



Introducción a la titulación automática, generación de metodologías y análisis de muestras.

# Contenido



- Conceptos básicos de Titulación.
- Optimización de métodos.
- Procedimiento operativo
- Consumibles y recomendaciones.

# ¿QUÉ ES LA TITULACIÓN?

Método de análisis químico cuantitativo

Determina la concentración desconocida (analito) a partir de una solución conocida (titulante).

También llamado: análisis volumétrico.

Titulación automática: control de dosificación de titulante, reacción, detección punto final, cálculos.

# CONCEPTOS BÁSICOS DE TITULACIÓN

ANALITO	TITULANTE	PUNTO DE EQUIVALENCIA	PUNTO FINAL
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sustancia de concentración desconocida que se busca determinar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sustancia de concentración conocida que se agrega al analito</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ocurre cuando la <b>cantidad</b> estequiométrica del analito es <b>equivalente</b> a la cantidad estequiométrica del titulante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Punto en el que se detiene la titulación, se debe a un cambio físico (color, pH, mV, T).</li></ul>

# ¿CÓMO SE DETERMINA?

- Mediante la adición controlada de un titulante al analito contenido en una muestra hasta llegar al punto final.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_a = \frac{C_t \times V_t \times M}{V_a}$$

$C_a$  = concentración analito

$C_t$  = concentración titulante

$V_t$  = volumen titulante

$M$  = Relación molar analito/titulante

$V_a$  = volumen analito

# CONDICIONES PARA UNA TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA

1. **Reacción rápida:** cambio de señal (mV) estable en menos de 1seg por cada adición de titulante
2. **Reacción completa:** Que llegue a su punto final y no se generen rxs secundarias, ni se reviertan.
3. **Estequiometría conocida:** relación molar entre titulante y analito establecido.
4. **Detección conveniente:** Punto final detectable

# PROCESO DE TITULACIÓN

## MANUAL

## AUTOMÁTICO

Uso de tinte  
indicador

Uso de indicador  
potenciométrico

Uso de bureta,  
dosificación en mL

Bureta digital,  
dosificación en  $\mu\text{L}$

Bomba de 40.000  
pasos

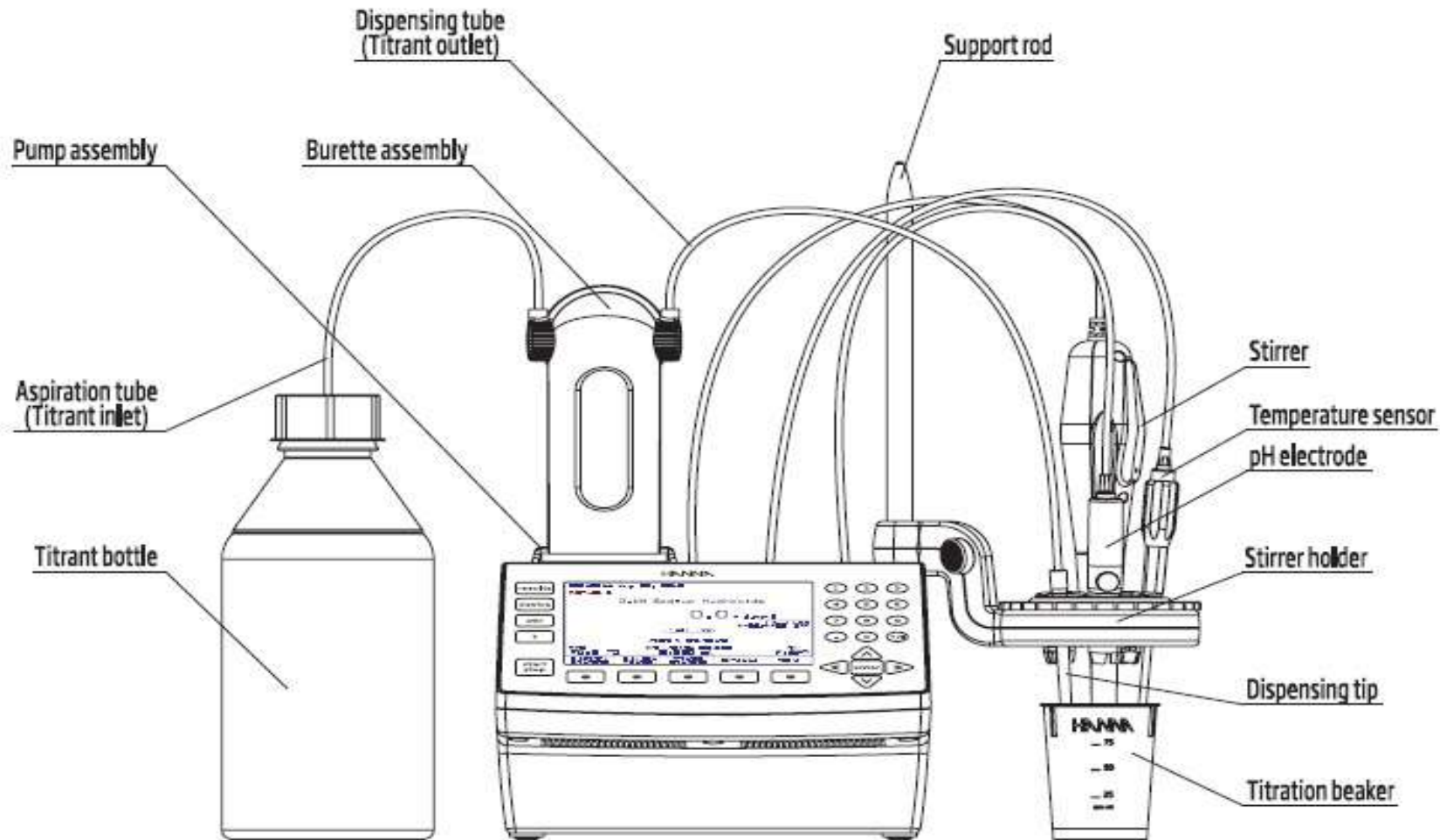
0.001 mL	for a	5 mL burette
0.001 mL	for a	10 mL burette
0.005 mL	for a	25 mL burette
0.005 mL	for a	50 mL burette

---

$\pm 0.005$ mL (5 mL Burette)
$\pm 0.010$ mL (10 mL Burette)
$\pm 0.025$ mL (25 mL Burette)
$\pm 0.050$ mL (50 mL Burette)

---

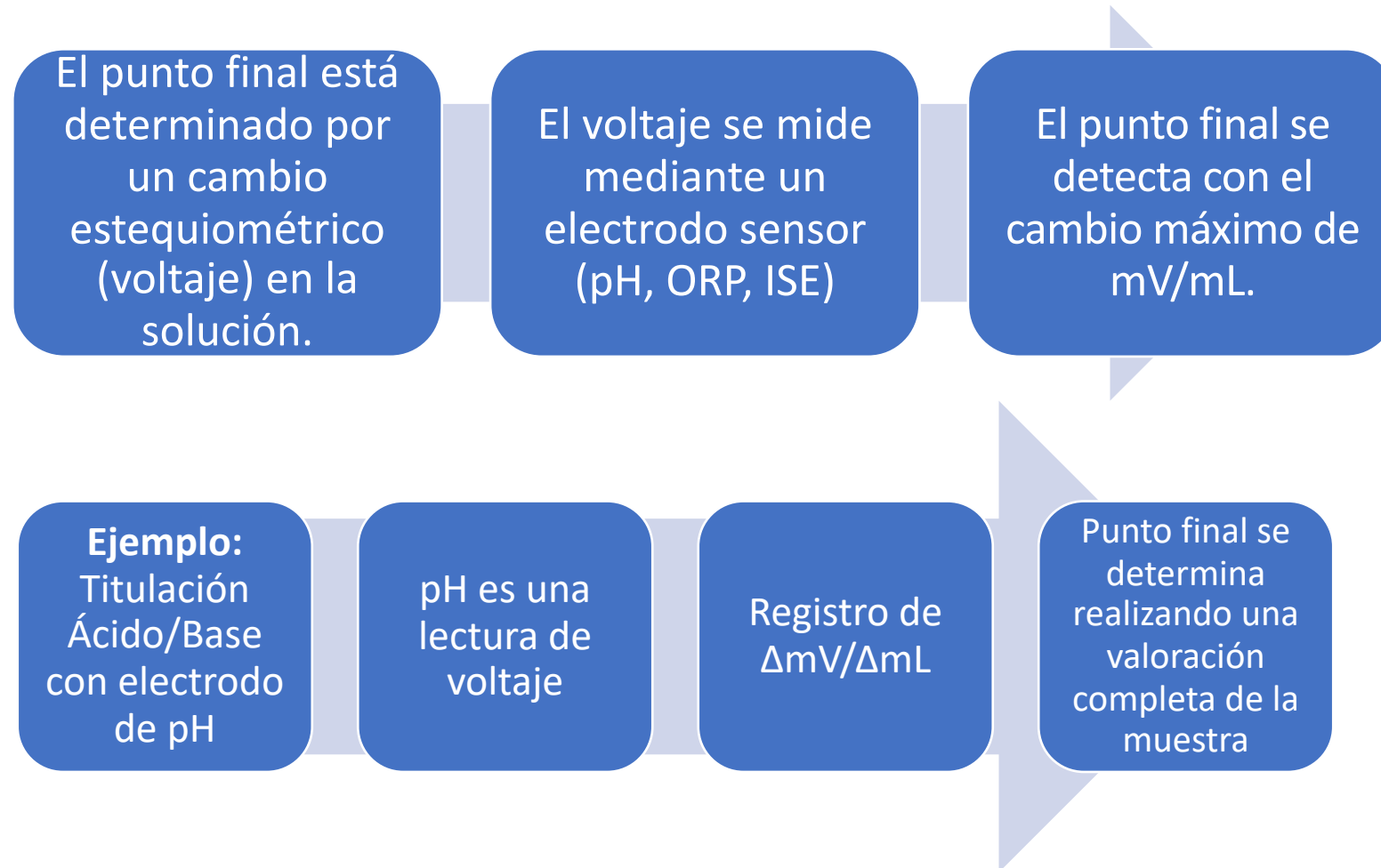
# TITULACIÓN AUTOMÁTICA



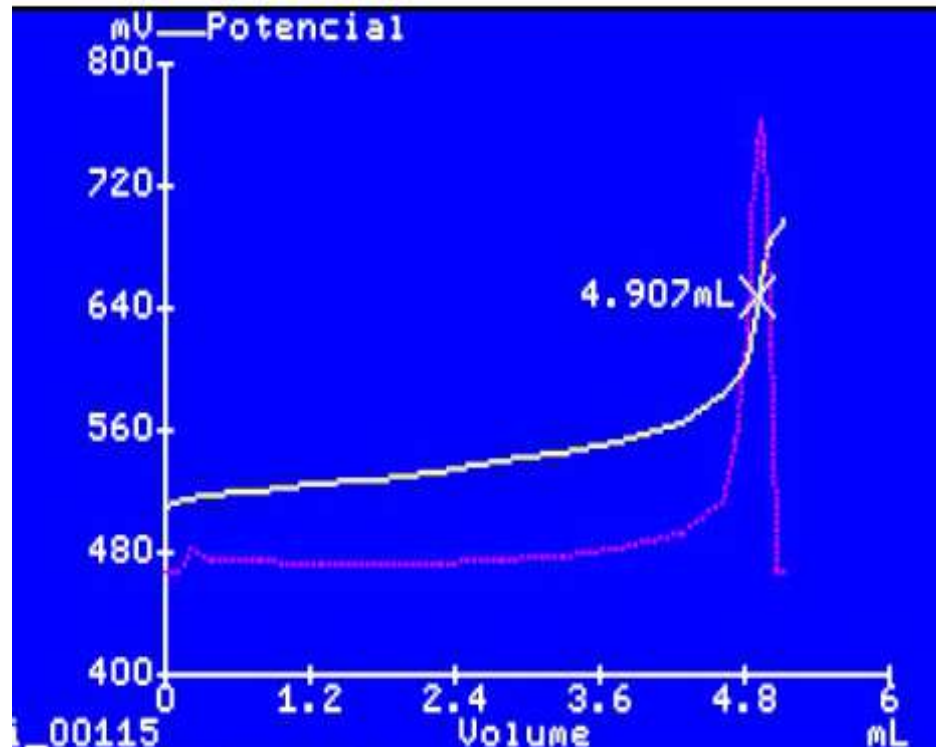
- ✓ Sistema Bomba y bureta
- ✓ Indicador potenciométrico (pH/mV)



