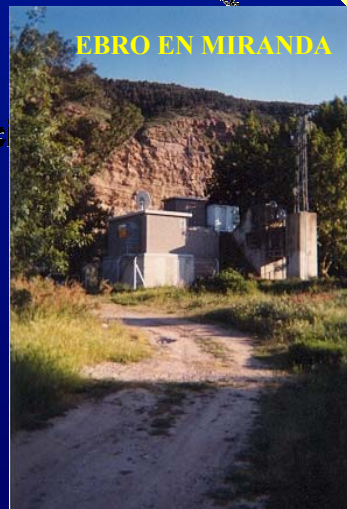
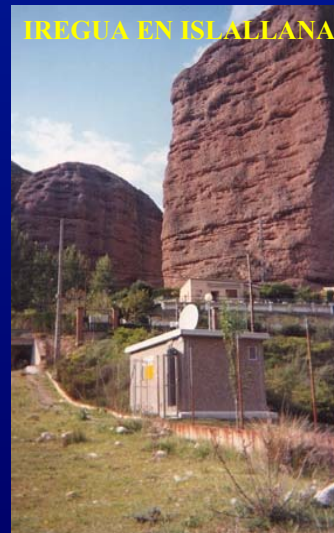
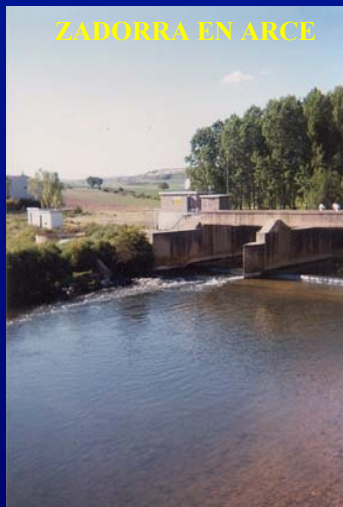
# RED AUTOMÁTICA DE MONITORIZACIÓN

