

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
ESCUELA DE GRADUADOS



TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD, QUIMICA ANALITICA

POR

ELSA MARIA AGUILAR GONZALEZ

1983

TM

Z5521

FCQ

1983

A3



1020066872

FAC. CIENCIAS
QUIMICAS



DIVISION ESTUDIOS
SUPERIORES BIBLIOTECA

INVENTARIADO
AUDITORIA
U. A. N. L.

A handwritten signature or set of initials, possibly "VZ", written in a cursive style with a long horizontal stroke extending to the right.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
ESCUELA DE GRADUADOS



T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD. QUIMICA ANALITICA**

P O R

ELSA MARIA AGUILAR GONZALEZ

1983

FM
ZSSZ1
FOA
1983
A3



133127

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
ESCUELA DE GRADUADOS

JUNIO DE 1983

SEÑOR DIRECTOR DE LA ESCUELA DE GRADUADOS:

LA TESIS ELABORADA POR

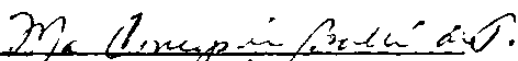
ELSA MARÍA AGUILAR GONZÁLEZ

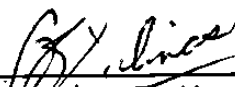
INTITULADA "CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICO EN UN
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS"

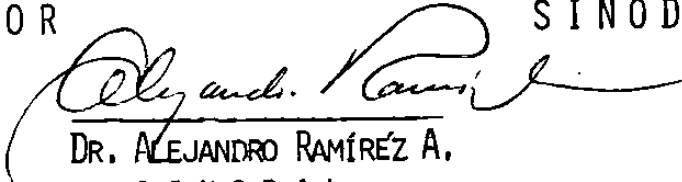
HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
GRADO ACADÉMICO

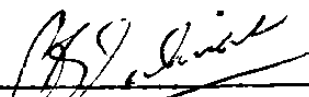
MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD QUÍMICA ANALÍTICA


M. EN C. CONCEPCIÓN B. DE TREVIÑO
ASESOR


M. EN C. BLANCA E. V. DE SALINAS
SINODAL


DR. ALEJANDRO RAMÍREZ A.
SINODAL


M. EN C. BLANCA E. V. DE SALINAS
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA

A LA MEMORIA DE MIS PADRES

A MIS HERMANOS: CRISTINA, J. FRANCISCO, GRACIELA, ESTELA, ELVIRA
Y VÍCTOR.

A YOYI CON MI GRAN CARIÑO

AGRADECIMIENTOS

A LA MAESTRA CONCHITA BALLÍ MI AGRADECIMIENTO POR SUS ENSEÑANZAS Y PACIENDA DURANTE LA ASESORÍA DE LA TÉSIS.

AL ING. LONGORIA POR HABERME DADO TODAS LAS FACILIDADES PARA EL DESARROLLO DE LA MISMA.

A VLADIMIR, MARY, NARCE Y TODO EL PERSONAL DEL CERA QUE EN FORMA DIRECTA O INDIRECTA COLABORARON.

A COQUIS POR SU VALIOSA AYUDA.

I N D I C E

- A) RESUMEN
- B) INTRODUCCION
- I. METODOLOGIA ANALITICA
- II. CONTROL DE EQUIPO
 - A.- MATERIAL DE VIDRIO Y REACTIVOS
 - 1.- MATERIAL DE VIDRIO
 - A) TIPO DE CRISTALERÍA
 - B) ERROR DE PARALAJE
 - C) TEMPERATURA
 - D) LIMPIEZA
 - 2.- REACTIVOS
 - A) GRADO REACTIVO
 - B) PREPARACIÓN
 - C) ALMACENAMIENTO
 - B.- INSTRUMENTACION
 - 1.- BALANZA ANALITICA
 - 2.- POTENCIOMETRO
 - 3.- CONDUCTIMETRO
 - 4.- NEFELOMETRO
 - 5.- ESPECTROFOTOMETRO
 - A) VISIBLE
 - B) ABSORCIÓN ATÓMICA

III. EVALUACION DE RESULTADOS

A.- METODOS ESTADISTICOS

- 1.- LIMITES DE ACEPTACION
- 2.- ERROR TOTAL
- 3.- DISTRIBUCION "F"

B.- CORRECCION DE CURVAS DE CALIBRACION

- 1.- CORRELACION LINEAL
- 2.- REGRESION CURVILINEA

C.- GRAFICAS DE RINGBOM

IV. SIGNIFICADO SANITARIO

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI. BIBLIOGRAFIA

A) RESUMEN

CON EL OBJETO DE PROPORCIONAR UNA GUÍA QUE NOS AYUDE A MEJORAR LA CALIDAD ANALÍTICA DENTRO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS EN UNA FORMA SENCILLA Y --- PRÁCTICA, SE ELABORÓ LA PRESENTE MONOGRAFÍA EN LA -- CUAL SE INDICA LA METODOLOGÍA ANALÍTICA UTILIZADA -- PARA CADA DETERMINACIÓN, EN BASE A ESTO, SE MENCIONA EL MATERIAL DE VIDRIO, REACTIVOS Y EQUIPO NECESARIOS ASÍ COMO EL CUIDADO Y MANTENIMIENTO QUE DEBE LLEVARSE PARA CADA UNO:

SE INDICAN VARIOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN ESTADÍSTICOS CON LOS CUALES ES POSIBLE DETERMINAR LA EXACTITUD -- ANALÍTICA ENCONTRÁNDOSE QUE EL MÉTODO DE LÍMITES DE ACEPTACIÓN PUEDE SER UTILIZADO RUTINARIAMENTE COMO -- UN MÉTODO DE CONTROL.

FINALMENTE SE INDICA EL SIGNIFICADO SANITARIO PARA -- CADA PARÁMETRO ASÍ COMO LOS CRITERIOS PARA NORMAR LA CALIDAD DEL AGUA, CON LO CUAL ES POSIBLE SELECCIONAR LOS ANÁLISIS REQUERIDOS SEGÚN EL USO AL CUAL EL AGUA SE DESTINE.

B) INTRODUCCION

EL PRESENTE ESTUDIO TIENE COMO OBJETO ENCONTRAR MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS QUE NOS PERMITAN CONOCER Y EVALUAR LA NATURALEZA Y LAS FUENTES DE ERRORES ANALÍTICOS A LOS QUE ESTÁ SUJETO TODO LABORATORIO. PARA LOGRAR ESTO, SE BUSCÓ LA BIBLIOGRAFÍA NECESARIA Y SE TRATÓ DE OPTIMIZAR LOS PPOCEDIMIENTOS PARA LLEVAR UN CONTROL DENTRO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS TANTO DEL MATERIAL DE VIDRIO Y REACTIVOS ASÍ COMO DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS, LO CUAL, NOS PERMITIRÁN EN UNA FORMA OBJETIVA MINIMIZAR Y CONTROLAR EN LA MEDIDA EN QUE SEA POSIBLE TODAS LAS VARIABLES QUE PUE-- DAN AFECTAR LA RESPUESTA FINAL.

I.- METODOLOGIA ANALITICA

EN UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y AGUAS DE DE SECHO SE LLEVAN A CABO ANÁLISIS FÍSICOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS QUE PERMITEN DETERMINAR LA CALIDAD Y EL GRADO DE CONTAMINACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA. EN LA FIGURA No. 1 SE INDICAN LOS ANÁLISIS QUE SE REALIZAN EN UNA MUESTRA DE AGUA INCLUYÉNDOSE LAS PRUEBAS FÍSICAS ASÍ COMO LOS ANÁLISIS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS. LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA CADA CASO EN PARTICULAR DEPENDE DE FACTORES COMO SON LA EXACTITUD DEL MÉTODO, PRESENCIA O AUSENCIA DE SUSTANCIAS INTERFERENTES --- EQUIPO DISPONIBLE Y NÚMERO DE MUESTRAS QUE VAN A SER ANALIZADAS.

EN LA TABLA No. 1 SE INDICA EL MÉTODO ASÍ COMO LAS UNIDADES EMPLEADAS PARA CADA DETERMINACIÓN. DE ESTA TABLA PODEMOS OBSERVAR QUE SE UTILIZAN MÉTODOS CLÁSICOS: VOLUMETRÍA Y GRAVIMETRÍA, ASÍ COMO MÉTODOS INSTRUMENTALES: ESPECTROFOTOMETRÍA, NEFELOMETRÍA, POTENCIOMETRÍA. EN AMBOS, EL REQUERIMIENTO DE MATERIAL Y REACTIVOS SE INDICAN EN EL CAPÍTULO SIGUIENTE.

ANALISIS DE AGUAS Y AGUAS DE DESECHO

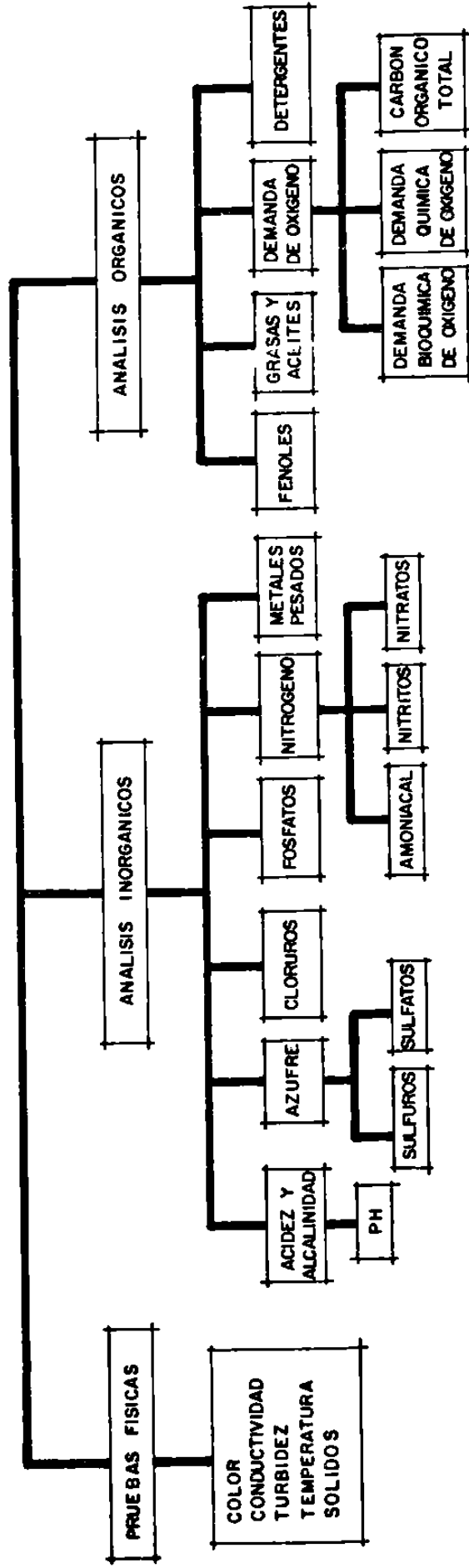


FIG. NO. 1

TABLA No. 1

ANALISIS	METODOLOGIA EMPLEADA	UNIDADES
PRUEBAS FISICAS		
COLOR	COMPARACIÓN VISUAL	U (PT-Co)
CONDUCTIVIDAD	CONDUCTIMÉTRICO	MMHOS/CM.
TURBIDEZ	NEFELOMÉTRICO	MG/L SiO_2
TEMPERATURA	TERMOMÉTRICO	°C
SÓLIDOS EN TODAS SUS FORMAS	GRAVIMÉTRICO	MG/L
CONSTITUYENTES INORGANICOS		
ACIDEZ Y ALCALINIDAD	VL NEUTRALIZACIÓN	MG/L $CaCO_3$
PH	POTENCIOMÉTRICO	
SULFATOS	TURBIDIMÉTRICO	MG/L $SO_4^{=}$
CLORUROS	VL PRECIPITACIÓN	MG/L Cl^-
FOSFATOS	EF CLORUROS ESTANOSO	MG/L PO_4^{3-}
N- AMONIACAL	VL ACIDIMÉTRICO	MG/L N-NH ₃
N- NITRITOS	EF DIAZOTIZACIÓN	MG/L N-NO ₂
N- NITRATOS	EF BRUCINA	MG/L N-NO ₃
CONSTITUYENTES ORGANICOS		
GRASAS Y ACEITES	GR EXTRACCIÓN SOXHLET	MG/L GRASA TOTAL
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	VL OXIDO-REDUCCIÓN IODOMÉTRICO	MG/L DBO
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	VL OXIDACIÓN CON DICROMATO	MG/L DQO
SUBSTANCIAS ACTIVAS AL AZÚL DE METILENO	EF AZÚL DE METILENO	MG/L SAAM
EF ESPECTROFOTOMETRICO		
GR GRAVIMETRICO		
NF NEFELOMETRICO		
VL VOLUMETRICO		

II.- CONTROL DE EQUIPO

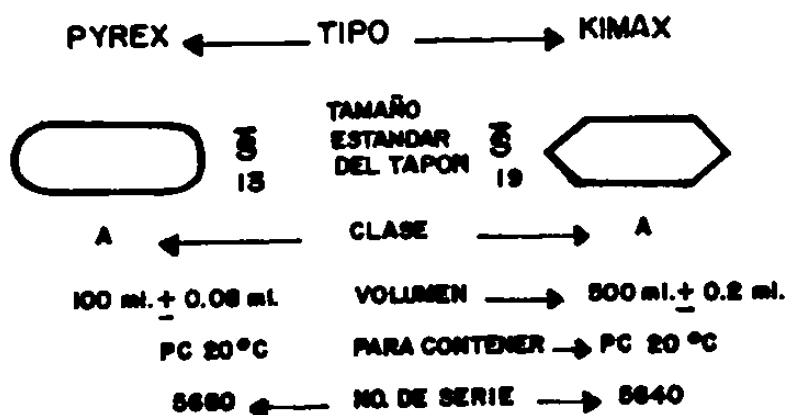
A) MATERIAL DE VIDRIO Y REACTIVOS

1.- MATERIAL DE VIDRIO

LA GRAN SENSIBILIDAD DE LOS SISTEMAS ANALÍTICOS, LOS HACE SUSCEPTIBLES A ERRORES CAUSADOS POR EL USO, ELECCIÓN O LIMPIEZA INDEBIDOS DEL MATERIAL VOLUMÉTRICO EMPLEADO. POR LO CUAL - SE HACE NECESARIO TENER EN CUENTA CIERTOS FACTORES IMPORTANTES PARA MINIMIZAR ESTE TIPO DE ERRORES:

A) TIPO DE CRISTALERÍA

LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA QUE MÁS COMUNMENTE SE EMPLEAN SON MATRACES AFORADOS, BURETAS, PIPETAS Y PROBETAS GRADUADAS. CADA UNO DE ELLOS ESTA CALIBRADO PARA CONTENER (PC) O PARA VERTER (PV) UN VOLUMEN DEFINIDO DE LÍQUIDO. ESTO VIENE INDICADO EN EL MATERIAL JUNTO CON LA TEMPERATURA A LA CUAL FUÉ CALIBRADO, ASÍ COMO CON LA MARCA, VOLUMEN, NÚMERO DE TAPÓN (ST) Y CON LA CLASE "A" QUE NOS INDICA QUE EL MATERIAL NO NECESITA SER RECALIBRADO.