# PUNTO EQUIVALENTE EN UNA TITULACIÓN AUTOMÁTICA



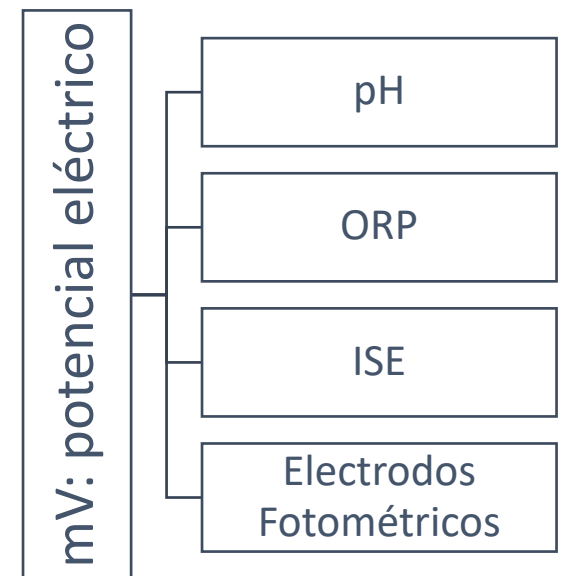
# PUNTO FINAL EN UNA TITULACIÓN AUTOMÁTICA



El punto de equivalencia es el punto en el gráfico donde la pendiente es más empinada.

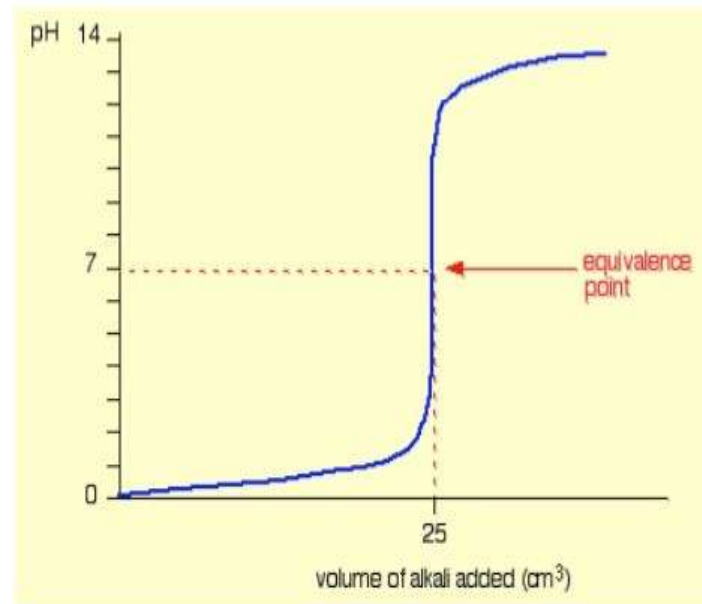
El pH/mV comienza a cambiar más rápidamente cuando el punto final se acerca.

**Punto final:** cambio de pH o mV/mL

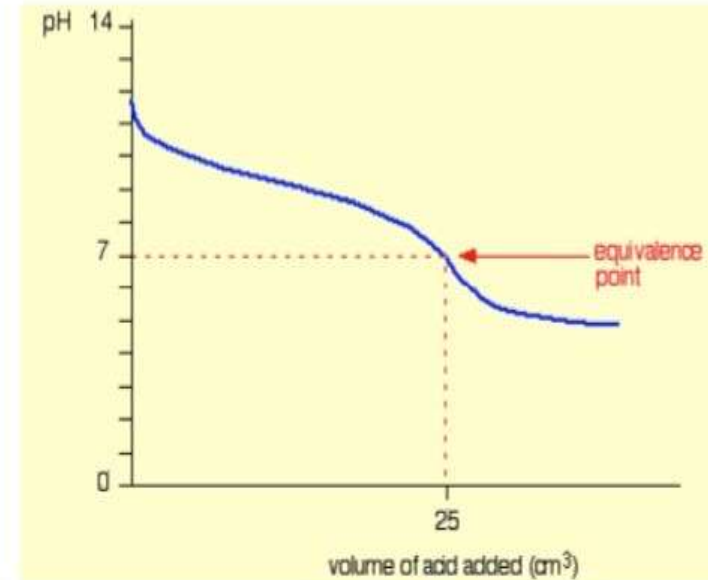


# CURVAS DE TITULACIÓN

Es fácil detectar el punto final en curvas bien definidas.

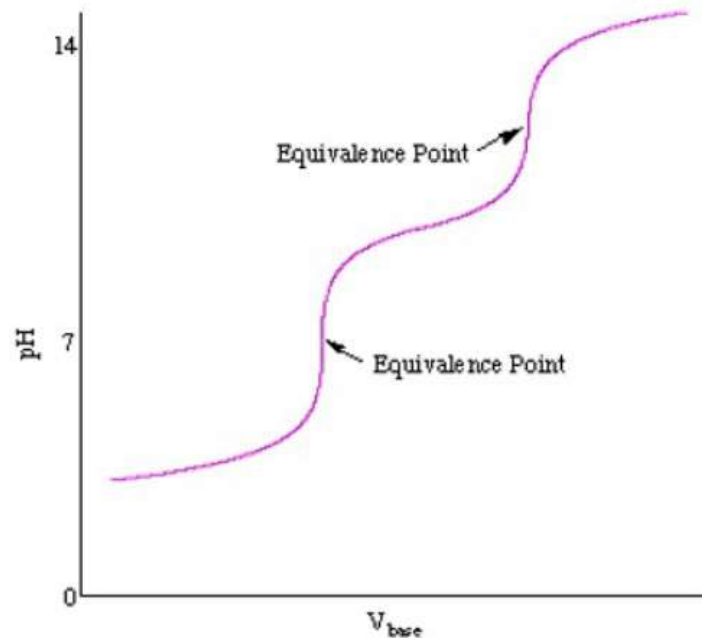


Algunas titulaciones producen **curvas discretas**, las cuales hacen difícil detectar el punto final.



# MÚLTIPLES PUNTOS DE EQUIVALENCIA

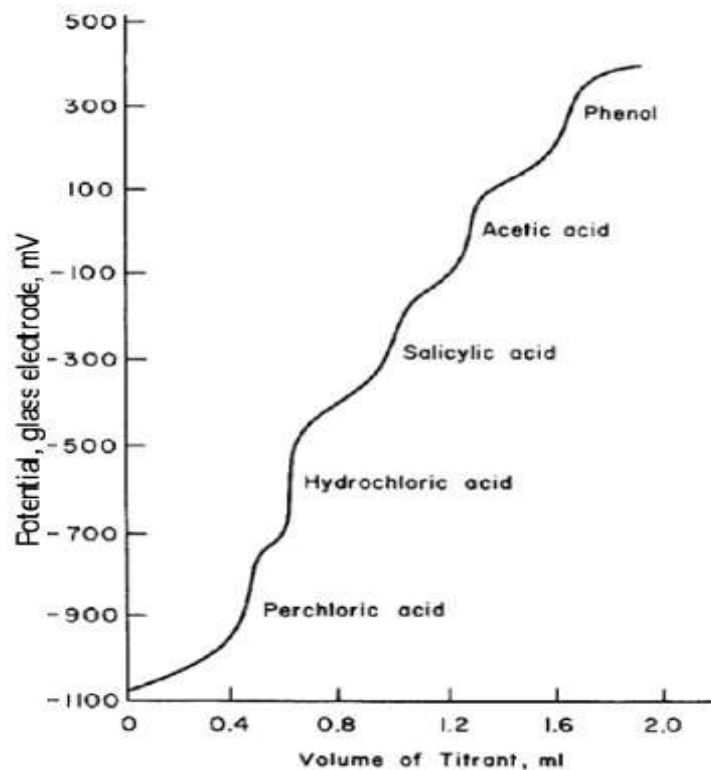
Bajo ciertas condiciones, **algunas titulaciones pueden exhibir más de un punto de equivalencia** y ser titulables a los puntos finales individuales para determinar la concentración de cada componente individual.



- En un mismo analito distintas especies reacción (hallas varias concentraciones).

## MÚLTIPLES PUNTOS DE EQUIVALENCIA

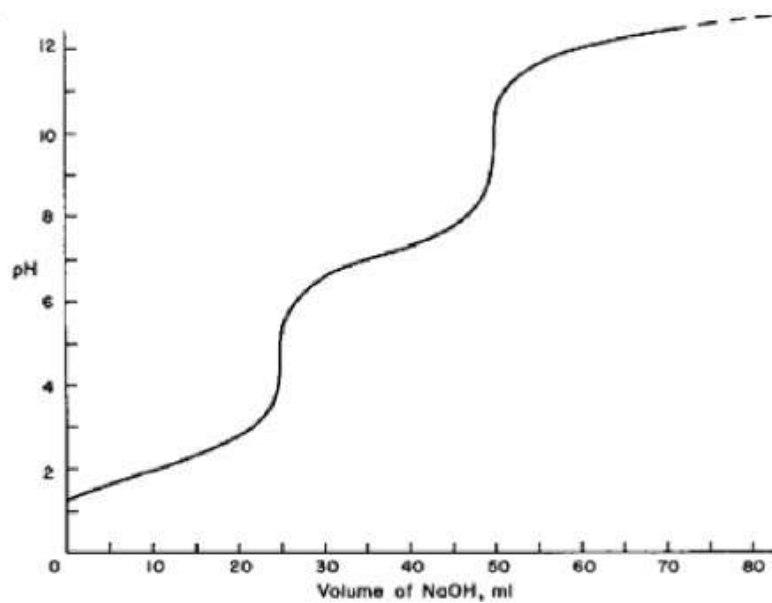
Ejemplo: titulación ácido-base donde hay ácidos o bases de diferente fuerza en una mezcla.