## El satélite Hispasat controla al instante la calidad del agua de los ríos españoles



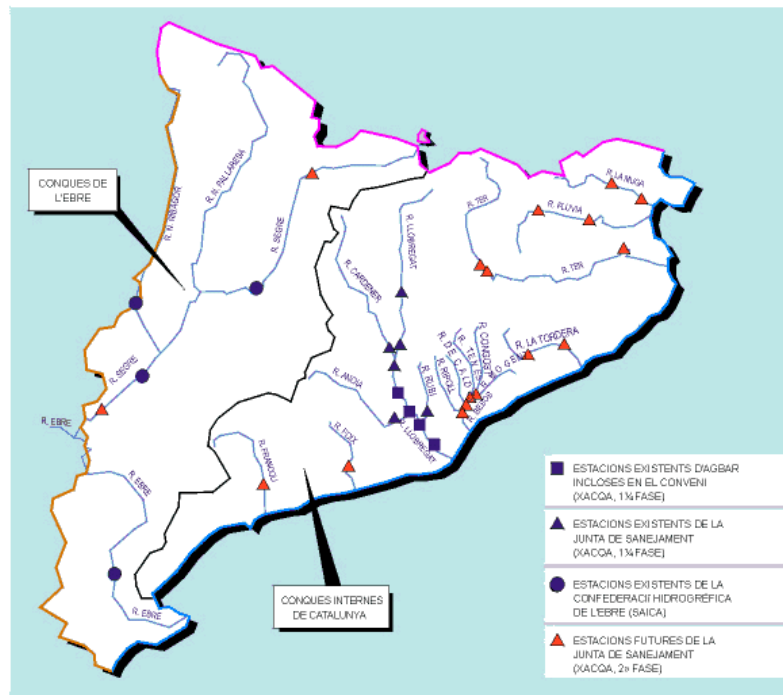


# Sistema integrado de estaciones de control de calidad de aguas (SAICA-EBRO)



# Sistema integrado de estaciones de control de calidad de aguas (XACQA)

Estacions Automàtiques de Control de Qualitat de les Aigües de Catalunya



RÍO ANOIA EN MARTORELL

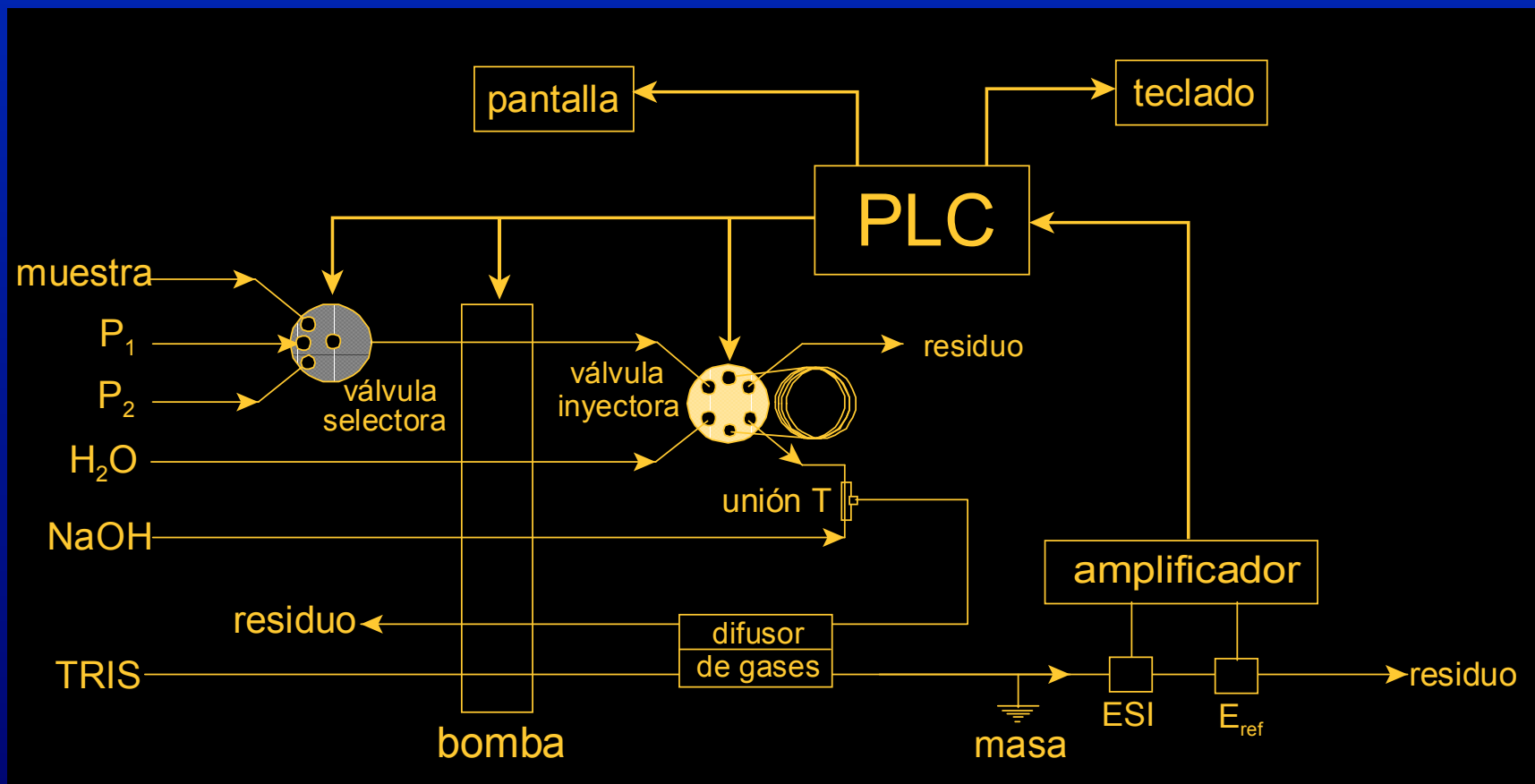


RIERA DE RUBÍ EN RUBÍ



RÍO LLOBREGAT EN CASTELLBELL

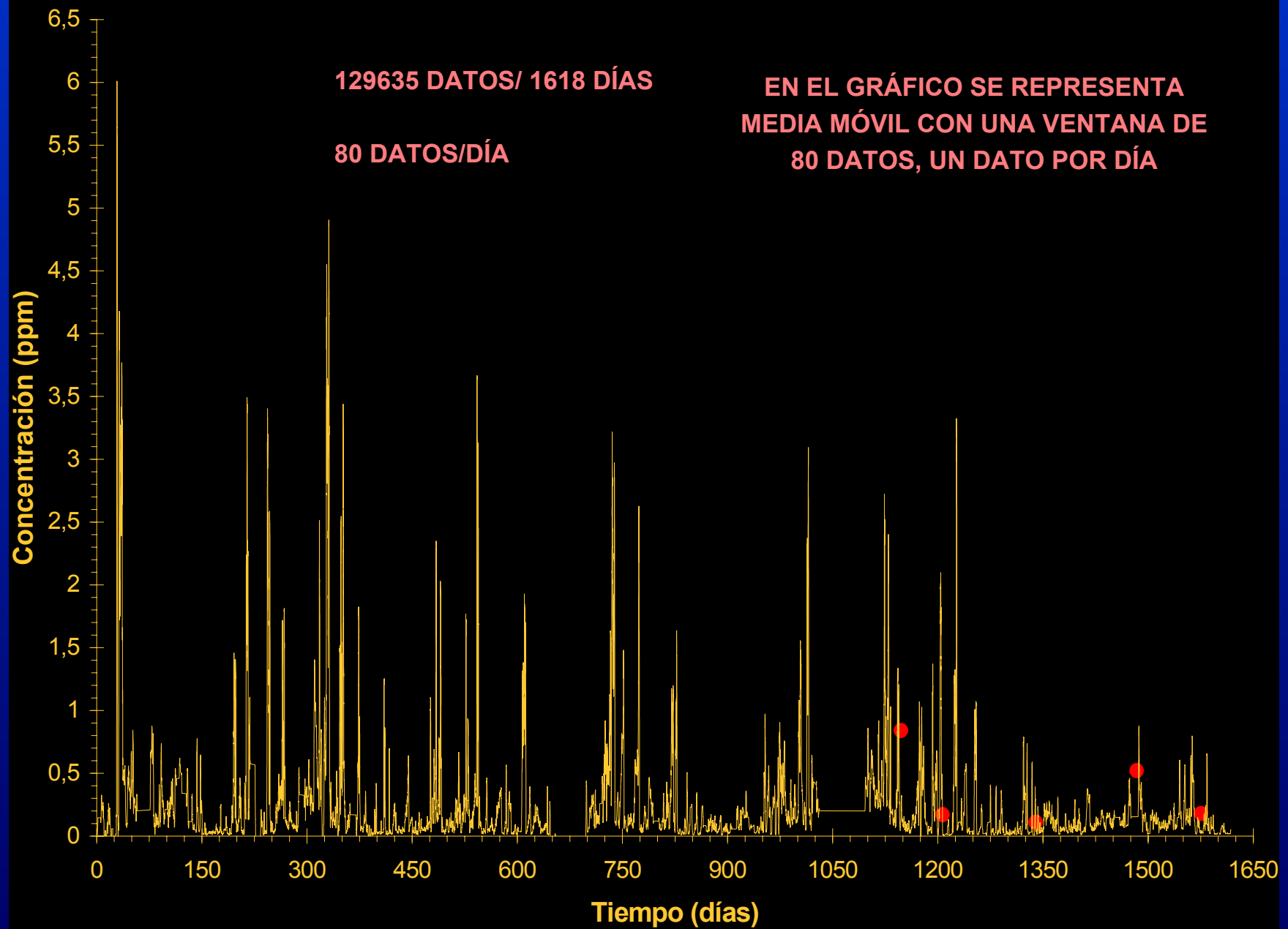
# ANALIZADOR DE ION AMONIO



# VALIDACIÓN EN CAMPO



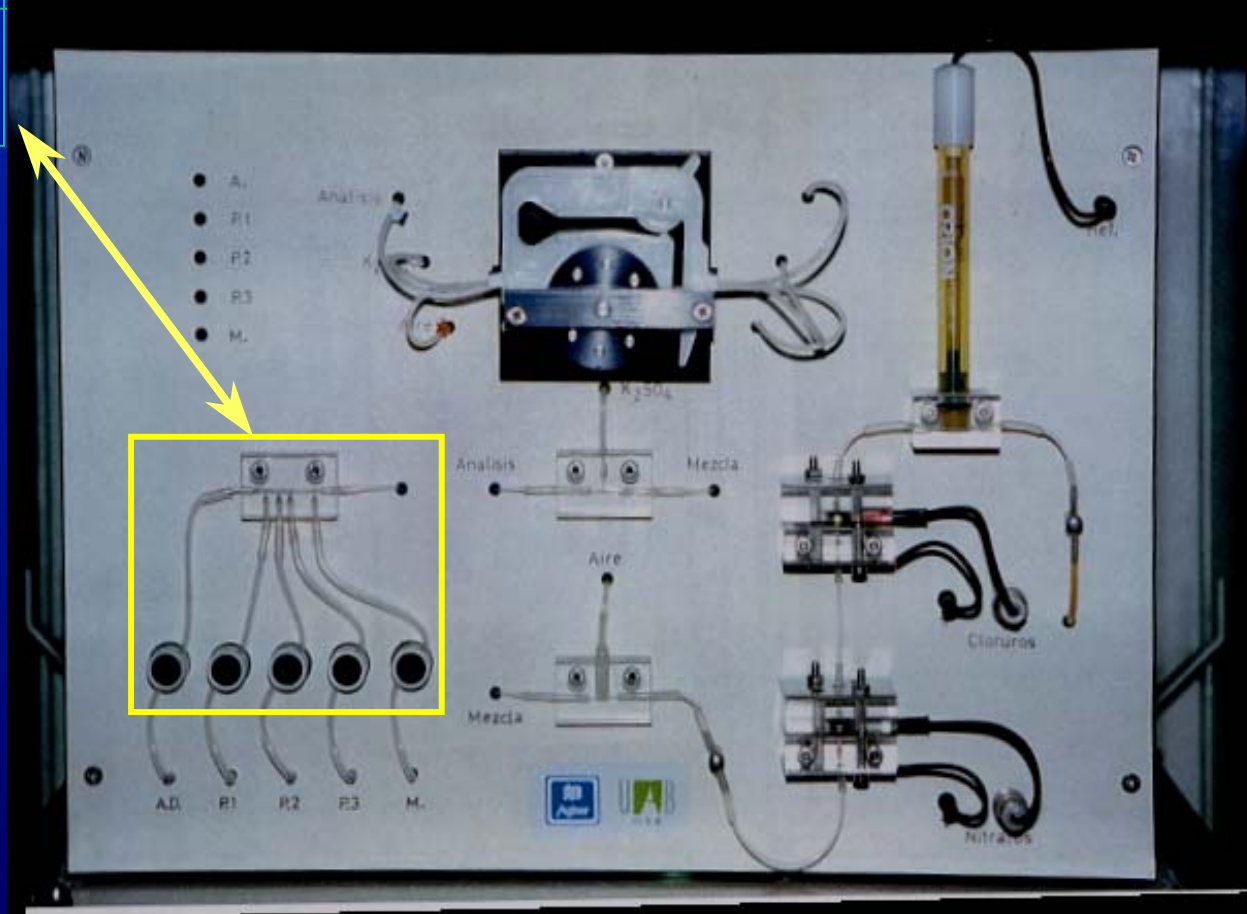
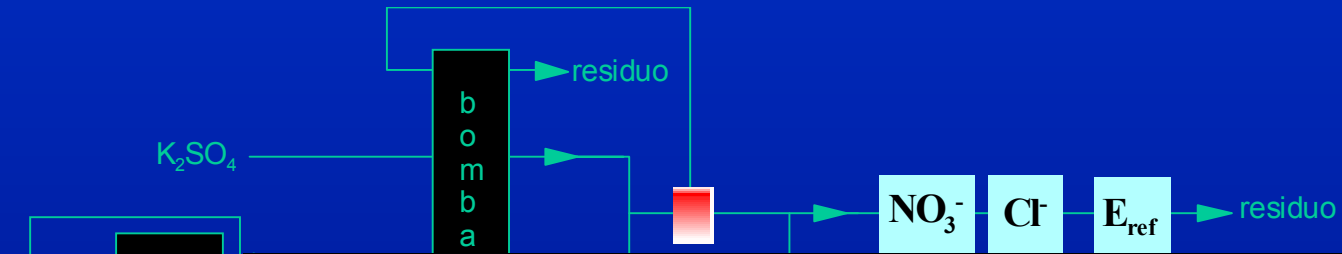
# VALIDACIÓN EN CAMPO: RESULTADOS I (SAICA)



**ANALIZADOR SIMULTANEO DE  
ION NITRATO Y CLORURO**

# CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

## \* SISTEMA BICANAL Y BIPARAMÉTRICO



# VALIDACIÓN EN CAMPO (III) : RÍO EBRO (SAICA)

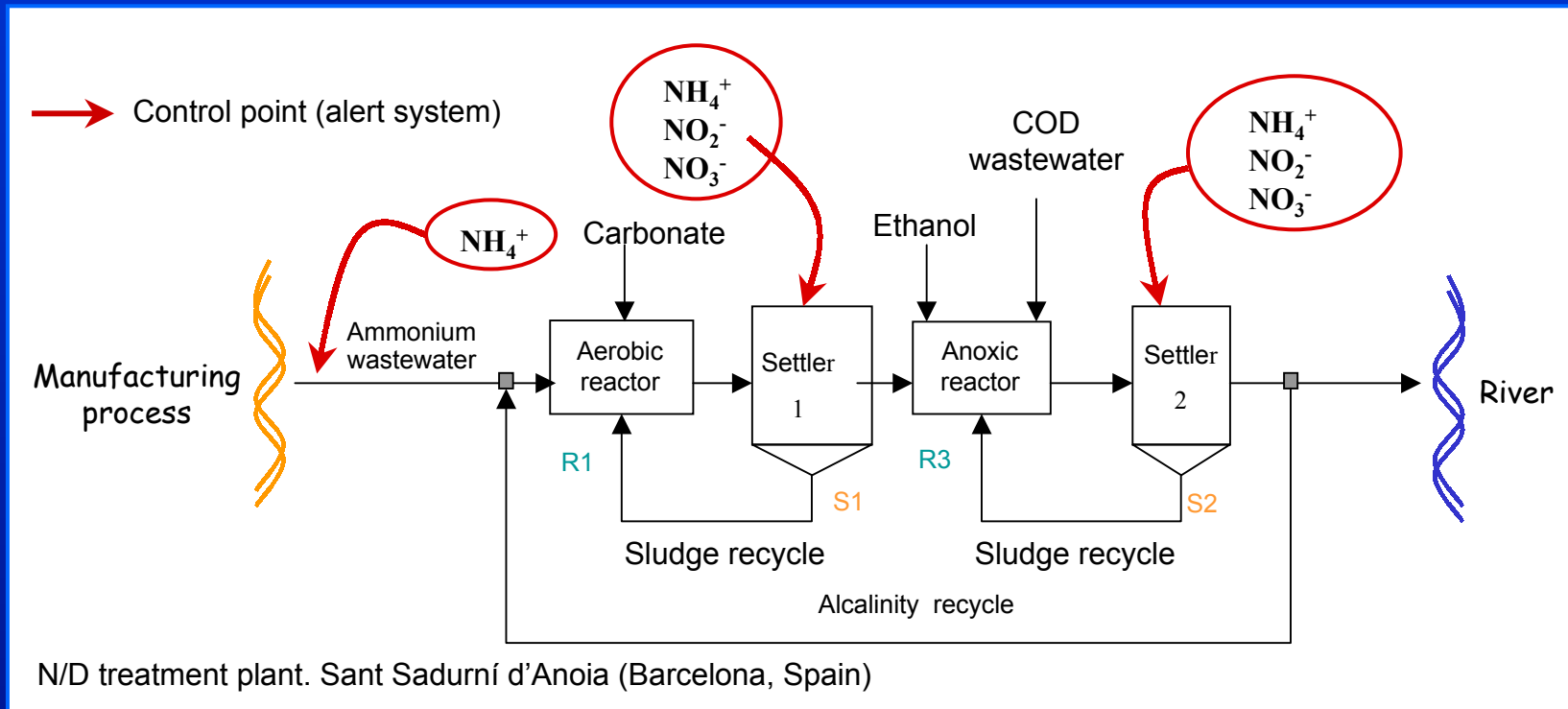
RANGO DE CONCENTRACIÓN: NITRATO 10-30 ppm  
CLORURO 50-250 ppm  
 $\text{Cl}^- : \text{NO}_3^-$  5-25





# **MULTIPARAMETRIC ANALYZER FOR THE ON-LINE MONITORING OF NITRITE, NITRATE AND AMONIUM IONS IN WASTEWATER TREATMENT PLANT**





## R1 Biological nitrification process



Key parameters:

*Ammonium*: to test total oxidation.

*Nitrate*: to control the automated addition of ethanol in R3.

*Nitrite*: to prevent accumulation (inhibitory substance).

## R3 Biological denitrification process



Key parameters:

*Ammonium*: to test total removing.

*Nitrate*: to test total removing.

*Nitrite*: to prevent dangerous runoff.

# OPERATION OPTIMAL CONDITIONS

## WORKING RANGE TO ATTAIN

Ammonium wastewater	S1	S2
$\text{NO}_2^-$	0-1600 ppm	0-100 ppm
$\text{NO}_3^-$	0-4500 ppm	0-150 ppm
$\text{NH}_4^+$ 5000-6000 ppm	0-100 ppm	0-20 ppm

VERSATILE  
WORKING  
RANGE !!



# NITRATE DETERMINATION

## FIA MANIFOLD-NITRATE

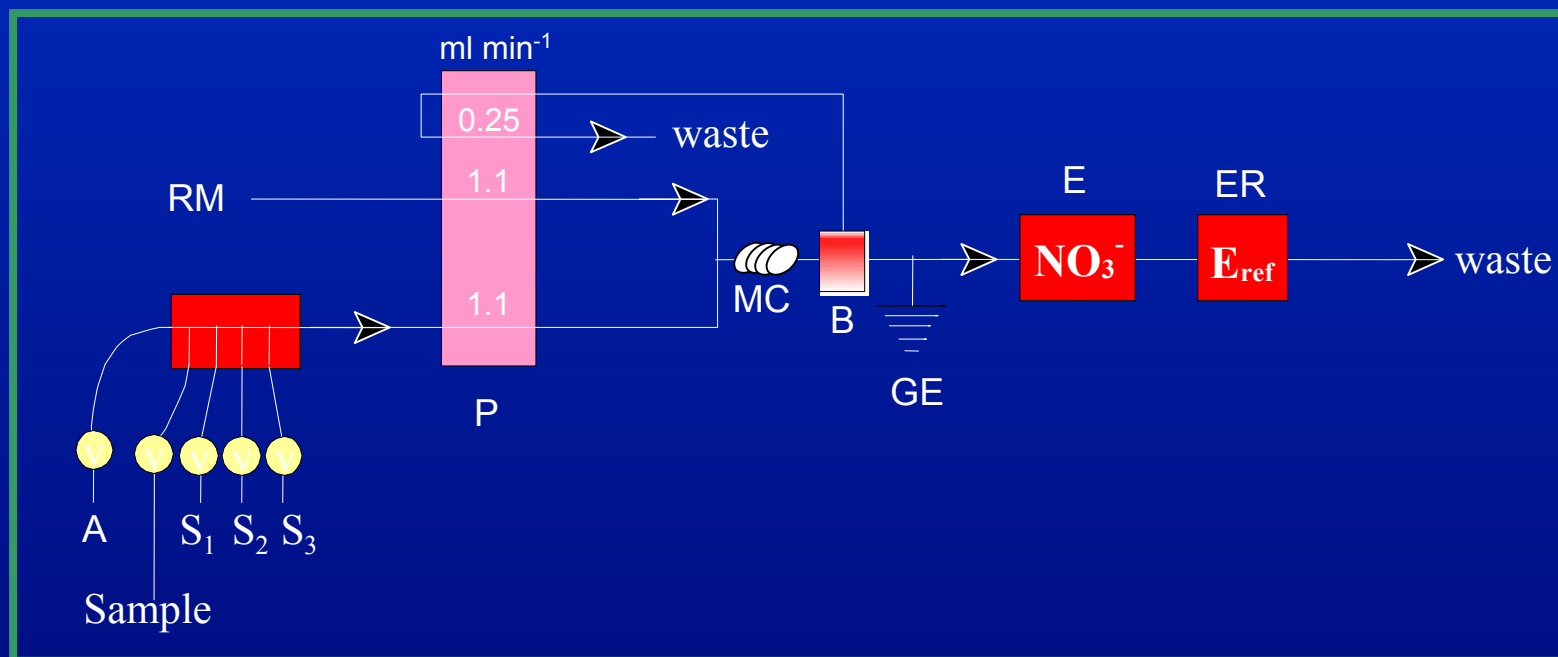
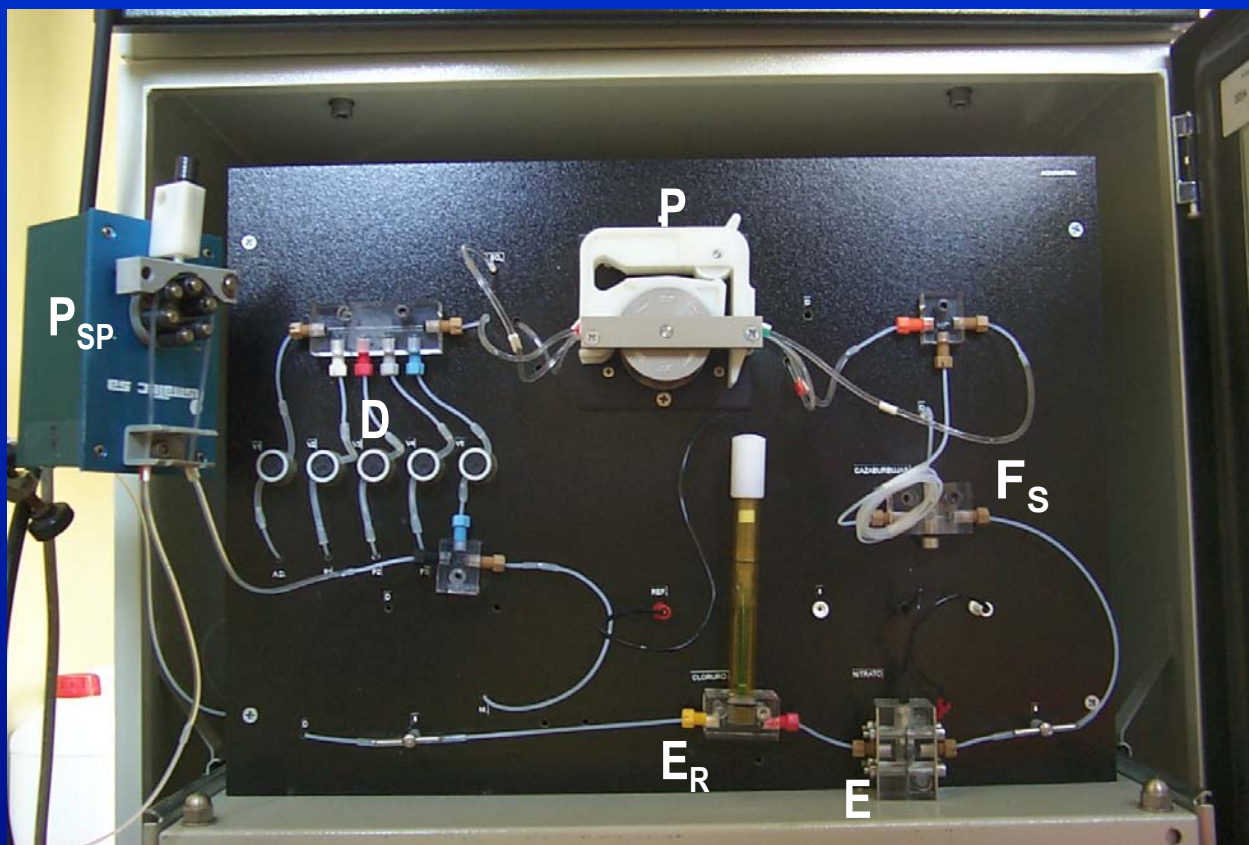
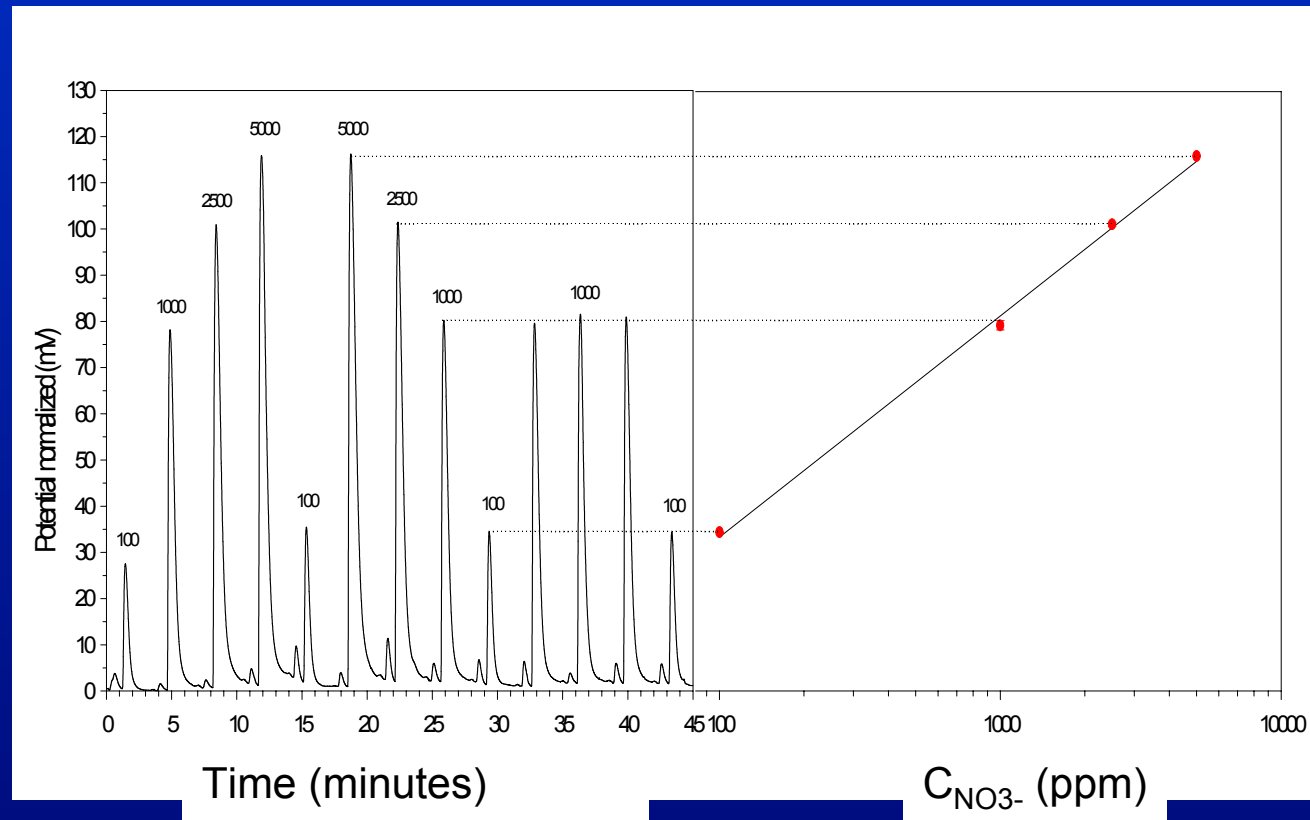