EL MATERIAL CALIBRADO PARA CONTENER NUNCA DEBE SER USADO COMO UN SUSTITUTO DEL MATERIAL CALIBRADO PARA VERTER CUANDO SE REQUIERE EXACTITUD YA QUE SIEMPRE QUEDARÁ ALGO DE LÍQUIDO REMANENTE EN EL RECIPIENTE POR ADHERENCIA CAPILAR Y LA CANTIDAD VERTIDA SERÁ MENOR.

B) ERROR DE PARALAJE

LA PRECISIÓN DEL TRABAJO VOLUMÉTRICO DEPENDE EN PARTE DE LA EXACTITUD CON LA CUAL SE MIDE EL VOLUMEN DE LAS SOLUCIONES.

LA LECTURA DE VOLÚMENES SE HACE TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LA PARTE INFERIOR DEL MENISCO DEL LÍQUIDO, DE TAL MANERA QUE SEA TANGENTE A LA MARCA DE CALIBRACIÓN. EL ERROR DE PARALAJE ES PRODUCIDO POR UNA COLOCACIÓN DEFECTUOSA DEL OBSERVADOR, ES DECIR, CUANDO LA MARCA DEL MATERIAL SE COLOCA A UNA ALTURA MAYOR O MENOR QUE LA ALTURA DE LOS OJOS.

C) TEMPERATURA

OTRA FUENTE DE ERROR ES LA TEMPERATURA, DE LA CUAL RESULTAN CAMBIOS EN LA CAPACIDAD ACTUAL DEL MATERIAL DE VIDRIO ASÍ COMO EN EL VOLUMEN DE LAS SOLUCIONES. LA MAYORÍA DE LAS SOLUCIONES 0.1 N AUMENTAN APROXIMADAMENTE 0.20 ML POR CADA GRADO CENTIGRADO DE AUMENTO.

2.- REACTIVOS

LA CALIDAD ANALÍTICA DEPENDE EN FORMA DIRECTA DEL GRADO, PREPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE -- LOS REACTIVOS EMPLEADOS.

A) GRADO REACTIVO

EL GRADO DE UN REACTIVO VARIA DESDE "TÉCNICO" HASTA "ULTRA-PURO". LA PUREZA DEL MATERIAL REQUERIDO EN QUÍMICA ANALÍTICA VARIARÍA CON EL TIPO DE ANÁLISIS A SER MEDIDO, SENSITIVIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN. SIN EMBARGO, PARA LA MAYORÍA DE LOS ANÁLISIS DE AGUAS EL REACTIVO GRADO ANALÍTICO ES SATISFACTORIO.

B) PREPARACIÓN

LOS REACTIVOS DEBEN SIEMPRE PREPARARSE Y ESTANDARIZARSE CON EL MAYOR CUIDADO Y MEJOR TÉCNICA, CONTRA VERDADEROS ESTÁNDARES PRIMARIOS, Y REESTANDARIZARSE O PREPARARSE TAN FRECUENTEMENTE COMO LO REQUIERA SU ESTABILIDAD. DEBE CUIDARSE ADEMÁS DE QUE NO EXISTAN SIGNOS DE DETERIORO COMO SON CAMBIOS DE COLOR, FORMACIÓN DE PRECIPITADOS Y CONCENTRACIÓN.

TODOS LOS REACTIVOS QUÍMICOS ANHÍDROS UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES ESTÁNDAR, DEBEN SECARSE A UNA TEMPERATURA DE 105 A 110 °C POR LO MENOS DE UNA A DOS HORAS Y PREFERENTEMENTE TODA LA NOCHE.

LAS SOLUCIONES DEBEN SER MEDIDAS A LA TEMPERATURA A LA CUAL FUÉ CALIBRADO EL MATERIAL EMPLEADO. ESTA TEMPERATURA ES GENERALMENTE DE 20 °C.

D) LIMPIEZA

EL MÉTODO DE LIMPIEZA DEPENDE DE LA SUBSTANCIA QUE VA A SER REMOVIDA Y DE LA DETERMINACIÓN QUE SE VA A LLEVAR A CABO.

EL LAVADO CON DETERGENTE NO ES SUFICIENTE EN LOS CASOS DE PIPETAS, BURETAS Y MATRACES VOLUMÉTRICOS POR LA FORMA ESPECIAL QUE PRESENTAN. EN ESTOS CASOS PUEDE UTILIZARSE MEZCLA CRÓMICA (35 ML DE SOLUCIÓN SATURADA DE DICROMATO DE POTASIO DILUIDO A UN L. CON ACIDO SULFÚRICO CONC). ÉSTA SOLUCIÓN ES EMPLEADA TAMBIÉN PARA LA LIMPIEZA DEL MATERIAL EMPLEADO EN LA DETERMINACIÓN DE FOSFATOS Y DETERGENTES.

LAS CELDAS DE ABSORCIÓN USADAS EN LOS ESPECTROFOTÓMETROS DEBEN LIMPIARSE CON DETERGENTE PARA ELIMINAR RESIDUOS ORGÁNICOS Y PUEDEN SER ENJUAGADOS CON ALGÚN SOLVENTE ORGÁNICO O CON ÁCIDO NÍTRICO 1+1. NO SE RECOMIENDA DEJARLAS REMOJAR EN SOLUCIONES CAÚSTICAS YA QUE PUEDEN OPACARSE, NI EMPLEAR LA SOLUCIÓN DE DICROMATO DEBIDO A QUE ÉSTE SE ABSORBE SOBRE EL VIDRIO.

c) ALMACENAMIENTO

UNA VEZ PREPARADOS LOS REACTIVOS EL ANALISTA DEBE PRESERVARLOS DE CONTAMINACIÓN Y DE TERIORO ANTES DE SU USO, YA QUE ALGUNAS SOLUCIONES ESTÁNDAR SE ALTERAN LENTAMENTE DE BIDO A CAMBIOS QUÍMICOS O BIOLÓGICOS.

EN GENERAL, LOS FRASCOS DE BOROSÍLICATO -- CON TAPONES DE VIDRIO ESMERILADO SE RECOMIENDA PARA LA MAYORÍA DE LOS SOLVENTES Y SOLUCIONES ESTANDAR. LOS FRASCOS DE PLÁSTICO POR EJEMPLO EL POLIETILENO, SE RECOMIENDA PARA LAS SOLUCIONES ALCALINAS.

EL AGENTE PRESERVANTE, ASÍ COMO LA FRECUENCIA REQUERIDA DE ESTANDARIZACIÓN PARA CADA REACTIVO, SE INDICA EN LA TABLA No. 2.

A) INSTRUMENTACION

INTRODUCCION

LOS INSTRUMENTOS ANALÍTICOS, SON DE GRAN IMPORTANCIA EN LOS ANÁLISIS DE AGUAS Y AGUAS DE DESECHO, YA QUE NOS AYUDAN A OBTENER RESPUESTAS MÁS RÁPIDAS, Y EN ALGUNAS OCASIONES A LOGRAR MAYOR EXACTITUD. ENTRE LOS MÁS COMUNMENTE EMPLEADOS TENEMOS LOS SIGUIENTES:

- BALANZA ANALÍTICA
- POTENCIÓMETRO
- CONDUCTÍMETRO
- NEFELÓMETRO
- ESPECTROFOTÓMETRO
 - A) VISIBLE
 - B) ABSORCIÓN ATÓMICA

T A B L A No. 2

PARAMETRO A MEDIR	R E A C T I V O	O B S E R V A C I O N E S
ACIDEZ	BIFTALATO DE POTASIO 0.05 N	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTANDAR PRIMARIO. • SECAR A 120° C POR 2 HORAS.
	HIDROXIDO DE SODIO 0.02 N	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTANDAR SECUNDARIO. • ALMACENAR LA SOLUCIÓN EN UN RECIPIENTE DE POLIETILENO PROTEGIDO DEL CO₂ ATMOSFÉRICO • DILUIR LA SOLUCIÓN CON AGUA LIBRE DE CO₂ VALORAR MENSUALMENTE.
ALCALINIDAD	CARBONATO DE SODIO 0.05 N	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTANDAR PRIMARIO. • SECAR A 250° C POR 4 HORAS.
	ACIDO SULFÚRICO 0.02 N	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTÁNDAR SECUNDARIO. • DESCARTAR LA SOLUCIÓN CUANDO SE OBSERVE LA FORMACIÓN DE HONGOS. • VALORAR MENSUALMENTE.
CLORUROS	CLORURO DE SODIO	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTÁNDAR PRIMARIO. • SECAR A 140° C. • DILUIR LA SOLUCIÓN CON AGUA LIBRE DE CLORUROS.
	NITRATO DE PLATA	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTÁNDAR SECUNDARIO. • ALMACENAR EN FRASCO OSCURO. • VALORAR MENSUALMENTE.

PARÁMETRO A MEDIR	R E A C T I V O	O B S E R V A C I O N E S
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXÍGENO.	ALMIDON TIOSULFATO DE SODIO 0.025 N	<ul style="list-style-type: none"> • PRESERVARLO CON 1.25 G DE AC. SALICILICO/L Ó UNAS GOTAS DE TOLUENO. • CONSERVARLO EN REFRIGERACIÓN. • REACTIVO ESTÁNDAR SECUNDARIO. • PRESERVAR CON 5 ML DE CLOROFORMO Ó 0.4g DE NACH/L.
DEMANDA QUIMICA DE OXÍGENO.	DICROMATO DE POTASIO SULFATO FERROSO AMONIACAL 0.01 N	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTÁNDAR PRIMARIO. • SECAR A 103° C POR 2 HORAS ANTES DE SU PREPARACIÓN. • AÑADIR EL AC. SULFAMICO PARA ELIMINAR INTERFERENCIAS DEBIDAS A NITRITOS.
DUREZA	SOLUCIÓN AMORTIGUADORA	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTÁNDAR SECUNDARIO. • VALORAR DIARIAMENTE. • ALMACENAR LA SOLUCIÓN EN UN RECIPIENTE DE PLÁSTICO Ó VIDRIO RESISTENTE BIEN TAPADO PARA PREVENIR LA PÉRDIDA DE NH₃ Ó ABSORCIÓN DE CO₂. • DESCARTAR LA SOLUCIÓN CUANDO AL AGREGAR 1 Ó 2 ML DE ESTA EN LA MUESTRA NO SE PRODUZCA UN PH DE 10.0 ± 0.1 EN EL PUNTO FINAL DE LA TITULACIÓN.

PARÁMETRO A MEDIR	R E A C T I V O	O B S E R V A C I O N E S
	INDICADORES MUREXIDE Y ERIOCROMO NEGRO T.	<ul style="list-style-type: none"> • NO EXPONERLOS AL AIRE HÚMEDO, YA QUE TIENDEN A DETERIORARSE. • ES MAS ESTABLE CUANDO SE PREPARA CON CLORURO DE SODIO (5g. DE INDICADOR EN 100 G DE NaCl).
	ACIDO ETILEN DIAMINO TETRA ACETICO 0,01 M	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTÁNDAR SECUNDARIO. • ALMACENAR LA SOLUCIÓN EN UN RECIPIENTE DE POLIETILENO. • VALORAR MENSUALMENTE.
FOSFATOS	CLORURO ESTANOSO	<ul style="list-style-type: none"> • ES ESTABLE POR LO MENOS SEIS MESES.
	BENCENO-ISOBUTANOL	<ul style="list-style-type: none"> • SOLVENTE ALTAMENTE INFLAMABLE.
N-NITRITOS	SULFANIL - AMIDA	<ul style="list-style-type: none"> • SOLUCIÓN ESTABLE POR MUCHOS MESES.
	CLORHIDRATO DE N-(1-NAFTIL) ETILENDIAMINA	<ul style="list-style-type: none"> • ALMACENAR LA SOLUCIÓN EN FRASCO OSCURO. • RENOVARLA MENSUALMENTE Ó INMEDIATAMENTE CUANDO SE DESARROLLE UNA COLORACIÓN CAFÉ FUERTE.
	NITRITO DE SODIO 250 MG/L	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTÁNDAR SECUNDARIO. VALORAR CON $\frac{1}{1000} \text{N} \text{NDI}_4$ PREVIAMENTE ESTANDARIZADO CON OXALATO DE SODIO. • LOS NITRITOS SON RAPIDAMENTE OXIDADOS EN PRESENCIA DE HUMEDAD. • PRESERVAR LA SOLUCIÓN CON 1 ML DE CLOROFORMO.