- La titulación de una solución que contiene ácidos fuertes, débiles y muy débiles.

## MÚLTIPLES PUNTOS DE EQUIVALENCIA

Ejemplo: titulación ácido-base donde hay **ácidos polipróticos, que tienen más de un átomo de H<sup>+</sup> ionizable** por molécula. Los protones se pierden a través de varias etapas (una en cada etapa), siendo el primer protón el más rápido y el más fácil de perder.

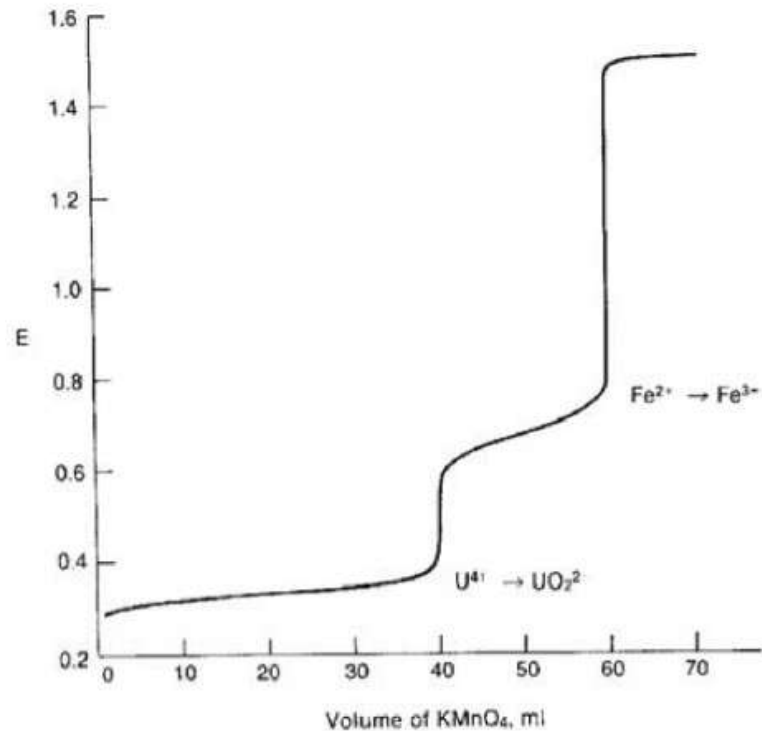


- Ejemplo de un **ácido poliprótico**: H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico)



# MÚLTIPLES PUNTOS DE EQUIVALENCIA

Ejemplo: titulación redox donde cada especie tiene un potencial de reducción diferente



- Una mezcla de dos especies redox de metales diferentes, donde los diferentes potenciales redox permite que las especies se separen.

# PROS Y CONTRAS EN UNA TITULACIÓN AUTOMÁTICA



- Mayor precisión (Dosificación <math>< 1\mu\text{L}</math>)
- Mayor control de proceso (Detección de punto final con electrodo pH/ORP/ISE/fotométrico)
- Mayor velocidad en los análisis (optimización de métodos)
- Reporte y gráfico al finalizar la titulación
- Reduce error humano

- Inversión
- Costos de mantenimiento



# TIPOS DE TITULACIÓN

Ácido-Base

Redox

Complexométricas

Precipitación

No Acuosas

ISE

Argentométricas

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS



[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)

## OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS



Crear un  
método a  
partir de uno  
existente

Configuración  
del informe  
de titulación

Analizar la  
muestra  
problema

Análisis del  
informe de  
titulación  
obtenido

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

Dos factores importantes que intervienen en la optimización de un método son cuándo dosificar y cuánto dosificar.

*Tipo de dosificación: cuánto dosificar.*

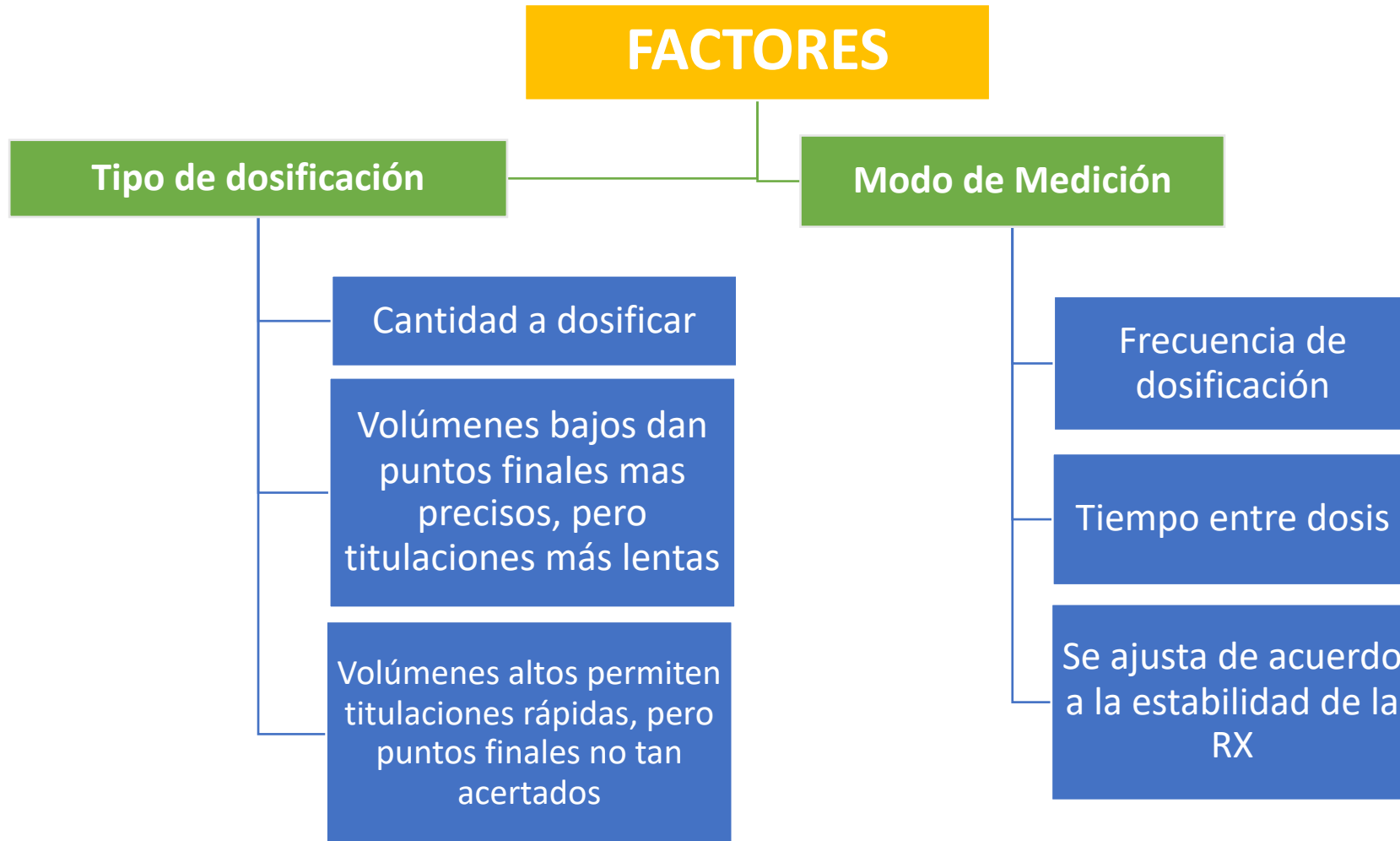
*Modo de medición: cuándo dosificar.*

Si configuramos los parámetros de dosificación para dosificar muy poco, solo cuando la lectura sea muy estable, la detección del punto final será la más precisa, pero la titulación puede tardar más de 10 minutos en completarse.

Podemos configurar el titulador para administrar dosis más grandes, en un intervalo frecuente, y podemos alcanzar los puntos finales de la titulación en <1 minuto, pero la resolución/precisión de nuestra curva se verá afectada.



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Dosificación Lineal

El volumen dosificado siempre será el misma.

## Dosificación Dinámica

- **Vol min:** dosificación de volumen mínimo.
- **Vol max:** dosificación de volumen máximo.
- **Delta E:** cambio objetivo en mV por dosis.

Dosing Type

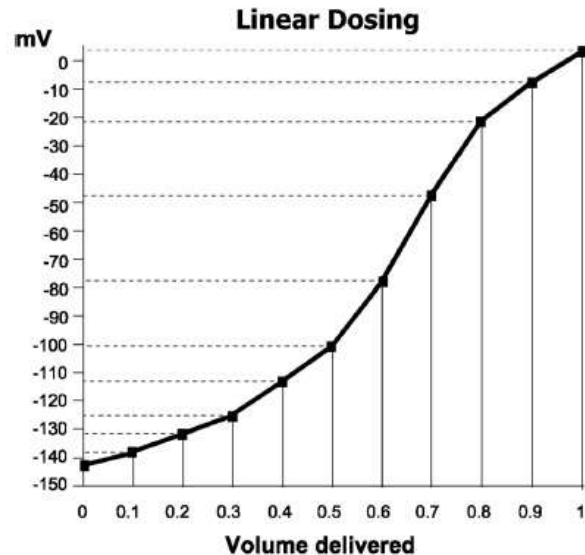
Select the dosing type.