Figure 8. Potentiometric detection-FIA (FIP system). P, peristaltic pump; V, valve; MC, mixing coil: 50 cm; B, de-bubbling system; E, nitrate ion selective electrode (tubular configuration) see *above*; ER, reference electrode (Ag/AgCl); GE, ground electrode; A, carrier solution: distilled water; S<sub>n</sub>, standard nitrate solutions, RM, reagent modifier Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M.

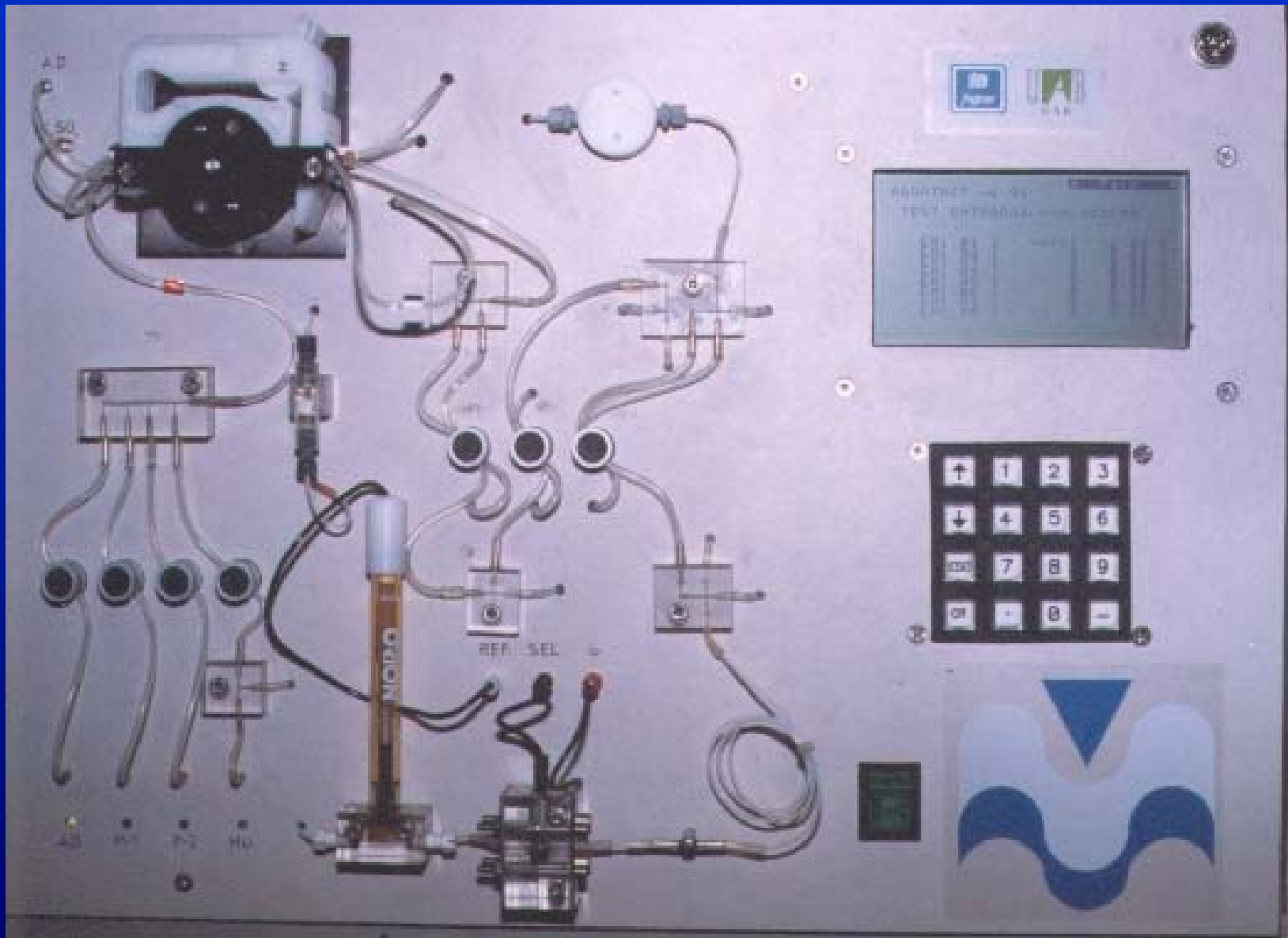


Design FIP system. P, peristaltic pump;  $P_{sp}$ , sampling peristaltic pump; D, distribution zone;  $F_s$  flow system components; E, nitrate ion selective electrode (tubular configuration);  $E_R$ , reference electrode (Ag/AgCl);.



Calibration and sample runs for the 100-5000 ppm NO<sub>3</sub><sup>-</sup> range

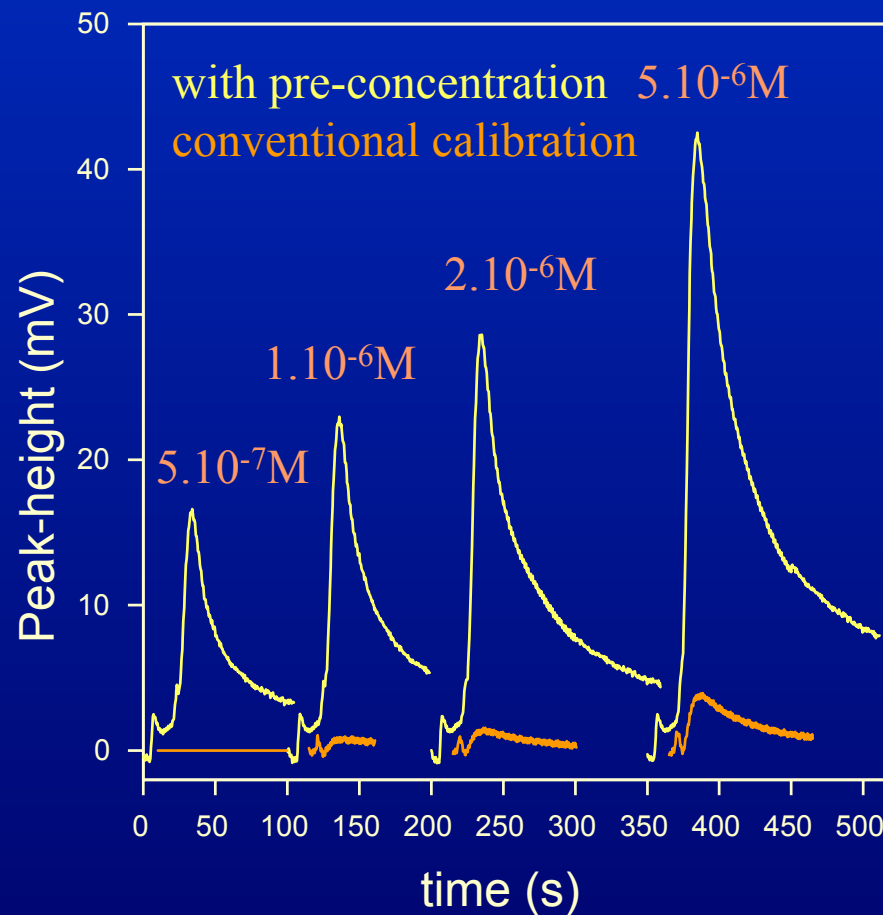
**ANALIZADOR PARA LA  
DETERMINACION DE  
TENSOACTIVOS ANIONICOS  
Y NO-IONICOS**





# CALIBRATIONS WITH PRE-CONCENTRATION

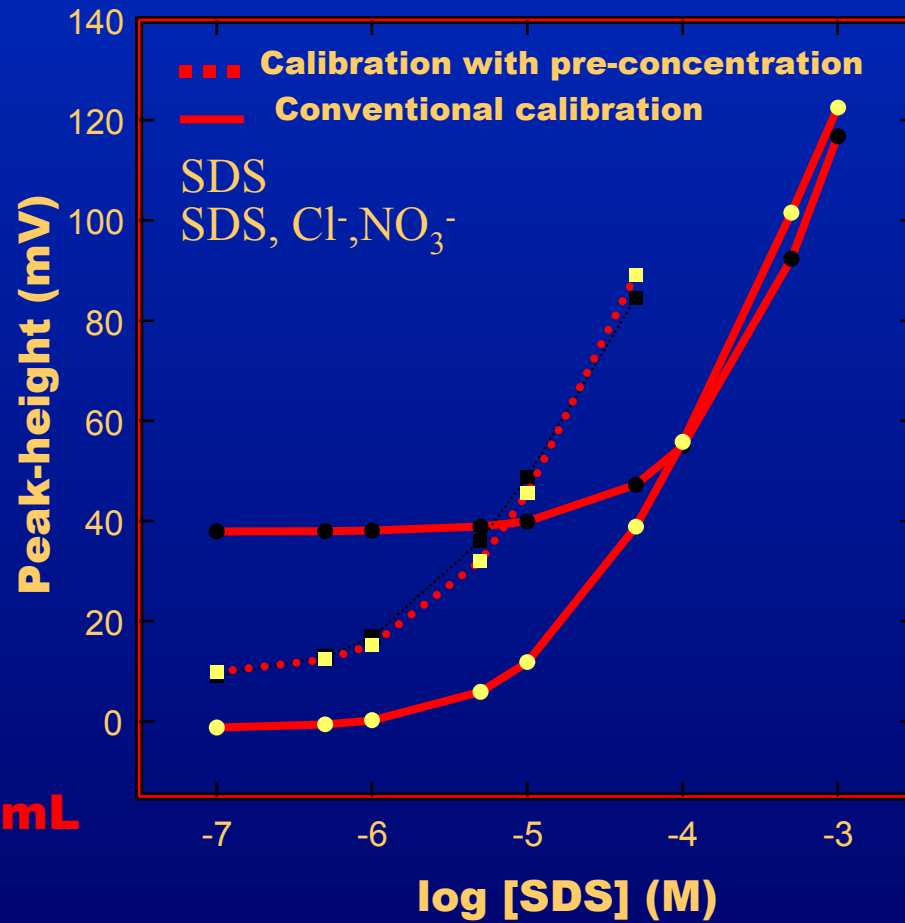
PARAMETERS	OPTIMUM VALUES
ELUENT	acetonitril 75% (v/v)
$V_{\text{ELUENT}}$	50 $\mu$ L
$V_{\text{PRECONCENTRATION}}$	3 mL