PARÁMETRO A MEDIR	R E A C T I V O	O B S E R V A C I O N E S
N-NITRATOS	NITRATO DE POTASIO 1 MG/L	<ul style="list-style-type: none"> • PREPARAR LA SOLUCIÓN INMEDIATAMENTE ANTES DE USARSE.
	BRUCINA - AC, SULFANÍLICO	<ul style="list-style-type: none"> • SOLUCIÓN ESTABLE POR VARIOS MESES • EL COLOR ROSA DESARROLLADO LENTAMENTE, NO AFECTA SU USO. • ES TÓXICO, EVITE SU INGESTIÓN.
N-AMONIACAL	INDICADOR MIXTO	<ul style="list-style-type: none"> • PREPARAR MENSUALMENTE.
N-ORGÁNICO	ÁCIDO BÓRICO	<ul style="list-style-type: none"> • PREPARAR LA SOLUCIÓN EN AGUA LIBRE DE AMO NIACO. • PREPARAR LA SOLUCIÓN MENSUALMENTE.
	ÁCIDO SULFÚRICO 0.02 N	<ul style="list-style-type: none"> • REACTIVO ESTANDAR SECUNDARIO. DURANTE LA VALORACIÓN, INCORPORAR EL CARBOJATO DE SODIO EN LA SOLUCIÓN INDICADORA DE ÁCIDO BÓRICO PARA REPRODUCIR LAS CONDICIONES DE LA TITULACIÓN DE LA MUESTRA. • VALORAR MENSUALMENTE.
	REACTIVO DE DIGESTIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • CONSERVAR EL REACTIVO A UNA TEMPERATURA MAYOR DE 14 GRADOS PARA PREVENIR LA CRISTALIZACIÓN.
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	SULFONATO DE ALQUILO LINEAL 1 MG/ML	<ul style="list-style-type: none"> • REFRIGERAR LA SOLUCIÓN PARA MINIMIZAR SU BIODEGRADACIÓN. • SI ES NECESARIO PREPARAR SEMANALMENTE LA SOLUCIÓN.

1.- BALANZA ANALITICA

DESCRIPCIÓN

LA BALANZA ANALÍTICA, ES EL INSTRUMENTO MÁS - IMPORTANTE EN CUALQUIER LABORATORIO ANALÍTICO POR LO CUAL, DEBE SER EL MÁS CUIDADO Y PROTEGIDO.

EL TIPO DE BALANZA UTILIZADA ES LA DE UN PLATILLO CUYA BASE FUNDAMENTAL DE OPERACIÓN ES - PESADA POR SUBSTITUCIÓN.

MANTENIMIENTO Y CONTROL

PARA LOGRAR MANTENER LAS BALANZAS ANALÍTICAS EN BUEN ESTADO, ES NECESARIO OBSERVAR LO SIGUIENTE:

- LAS BALANZAS ANALÍTICAS DEBEN SER MANTENIDAS SOBRE UNA BASE A PRUEBA DE -- CHOQUES. EL NIVEL DEBE SER VERIFICADO FRECUENTEMENTE Y AJUSTADO CUANDO - SEA NECESARIO.
- LA TEMPERATURA EN DONDE SE ENCUENTRA LA BALANZA DEBE SER ESTABLE. ÉSTO ES MUY IMPORTANTE EN LOS LUGARES EN DONDE LA TEMPERATURA SE CONTROLA POR MEDIO DE CALEFACCIÓN O AIRE ACONDICIONADO, LOS CUALES SON APAGADOS EN HORAS EN LAS QUE NO SE TRABAJA.
- CUANDO LA BALANZA NO ESTÁ EN USO, NO DEBE PERMANECER CARGADA O DISPARADA Y LA PUERTA DEBE PERMANECER CERRADA.

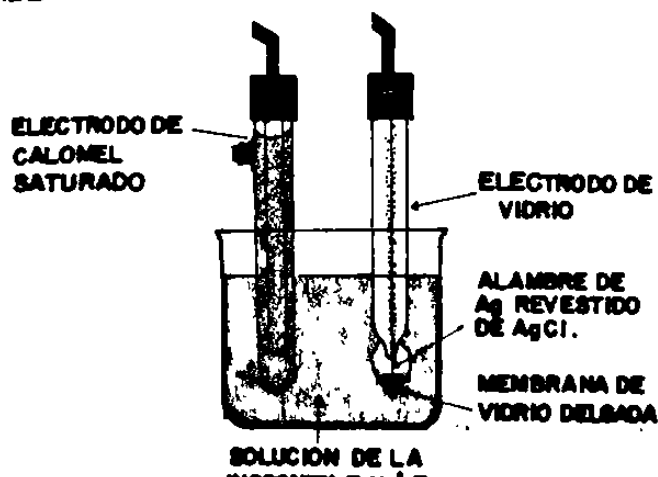
- EL INTERIOR DE LA BALANZA DEBE CONSERVARSE ESCRUPULOSAMENTE LIMPIO Y DEBE TENERSE CUIDADO DE QUE NO SE DERRAMEN SUBSTANCIAS CORROSIVAS.
- LA BALANZA DEBE SER CALIBRADA Y AJUSTADA PERIODICAMENTE, ÉSTO PUEDE HACERSE LLAMANDO A UN TÉCNICO O BIEN SIGUIENDO LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE.

PARA LA CALIBRACIÓN DE LA BALANZA SE UTILIZA UN PESO ESTANDAR QUE GENERALMENTE ES DE 1.0 GRAMO. ÉSTA CALIBRACIÓN SE HACE PERIODICAMENTE, DEPENDIENDO DEL USO QUE SE LE DÉ, Y DE LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA, HÚMEDAD, LOCALIZACIÓN, ETC., EN QUE SE ENCUENTRE.

2.- POTENCIOMETRO

DESCRIPCIÓN

UN POTENCIÓMETRO BÁSICO, CONSISTE DE UNA FUENTE DE VOLTAJE, UN SISTEMA DE ELECTRODOS, UN AMPLIFICADOR Y UN MEDIDOR DE LECTURA. EN TRABAJOS ANALÍTICOS DE RUTINA (DETERMINACIONES DE PH, ACIDEZ Y ALCALINIDAD) EL ELECTRODO DE VIDRIO ES USADO COMO INDICADOR Y EL ELECTRODO DE CALOMEL COMO REFERENCIA.



MANTENIMIENTO Y CONTROL

LOS ERRORES MÁS IMPORTANTES QUE AFECTAN LAS MEDICIONES DE PH CON EL ELECTRODO DE VIDRIO Y LA FORMA DE MINIMIZARLOS SON LOS SIGUIENTES:

- ERROR ALCALINO. ES EL ERROR QUE SE TIENE AL EFECTUAR MEDICIONES DE PH MAYORES DE 9, CON LOS ELECTRODOS DE VIDRIO ORDINARIO, YA QUE LA LECTURA OBTENIDA ES MENOR.
- ERROR ACIDO. ES EL ERROR QUE SE TIENE AL EFECTUAR MEDICIONES DE SOLUCIONES MUY ACIDAS, LOS VALORES OBTENIDOS CON UN ELECTRODO DE VIDRIO, TIENDEN A SER MÁS ALTOS.

PARA ESTE TIPO DE SOLUCIONES TANTO ACIDAS, COMO ALCALINAS, SE RECOMIENDA UTILIZAR UN SISTEMA DE ELECTRODOS DIFERENTES CON EL CUAL EL ERROR ACIDO Y ALCALINO SE REDUCE CONSIDERABLEMENTE.

- DESHIDRATACIÓN DE LA MEMBRANA DEL ELECTRODO DE VIDRIO. EL AGUA DE LA MEMBRANA DE UN ELECTRODO DE VIDRIO, ES ESENCIAL PARA SU FUNCIONAMIENTO APROPIADO COMO INDICADOR DE PH.

LA DESHIDRATACIÓN PUEDE SER DEBIDA A LA EXPOSICIÓN PROLONGADA DEL VIDRIO A LA ATMÓSFERA O A DISOLVENTES DESHIDRATANTES COMO ALCOHOL O ACIDO SULFURICO CONCENTRADO, Y SE EVITA GUARDANDO LOS ELECTRODOS EN AGUA DESTILADA.

- CALIBRACIÓN. PARA LA CALIBRACIÓN DE UN POTENCIÓMETRO, SE UTILIZAN DOS SOLUCIONES REGULADORAS QUE ESTÉN CERCA DEL PH EN EL CUAL SE VA A TRABAJAR, ÉSTAS SOLUCIONES DEBEN -- SER BIEN AGITADAS EN CONTACTO CON EL ELEC-- TRODO ANTES DE HACER LA MEDICIÓN, PARA ASE-- GURAR QUE LA PELÍCULA SUPERFICIAL QUE RODEA AL ELECTRODO SEA HOMOGÉNEA CON LA MASA DE - LA SOLUCIÓN.
- TEMPERATURA. UNA FUENTE DE ERROR AL HACER LA MEDICIÓN, SE DEBE A LA TEMPERATURA. ES-- TA DEPENDENCIA DEL PH CON LA TEMPERATURA, - LA VEMOS CON LA DEFINICIÓN OPERACIONAL DEL PH.

$$PH = PH_S - (E - E_S) / 0.000198 T$$

EN DONDE:

T: TEMPERATURA EN °K

E: FEM DE LA SOLUCIÓN DE PH DESCONOCIDO.

Es: FEM DE LA SOLUCIÓN ESTANDAR DE REFEREN-- CIA DE PH CONOCIDO.

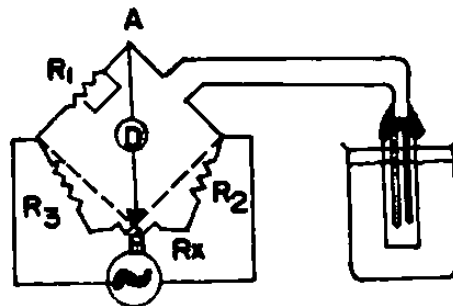
ESTA DEPENDENCIA DEL PH CON LA TEMPERATURA, DEBE SER TAMBIÉN TOMADA EN CUENTA EN LA PRE PARACIÓN DE LAS SOLUCIONES BUFFER.

3) CONDUCTIMETRO

DESCRIPCIÓN.

UN CONDUCTÍMETRO CONSTA DE UNA FUENTE DE ENERGÍA - ELÉCTRICA, UNA PILA PARA CONTENER LA SOLUCIÓN Y UN PUENTE DE WHEASTONE PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE LA

SOLUCIÓN. LA PILA UTILIZADA ES UNA CELDA DE CONDUCTIVIDAD, LA CUAL CONSISTE DE DOS PLATOS DELGADOS - DE METAL PLATINIZADO, RIGIDAMENTE COLOCADOS DE TAL FORMA, QUE EXISTA UN ESPACIO PARALELO ENTRE ELLOS. PARA PROTECCIÓN, LOS PLATOS SON MONTADOS SOBRE TUBOS DE VIDRIO CON VENTANAS AL FRENTE EN LAS PAREDES Y UNA TERMINAL SUMERGIBLE PARA ACCESO DE LA MUESTRA.



MATENIMIENTO Y CONTROL

EL DISEÑO DEL CONDUCTÍMETRO ES MUY SIMPLE, POR LO CUAL UNICAMENTE SE LE DÁ ATENCIÓN ESPECIAL A LA CELDA DE CONDUCTIVIDAD Y A LA TEMPERATURA:

1.- CELDA DE CONDUCTIVIDAD

A) ASEGURARSE DE LOS SIGUIENTE:

- EL REVESTIMIENTO DE PLATINO EN LAS CELDAS SE ENCUENTRE INTACTO.
- LAS PLACAS NO SE ENCUENTREN CUBIERTAS CON MATERIA SUSPENDIDA.
- LAS PLACAS NO SE ENCUENTREN DOBLADAS, DESALINEADAS O DISTORCIONADAS.
- LOS CABLES SE ENCUENTREN ESPACIADOS.

B) CONSTANTE DE LA CELDA

LA CONSTANTE DE LA CELDA, ESTÁ SUJETA A PEQUEÑOS CAMBIOS SI LAS CONDICIONES SON IDEALES, DE LO CONTRARIO, ESTOS CAMBIOS SON MAYORES. POR LO CUAL, ES RECOMENDABLE, QUE, SEA VERIFICADA PERIODICAMENTE.

EL PROCEDIMIENTO PARA HACER ESTA VERIFICACIÓN ES EL SIGUIENTE.

- SE PREPARAN TRES SOLUCIONES DE KCL DE CONCENTRACIONES DIFERENTES, LAS CUALES TIENEN UNA CONDUCTIVIDAD CONOCIDA:

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE SOLUCIONES ESTÁNDAR DE CLORURO DE POTASIO

SOLUCIÓN	NORMALIDAD	MÉTODO DE PREPARACIÓN	TEMPERATURA	CONDUCTIVIDAD (MHOS/CM).
A	0.1	7.4365 g KCL/L A 20 °C	0	7.138
			18	11.167
			25	12.856
B	0.01	0.7440 g KCL/L A 20 °C	0	773
			18	1.220
			25	1.408
C	0.001	DILUIR 100 ML DE B A 1L A - 20 °C	25	147

EN SEGUIDA, SE DETERMINA LA CONDUCTIVIDAD DE LA SOLUCIÓN ESTÁNDAR Y LA CONSTANTE DE CELDA SE CALCULA CON LA SIGUIENTE FORMULA:

$$L = \frac{K_1 + K_2}{K_x}$$

DONDE:

L = CONSTANTE DE LA CELDA

K1= CONDUCTIVIDAD DE LA SOLUCIÓN DE KCL EN ---
μMHOS/CM A LA TEMPERATURA DE MEDICIÓN.

Kx= CONDUCTIVIDAD MEDIDA.

c) LIMPIEZA DE LA CELDA.

PARA LA LIMPIEZA DE LA CELDA, SE SIGUE EL SI
GUIENTE PROCEDIMIENTO:

- SE PREPARA UNA SOLUCIÓN DE:
 - 100 ML DE ALCOHOL ESOPROPÍLICO
 - 100 ML DE ETÉR ETÍLICO
 - 50 ML DE ÁCIDO CLORHÍDRICO CONCENTRADO
 - 50 ML DE AGUA DESTILADA
- SE COLOCA LA CELDA DENTRO DE LA SOLUCIÓN -
POR UN PERÍODO DE 3-5 MINUTOS.
- ENJUAGAR LA CELDA CON AGUA DESTILADA.
- DEJAR SECAR LA CELDA ANTES DE USARLA O --
GUARDARLA.

2.- TEMPERATURA.

LA TEMPERATURA ES OTRO FACTOR QUE AFECTA LA --
CONDUCTIVIDAD DE LAS SOLUCIONES. EN LA MAYO--
RÍA DE LOS LABORATORIOS LA CONDUCTIVIDAD SE EX
PRESA CONVENCIONALMENTE A 25 °C.