Linear Dosing
<b>Dynamic Dosing</b>

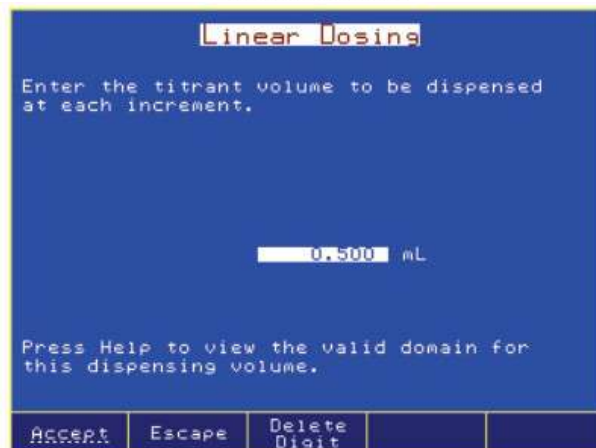
Select	Escape			
--------	--------	--	--	--

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Dosificación Lineal



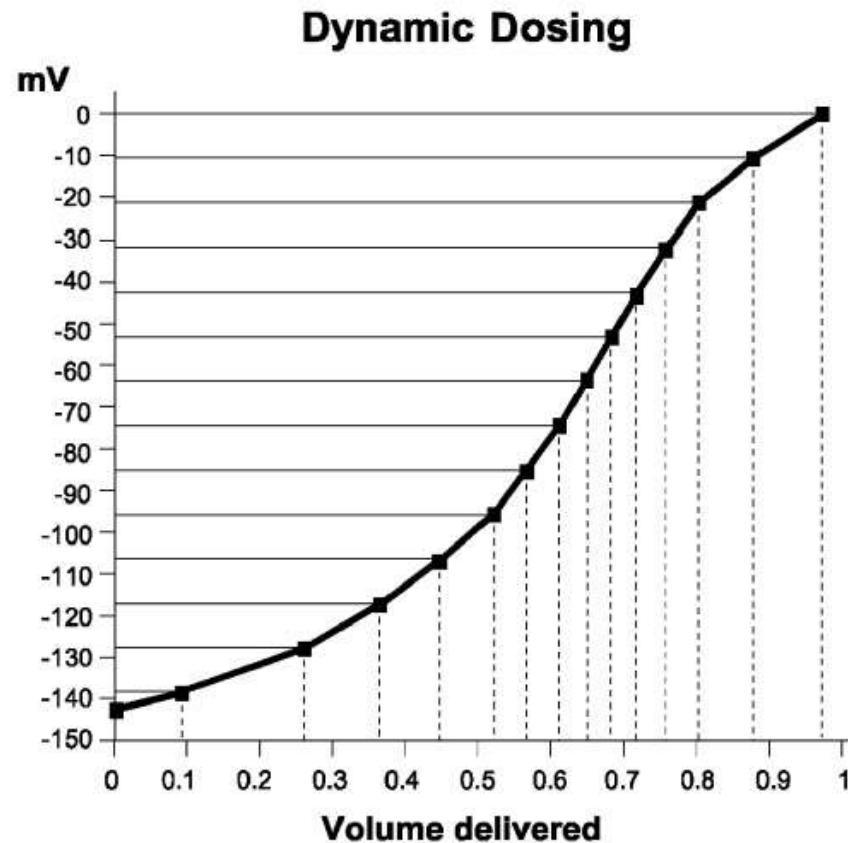
- Recomendado para titulaciones lentas, titulaciones no-acuosas difíciles o ciertos análisis específicos.



Dosing volume ranges are:			
5 mL burette	0.001	to	4.750 mL
10 mL burette	0.001	to	9.500 mL
25 mL burette	0.005	to	23.750 mL
50 mL burette	0.005	to	47.500 mL

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Dosificación Dinámica

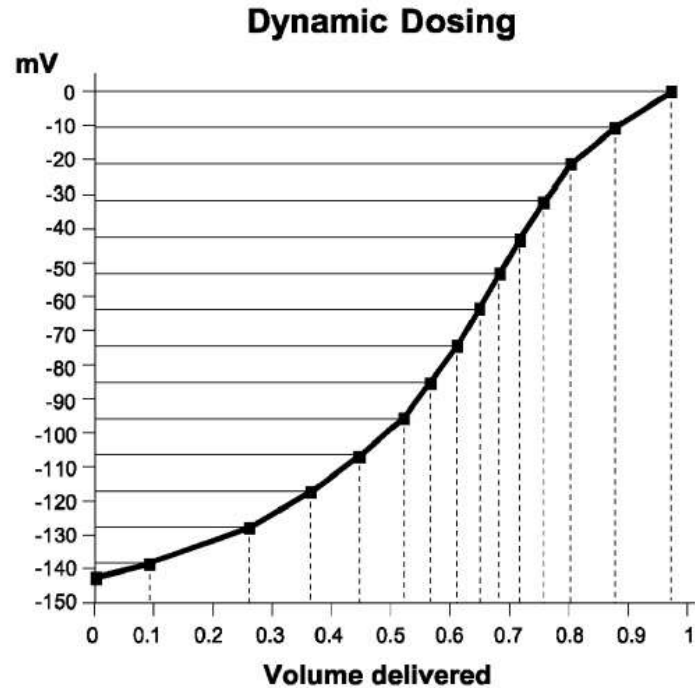


- Si el  $\Delta mV < \Delta E$ , se dosifica el volumen máximo.
- Si el  $\Delta mV > \Delta E$ , se dosifica el volumen mínimo.



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Dosificación Dinámica



**Dynamic Dosing**

Enter min Vol, max Vol and delta E.

mL - min Vol

mL - max Vol

mV - delta E

Press Next to move to the next entry.

Accept    Escape    Delete Digit    Next

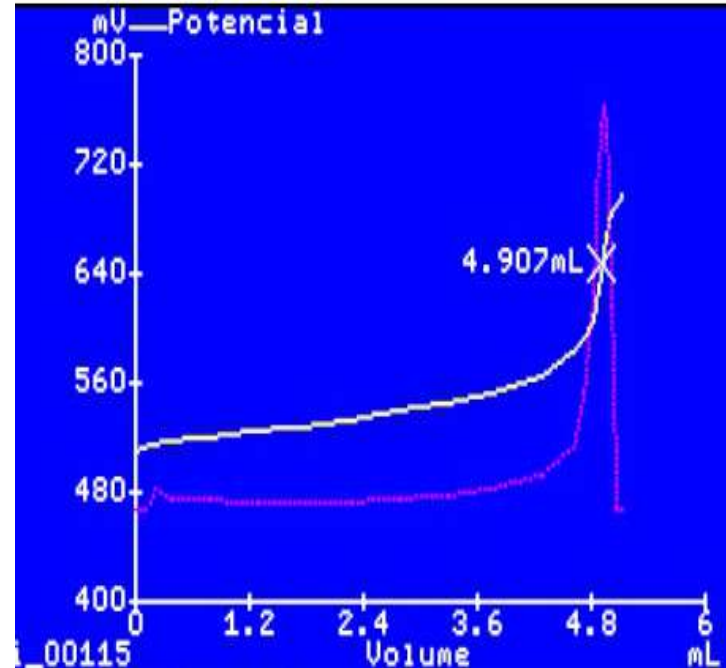
### Ejemplo:

- Vol min: 0.050 mL
- Vol max: 0.800 mL
- delta E: 8.000 mV

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Dosificación Dinámica

- El titulador inicia mediante la entrega de la primera dosis y leyendo el cambio de voltaje resultante.
  - Un cambio de mV < 8 resultara en incrementar el tamaño de la dosis.
  - Un cambio de mV > 8 resultara en disminuir el tamaño de la dosis.
- Permite dosificaciones grandes al inicio de la titulación para acercamiento rápido al punto final.
- Dosificaciones pequeñas a medida que la reacción se acerca al punto final para maximizar la precisión y detección del punto final.



Nr	V [mL]	mV	Graphic	Temp.[C]	Time
0	0.000	-272.0	0.0 A	17.9	00:00:00
1	0.050	-272.1	0.0 A	18.1	00:00:25
2	0.100	-272.0	0.0 A	18.1	00:00:28
3	0.200	-272.1	-0.5 A	18.1	00:00:31
54	5.300	-281.3	-3.3 A	18.9	00:02:57
55	5.400	-281.9	-6.1 A	18.9	00:03:00
56	5.500	-282.0	-7.3 A	18.9	00:03:03
57	5.600	-283.0	-4.6 A	18.9	00:03:05
58	5.700	-283.8	-1.5 A	18.9	00:03:08
59	5.800	-283.5	-51.9 A	19.0	00:03:11
60	5.900	-282.7	-113.5 A	19.0	00:03:20
61	6.000	-308.0	-200.6 A	19.0	00:03:34
62	6.008	-310.6	-212.7 A	19.0	00:03:38
63	6.017	-314.4	-249.6 A	19.0	00:03:44
64	6.025	-314.9	-214.3 A	19.0	00:03:47
65	6.041	-317.8	-156.1 A	19.0	00:03:52
66	6.057	-319.0	-71.8 A	19.0	00:03:55



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Dosificación Dinámica

- ✓ Para curvas empinadas se recomiendan los siguientes ajustes:

<i>delta E</i>	3.5	to	9 mV
<i>min Vol</i>	0.010	to	0.025 mL (for a 25 mL burette)
<i>max Vol</i>	0.075	to	0.250 mL (for a 25 mL burette)

- ✓ Para curvas planas se recomiendan los siguientes ajustes:

<i>delta E</i>	10	to	15 mV
<i>min Vol</i>	0.050	to	0.150 mL (for a 25 mL burette)
<i>max Vol</i>	0.400	to	0.600 mL (for a 25 mL burette)

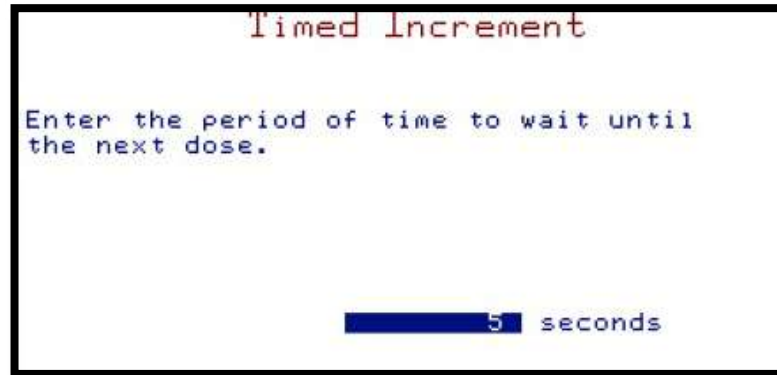
- Si el **delta mV < delta E**, se dosifica el volumen máximo.
- Si el **delta mV > delta E**, se dosifica el volumen mínimo.

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

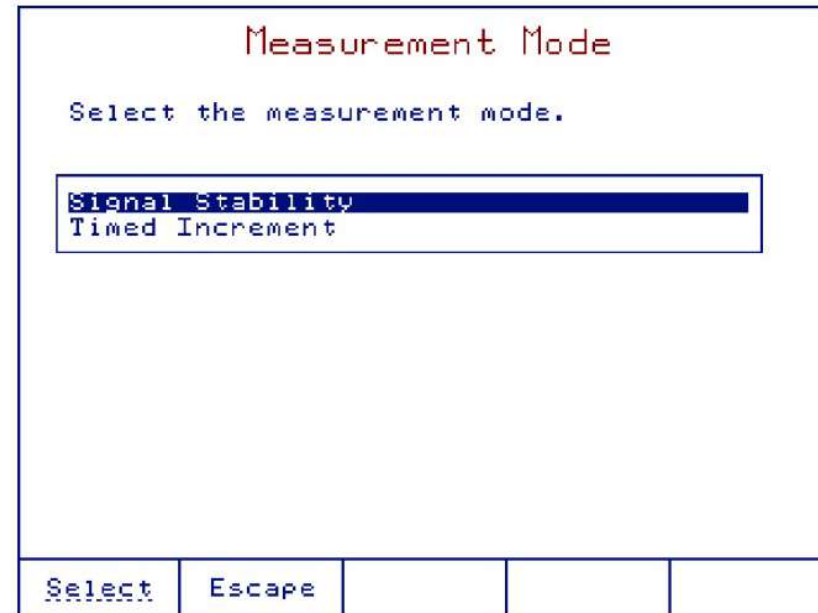
## Modo de medición

### Incremento temporizado

**Incremento temporizado:** Intervalo de dosificación



✓ Rango : 2 – 180 segundos



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Modo de medición

### Estabilidad de señal

**Estabilidad de la señal:** Criterios de estabilidad

0.3	mV	- delta E
2	seconds	- delta t
3	seconds	- t min wait
30	seconds	- t max wait

- ✓ Rango **delta E**: 0,1 – 99,9 mV.
- ✓ Rango **delta t**: 1- 10 segundos.
- ✓ Rango **t min wait**: 2 – t max wait.
- ✓ Rango **t max wait**: t min wait – 180 segundos

Measurement Mode

Select the measurement mode.