Evaluation of the FIA system using on-line preconcentration

# INTERFERENCE REMOVAL

**COLUMN**

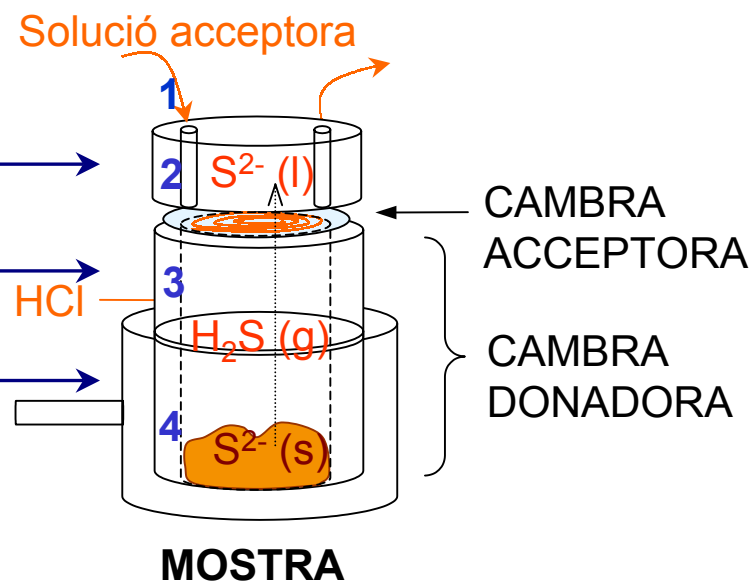
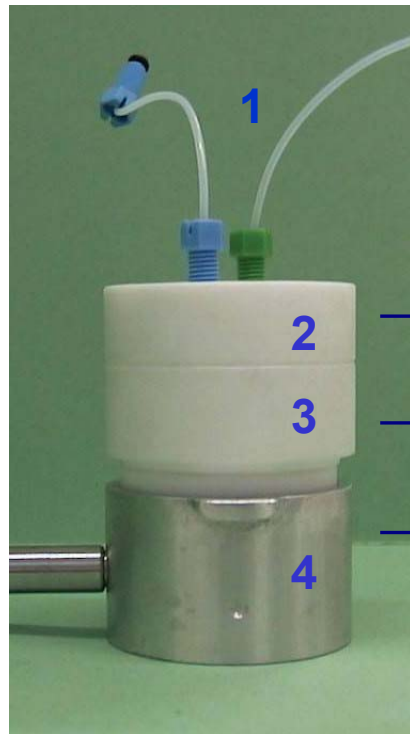


**V PRECONCENTRATION, 3mL**

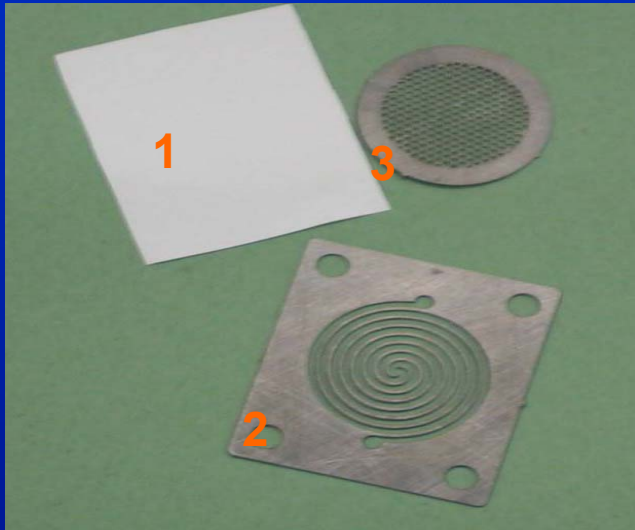
**Evaluation of the FIA system using on-line pre-concentration**

**DETERMINACIÓN DE SULFURO EN  
LODOS: ANALISIS POR INYECCION EN  
FLUJO CON PERVAPORACION**

# DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA CELDA DE PERVAPORACION



# CAMARA ACEPTORA



(A)

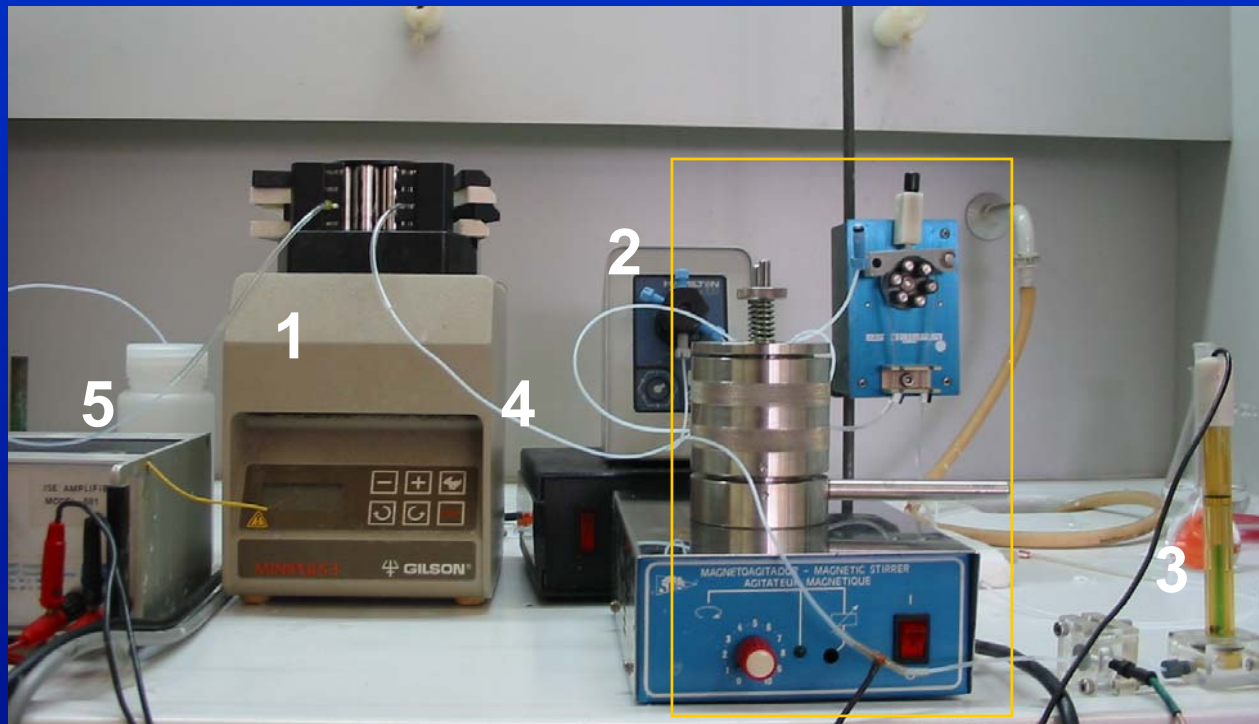
(A) Sistema de difusión de gases.  
1, membrana PVDF; 2, cámara aceptora (espiral); 3, rejilla protectora. (B) La membrana se coloca entremedio de 2 i 3



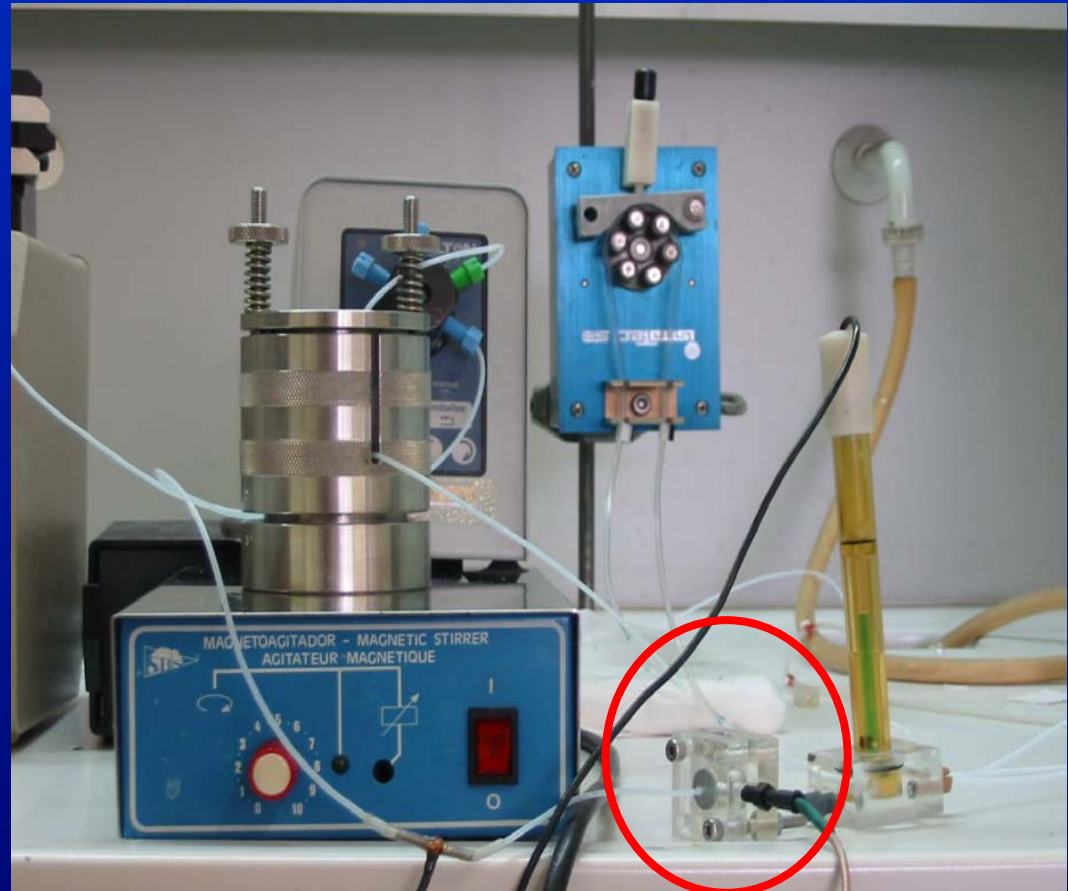
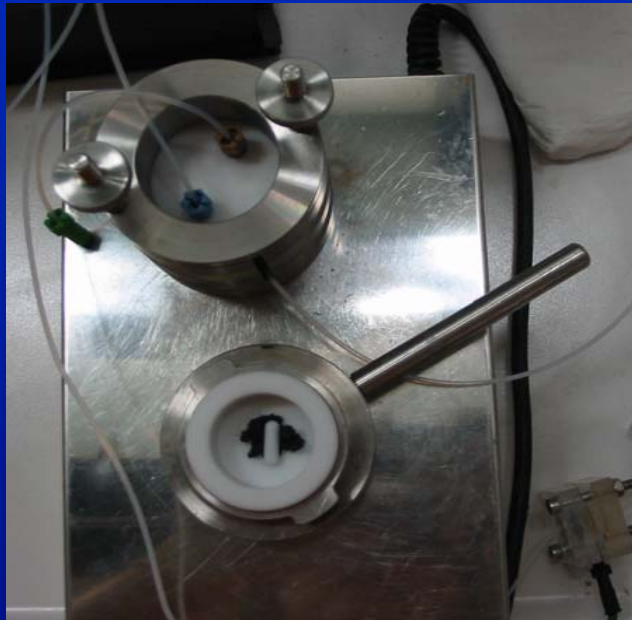
(B)



Ubicación del sistema de difusión en la celda



**Componentes básicos del analizador: (1) bomba peristáltica; (2) válvula de inyección; (3) sistema de detección: electrodo selectivo a ión sulfuro ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), electrodo de referencia ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$ ); (4) tubos de teflón que conforman el circuito de fluidos; (5) potenciómetro-amplificador conectado a un PC. Con la integración del sistema de pervaporación se obtiene el diseño inicial del analizador**