LA CORRECCIÓN DE LOS RESULTADOS, PARA QUE SEAN
REPORTADOS A ÉSTA TEMPERATURA, PUEDE HACERSE -
DE VARIAS FORMAS:

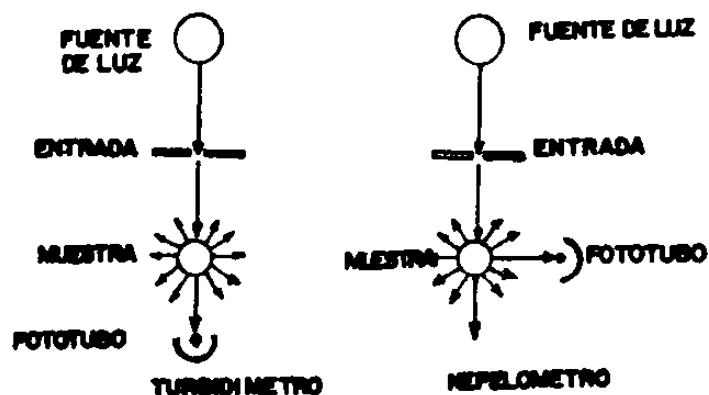
- AJUSTANDO LA TEMPERATURA DE LAS MUESTRAS A - 25 °C.
- AJUSTE MATEMÁTICO.
- AJUSTE ELECTRÓNICO.

EL AJUSTE DE LA TEMPERATURA DE LA MUESTRA, ES - EL SISTEMA PREFERIDO DEBIDO A LA NATURALEZA EM- PÍRICA DE LA CORRECCIÓN MATEMÁTICA. SIN EMBAR- GO, TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN HAN MOSTRADO QUE LOS VALORES OBTENIDOS CUANDO LA CORRECCIÓN ES - HECHA ELECTRÓNICAMENTE, SON ACEPTABLES.

4.- NEFELOMETRO.

DESCRIPCIÓN.

UN NEFELÓMETRO, ESTÁ FORMADO POR UNA FUENTE DE LUZ PARA LA ILUMINACIÓN DE LA MUESTRA Y UNO O - MÁS DETECTORES FOTOELÉCTRICOS CON UN MEDIDOR DE LECTURA PARA INDICAR LA INTENSIDAD DE LUZ DIS- PERSADA A 90 GRADOS A EL PASO DE LA LUZ INCI- DENTE.



MANTENIMIENTO Y CONTROL

PARA OBTENER DATOS CON UNA MÁXIMA EXACTITUD, DEBEN OBSERVARSE LAS SIGUIENTES PRECAUCIONES:

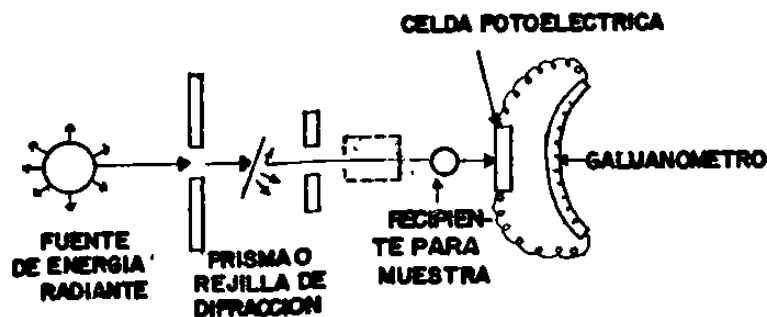
- EL TUBO DE MUESTRA DEBE ESTAR PERFECTAMENTE LIMPIO.
- LA MUESTRA DEBE ESTAR BIEN AGITADA.
- NO TOMAR LA LECTURA HASTA QUE TODAS LAS BURBUJAS HAYAN DESAPARECIDO.
- LAS LECTURAS DEBEN HACERSE GIRANDO EL CIRCULO LENTAMENTE, DE UNA LECTURA MENOR A UNA MAYOR, Y NUNCA AL CONTRARIO.

5.- ESPECTROFOTOMETRO

A) VISIBLE

DESCRIPCIÓN

UN ESPECTROFOTÓMETRO ESTÁ CONSTITUÍDO FUNDAMENTALMENTE POR UN CONJUNTO DE CINCO COMPONENTES BÁSICOS QUE SON: UNA FUENTE DE ENERGÍA RADIANTE, UN DISPOSITIVO PARA OBTENER UNA LUZ MONOCROMÁTICA, UN RECIPIENTE PARA LA MUESTRA, UN DETECTOR DE LA RADIACIÓN Y UN REGISTRADOR.



MANTENIMIENTO Y CONTROL

CADA UNA DE LAS PARTES DE UN ESPECTROFOTÓMETRO, DEBE ESTAR SIEMPRE EN PERFECTAS CONDICIONES, PARA LO CUAL ES NECESARIO CHECAR Y TENER EN CUENTA LO SIGUIENTE:

- CALIBRACIÓN DE CELDAS
- LONGITUD DE ONDA
- LINEARIDAD FOTOMÉTRICA
- TIEMPO DE CALENTAMIENTO
- LECTURA

1.- CALIBRACIÓN DE CELDAS

A MEDIDA QUE PASA EL TIEMPO, LAS CELDAS SE VAN RAYANDO O MANCHANDO, DE TAL FORMA QUE VAN TENIENDO UNA LECTURA DE TRANSMITANCIA CADA VEZ MENOR Y LECTURAS DIFERENTES CADA UNA DE ELLAS. ES POR ESTO QUE ES NECESARIO CHECARLAS PERIODICAMENTE. LA CALIBRACIÓN SE HACE DE LA SIGUIENTE FORMA:

- LAVARLAS PERFECTAMENTE, YA SEA CON DETERGENTE O AGUA ACIDULADA Y NUNCA CON MEZCLA CRÓMICA, DEBIDO A QUE ÉSTA ATACA AL VIDRIO DE LAS CELDAS.
- LLENAR LAS CELDAS CON AGUA DESTILADA Y SELECCIONAR LAS CELDAS QUE PRESENTE MAYOR TRANSMITANCIA.
- CALIBRAR EL APARATO A 0 DE ABSORBANCIA Y 100% DE TRANSMITANCIA CON LA CELDA SELECCIONADA.
- LLENAR EL RESTO DE LAS CELDAS CON UNA SOLUCIÓN COLOREADA Y MEDIR EL % T DE CADA UNA DE ELLAS.

LAS CELDAS QUE PRESENTEN UN % T DIFERENTE DEBEN SER DESCARTADAS O BIEN, PUEDEN FORMARSE GRUPOS DE CELDAS QUE TENGAN LA MISMA LECTURA DE % T.

2.- LONGITUD DE ONDA

PARA VERIFICAR LA LONGITUD DE ONDA, SE UTILIZA UNA SOLUCIÓN, CUYO MÁXIMO DE ABSORCIÓN SEA CONOCIDO, O BIEN, PUEDE UTILIZARSE UN FILTRO DE CALIBRACIÓN DE DIDYMIO.

PARA EL ESPECTROFOTÓMETRO RANGO VISIBLE SE UTILIZA UNA SOLUCIÓN PATRÓN DE CLORURO DE COBALTO (22 - 23 GR, DILUIDOS A 1 L CON HCL AL 1 %), EL PROCEDIMIENTO A SEGUIR ES EL SIGUIENTE:

- A) CALIBRAR EL APARATO A 0 DE ABSORBANCIA Y 100% DE TRANSMITANCIA UTILIZANDO AGUA DESTILADA - COMO BLANCO.
- B) LEER EL % T DE LA SOLUCIÓN DE CLORURO DE COBALTO A LONGITUDES DE ONDA DE 505, 510, 515 Y 520 NM.
- C) GRAFICAR LOS VALORES OBTENIDOS Y LA ABSORBANCIA MÁXIMA, DEBE PRESENTARSE ENTRE 505 Y 515 NM.

3.- LINEARIDAD FOTOMÉTRICA.

LAS LECTURAS DE ABSORBANCIA QUE NOS DA EL APARATO, DEBEN SER LINEALES, ES DECIR, A MAYOR CONCENTRACIÓN, LA LECTURA DE ABSORBANCIA DEBE SER MAYOR.

PARA CHECAR LA LINEARIDAD FOTOMÉTRICA SE DILUYE LA SOLUCIÓN DE CLORURO DE COBALTO EN UNA RELACIÓN 1:1 CON HCL AL 1%. LA ABSORBANCIA LEÍDA PARA ESTA SOLUCIÓN, DEBE SER UN MEDIO DE LA ABSORBANCIA LEÍDA PARA LA SOLUCIÓN PATRÓN.

4.- TIEMPO DE CALENTAMIENTO.

EL TIEMPO QUE DEBE DEJARSE CALENTAR EL INSTRUMENTO, ES DE 15 A 20 MINUTOS APROXIMADAMENTE, CON EL FIN DE QUE LA INTENSIDAD DE LA LÁMPARA LLEGUE A SU MÁXIMO Y DE ESTA FORMA, PERMANEZCA ESTABLE.

5.- LECTURA.

EL INSTRUMENTO VIENE CALIBRADO PARA TOMAR LECTURAS YA SEA EN ABSORBANCIA O BIEN EN % DE TRANSMITANCIA. SIN EMBARGO ES MUY IMPORTANTE QUE LAS LECTURAS SEAN TOMADAS EN % EN TRANSMITANCIA DEBIDO A QUE SU ESCALA ES LINEAL, COMPARADA CON LA ESCALA DE ABSORBANCIA, QUE ES UNA ESCALA LOGARÍTMICA Y EL ERROR QUE TENEMOS EN ÉSTA AL TOMAR LA LECTURA, ES MAYOR.

EL VALOR DE % T OBTENIDO, PUEDE SER UTILIZADO DE VARIAS FORMAS:

- TRANSFORMAR LA LECTURA DE % T A VALORES DE ABSORBANCIA, POR MEDIO DE LA ECUACIÓN:

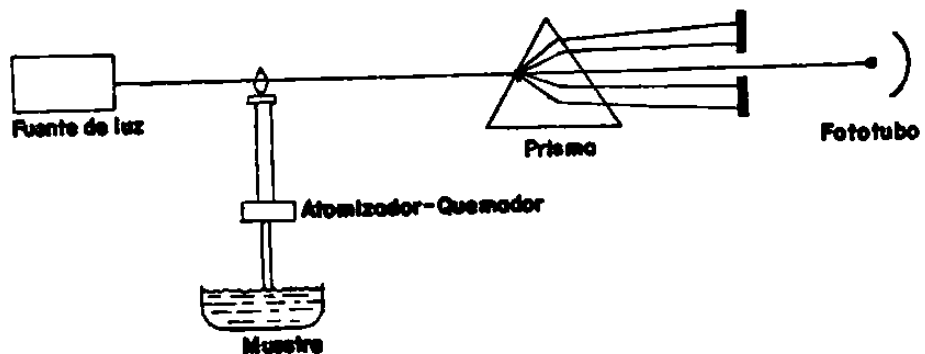
$$A = 2 - \log \% T$$

- GRAFICAR EN PAPEL SEMI-LOGARÍTMICO SI QUEREMOS OBTENER UNA LÍNEA RECTA (CONCENTRACIÓN CONTRA % T).
- TRABAJAR CON LA ECUACIÓN DE LA RECTA.
($Y = M X + B$)

B) ABSORCIÓN ATÓMICA

DESCRIPCIÓN

UN ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA ESTÁ FORMADO POR UNA FUENTE DE ENERGÍA RADIANTE QUE PUEDE SER UNA LÁMPARA DE CÁTODO HUECO O UNA LÁMPARA DE DESCARGA SIN ELECTRODO, UN RECIPIENTE DE MUESTRA, QUE EN ESTE CASO ES LA FLAMA, UN MONOCROMADOR Y UN DETECTOR.



MANTENIMIENTO Y CONTROL

LAS PARTES DE ESTE INSTRUMENTO, SUJETAS A MANTENIMIENTO Y CONTROL SON, LA FUENTE DE ENERGÍA RADIANTE Y EL QUEMADOR, PARA LAS CUALES DEBEMOS OBSERVAR LO SIGUIENTE:

1.- LÁMPARAS

- PERMITIR QUE ELECTRÓNICAMENTE SE ESTABILIZEN

CEN ANTES DE USARSE. ESTO REQUIERE APROXIMADAMENTE DE 40 MINUTOS PARA LOS INSTRUMENTOS DE UN HAZ Y DE 15 MINUTOS PARA LOS INSTRUMENTOS DE DOBLE HAZ.

- NO DARLE GOLPES, PARA QUE NO SE SALGA EL GAS DE RELLENO.
- NO RAYAR LA CARA, NI ENSUCIARLA, PARA QUE NO SE INTERRUMPA EL PASO DE LUZ.
- DESPUÉS DE USAR CADA LÁMPARA, DEJARLA QUE SE ENFRÍE, COLOCÁNDOLA EN POSICIÓN VERTICAL, YA QUE EXISTEN LÁMPARAS EN DONDE EL CÁTODO SE FUNDE Y SE VAPORIZA Y SI NO SE DEJA EN POSICIÓN VERTICAL, PODRÍA DERRAMARSE.
- CUANDO ALGUNA LÁMPARA NO SE USE MUY SEGUIDO DEBE PONERSE A CALENTAR, ESTO ES DEBIDO A QUE EL GAS DE RELLENO SE VA ABSORBIENDO EN LAS PAREDES.

2.-QUEMADORES

UNA DE LAS PRECAUCIONES QUE DEBEN OBSERVARSE CON LOS QUEMADORES SON, SU ALTURA Y SU AJUSTE VERTICAL Y ROTACIONAL, CON EL FIN DE OBTENER UNA ÁREA DE MÁXIMA SENSITIVIDAD. DEBE OBSERVARSE ADEMÁS, QUE EL QUEMADOR CUMPLA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

- ESTABILIDAD. LA MUESTRA DEBE DARNOS SIEMPRE, EL MISMO PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.
- SENSIBILIDAD. DEBE OBTENERSE LA MÁS ALTA ABSORCIÓN POSIBLE, PARA UNA CONCENTRACIÓN

DADA.

- SILENCIO. DEBE SER FÍSICA Y ELECTRONICAMENTE NO RUIDOSO.
- LIBERTAD DE MEMORIA. DEBE QUEDAR TOTALMENTE LIMPIO, DESPUÉS DE QUEMAR CADA MUESTRA.
- LIBERTAD DE FONDO. LA FLAMA NO DEBE TENER ABSORCIÓN A LA MISMA LONGITUD DE ONDA QUE TIENE EL ELEMENTO.
- LINEARIDAD. LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN DEBERÁN SER LO MÁS LINEALES POSIBLES.