Signal Stability  
Timed Increment

Select    Escape            

*Si ha transcurrido el **t max de wait**, se añade una nueva dosis, aunque no se alcance la estabilidad de la señal.*

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Modo de medición

### Estabilidad de señal

Ejemplo:

- delta E: 0.5 mV
- delta t: 1.5 seg
  - t-min: 2 seg
  - t-max: 20seg



**Measurement Mode**

Select the measurement mode.

**Signal Stability**  
Timed Increment

Select    Escape

---

**Signal Stability**

Enter mV variation (delta E) in the time interval (delta t) min and max wait time period to the next sample measurement.

0.5	mV	- delta E
1.5	seconds	- delta t
2	seconds	- t min wait
20	seconds	- t max wait

Accept    Escape    Delete Digit    Next



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

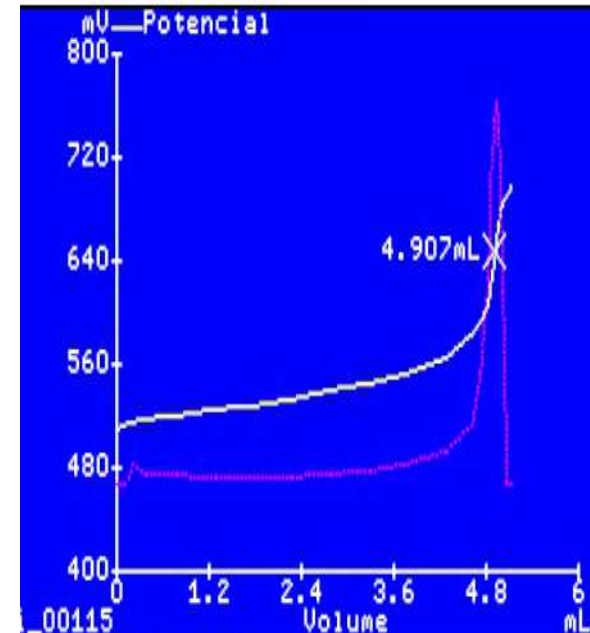
## Modo de medición

### Estabilidad de señal

Las lecturas son consideradas estables cuando su razón de cambio es menor a 0.5 mV (delta E) por 1.5 segundos (delta t).

El titulador dosificará...

1. Después de *espera t min* si la lectura es estable,
2. Cuando la lectura se estabilice,
3. Al tiempo *espera t max*



Nr	V [mL]	mV	Graphic	Temp.[C]	Time
0	0.000	-272.0	0.0 A	17.9	00:00:00
1	0.050	-272.1	0.0 A	18.1	00:00:25
2	0.100	-272.0	0.0 A	18.1	00:00:28
3	0.200	-272.1	-0.5 A	18.1	00:00:31
54	5.300	-281.3	-3.3 A	18.9	00:02:57
55	5.400	-281.9	-6.1 A	18.9	00:03:00
56	5.500	-282.0	-7.3 A	18.9	00:03:03
57	5.600	-283.0	-4.6 A	18.9	00:03:05
58	5.700	-283.8	-1.5 A	18.9	00:03:08
59	5.800	-283.5	-51.9 A	19.0	00:03:11
60	5.900	-282.7	-113.5 A	19.0	00:03:20
61	6.000	-308.0	-200.6 A	19.0	00:03:34
62	6.008	-310.6	-212.7 A	19.0	00:03:38
63	6.017	-314.4	-249.6 A	19.0	00:03:44
64	6.025	-314.9	-214.3 A	19.0	00:03:47
65	6.041	-317.8	-156.1 A	19.0	00:03:52
66	6.057	-319.0	-71.8 A	19.0	00:03:55

**Signal Stability**

Enter mV variation (delta E) in the time interval (delta t) min and max wait time period to the next sample measurement.

mV - delta E

1.5 seconds - delta t

2 seconds - t min wait

20 seconds - t max wait

Accept    Escape    Delete Digit    Next

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Modo de medición

### Estabilidad de señal

- Configurando el titulador para que permita estabilizar la lectura antes de dosificar, podemos garantizar detección precisa del punto final.
- Configurando un tiempo máximo de espera entre dosis, podemos garantizar que la titulación se complete de manera oportuna.

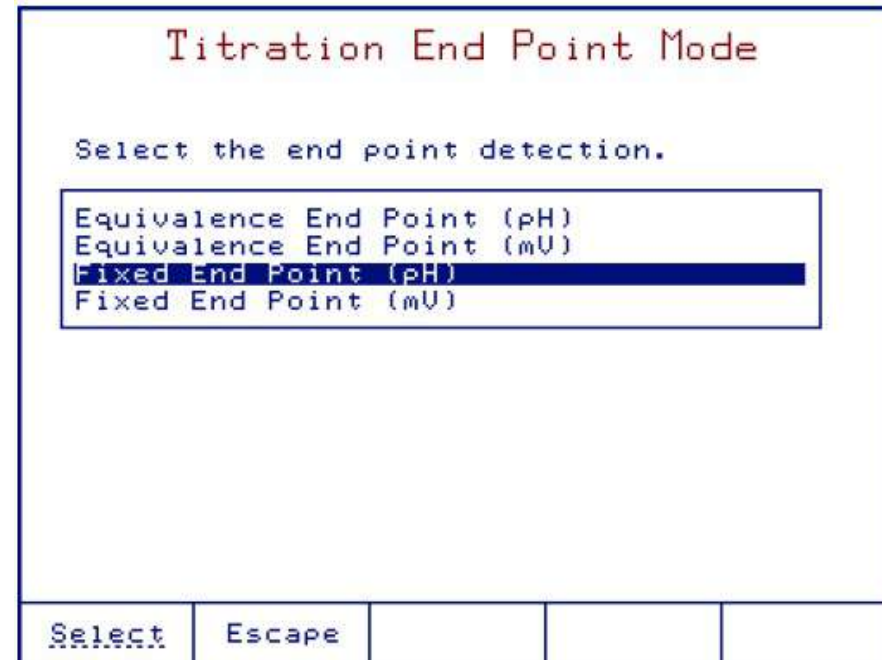




# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Modo punto final

- Punto final Fijo
  - pH
  - mV
- Punto final Equivalencia
  - Primera derivada
  - Segunda derivada



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

- **Punto final fijo:** la titulación es finalizada de forma normal cuando el valor de pH/mV programado es superado. El volumen del punto final reportado es interpolado entre el volumen dispensado por debajo del valor de pH/mV programado y el volumen dispensado cuando se excede el valor de pH/mV programado.

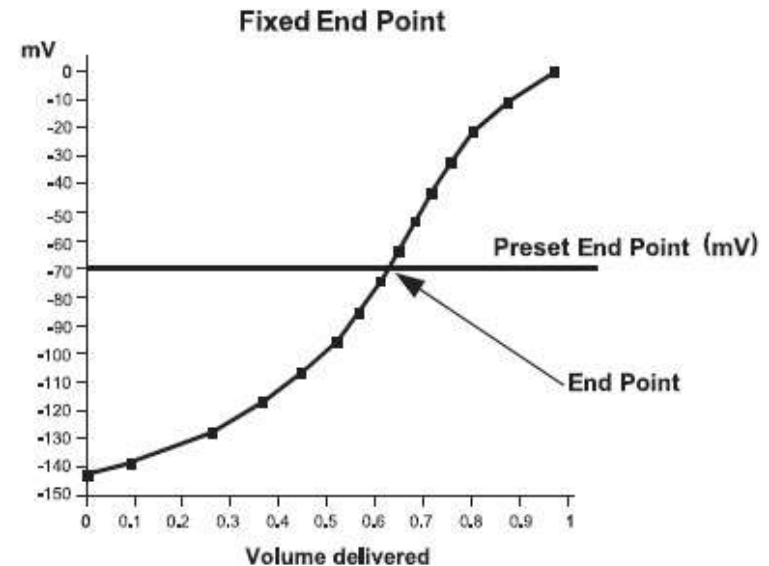
Preset pH End Point

Enter the end point pH value.

8.600 pH

The range is from -2.000 to 20.000 pH.

Accept	Escape	Delete Digit		
--------	--------	--------------	--	--



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

- **Punto final equivalente:**  
Se detecta el punto de equivalencia (titulante y analito en iguales proporciones estequiométricas)

Number of Equivalence Points

Enter the number of equivalence points to be found.

3 points

The range is between 1 and 5 equivalence points.

Accept	Escape	Delete Digit		
--------	--------	--------------	--	--

# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA

Primera derivada

Segunda derivada

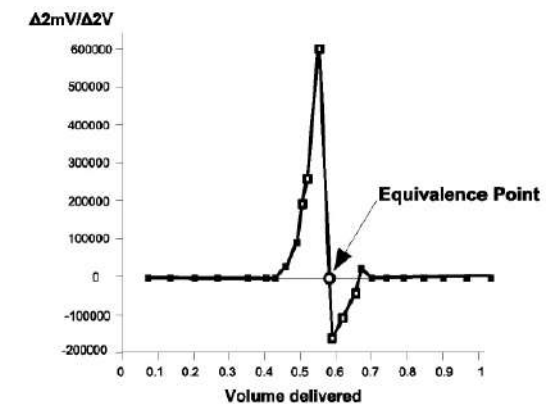
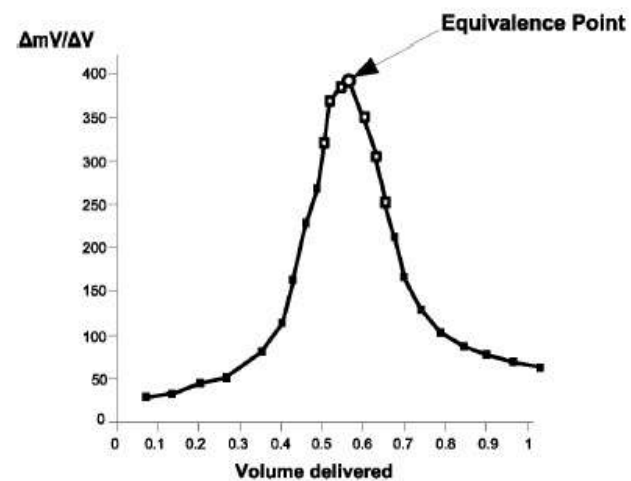
Pendiente máxima de la curva de titulación

Punto de inflexión

Cambio brusco de la pendiente

Pendiente de la primera derivada pasa a ser negativa

Se usa para curvas planas de primera derivada



# OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS

## Umbral



Recognition Options

Select the options for equivalence point recognition.