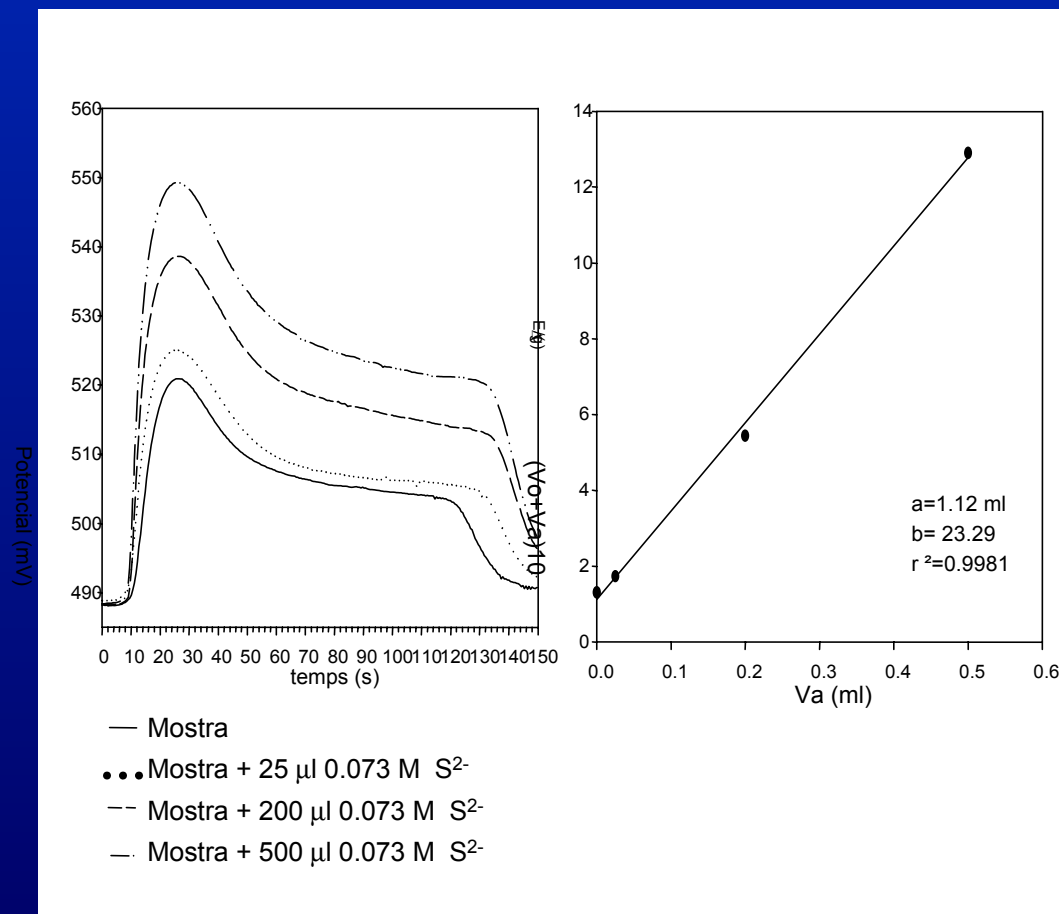


# ADICIÓN ESTANDAR MUESTRA EDAR (Igalada)

**Solución aceptora: SAOB + 0.68 ppm S<sup>2-</sup>**

**Reactivos para el pretratamiento: 0.4 ml agua MilliQ / 1.1 ml 1 M HCl**

**Tiempo de acumulación total: 2' 10"**



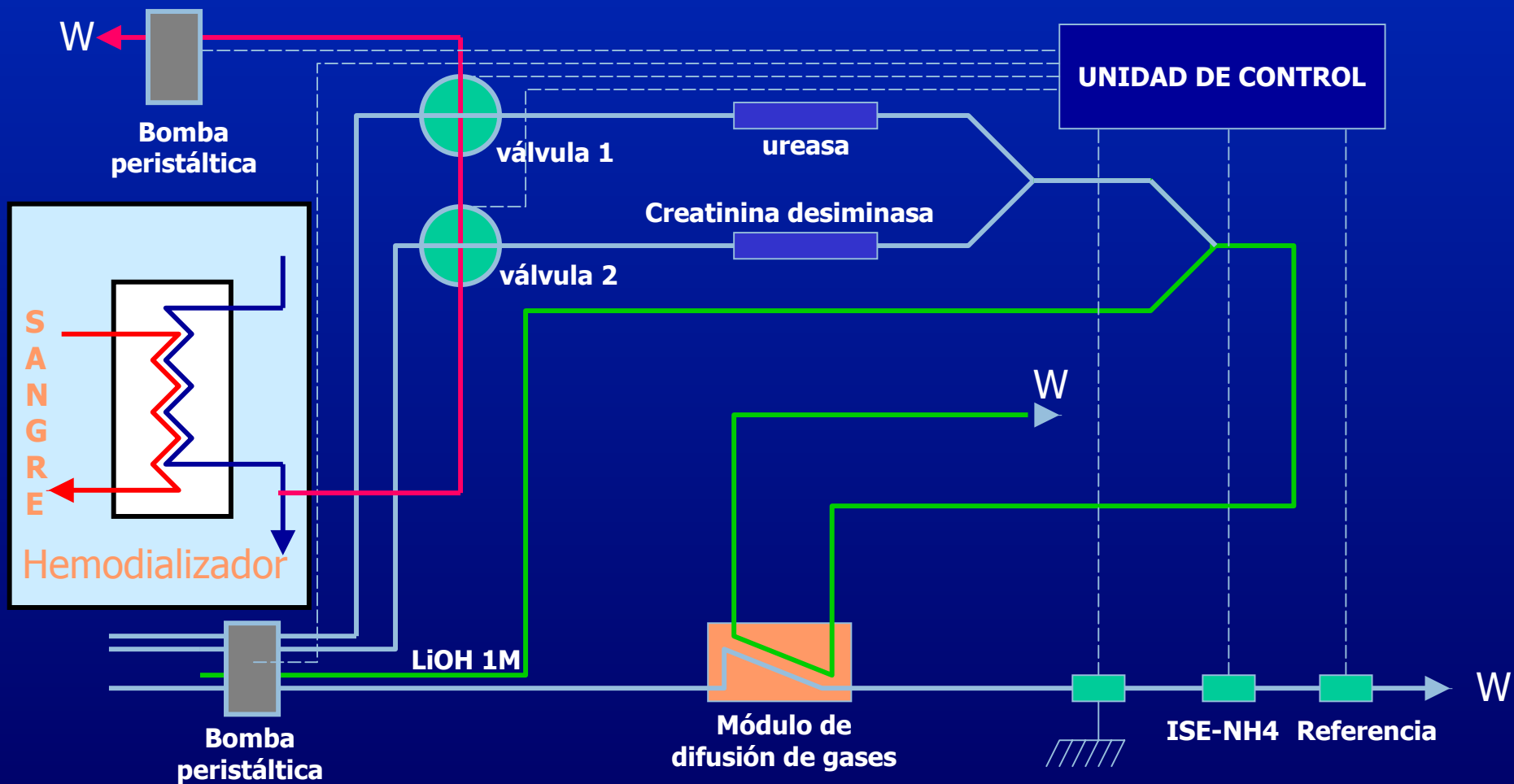
**Sensibilidad electrodo:  
28.2 mV/dec de  
concentración**

**CONCENTRACIÓN  
muestra real solida:  
100 ppm S<sup>2-</sup>**

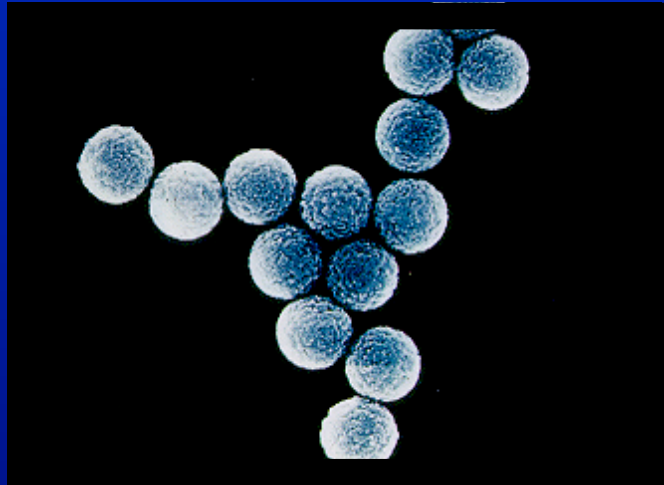


# **DETERMINACIONES BIOMEDICAS**

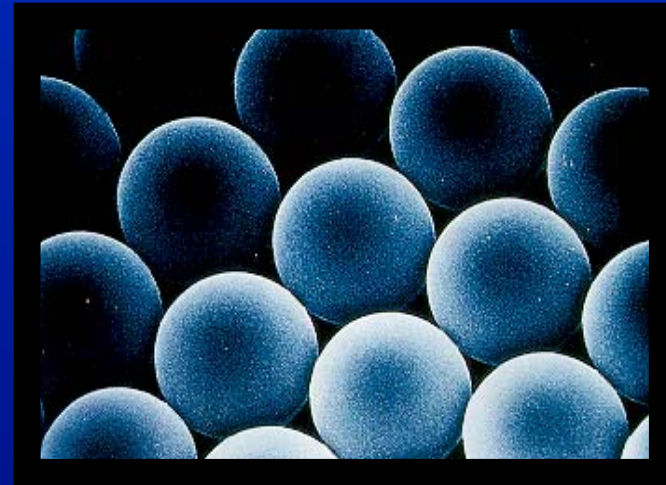
# Bioanalizador de urea y creatinina para la monitorización de procesos de hemodiálisis



# INMUNOPARTICULAS MAGNETICAS



M-280



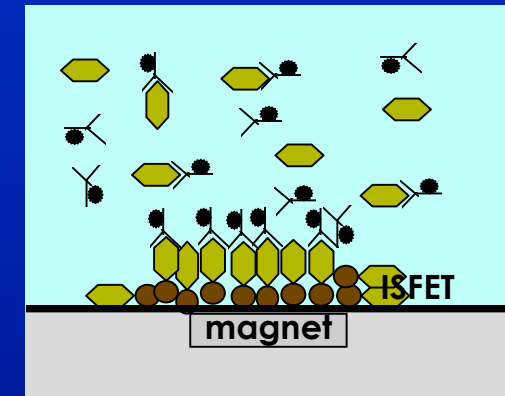
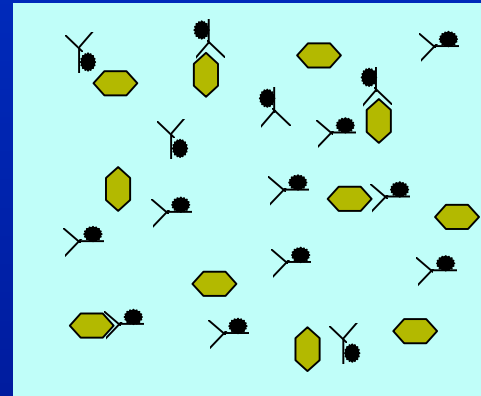
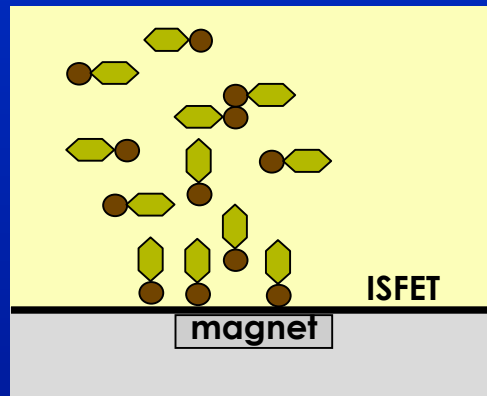
M-450

**INMUNOSENSORES BASADOS EN PARTICULAS MAGNETICAS**

**Evento de reconocimiento irreversible**

**ELEMENTO RECONOCIMIENTO DESECHABLE**

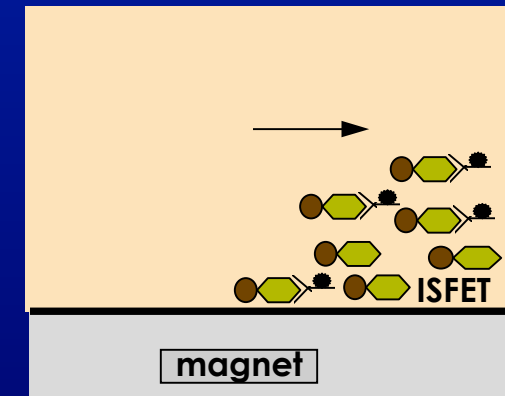
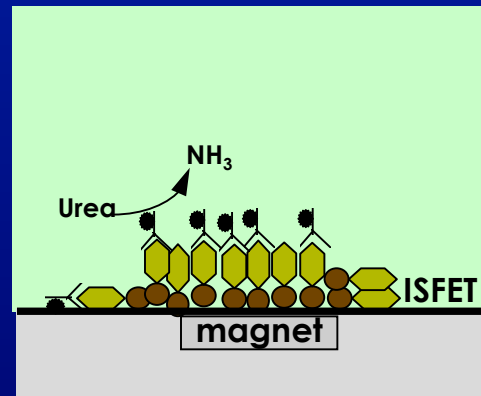
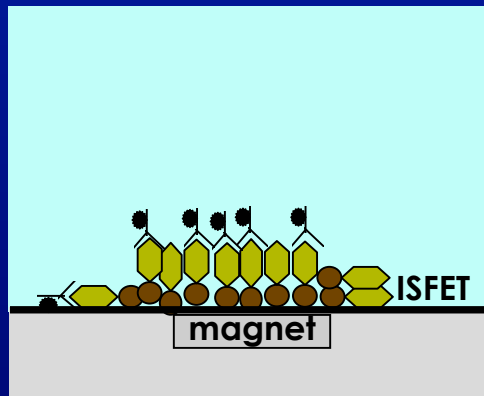
# AUTOMATED CONFIGURATION (COMPETITIVE IMMUNOASSAY)