III.- EVALUACION DE RESULTADOS

A) METODOS ESTADISTICOS

LAS INVESTIGACIONES EN EL CAMPO DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA, DEPENDEN EN FORMA DIRECTA DE LOS DATOS GENERADOS EN EL LABORATORIO, POR LO CUAL LOS MÉTODOS EMPLEADOS PARA EVALUAR LA CALIDAD ANALÍTICA JUEGAN UN PAPEL IMPORTANTE YA QUE CON ELLOS ES POSIBLE DARNOS CUENTA DE SU CONFIABILIDAD O VALIDEZ.

LOS PRINCIPALES MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE RESULTADOS ANALÍTICOS SON LOS SIGUIENTES:

1.- LIMITES DE ACEPTACION

ESTE MÉTODO CONSISTE EN ELABORAR UNA CARTA DE CONTROL CON LÍMITES QUE NOS PERMITAN TOMAR DECISIONES OBJETIVAS EN CUANTO A EXACTITUD, SOBRE BASES DE CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS.

EXISTEN DIFERENTES FORMAS QUE SE PUEDEN UTILIZAR PARA FIJAR LOS LÍMITES DE ACEPTACIÓN, ESTOS VAN A VARIAR DE ACUERDO CON EL USO QUE SE LE DEN AL RESULTADO DEL ANÁLISIS. POR LO GENERAL, LOS LÍMITES DE ACEPTACIÓN SE FIJAN CON:

$$\begin{aligned} \text{L C S} &= \bar{X} + 2S \\ \text{L C I} &= \bar{X} - 2S \end{aligned}$$

DONDE:

L C S = LÍMITE DE CONTROL SUPERIOR
L C I = LÍMITE DE CONTROL INFERIOR
 \bar{X} = PROMEDIO DE LAS DETERMINACIONES
S = DESVIACIÓN ESTÁNDAR

EJEMPLO No. 1

SE ANALIZARON UNA SERIE DE DIEZ ESTÁNDARES DE BIFTALATO DE POTASIO, CUYA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO -- TEÓRICO ES 1.77 g/g. SE PREPARÓ UNA SOLUCIÓN DE -- 500 MG/L. Y SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES RESULTADOS

No. DE MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RESULTADO (MG/L)	505.	514.	502.	503.	507.	512.	504.	509.	512.	500

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N} = \frac{5068}{10} = 506.8$$

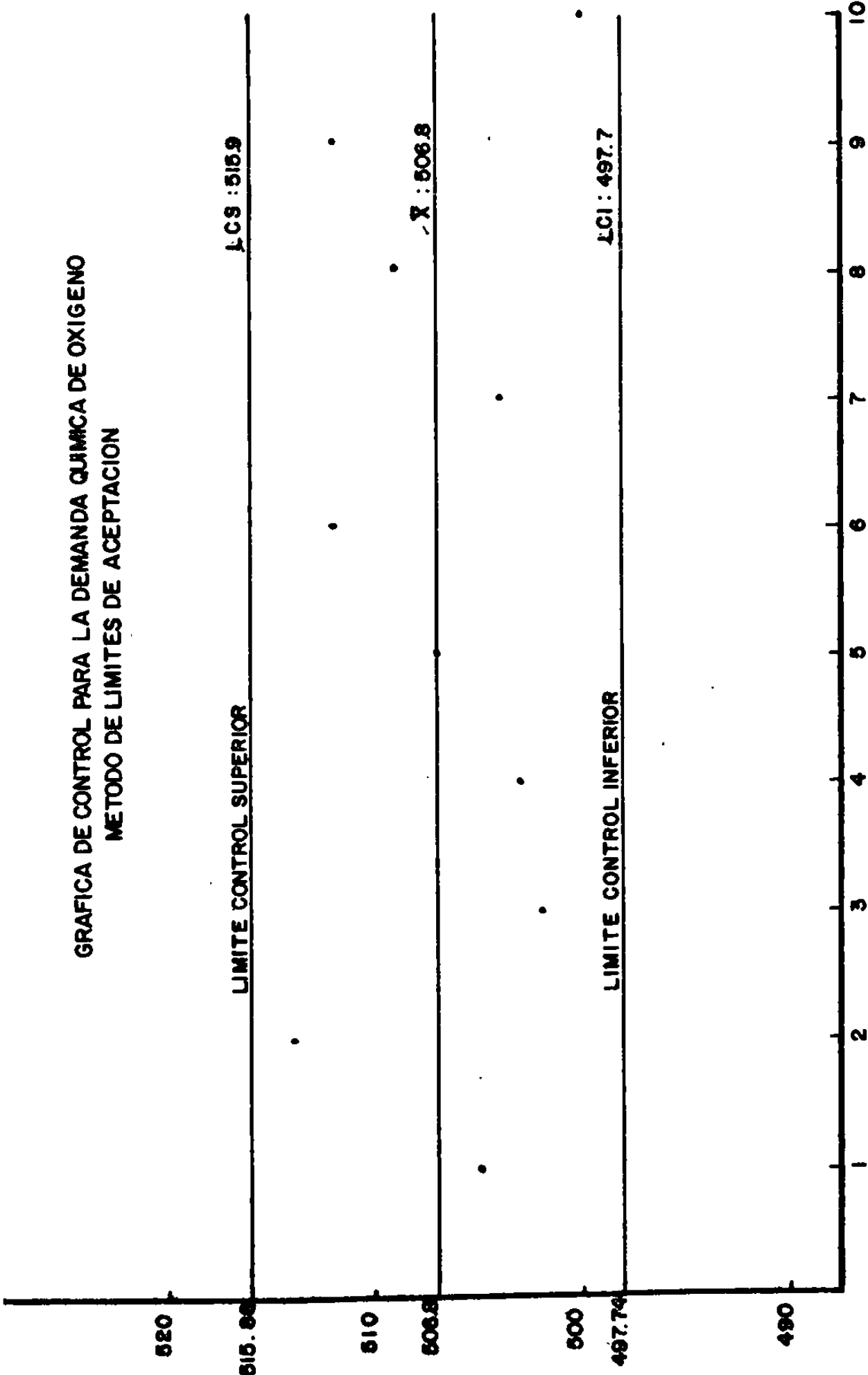
$$S = \sqrt{\sum_{I=1}^N \frac{(X_I - \bar{X})^2}{N - 1}} = 4.53$$

$$\begin{aligned} \text{L C S} &= \bar{X} + 2S \\ &= 506.8 + 2(4.53) = 515.86 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{L C I} &= \bar{X} - 2S \\ &= 506.8 - 2(4.53) = 497.74 \end{aligned}$$

UNA VEZ OBTENIDOS LOS LÍMITES DE CONTROL SUPERIOR E INFERIOR, SE GRAFICAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y SE OBSERVA SI ESTÁN DENTRO O FUERA DE CONTROL . (VER GRÁFICA ANEXA).

GRAFICA DE CONTROL PARA LA DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO
 METODO DE LIMITES DE ACEPTACION



NUMERO DE MUESTRA

FECHA: MARZO 1° DE 1983

ELABORO: E.M.A.G.

2. - ERROR TOTAL

ESTE MÉTODO UTILIZA LA DESVIACION ESTÁNDAR COMO UNA MEDIDA DE -- PRECISIÓN Y EL ERROR MEDIO Y ERROR RELATIVO COMO UNA MEDIDA DE -- EXACTITUD, SOBRE ESTA BASE, LOS MÉTODOS SON DIVIDIDOS EN TRES CA -- TEGORIAS: EXCELENTE (SI EL ERROR TOTAL ES $\leq 25\%$), ACEPTABLE -- (SI EL ERROR TOTAL ES \leq DE 50%) E INACEPTABLE (SI EL ERROR -- TOTAL ES MAYOR DE 50%).

EL ERROR TOTAL, SE CALCULA DE LA SIGUIENTE FORMA:

$$\text{ERROR TOTAL} = \frac{\text{VALOR ABSOLUTO DEL ERROR MEDIO} + 2 (\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR}) \times 100}{\text{VALOR VERDADERO}}$$

EN DONDE EL ERROR MEDIO ES LA DIFERENCIA ENTRE EL PROMEDIO DE -- UNA SERIE DE RESULTADOS Y EL RESULTADO VERDADERO.

$$\text{ERROR MEDIO} = \sum_{I=1}^N \frac{|X_I - \bar{X}|}{N}$$

EJEMPLO No. 2

CONSIDERANDO EL EJEMPLO No. 1, EL ERROR TOTAL SERÁ:

$$\begin{aligned} \text{ERROR TOTAL} &= \frac{\sum_{I=1}^{10} \frac{|X_I - \bar{X}|}{N} + 2 (4,53) \times 100}{506,8} \\ &= \frac{4 + 9,06}{506,8} \times 100 \end{aligned}$$

$$\text{ERROR TOTAL} = 2,58$$

POR LO CUAL EL MÉTODO SE CONSIDERA "EXCELENTE".

3. - DISTRIBUCION "F"

LA PRUEBA "F", NOS SIRVE PARA MOSTRARNOS SI LA PRECISIÓN DE DOS METODOS DIFERENTES ES LA MISMA CON LÍMITES DE PROBABILIDAD ESPECÍFICOS. LA RELACIÓN DE LAS VARIANZAS DE AMBOS MÉTODOS, NOS DÁ EL VALOR DE F:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

EN DONDE S_1^2 Y S_2^2 SON LAS VARIANZAS DE MUESTRAS ALEATORIAS INDEPENDIENTES DE TAMAÑOS N_1 Y N_2 RESPECTIVAMENTE.

LA DISTRIBUCIÓN "F" TIENE DOS PARÁMETROS, $V_1 = N_1 - 1$, QUE REPRESENTA LOS GRADOS DE LIBERTAD DE LA VARIANZA DE LA MUESTRA DEL NUMERADOR, Y $V_2 = N_2 - 1$, QUE REPRESENTA LOS GRADOS DE LIBERTAD DE LA VARIANZA DE LA MUESTRA DEL DENOMINADOR.

EJEMPLO No. 3

SE REALIZÓ UN ESTUDIO COMPARATIVO DE MÉTODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, LOS CUALES CONSISTEN EN OXIDAR LA MATERIA ORGÁNICA CON DICROMATO DE POTASIO, UTILIZANDO ÁCIDO SULFÚRICO-SULFATO DE PLATA COMO CATALIZADOR EN EL PRIMER CASO (MÉTODO NORMAL) Y UNA MEZCLA DE ÁCIDO SULFÚRICO-ÁCIDO FOSFÓRICO-SULFATO DE PLATA EN EL SEGUNDO CASO (MÉTODO RÁPIDO).

SE PREPARÓ UNA SOLUCIÓN DE 50 MG/L DE DQO Y SE ANALIZARON DIEZ MUESTRAS POR AMBOS MÉTODOS, LOS RESULTADOS OBTENIDOS SON LOS SIGUIENTES:

METODO NORMAL.

NO. DE MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RESULTADO (MG/L)	53.5	53.8	54.9	55.5	49.3	55.5	49.3	49.0	50.9	47.1
	$\bar{X} = 51.9$					$S = 3.1$				

METODO RAPIDO

NO. DE MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RESULTADO (MG/L)	47.3	45.8	43.8	45.8	43.3	45.8	43.8	46.5	44.2	45.7
	$\bar{X} = 45.2$					$S = 1.3$				

CON LOS VALORES DE LA DESVIACION ESTÁNDAR OBTENIDOS, CALCULAMOS EL VALOR DE "F" EXPERIMENTAL:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{(3.1)^2}{(1.3)^2} = 5.5$$

EN LAS TABLAS ENCONTRAMOS, QUE, PARA N-1 GRADOS DE LIBERTAD Y UN LÍMITE DE CONFIABILIDAD DE 95%, EL VALOR DE "F" ES DE 3.18, EL CUAL ES MENOR QUE EL VALOR DE "F" EXPERIMENTAL.

ESTO NOS INDICA QUE SÍ EXISTE DIFERENCIA ESTADÍSTICA SIGNIFICANTE ENTRE LA PRECISIÓN DE AMBOS MÉTODOS, POR LO CUAL DEBE SELECCIONARSE UNO U OTRO A CRITERIO DEL ANALISTA.

B. - CORRECCION DE CURVAS DE CALIBRACION.

1.- CORRELACIÓN LINEAL.

DENTRO DEL ANÁLISIS DE AGUAS, LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN OCUPAN UN LUGAR PRIMORDIAL, YA QUE APROXIMADAMENTE UN 60% DE ELLOS SON UTILIZADOS ESPECTROFOTOMÉTRICAMENTE. DE AQUÍ LA IMPORTANCIA DE UTILIZAR UN MÉTODO MATEMÁTICO, QUE NOS PERMITA AJUSTAR LAS RECTAS OBTENIDAS CON UN MÍNIMO DE ERROR.

MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS

ESTE MÉTODO CONSISTE EN AJUSTAR LA RECTA A LOS PUNTOS DADOS DE MANERA QUE LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE LAS DISTANCIAS DE ESTOS PUNTOS (MEDIDOS VERTICALMENTE) HASTA LA RECTA, SEA MÍNIMA.

CUANDO LA CURVA DE REGRESIÓN DE "Y" SOBRE "X" ES LINEAL, ESTA RELACIÓN SE EXPRESA COMO:

$$Y' = A + B X$$

SE CONSIDERA QUE "X" ES FIJA Y QUE NO DEPENDE DEL AZAR, MIENTRAS QUE "Y" ES UNA VARIABLE ALEATORIA.