Threshold	500 mV/mL
Range	NO
Filtered Derivatives	NO

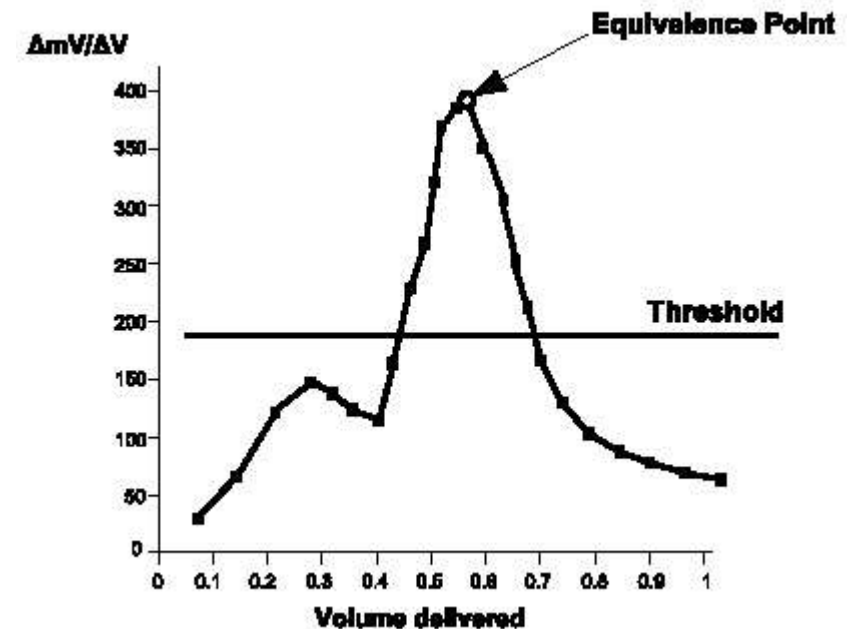
Select	Escape			
--------	--------	--	--	--

# UMBRAL (THRESHOLD)

El umbral es el **valor por debajo del cual el algoritmo de detección no buscar el punto de equivalencia**. Representa el valor absoluto de la primera derivada, expresado en mV/mL .

- Una vez el umbral es alcanzado, el titulador dosificará 3 dosis adicionales.
- Si la pendiente de la derivada no es superada en 3 dosis, el titulador asumirá que este es el punto final.

TITRATION CURVE PROFILE	THRESHOLD [mV/mL]
FLAT	1 to 450
NORMAL	450 to 1800
STEEP	1800 to 9999



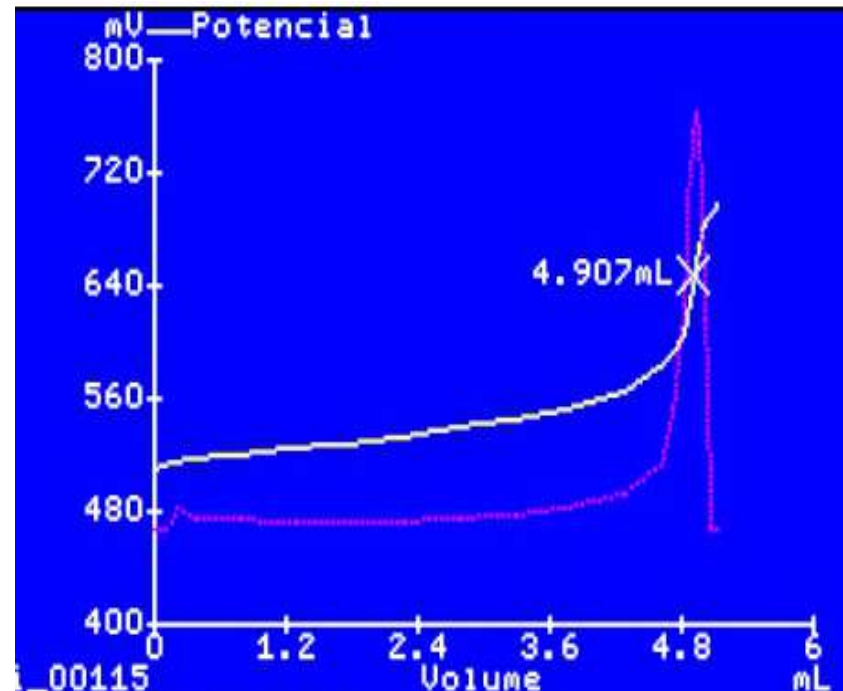
# UMBRAL (THRESHOLD)

1. Primero realizar una **valoración completa** de los datos. (9999 mV/mL)

Threshold				
Enter the threshold for equivalence point detection.				
EQ 1 Threshold: <input type="text" value="500"/> mV/mL				
Recommended value is between: 1 and 450 mV/mL for FLAT Curve, 450 and 1800 mV/mL for NORMAL Curve, 1800 and 9999 mV/mL for STEEP Curve.				
Accept	Escape	Delete Digit		Next Threshold

# UMBRAL (THRESHOLD)

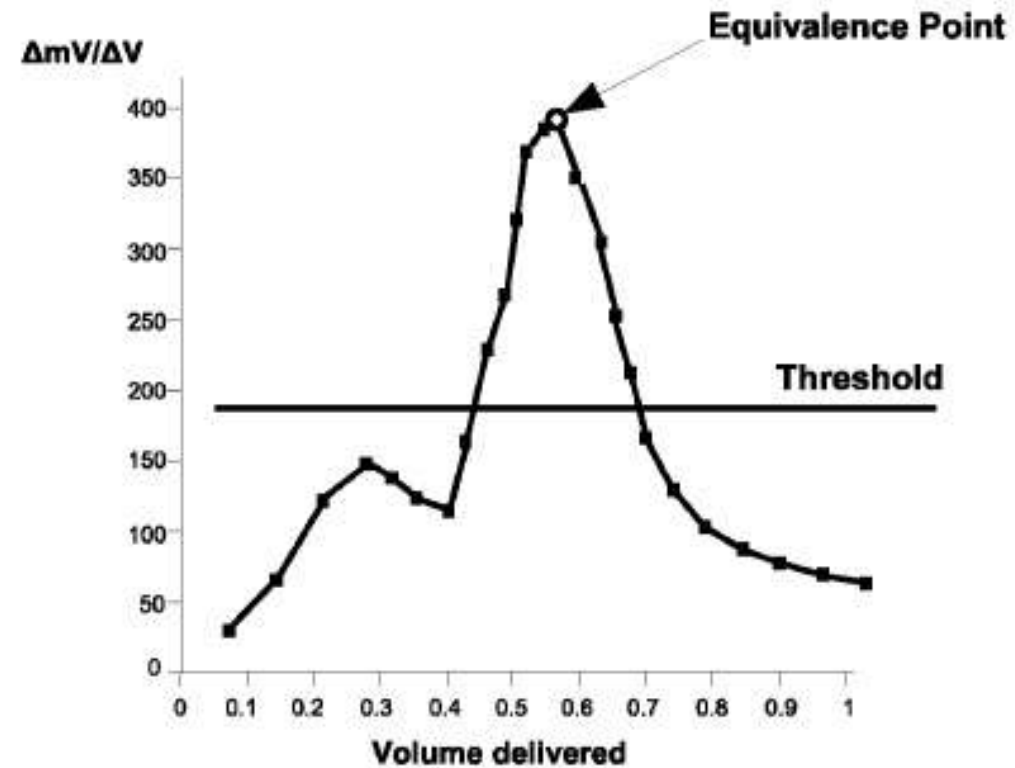
2. Revisar en el reporte de la titulación el **valor absoluto más alto de la primera derivada**.