INJECTION OF MAGNETIC PARTICLES

PREINCUBATION

INCUBATION



WASHING STEP

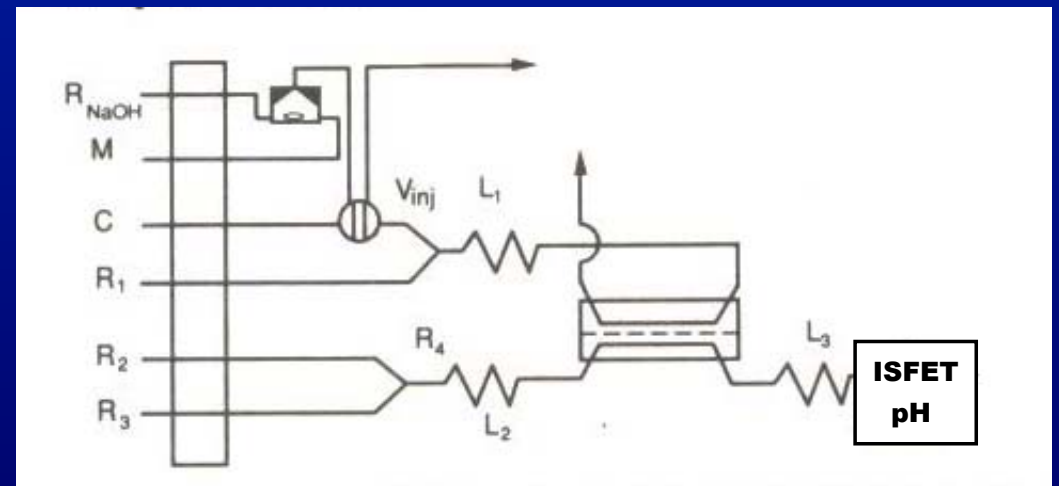
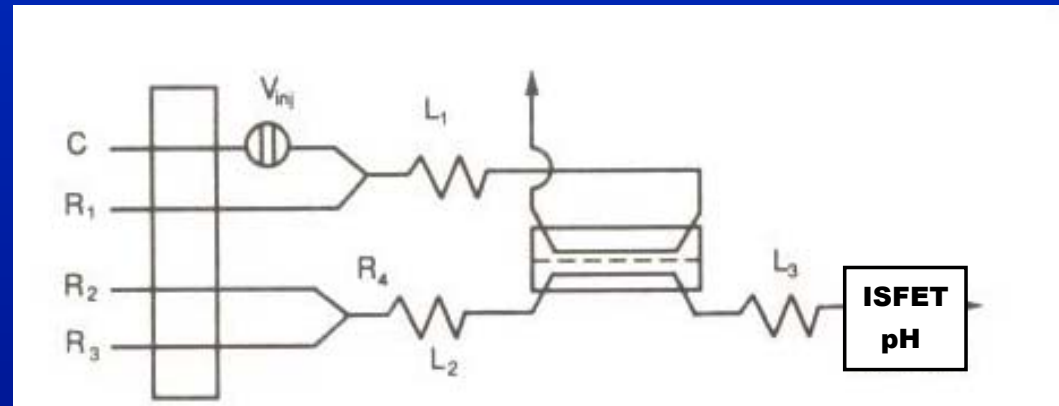
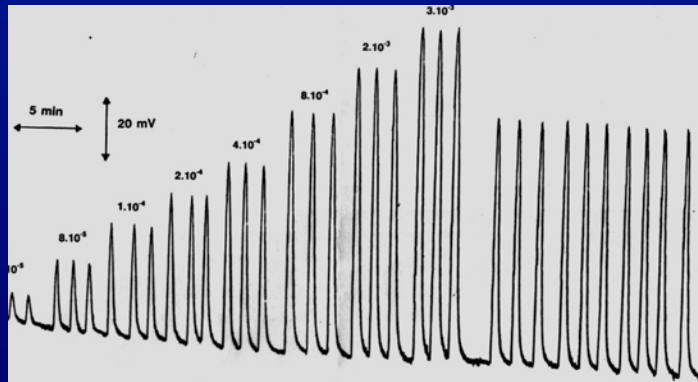
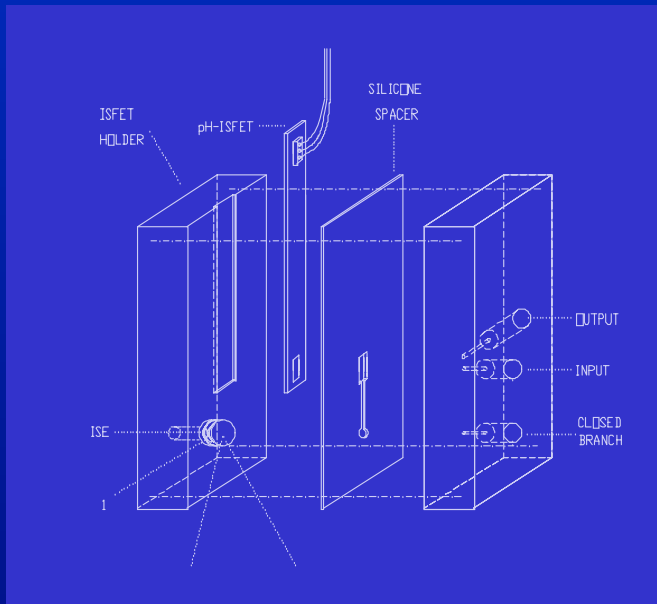
MEASUREMENT OF ENZYMATIC  
ACTIVITY

REGENERATION

IMMUNOSENSOR BASED ON MAGNETIC IMMUNOPARTICLES

# **INDUSTRIA ALIMENTARIA Y AGROPECUARIA**

# DETERMINACION DE SO<sub>2</sub> EN VINOS



Determinación de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y urea

# DETERMINACION DEL GRADO ALCOHOLICO PROBABLE EN MOSTO

## SENSOR SPR BASADO EN COMPONENTES OPTICOS DISCRETOS

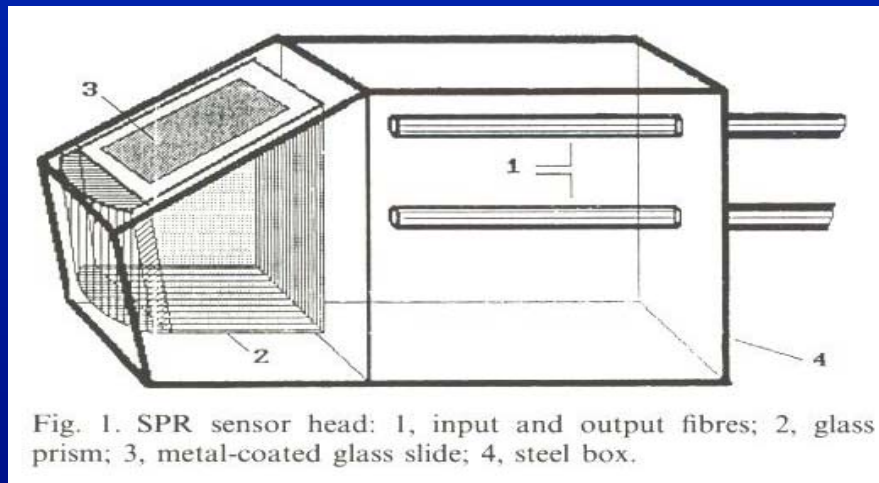


Fig. 1. SPR sensor head: 1, input and output fibres; 2, glass prism; 3, metal-coated glass slide; 4, steel box.

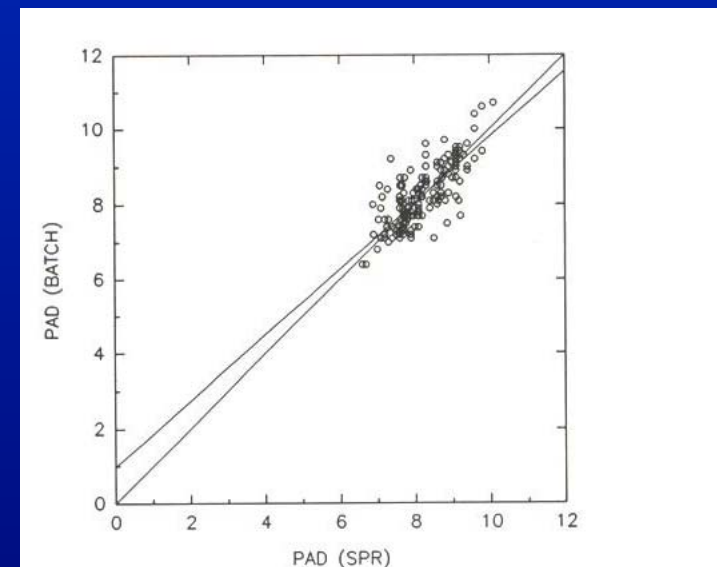
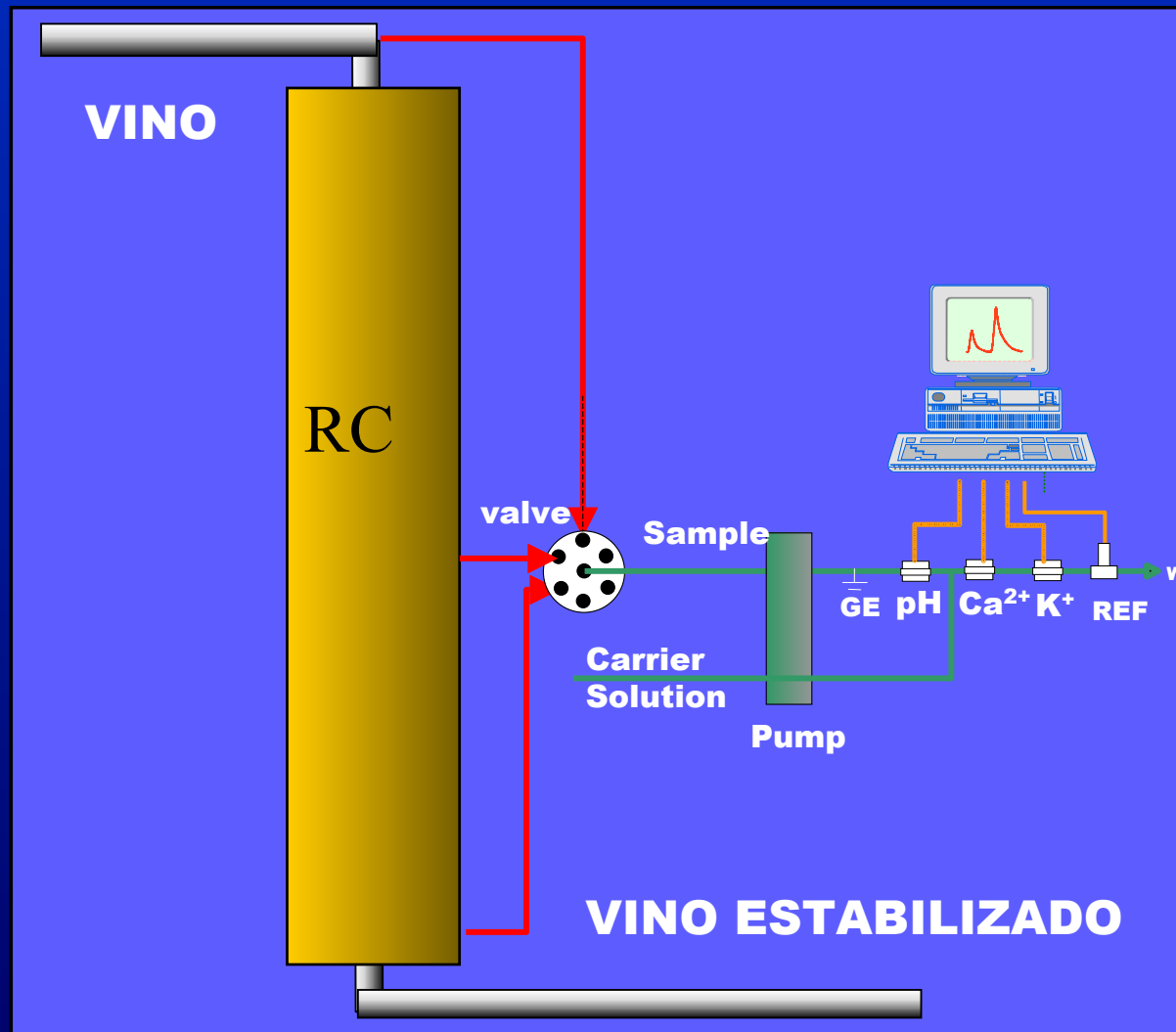


Fig. 7. Control graph of the results obtained in PAD determination by both methods (252 samples). SPR vs. batch method,  $n = 252$ . Slope =  $0.903 \pm 0.083$ ; intercept =  $0.784 \pm 0.688$ . Students' paired  $t$  test.  $t_{95\%}$  (calculated) = 0.458;  $t_{95\%}$  (tabulated) = 0.647.