LOS VALORES DE LAS CONSTANTES A Y B, SE OBTIENEN DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES EXPRESIONES:

$$A = \frac{(\sum X^2) (\sum Y) - (\sum X) (\sum XY)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$B = \frac{N (\sum XY) - (\sum X) (\sum Y)}{N (\sum X)^2 - (\sum X)^2}$$

EJEMPLO

SE CORRIGIÓ LA CURVA DE CALIBRACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE --
NITRÓGENO EN FORMA DE NITRITOS, EN EL CUAL SE UTILIZÓ EL MÉTODO
DE DIAZOTIZACIÓN. LOS DATOS OBTENIDOS FUERON LOS SIGUIENTES:

X (μ G)	Y (ABS)	
0.05	0.0022	
0.10	0.0044	
0.20	0.0132	$\Sigma X = 5.9$
0.35	0.0155	$\Sigma Y = 0.3344$
0.50	0.0246	$\Sigma X^2 = 5.16$
0.60	0.0315	$\Sigma XY = 0.2997$
0.70	0.0410	
1.00	0.0580	
1.15	0.0680	
1.25	0.0760	

LAS ECUACIONES NORMALES SON:

$$0.3344 = 10 A + 5.9 B$$

$$0.2997 = 5.9 A + 5.16$$

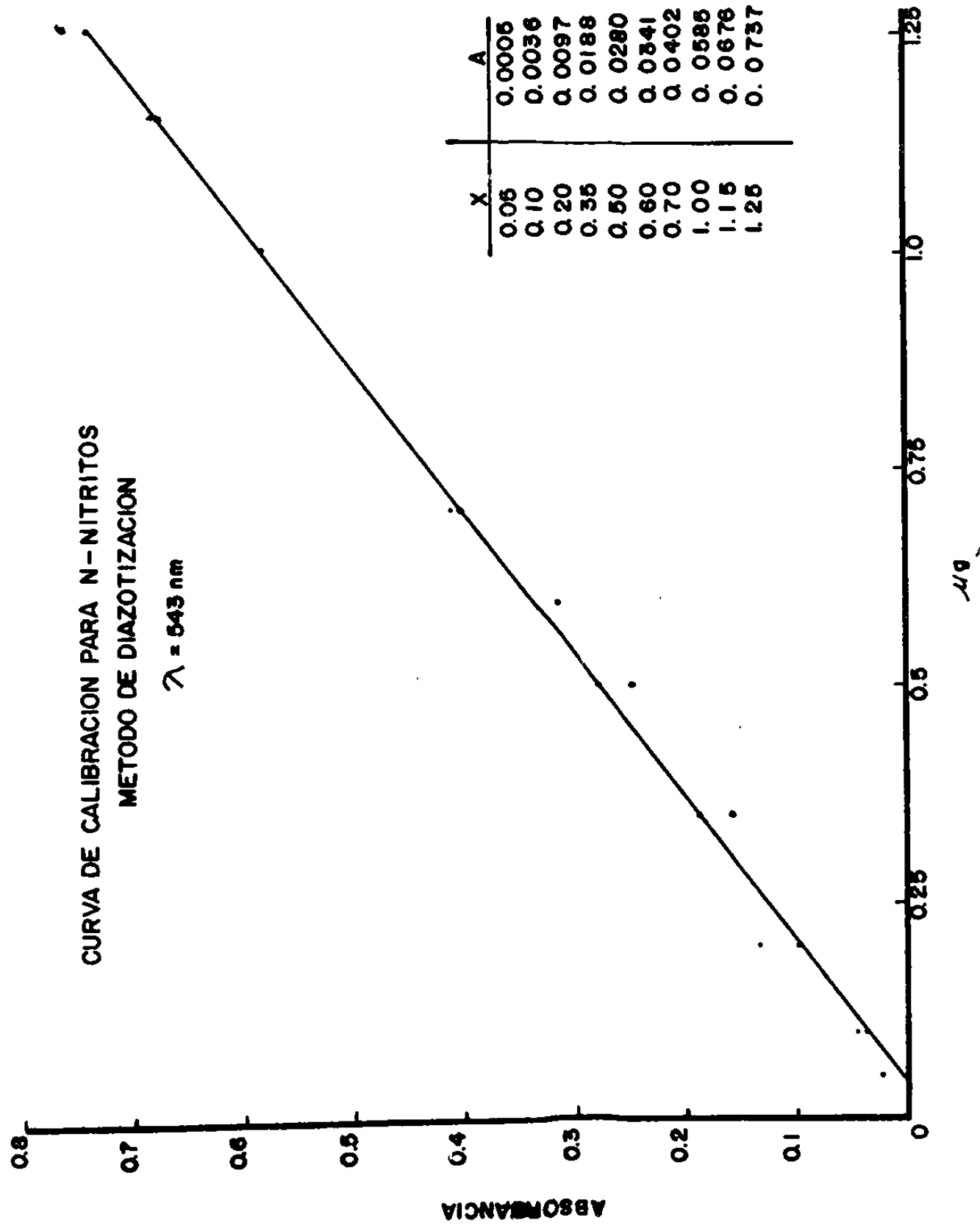
RESOLVIENDO ESTAS DOS ECUACIONES, OBTENEMOS $A = -0.0025$, - - -
 $B = 0.0610$, Y LA ECUACIÓN DE LA RECTA QUE PROPORCIONA EL MEJOR
AJUSTE EN EL SENTIDO DE MÍNIMOS CUADRADOS ES:

$$Y' = - 0.0025 + 0.0610 X$$

SUSTITUYENDO PARA CADA VALOR DE X DADO, OBTENEMOS LOS SIGUIEN--
TES VALORES DE Y' CORRESPONDIENTES:

**CURVA DE CALIBRACION PARA N-NITRITOS
METODO DE DIAZOTIZACION**

$\lambda = 543 \text{ nm}$



X	Y
0.05	0.0005
0.10	0.0036
0.20	0.0097
0.35	0.0188
0.50	0.0280
0.60	0.0341
0.70	0.0402
1.00	0.0585
1.15	0.0676
1.25	0.0737

2. - REGRESION CURVILINEA

ES UN MÉTODO ESTADÍSTICO UTILIZADO PARA LA CORRECCIÓN DE AQUELLAS CURVAS DE CALIBRACIÓN EN LAS CUALES NO SE OBTIENE UNA LINEA RECTA ES DECIR, QUE NO SIGUIEN CON LA LEY DE BEER.

TENEMOS QUE LOS VALORES DE "X" SE CONOCEN SIN ERROR, MIENTRAS QUE LOS DE "Y" SON VALORES DE VARIABLES ALEATORIAS.

LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN ES:

$$Y' = B_0 + B_1X + B_2 X^2$$

LAS ECUACIONES NORMALES DE LAS CUALES PODEMOS OBTENER LOS VALORES DE B_0 , B_1 Y B_2 SON LAS SIGUIENTES:

$$\begin{aligned} \sum Y &= B_0 N + B_1 \sum X + B_2 \sum X^2 \\ \sum XY &= B_0 \sum X + B_1 \sum X^2 + B_2 \sum X^3 \\ \sum X^2 Y &= B_0 \sum X^2 + B_1 \sum X^3 + B_2 \sum X^4 \end{aligned}$$

EJEMPLO:

SE CORRIGIÓ LA CURVA DE CALIBRACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE - NITRÓGENO EN FORMA DE NITRATOS EN EL CUAL SE UTILIZÓ EL MÉTODO DE LA BRUCINA. LOS DATOS OBTENIDOS FUERON LOS SIGUIENTES:

X (μ G)	Y (ABS)
1.0	0.0937
2.0	0.1090
3.0	0.2062
4.0	0.3028
5.0	0.3179
6.0	0.3391
7.0	0.4067
8.0	0.4498
9.0	0.4660
10.0	0.4698

CON ESTOS DATOS SE CALCULAN LAS SUMAS NECESARIAS PARA QUE SEAN SUBSTITUIDAS EN LAS ECUACIONES NORMALES Y SE OBTIENE,

$$\begin{aligned} \sum X &= 55, \quad \sum X^2 = 385, \quad \sum X^3 = 3025, \quad \sum X^4 = 25,333 \\ \sum Y &= 3.161, \quad \sum XY = 21.1029, \quad \sum X^2Y = 160.8269 \end{aligned}$$

SUBSTITUYENDO, OBTENEMOS LAS SIGUIENTES TRES ECUACIONES LINEALES CON TRES INCÓGNITAS:

$$\begin{aligned} 3.161 &= 10 B_0 + 55 B_1 + 385 B_2 \\ 21.1029 &= 55 B_0 + 385 B_1 + 3025 B_2 \\ 160.8269 &= 385 B_0 + 3025 B_1 + 25,333 B_2 \end{aligned}$$

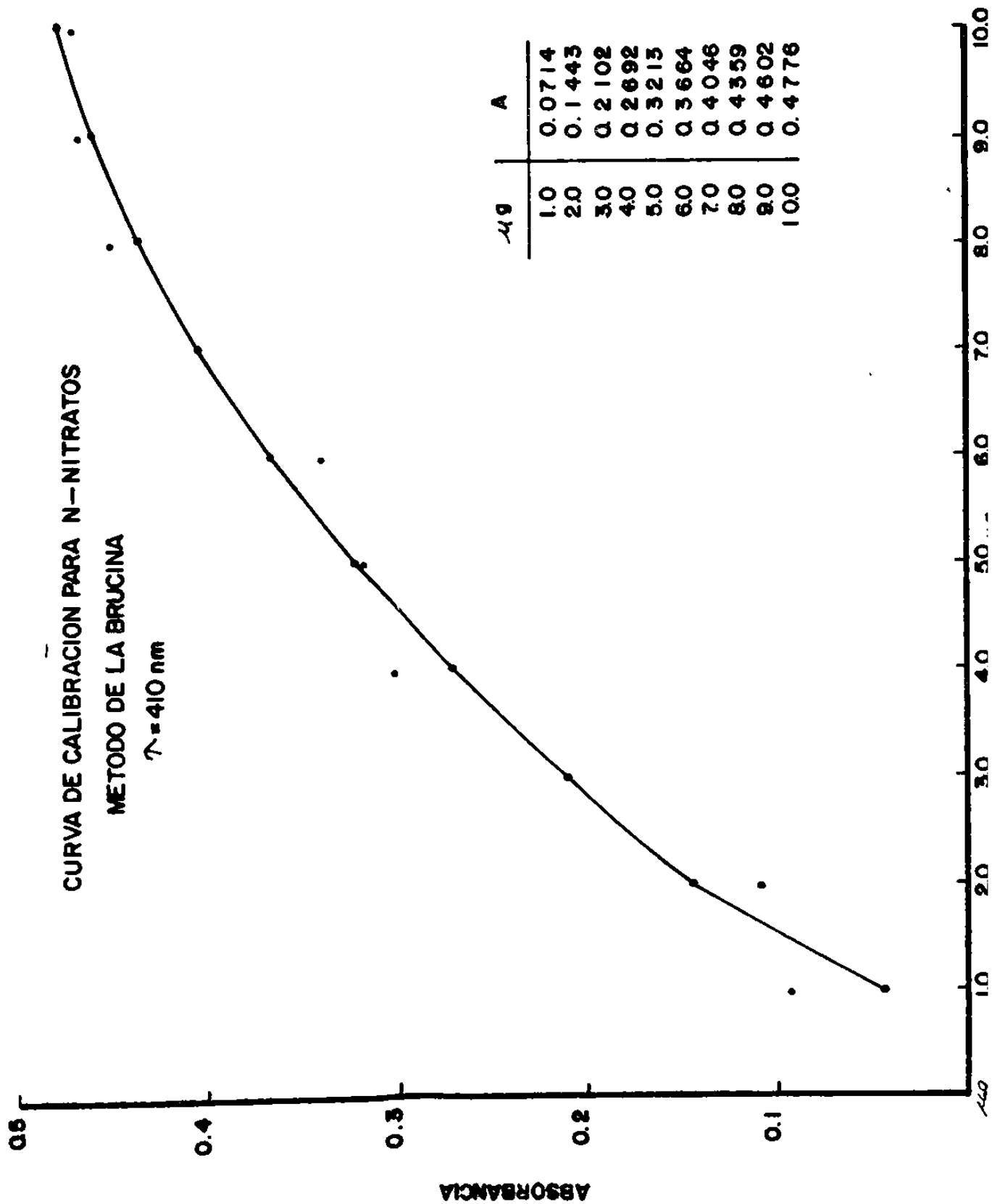
OBTENIENDO $B_0 = -0.0083852$, $B_1 = 0.0832593$, $B_2 = -0.003466$, QUE LA ECUACIÓN DEL POLINOMIO ES:

$$Y' = -0.0083852 - 0.0832593 x - 0.003466 x^2$$

SUBSTITUYENDO PARA CADA VALOR DE X DADO, OBTENEMOS LOS SIGUIENTES VALORES DE Y' CORRESPONDIENTES.

X	Y
1.0	0.0714
2.0	0.1443
3.0	0.2102
4.0	0.2692
5.0	0.3213
6.0	0.3664
7.0	0.4046
8.0	0.4359
9.0	0.4602
10.0	0.4776

**CURVA DE CALIBRACION PARA N-NITRATOS
METODO DE LA BRUCINA
 $\lambda = 410 \text{ nm}$**



C - GRAFICAS DE RINGBOM

LAS GRÁFICAS DE RINGBOM CONSISTEN EN GRAFICAR DATOS ESPECTROFOTOMÉTRICOS CALIBRADOS DE UN SISTEMA QUE SIGUE CON LA LEY DE BEER, OBTENIÉNDOSE UNA CURVA SIGMOIDE "S" AL GRAFICAR AL PORCIENTO DE ABSORPTANCIA = $100 - \% T$ EN LA ORDENADA Y EL LOGARITMO DE LA CONCENTRACIÓN EN LA ABSCISA. RINGBOM DEMOSTRÓ POR DEDUCCIONES BASADAS EN LA LEY DE BEER QUE CUANDO LA RELACIÓN

$$\frac{\Delta T}{\Delta C/C} = \frac{\Delta T}{2.303 \text{ LOG } C} \quad (1)$$

ALCANZA UN MÁXIMO, LA PRECISIÓN ES MÁXIMA, ESTO ES EN EL PUNTO DE INFLECCIÓN DE LA CURVA. ÉSTO SE DEDUCE DE LO SIGUIENTE:

$$\frac{dT}{dC/C} = \frac{dT}{d \text{ LN } C} = \frac{dT}{2.303 d \text{ LOG } C} \quad (1)$$

$$\frac{d C/c}{d T} = \frac{2.303}{d \text{ LOG } C}$$

ó

$$\frac{\% \text{ ERROR ANALÍTICO RELATIVO}}{1\% \text{ ERROR FOTOMÉTRICO ABSOLUTO}} = \frac{230}{dT} \frac{dT}{d \text{ LOG } C}$$

SI EL SISTEMA SE AJUSTA A LA LEY DE BEER, EL PUNTO DE INFLECCIÓN OCURRE A UN VALOR DE TRANSMITANCIA DE 36.8%, LO CUAL CORRESPONDE A UN VALOR DE ABSORPTANCIA DE 63.2% Y A 0.4343 DE ABSORBANCIA.