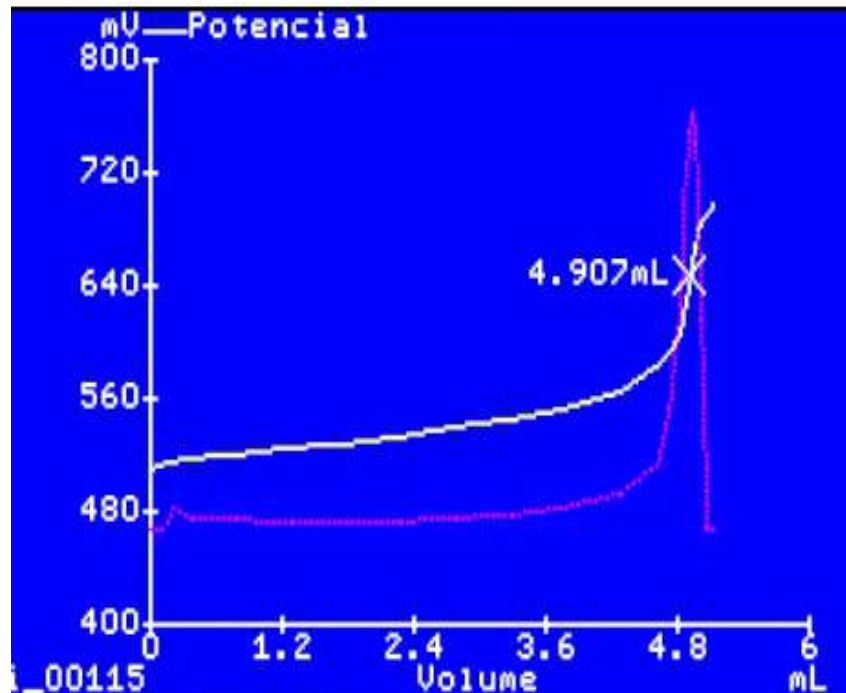


# UMBRAL (THRESHOLD)

3. El valor recomendado es el **40%** del valor absoluto de la primera derivada.

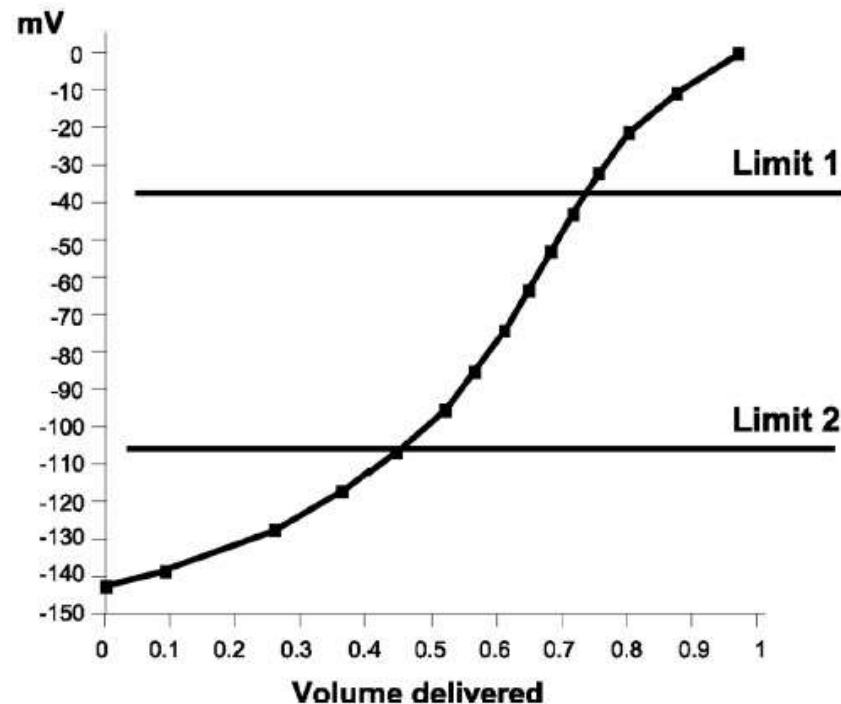


# UMBRAL (THRESHOLD)



Nr	V [mL]	mV	Graphic	Temp.[C]	Time
0	0.000	-272.0	0.0 A	17.9	00:00:00
1	0.050	-272.1	0.0 A	18.1	00:00:25
2	0.100	-272.0	0.0 A	18.1	00:00:28
3	0.200	-272.1	-0.5 A	18.1	00:00:31
54	5.300	-281.3	-3.3 A	18.9	00:02:57
55	5.400	-281.9	-6.1 A	18.9	00:03:00
56	5.500	-282.0	-7.3 A	18.9	00:03:03
57	5.600	-283.0	-4.6 A	18.9	00:03:05
58	5.700	-283.8	-1.5 A	18.9	00:03:08
59	5.800	-283.5	-51.9 A	19.0	00:03:11
60	5.900	-282.7	-113.5 A	19.0	00:03:20
61	6.000	-308.0	-200.6 A	19.0	00:03:34
62	6.008	-310.6	-212.7 A	19.0	00:03:38
63	6.017	-314.4	-249.6 A	19.0	00:03:44
64	6.025	-314.9	-214.3 A	19.0	00:03:47
65	6.041	-317.8	-156.1 A	19.0	00:03:52
66	6.057	-319.0	-71.8 A	19.0	00:03:55

# DETECCIÓN DEL PUNTO FINAL A PARTIR DEL RANGO



- Se establece un rango de detección del punto de equivalencia.

-2.0 mV - EQ 1 Limit1

20 mV - EQ 1 Limit2

- ✓ Rango pH: -2,000 – 20,000
- ✓ Rango mV: -2000,0 – 2000,0

# DETECCIÓN DEL PUNTO FINAL A PARTIR DE DERIVADAS FILTRADAS

- Incluye un filtro en el algoritmo de cálculo de la 1ra y 2da derivada para **reducir ruido** del sensor (mV-pH)

## El ruido se puede presentar por:

- ✓ Propiedades químicas de la muestra.
- ✓ Reacciones lentas.
- ✓ Respuesta del electrodo.
- ✓ Configuración incorrecta.

Filtered Derivatives Option

Select option for filtered derivatives.

NO
<b>YES</b>

"NO" - without filtered derivatives.  
"YES" - with filtered derivatives.

Select	Escape			
--------	--------	--	--	--

# PROCEDIMIENTO OPERATIVO



# PROCEDIMIENTO OPERATIVO

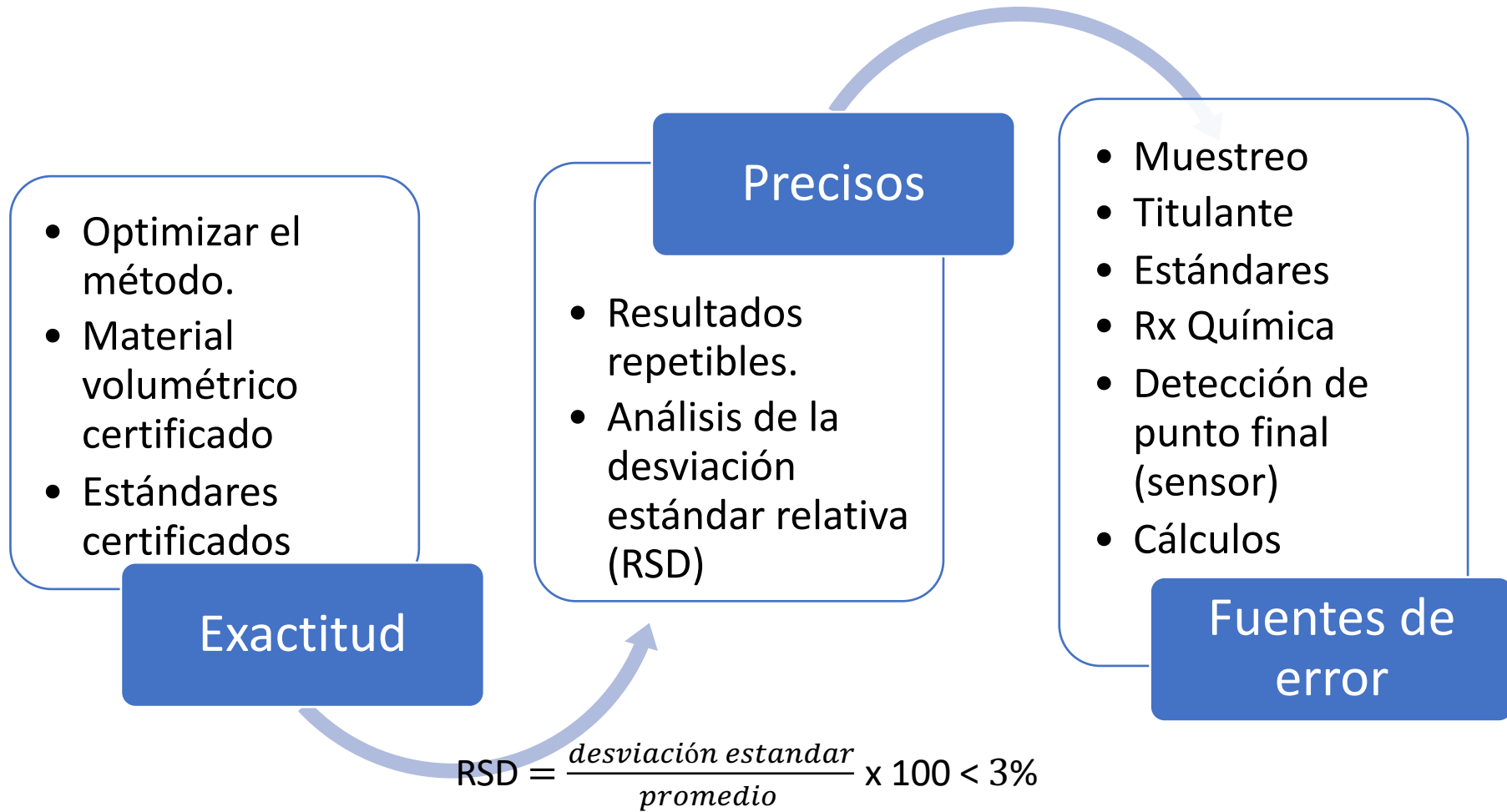
1. Configuración de la metodología.

2. Calibración del electrodo indicador

3. Garantizar el contacto la muestra con el electrodo indicador y homogenización del analito.

4. Evaluación de desempeño

# RESULTADO DE TITULACIÓN



# DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA





# TITULADORES POTENCIÓMETRICOS



HI 932C1-01	Titulador 1 bomba-1 tarjeta análoga entrada
HI 932C2-01	Titulador 1 bomba-2 tarjetas análogas entrada



HI 931-01	Titulador 1 bomba-1 tarjeta análoga entrada
-----------	---

## TITULADORES POTENCIOMÉTRICOS

HI 931	HI 932
<b>Punto de equivalencia único</b> en pH/mV (primera o segunda derivada)	Punto de equivalencia mV/pH ( <b>hasta 5 puntos</b> , 1ra o 2da derivada)
<b>No Compatible con autosampler</b>	Compatible con HI 921 y HI 922 (autosampler)
Se suministra con una tarjeta análoga	Se suministra con una o dos tarjetas análogas (HI 932C1/HI 932C2)
Compatible con electrodos BNC: pH/ORP/ISE combinados y media celda y electrodos Fotométricos	
Modo de lectura para pH/ORP/ISE/°T	
Calibración pH y ISE hasta 5 puntos y mV 1 punto	
Compatible con buretas de 5, 10, 25 y 50 ml con bomba dosificadora de 40.000 pasos	
Conexión de periféricos: 1 x Mini DIN de 6 pines (teclado de PC externo) /1 x Conector DB-25 (impresora) /1 x USB Estándar B (conexión a PC) /1 x Conector DB9 (balanza analítica) / 1 x USB Estándar A (unidad flash USB)	
ácido / base (modo pH o mV), redox, precipitación, complexométrica, no acuosa, Ion selectivo , argentométrica y retrotitulación ( <i>únicamente HI 932C2-01</i> )	