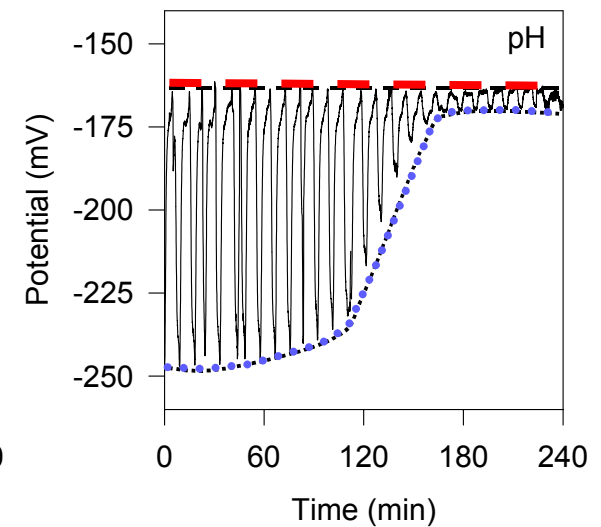
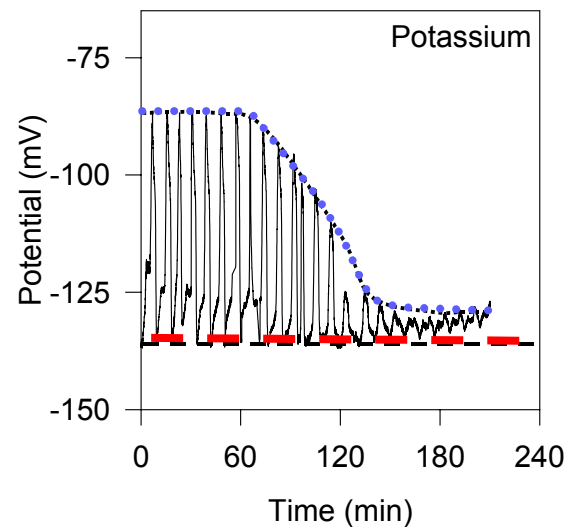
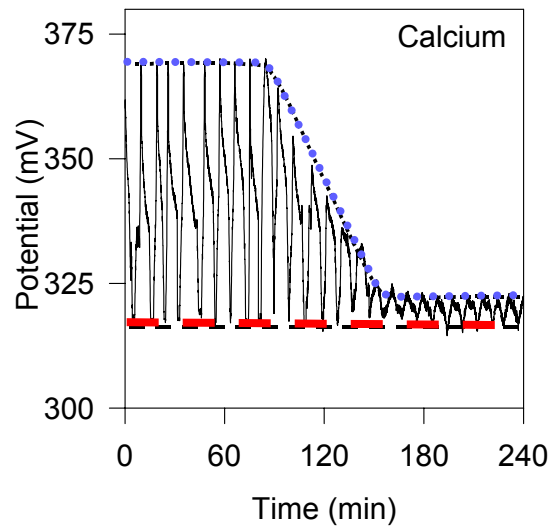
# ANALIZADOR DE FLUJO CONTINUO CON DETECCION MULTIPARAMETRICA



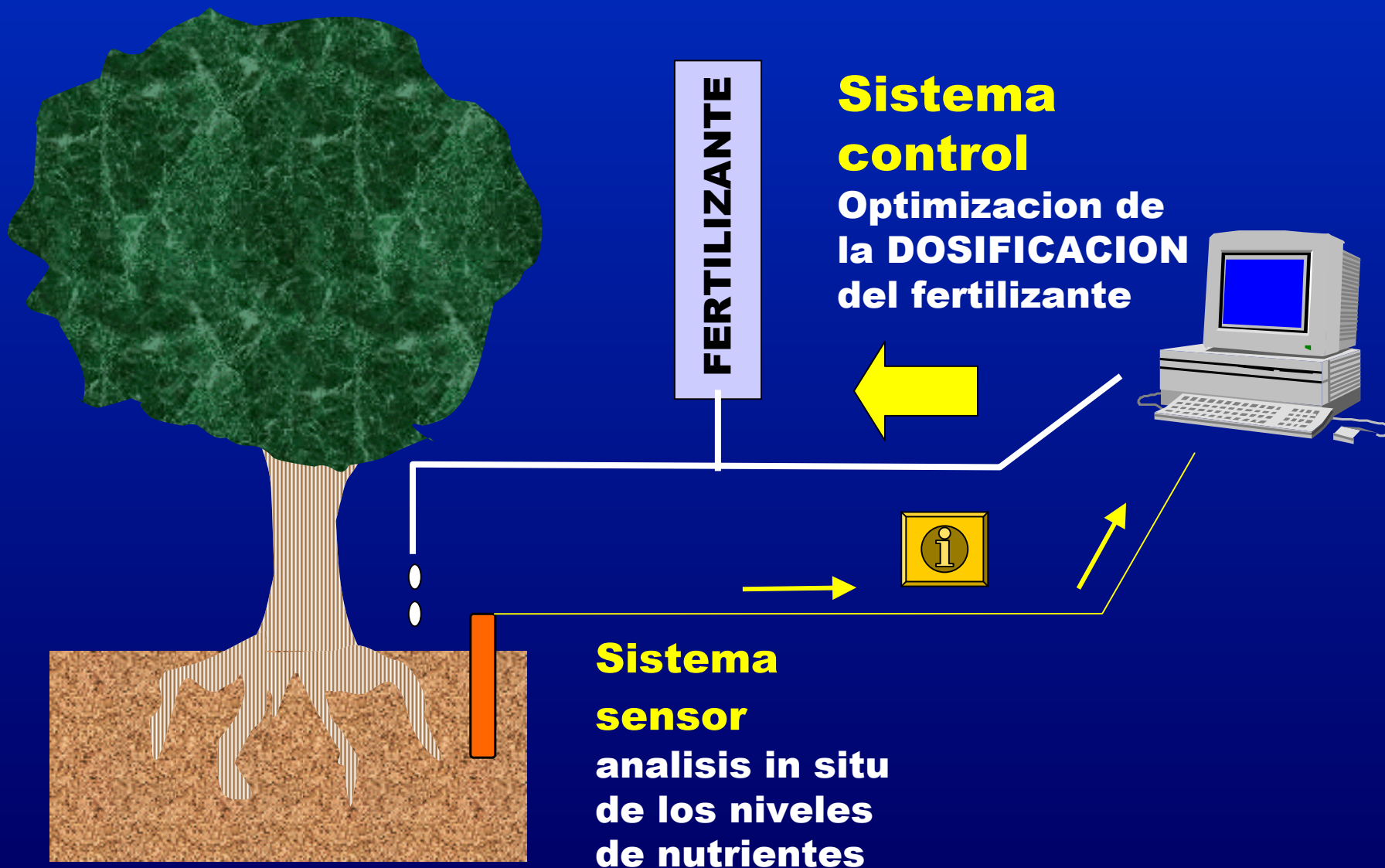


# RESPUESTA DE LOS ISFETS DE PH, CALCIO Y POTASIO

VINO SIN TRATAR (---) VINO QUE SE ELUYE DE LA COLUMNA (...)

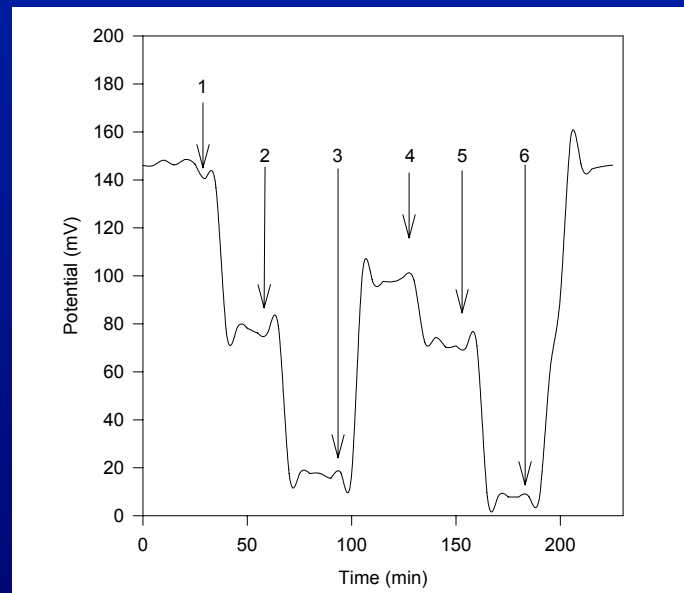


# APLICACIÓN DIRECTA DE SENSORES EN SUELO

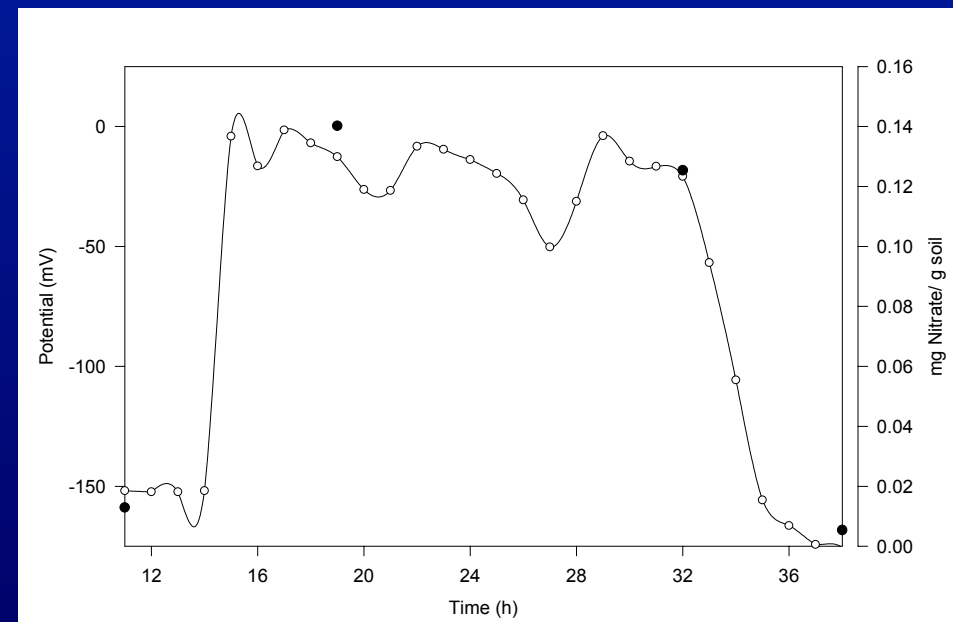


# MEDIDAS IN-SITU DE NITRATO EN SUELOS

Variation of the potential with the addition of different solutions delivered by the calibration pipes. The solutions added were: 1. 0.001M sodium nitrate, 2. 0.01M sodium nitrate, 3. water, 4. 0.001M sodium nitrate, 5. 0.01M sodium nitrate and 6. wash cycle using water.

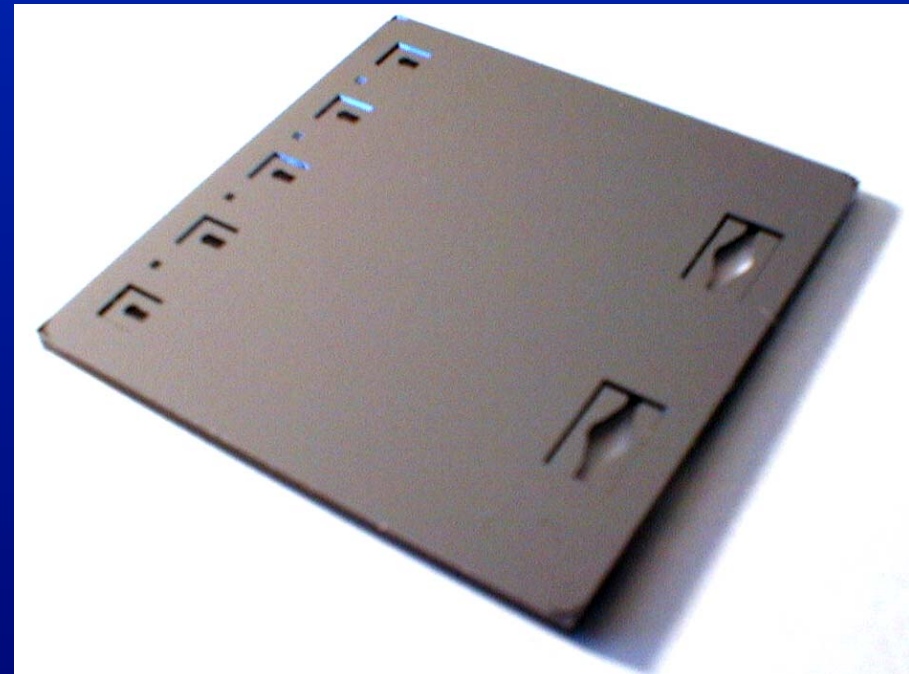
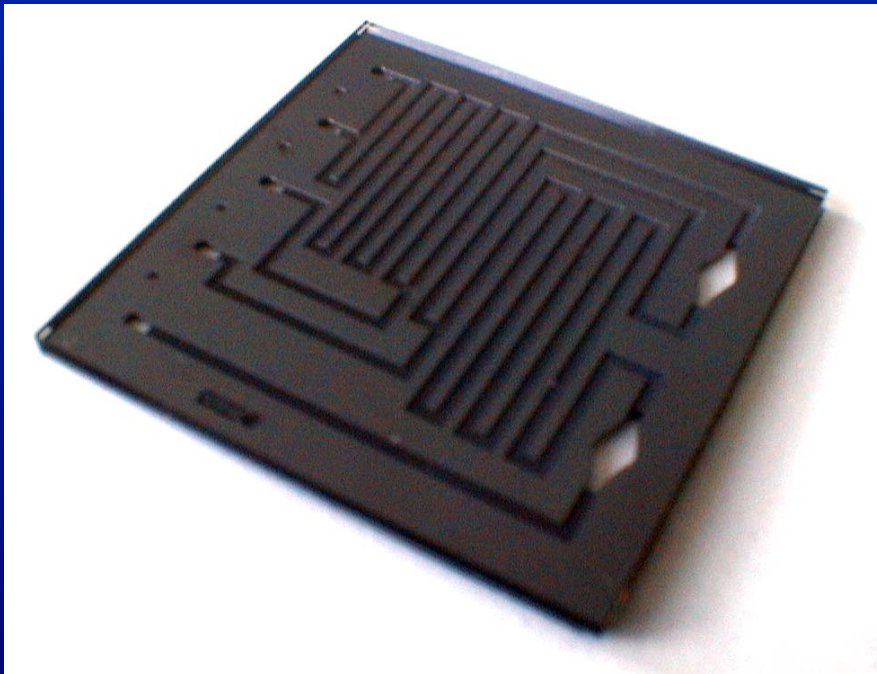


Results obtained at a depth of 15 cm using (—) the nitrate probe and (•) following the kjehndal method.