EL TIPO RINGBOM DE GRÁFICA PRESENTA DOS ASPECTOS ÚTILES:

A) MUESTRA A SIMPRE VISTA AL ÁMBITO DE CONCENTRACIÓN DONDE EL ERROR ANALÍTICO ES MÍNIMO, ESTO ES EL ÁMBITO DE CONCENTRACIÓN CORRESPONDIENTE A LA PORCIÓN PRÁCTICAMENTE LINEAL DE LA PENDIENTE;

B) PUEDE EVALUARSE LA PRECISIÓN DEL ANÁLISIS A CUALQUIER CONCENTRACIÓN, O EN CUALQUIER ÁMBITO DE CONCENTRACIÓN.

EN CUALQUIER PUNTO, EL ERROR ANALÍTICO RELATIVO POR 1% DE ERROR FOTOMÉTRICO ES 230 DIVIDIDO POR LA PENDIENTE DE LA CURVA EN ESE PUNTO: DE LA REORDENACIÓN DE LA ECUACIÓN DE LA FUNCIÓN DE ERROR (1) SE TIENE:

$$\frac{\Delta C/C}{\Delta T} = \frac{2.303 \text{ LOG } C}{\Delta T}$$

$\Delta C/C$ ES EL ERROR ANALÍTICO RELATIVO PARA UN ERROR FOTOMÉTRICO ΔP DADO. SI P SE EXPRESA EN % DE TRANSMITANCIA O % DE ABSORPTANCIA Y SE DESEA EXPRESAR EL PORCIENTO DE ERROR ANALÍTICO RELATIVO, PARA UN ERROR FOTOMÉTRICO DE 1% ($P = 1$), LA ECUACIÓN SE MULTIPLICA POR 100, DANDO:

$$\begin{aligned} \frac{100 \Delta C/C}{\Delta T} &= \frac{\% \text{ DE ERROR ANALÍTICO RELATIVO}}{1 \% \text{ ERROR FOTOMÉTRICO}} \\ &= \frac{230}{\Delta P / \Delta \text{LOG } C} \end{aligned}$$

SI EL SISTEMA BAJO CONSIDERACIÓN, NO ESTÁ DE ACUERDO CON LA LEY DE BEER, EN EL ÁMBITO DE CONCENTRACIÓN MEDIDO, LA GRÁFICA DE RINGBOM TIENE LA FORMA SIGMOIDE "S", PERO DIFERENTE PENDIENTE, Y EL PUNTO DE INFLECCIÓN OCURRE A UN VALOR DIFERENTE DE 63.2% DE ABSORPTANCIA. LA DIRECCIÓN DE ESAS DIFERENCIAS DEPENDERÁN DEL SEN

TIDO DE LA DESVIACIÓN CON RESPECTO A LA LEY DE BEER. SIN EMBARGO, LA CURVA MUESTRA EL ÁMBITO DE CONCENTRACIÓN ÓPTIMO, Y EL ERROR RELATIVO DE ANÁLISIS ES CALCULADO COMO SE ILUSTRÓ ANTERIORMENTE.

ERROR RELATIVO DE CONCENTRACIÓN

DE LA GRÁFICA DE RINGBOM, OBSERVAMOS QUE LAS PARTES PLANAS DE LA CURVA A ALTAS Y BAJAS ABSORPTANCIAS, ENFATIZA LA IMPORTANCIA DE SELECCIONAR UN ÁMBITO APROPIADO DE CONCENTRACIÓN, EL CUAL NOS DÉ EL MÍNIMO - - ERROR POSIBLE; YA QUE SI EL ANÁLISIS SE HACE EN LOS ÁMBITOS DE CONCENTRACIÓN EN LAS PARTES PLANAS DE LA CURVA, TENDREMOS GRANDES ERRORES.

COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE, EL ERROR MÍNIMO OCURRE A UN VALOR DE ABSORPTANCIA DE 0.4343, QUE CORRESPONDE A 36.8% T, EN DONDE UN 1% DE ERROR FOTOMÉTRICO ABSOLUTO, PRODUCE UN ERROR RELATIVO DE ANÁLISIS DE - ANÁLISIS DE 2.72% AUNQUE EL ERROR NO ES MUY GRANDE - EN UN ÁMBITO DE TRANSMITANCIA DE 20 A 60%. LA FORMA EN LA CUAL EL ERROR DE ANÁLISIS VARÍA CON LA TRANSMITANCIA SE MUESTRA EN LA TABLA No. 3 Y EN LA FIG No.2 EL % DE ERROR RELATIVO POR 1% DE ERROR FOTOMÉTRICO, - FUÉ CALCULADO CON AYUDA DE LA ECUACIÓN No. 2.

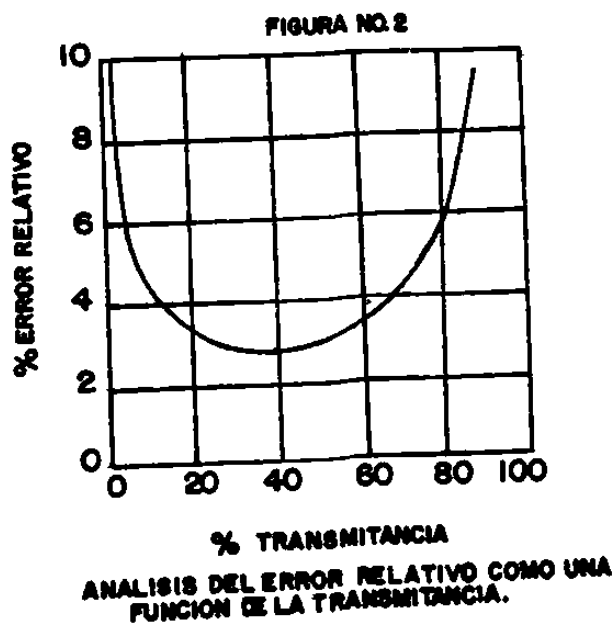


TABLA No. 2

ANALISIS DE ERROR TRANSMITANCIA %	% ERROR RELATIVO POR 1% DE ERROR FOTOMETRICO:
95	20.8
90	10.7
80	5.6
70	4.0
60	3.3
50	2.9
40	2.7
30	2.8
20	3.2
10	4.3
5	6.5

LA FIGURA No. 2, MUESTRA COMO EL ERROR RELATIVO DEPEN DE DE LOS VALORE DE % T OBTENIDOS. SI SE TIENE UN VALOR DE T DE 20 A 60%, EL % DE ERROR RELATIVO ES PEQUEÑO, FUERA DE ÉSTOS LÍMITES, EL ERROR AUMENTA MUY RÁPIDAMENTE, ES DECIR, SI EL % T ES MUY ALTO O MUY BAJO,- EL % DE ERROR ES CONSIDERABLEMENTE ALTO

EJEMPLO No. 4

SE PREPARÓ UNA CURVA DE CALIBRACIÓN PARA SULFATOS, CON LOS DATOS OBTENIDOS, SE GRAFICÓ EN PAPEL SEMI LOGARÍTMICO, LA ABSORPTANCIA = $100 - \log \% T$ EN LA ORDENADA Y LA CONCENTRACIÓN EN LA ABSCISA. DE AQUÍ, SE TRAZÓ LA PENDIENTE DE LA CURVA OBTENIDA Y SE OBTUVO EL RANGO DE CONCENTRACIÓN EN EL CUAL EL ERROR ES MENOR, ENCONTRÁNDOSE QUE EL RANGO DE CONCENTRACIÓN DE MAYOR EXACTITUD ES DE 2.9 A 7.0 MG/L DE SULFATOS (VER GRÁFICA ANEXA) Y EL % DE ERROR DE ANÁLISIS RELATIVO ($\Delta C/C$) POR 1% DE ERROR FOTOMÉTRICO ES DE 2.62. EN LA TABLA No. 3 VEMOS LOS CÁLCULOS NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA GRÁFICA.

TABLA No. 3

CURVA DE CALIBRACION PARA SULFATOS METODO TURBIDIMETRICO
= 420 NM

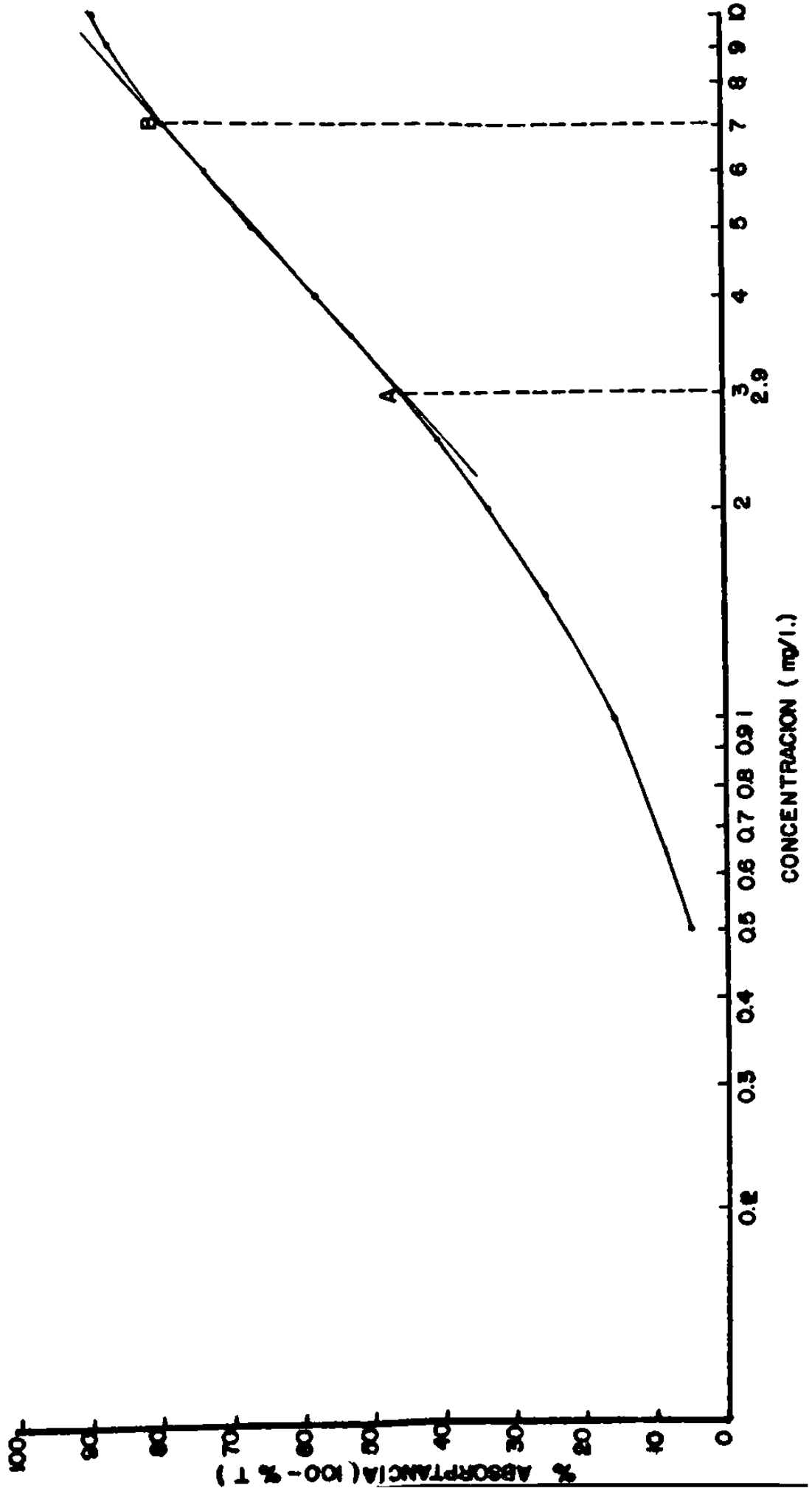
MG/L	% T	100 - %T	LOG T	T LOG T	$\frac{.4343}{T \text{ LOG T}}$
0.5	94.7	5.3	0.024	0.023	18.88
1.0	84.5	15.5	0.073	0.062	7.05
1.5	75.3	24.7	0.123	0.093	4.67
2.0	67.2	32.8	0.173	0.116	3.74
2.5	59.9	40.1	0.223	0.133	3.27
3.0	54.6	45.4	0.263	0.143	3.04
3.5	47.6	52.4	0.322	0.153	2.84
4.0	42.4	57.6	0.373	0.158	2.75
5.0	33.8	66.2	0.471	0.159	2.73
6.0	26.8	73.2	0.572	0.153	2.84
7.0	21.3	78.7	0.672	0.143	3.04
9.0	13.5	86.5	0.870	0.117	3.71
10.0	10.7	89.3	0.971	0.104	4.18

DE ACUERDO A LA GRÁFICA DE RINGBOM, EL RANGO DE CONCENTRACIÓN DE MAYOR EXACTITUD ES DE 2.9 A 7.0 MG/L $\text{SO}_4^{=}$ Y :

$$\frac{\% \text{ ERROR RELATIVO}}{1\% \text{ ERROR FOTOMÉTRICO}} = \frac{230}{\frac{\Delta \% T}{\Delta \text{LOG C}}}$$

$$= \frac{230}{\frac{54.9 - 21.3}{\text{LOG } 7.0 - \text{LOG } 2.9}} = 2.62$$

CURVA DE RINGBOM PARA SULFATOS
METODO TURBIDIMETRICO $\lambda = 420 \text{ nm}$



IV.- SIGNIFICADO SANITARIO

EL ANÁLISIS FÍSICO O QUÍMICO A REALIZAR EN UN TIPO DE AGUA DADO DEPENDE DE FACTORES COMO SON:

- 1.- USO AL CUAL EL AGUA VA A SER DESTINADA POR EJEMPLO SI ES PARA CONSUMO HUMANO, IRRIGACIÓN, USO RECREATIVO, GANADERÍA O USOS INDUSTRIALES.
- 2.- INTERPRETACIÓN SANITARIA EN DONDE SE INDICAN LOS EFECTOS O PROBLEMAS CAUSADOS POR CADA UNO DE LOS CONTAMINANTES.
- 3.- USO DE NORMAS O CRITERIOS DE CALIDAD OFICIALES, LAS CUALES SIRVAN DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

A CONTINUACIÓN SE DÁ LA INTERPRETACIÓN SANITARIA Y UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE CADA CONSTITUYENTE. ASÍ TAMBIÉN LOS CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUA POTABLE (TABLA No. 4) Y PARA USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA (TABLA No. 5)

FE DE ERRATA

DICE:

LOS SULFATOS DE SODIO Y MAGNESIO TIENEN UN EFECTO PURGANTE EN EL HOMBRE. SON RESPONSABLES INDIRECTOS DE LOS PROBLEMAS DE OLORES Y CORROSIÓN RESULTANTES DE LA REDUCCIÓN DE SULFATOS A SULFURO DE HIDRÓGENO BAJO CONDICIONES ANAEROBIAS.