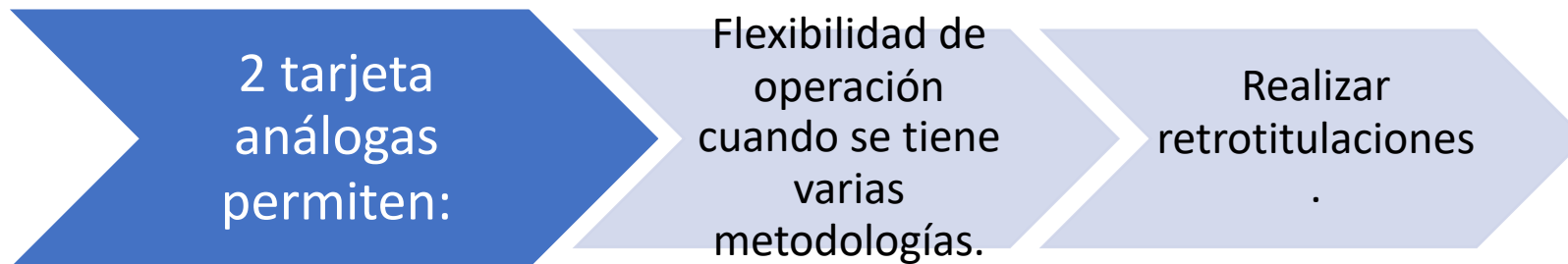
# TITULADORES POTENCIÓMETRICOS



Tarjeta análoga

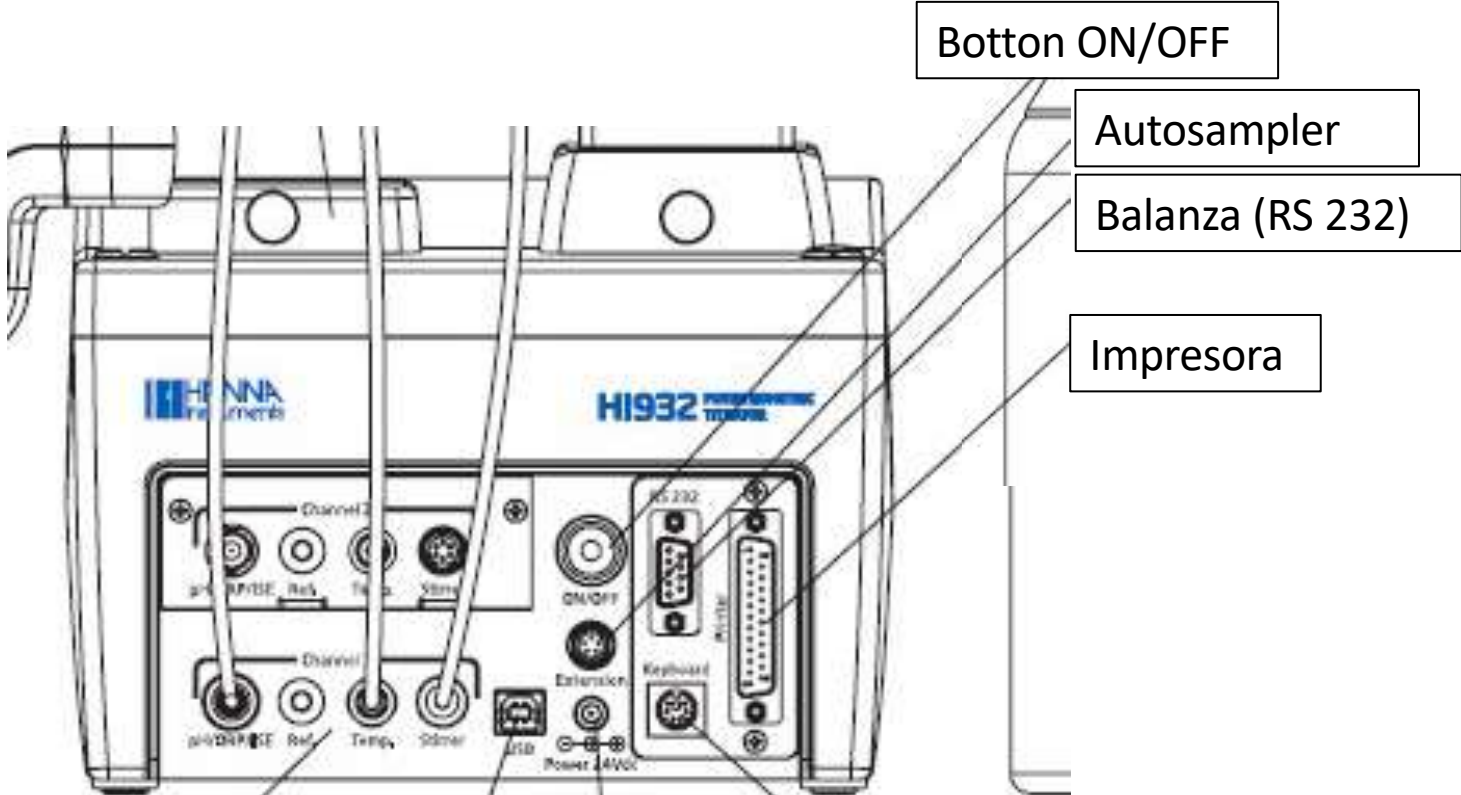


Tarjetas análogas



*No se puede realizar 2 titulaciones de manera simultanea.*

# TITULADORES POTENCIÓMETRICOS



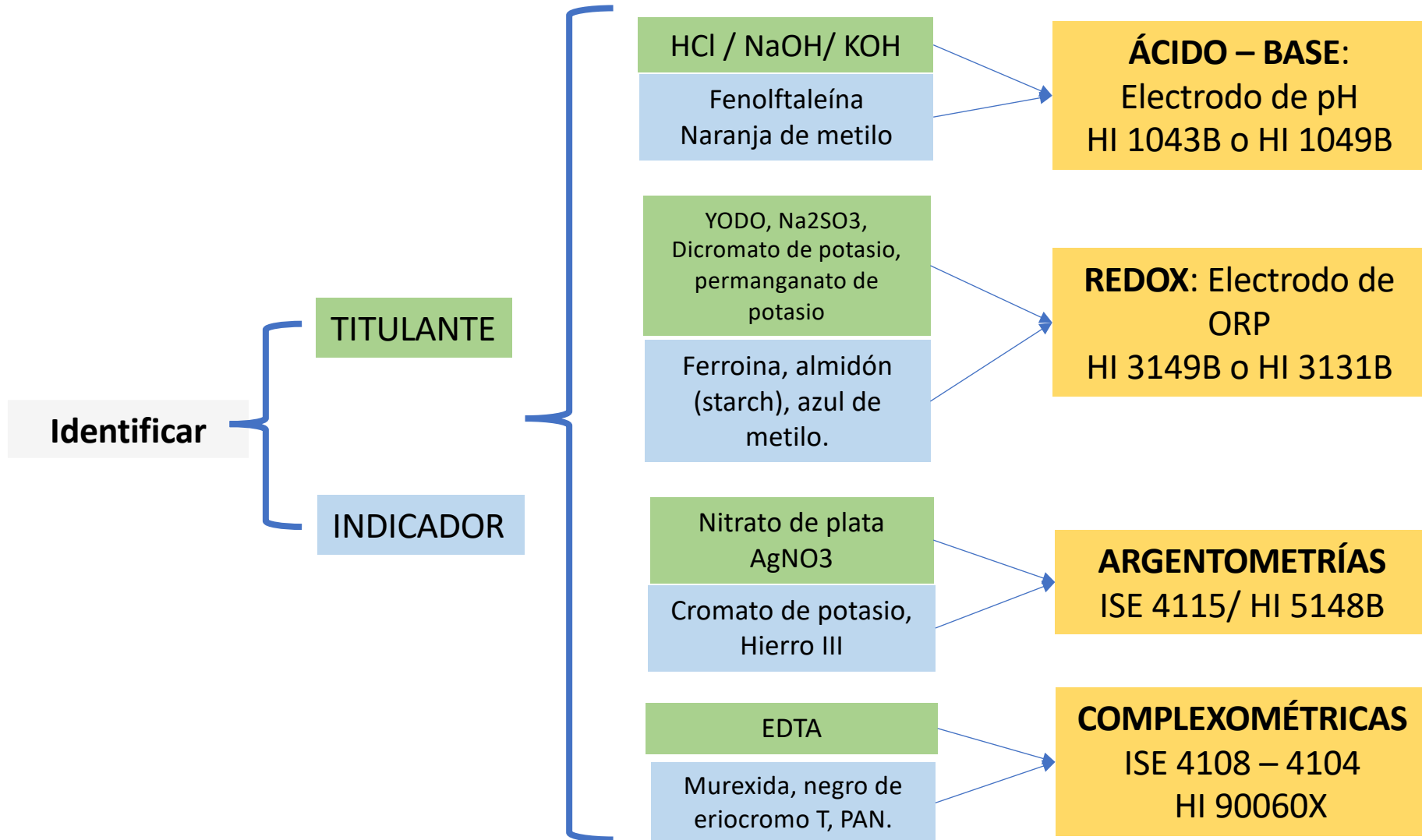
Tarjeta análoga:  
Conexión BNC,  
electrodo de referencia,  
T y agitador

Conexión  
PC

Conexión de  
adaptador  
de corriente

Teclado

# ¿APLICACIÓN?



# ELECTRODOS

Referencia	Descripción	Unión	Aplicación
HI 1043B	pH triple unión cerámica		<b>Titulaciones ácido base acuosas y no acuosas:</b> Alcalinidad, TAN,TBN, Acidez (jugos, pulpas, harinas, aguas). <b>Titulantes:</b> NaOH, HCl, Acido perclórico, ácido sulfúrico, acido nítrico, tetra-n. butil amonio, KOH en etanol, NaOH en propanol.
HI 1049B	pH con CPS (no acuosas)		
HI 3131B	ORP de pin Platino unión simple		
HI 3149B	ORP de anillo de platino con CPS, (no acuosas)		<b>Titulaciones redox acuosas y no acuosas:</b> Acido ascórbico, Peróxidos, Cloro libre y total, oxígeno disuelto, sulfitos, DQO. <b>Titulantes:</b> Dicromato de potasio, Yodo en solución, DPD, permanganato de potasio, Cloramina T,
HI 41XX	ISE		
HI 90096X	Fotométricos		Titulaciones que requieren de una solución indicadora que produzca un cambio de color a la longitud de onda del electrodo: <b>Complexométricas y ácido base</b>
HI 5148B	Alojamiento de plata		<b>Titulaciones argentométricas y de haluros</b> (cloruros, fluoruros, yoduros, bromuros), Nitrato de plata.

# CONSUMIBLES Y RECOMENDACIONES



# JERINGA



La exposición prolongada a los titulantes puede hacer que la jeringa, el émbolo, las mangueras de succión y dosificación de titulante se degraden con el tiempo. La degradación de estos componentes puede provocar fugas que pueden ser riesgo tanto para el personal como para la electrónica del equipo.

Jeringas HI 931-01 / HI 932-01

- HI 900250 (50mL)
- HI 900225 (25mL)
- HI 900210 (10mL)
- HI 900205 (5mL)



# REEMPLAZO DE JERINGA



JERINGA	
TITULANTE	FRECUENCIA APROXIMADA
SODA CAUSTICA (NaOH) <1N o 1M	1 vez al año
SODA CAUSTICA (NaOH) >1N o 1M	6 meses
No acuosos (Acido perclórico, KOH en 2-propanol, tetra n-butil amonio) 0.1N	1 vez al año
Cualquier titulante > 1N	1 vez al año
Titulantes < 0.1N	Cada 2 años

# REEMPLAZO DE TUBOS Y MANGUERAS



**HI 900270S** tubo de aspiración  
HI 901/HI 902  
HI 931 HI 932



**HI 900280S** tubo de dosificación  
HI 901/HI 902  
**HI 930280** tubo de aspiración  
HI 931 HI 932

TUBOS/MANGUERAS	
TITULANTE	FRECUENCIA APROXIMADA
Titulantes que cristalizan o forman precipitado (nitrato de plata, Yodo, NaOH, KOH)	3 - 6 meses
Otros titulantes	1 vez al año

# REVISIÓN DE ELECTRODOS

## PENDIENTE DE ELECTRODOS pH:

- ✓ Titulaciones de puntos de equivalencia: 60 - 120%.
- ✓ Titulaciones de punto final: 85 – 105%

Cambio de electrodo realizando el almacenamiento y limpieza correspondiente	
Tipo de electrodo	Frecuencia aproximada
pH	18 - 24 meses
ORP	3 años
ISE estado sólido	
Electrodos fotométricos	
Electrodos con alojamiento de plata	
ISE membrana líquida	Trimestral

# Recomendaciones operativas

- ✓ Terminada la titulación y si el equipo no va a ser utilizado es fundamental retirar el titulante y realizar purgas con agua desionizada.
- ✓ Lavar el electrodo finalizada la titulación con abundante agua desionizada y seguido almacenar el KCl 3.5 M fresco.
- ✓ Mantener el electrodo calibrado permite obtener resultados repetibles.



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Para mayor información y las soluciones que Hanna Instruments ofrece para ti, no dudes en contactarnos.

Ricardo Barrera Hernández

Product Manager Tituladores

(57 1) 518 9995 Ext. 150 / 315 503 1119

[ricardo@hannacolombia.com](mailto:ricardo@hannacolombia.com)

[www.hannacolombia.com](http://www.hannacolombia.com)