# MICROANALIZADORES DE FLUJO CONTINUO ( $\mu$ TAS)

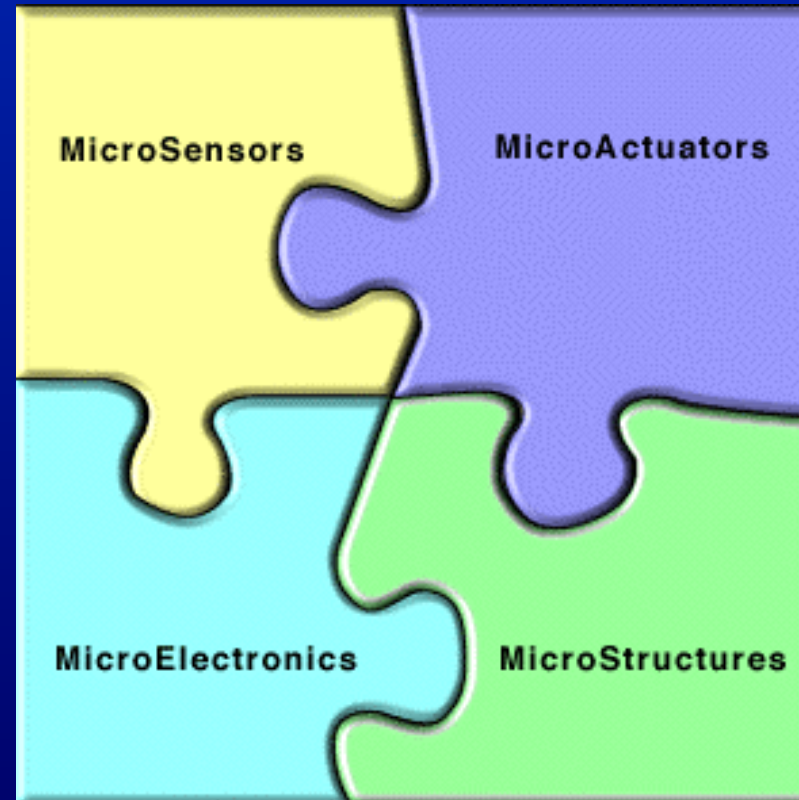
MICROSISTEMA DE GESTION DE FLUIDOS. A) VISTA SUPERIOR ; B) VISTA INFERIOR. SE PUEDEN OBSERVAR CINCO PUERTOS DE ENTRADA/SALIDA Y DOS AREAS DE DETECCION



# Micro-Electric Mechanical Systems (MEMS)

**CAPTA INFORMACION  
AMBIENTAL  
(FISICA, QUIMICA Y  
BIOLOGICA)**

**RECIBE Y PROCESA  
DATOS, DECIDE QUE  
HACER EN FUNCION  
DE ESTOS**



**ACTIVA  
DISPOSITIVOS  
EXTERNOS**

**VALVULAS,  
BOMBAS,  
MICROFLUIDICA**

# Microfluidica

## Implementación practica

- **INTEGRACION MICROVALVULAS Y MICROBOMBAS**
- **INTERCONEXION COMPONENTES**
- **PERDIDAS DE LIQUIDOS**
- **LLENADO, BURBUJAS, ETC**
- **INTEGRACION DE MATERIALES HETEROGENEOS Y ETAPAS DE PROTRATAMIENTO PREVIO DE MUESTRA**
- **PROBLEMAS GRAVES AL ANALIZAR MUESTRAS COMPLEJAS REALES**
- **(OBTURACION MICROCANALES)**
- **SENSIBILIDAD LIMITADA POR EL VOLUMEN DE MUESTRA**

# INTEGRACION DE MATERIALES HETEROGENEOS Y ETAPAS DE PROTRATAMIENTO PREVIO DE MUESTRA

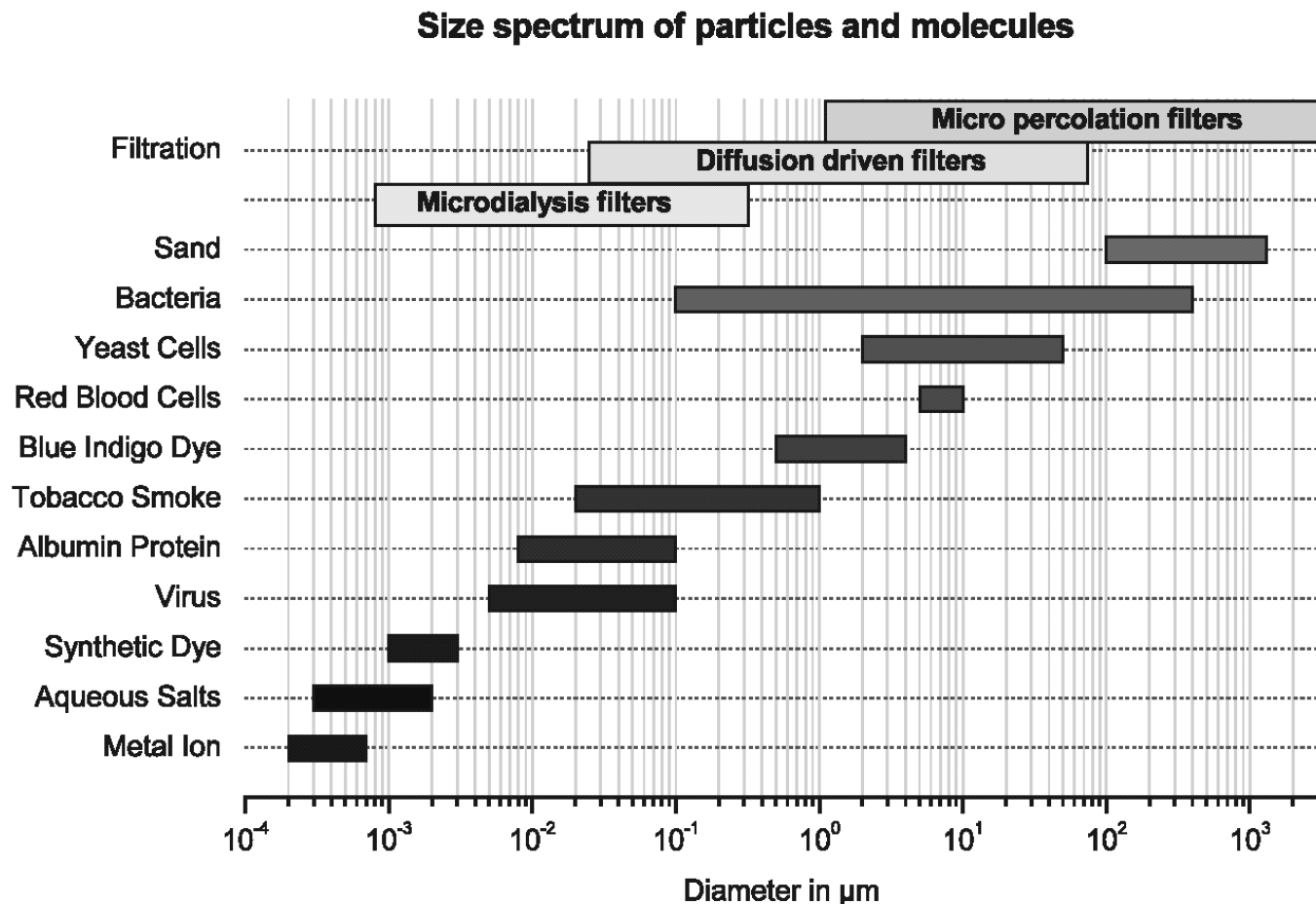
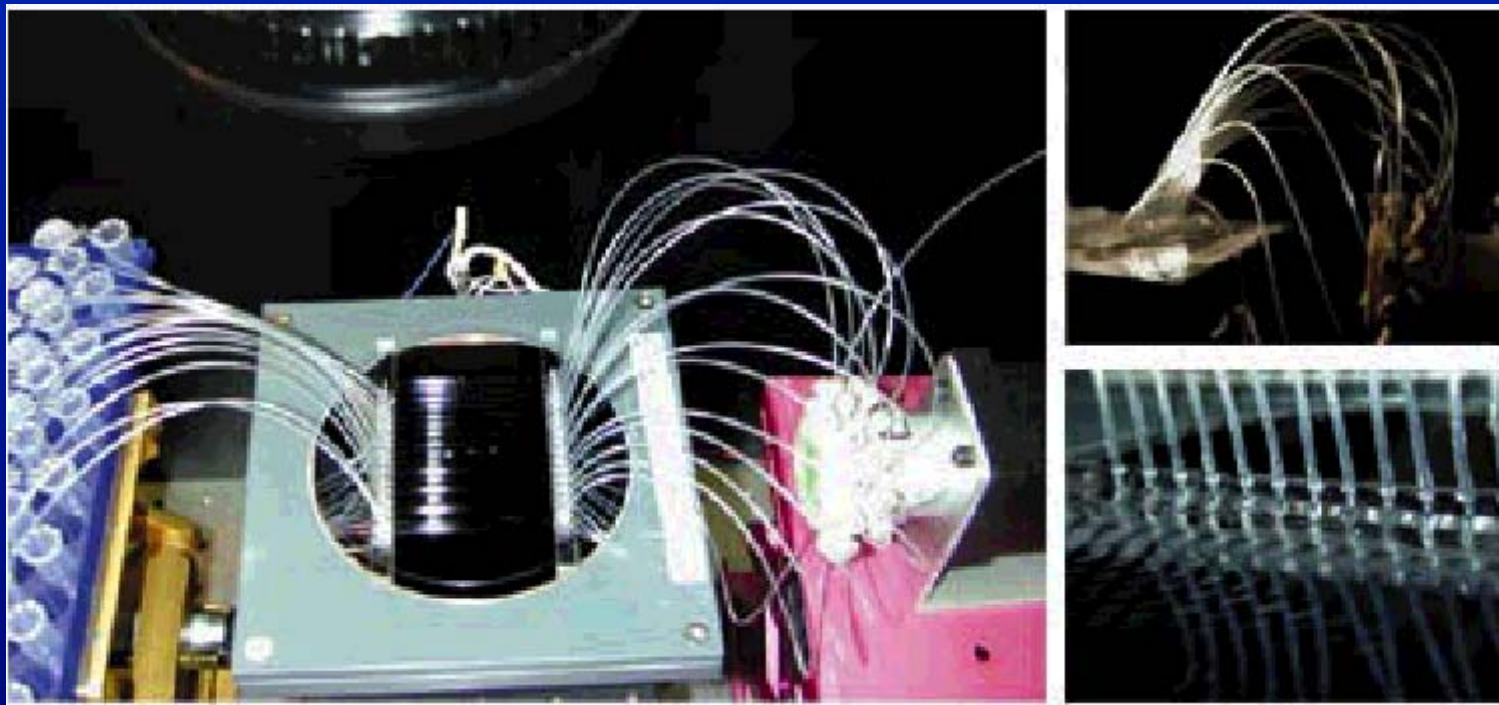
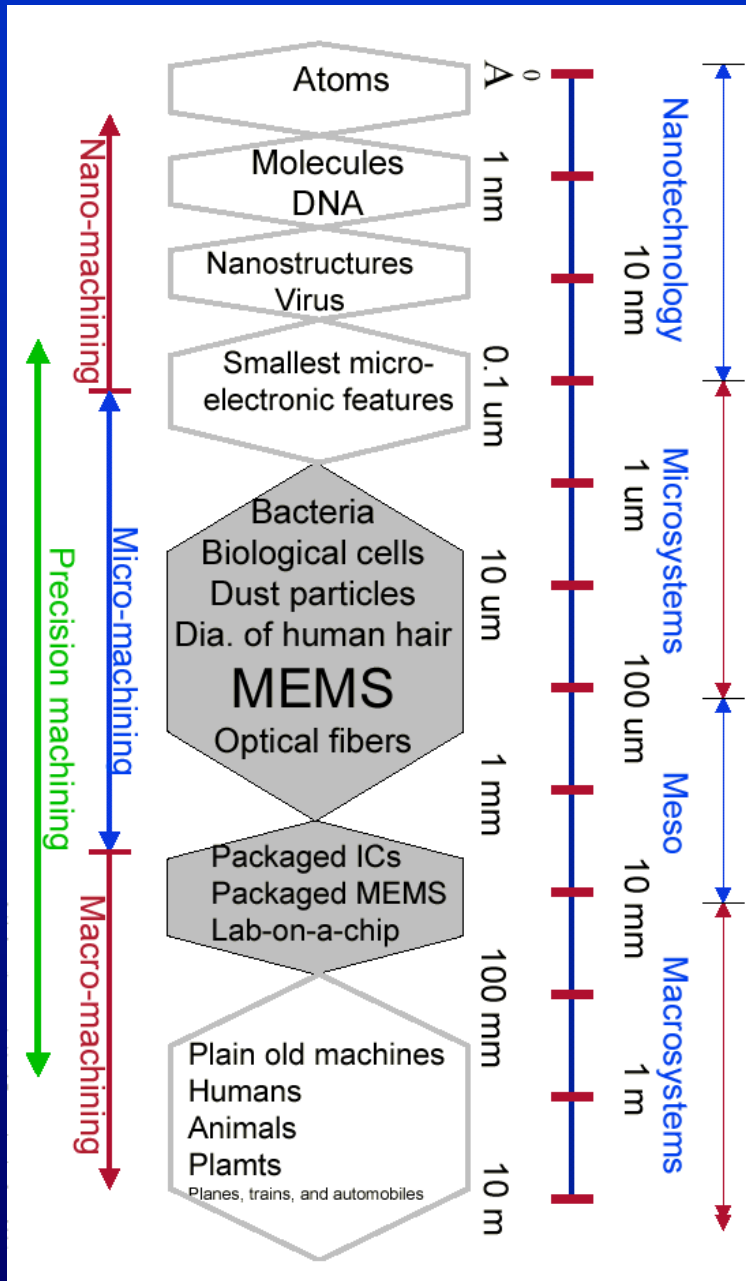


Fig. 14. Size ranges for filtering and dialysis applications (adapted from 'The Filtration Spectrum', Osmonics Inc., Minnetonka, MN, reprinted with permission. Copyright Osmonics, Inc.).

# INTERCONEXION COMPONENTES







## PROBLEMAS GRAVES AL ANALIZAR MUESTRAS COMPLEJAS REALES (OBTURACION MICROCANALES)