DEBE DECIR:

LAS MEDICIONES DE ALCALINIDAD SON USADAS EN LA INTERPRETACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.

SIGNIFICADO SANITARIO

CONSTITUYENTES	DESCRIPCION	INTERPRETACION SANITARIA
ACIDEZ	ES LA CAPACIDAD CUANTITATIVA DE UN AGUA PARA NEUTRALIZAR UNA BASE FUERTE A UN PH DADO. PUEDEN CONTRIBUIR A LA ACIDEZ, ÁCIDOS MINERALES FUERTES Y ÁCIDOS DEBILES TALES COMO EL CARBÓNICO Y EL ACÉTICO.	LA ACIDEZ DEL AGUA CONTRIBUYE A LA CORROSIÓN Y TIENE INFLUENCIA SOBRE CIERTOS PROCESOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS. SU MEDICIÓN REFLEJA CAMBIOS EN LA CALIDAD DE UNA FUENTE DE AGUA.
ALCALINIDAD	ES LA CAPACIDAD CUANTITATIVA DE UN AGUA PARA NEUTRALIZAR UN ÁCIDO FUERTE A UN PH DADO. SE DEBE PRINCIPALMENTE A LA PRESENCIA DE CARBONATOS, BICARBONATOS E HIDRÓXIDOS.	*LOS SULFATOS DE SODIO Y MAGNESIO, TIENEN UN EFECTO PURGANTE EN EL HOMBRE. SON RESPONSABLES INDIRECTOS DE LOS PROBLEMAS DE OLOR Y CORROSIÓN RESULTANTES DE LA REDUCCIÓN DE SULFATOS A SULFURO DE HIDRÓGENO BAJO CONDICIONES ANAERÓBICAS.
CLORUROS	ES UN CONSTITUYENTE INORGÁNICO QUE SE ENCUENTRA EN MAYOR PROPORCIÓN EN EL AGUA. SU CONTENIDO SE INCREMENTA CON EL CONTENIDO MINERAL.	UN ALTO CONTENIDO DE CLORUROS DAÑA ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS METÁLICAS, ASÍ COMO A LA AGRICULTURA. SON UN ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN EN POZOS, MANANTIALES, ETC.

CONSTITUYENTE	DESCRIPCION	INTERPRETACION SANITARIA
COLOR	EL COLOR EN EL AGUA PUEDE RESULTAR DE LA PRESENCIA DE IONES METÁLICOS (FE Y Mn), HUMUS, PLANCTON, DESECHOS INDUSTRIALES, ETC.	NO ES ACEPTABLE PARA USO DOMÉSTICO O ALGUNOS USOS INDUSTRIALES, SIN TRATAMIENTO PREVIO.
CONDUCTIVIDAD	ES UNA EXPRESIÓN NUMÉRICA DE LA HABILIDAD DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA CONducir UNA CORRIENTE ELÉCTRICA. ESTE NÚMERO DEPENDE DE LA CONCENTRACIÓN TOTAL DE SUBSTANCIAS IONIZADAS DISUELTAS.	SU MEDICIÓN PUEDE DAR UNA ESTIMACIÓN PRÁCTICA ACERCA DE LAS VARIACIONES EN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS DISUELTOS EN UN CUERPO DE AGUA.
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ES UNA MEDIDA DEL OXÍGENO REQUERIDO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN UN INTERVÁLO DE TIEMPO ESPECÍFICO.	LA PRUEBA DE LA DBO, DÁ UNA MEDIDA DE LA CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE BIOLÓGICAMENTE Y LA VELOCIDAD DE OXIDACIÓN. SIRVE PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE PURIFICACIÓN DE CORRIENTES Y ES UN MEDIO DE REGULAR LA CALIDAD DE EFLUENTES DESCARGADOS A TALES AGUAS.

CONTRIBUYENTE	DESCRIPCION	INTERPRETACION SANITARIA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ES UNA MEDIDA DE LA CANTIDAD TOTAL DE OXÍGENO, REQUERIDO PARA OXIDAR LA MATERIA ORGÁNICA HASTA CO_2 Y H_2O POR LA ACCIÓN DE AGENTES OXIDANTES FUERTES, BAJO CONDICIONES ÁCIDAS.	SE UTILIZA COMO UN PARÁMETRO DE CONTROL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO. ES UN MEDIO PARA MEDIR LA FUERZA CONTAMINANTE DE DESECHOS DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES.
FOSFATOS	LOS FOSFATOS EN EL AGUA PUEDEN PRESENTARSE EN VARIAS FORMAS; ORTOFOSFATOS, FOSFATOS CONDENSADOS (PIRO, META Y POLIFOSFATOS) Y FOSFATOS ORGÁNICOS.	EL FÓSFORO ES ESENCIAL PARA EL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS, Y PUEDE SER EL NUTRIENTE QUE LIMITA LA PRODUCTIVIDAD DE UN CUERPO DE AGUA. LOS FOSFATOS SON USADOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUA PARA CALDERAS COMO CONTROL DEL SARRO.
GRASAS Y ACEITES	REPRESENTAN A UNA AMPLIA VARIEDAD DE SUBSTANCIAS ORGÁNICAS QUE SON EXTRAÍBLES DE UNA SOLUCIÓN O SUSPENSIÓN POR UN SOLVENTE TAL COMO HEXANO O FREON.	INTERFIEREN CON LA TRANSFERENCIA DE OXÍGENO ATMOSFÉRICO, INDISPENSABLE PARA LA AUTOPURIFICACIÓN DEL AGUA. TIENE EFECTOS SOBRE LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA DE ALGAS MARIINAS. ES ADEMÁS UN PARÁMETRO DE CONTROL EN PLANTAS DE TRATAMIENTO.

CONTRIBUYENTE	DESCRIPCION	INTERPRETACION SANITARIA
N-AMONIACAL	PUEDE SER PRODUCIDO POR LA DESAMINACIÓN DE COMPUESTOS QUE CONTIENEN NITRÓGENO ORGÁNICO, POR LA HIDRÓLISIS DE LA UREA O BIEN POR LA REDUCCIÓN DE NITRATOS BAJO CONDICIONES ANAERÓBIAS.	AGUAS QUE CONTIENEN GRAN CANTIDAD DE N-ORGÁNICO Y N-AMONIACAL SE CONSIDERA QUE HAN SIDO RECIENTEMENTE CONTAMINADAS Y POR LO CUAL REPRESENTAN UN GRAN PELIGRO PARA LA SALUD.
N-NITRATOS	PUEDEN SER PRODUCIDOS POR DESCARGAS O BIEN POR LA OXIDACIÓN DIRECTA DE NITRITOS O DE AMONIACO.	EN CANTIDADES EXCESIVAS - CONTRIBUYE A LA ENFERMEDAD CONOCIDA COMO METAHEMOGLOBINEMIA EN LOS NIÑOS.
N-NITRITOS	ES PRODUCIDO POR LA OXIDACIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL, O BIEN POR LA REDUCCIÓN DE NITRATOS.	ES USADO COMO INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN EN PROCESOS DE AGUA INDUSTRIALES.
SÓLIDOS	SE REFIERE A LA MATERIA SÓLIDA SUSPENDIDA O DISUELTA EN EL AGUA.	UN ALTO CONTENIDO DE SÓLIDOS AFECTAN EL SABOR Y EL OLOR DEL AGUA Y PRODUCEN EN EL HOMBRE EFECTOS LAXANTES. SON INDESEABLES PARA MUCHAS APLICACIONES INDUSTRIALES. SU ASPECTO ES ANTIESTÉTICO.
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZÚL DE METILENO	SON SUSTANCIAS QUE TIENEN LA PROPIEDAD DE REDUCIR LA TENSIÓN SUPERFICIAL DEL LÍQUIDO EN LA CUAL SE ENCUENTRAN DISUELTOS.	AFECTAN EL ASPECTO ESTÉTICO DEL AGUA. EN PLANTAS DE TRATAMIENTO INTERFIEREN CON LOS PROCESOS DE SEDIMENTACIÓN Y DE DIGESTIÓN.

CONTRIBUYENTE	DESCRIPCION	INTERPRETACION SANITARIA
SULFATOS	LOS SULFATOS SE ENCUENTRAN AMPLIAMENTE DISTRIBUÍDOS - EN LA NATURALEZA. DESE--- CHOS DE MINAS PUEDEN CON-- TRIBUIR CON UN ALTO CONTE-- NIDO DE SULFATOS DEBIDO A LA OXIDACIÓN DE LA PIRITA.	LOS SULFATOS DE SODIO Y - MAGNESIO, TIENEN UN EFEC-- TO PURGANTE EN EL HOMBRE. SON RESPONSABLES INDIRECTOS DE LOS PROBLEMAS DE - OLOR Y CORROSIÓN RESULTAN-- TES DE LA REDUCCIÓN DE -- SULFATOS A SULFURO DE HI-- DRÓGENO BAJO CONDICIONES ANAERÓBIAS.
TEMPERATURA	LAS TEMPERATURAS ELEVADAS EN EL AGUA, PUEDEN RESUL-- TAR DE DESCARGAS INDUSTRIA-- LES.	ELEVADAS TEMPERATURAS, -- PUEDEN TENER IMPACTO ECO-- LÓGICO SIGNIFICANTE. IN-- CREMENTA LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN.
TURBIDEZ	ES CAUSADA POR LA PRESEN-- CIA DE MATERIA SUSPENDIDA, MATERIA ORGÁNICA E INORGÁ-- NICA FINAMENTE DIVIDIDA, - PLANCTON Y OTROS ORGANIS-- MOS MICROSCÓPICOS.	IMPARTE UNA APARIENCIA DE SAGRADABLE EL AGUA. IN-- TERFIERE EN PROCESOS IN-- DUSTRIALES Y DE TRATAMIE-- NTO.

CRITERIO DE CALIDAD PARA AGUA POTABLE

TABLA No. 4

P A R A M E T R O	CONCENTRACION MAXIMA PERMISIBLE PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.
1. ALCALINIDAD (MG/L)	400 ^(*4) ; 250 ¹
2. CLORUROS (MG/L)	250 ^{4,5} ; 40 ¹
3. COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ML)	2.0 ⁴
4. COLOR U (PT-Co)	20 ⁴ ; 75 ⁷
5. CROMO (MG/L)	0.05 ^{4,5}
6. DBO (MG/L)	4.0 ⁵
7. DQO (MG/L)	0.1 ⁵
8. DUREZA DE NO CARBONATOS (MG/L)	150 ^{4,1}
9. DUREZA TOTAL (MG/L DE CaCO ₃)	300 ⁴ ; NE ⁶
10. FIERRO (MG/L)	0.3 ⁵
11. FOSFATOS (MG/L)	NE ⁷
12. GRASAS Y ACEITES (MG/L)	0.05 ⁵ ; NE ⁵
13. NITRÓGENO (N) AMONIACAL (MG/L)	0.5 ^{4,7,8} ; 0.64 ¹
14. NITRÓGENO (N) NITRATOS (MG/L)	5.0 ⁴ ; 22.0 ¹ ; 50.0 ⁷ ; 10 ⁶
15. NITRÓGENO (N) NITRITOS (MG/L)	0.05 ^{4,1} ; 1.0 ⁷
16. OXÍGENO CONSUMIDO EN MEDIO - - ÁCIDO O BÁSICO (MG/L)	3.0
17. PH	6-8 ⁴ ; 6.8-7.5 ¹ ; 5-9 ⁶
18. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (MG/L)	500 ^{5,6}
19. SÓLIDOS TOTALES (MG/L)	1000 ⁴ ; 500 ¹
20. SUBSTANCIAS ACTIVAS AL - AZÚL DE METILENO (MG/L)	0.5 ^{1,6}
21. SULFATOS (MG/L)	250 ^{4,6}
22. TURBIDEZ (MG/L) (DE SiO ₂)	10 ^{4,1}

REFERENCIAS:

- * 1.- ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA (1949 - 1950) (AIIS).
- * 2.- REGLAMENTO FEDERAL SOBRE OBRAS DE PROVISIÓN DE AGUA POTABLE.
- * 3.- SECRETARÍA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA (S.S.A.)
- * 4.- U.S. GEOLOGICAL SERVICE
- * 5.- WATER QUALITY CRITERIA 1972.
- * 6.- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)
- 7.- NO ESPECIFICADO

TABLA NO. 5

**CRITERIOS DE CALIDAD PARA USO DEL AGUA EN
LA AGRICULTURA**

CLASE PARAMETRO	BUENA	CONDICIONADA	NO RECOMENDABLE
P H	4.5 - 9.0	—	—
CONDUCTIVIDAD (25°C) mos / cm.	100 - 250 ¹	250 - 750 ¹	750 - 2250
CLORUROS (mg / l.)	< 1.0 ²	1 - 5 ²	> 5 ²
SALINIDAD POTENCIAL (mg / l.)	< 3.0 ²	3 - 15 ²	> 15 ²
SULFATOS (mg. / l.)	4.0 - 20.	4.0 - 20. ¹	> 12 - 20 ¹

REFERENCIAS :

1. WATER QUALITY CRITERIA, 1972
2. INSTRUCTIVO DEL COLEGIO DE POSGRADUADOS DE LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA .

V. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. METODOLOGÍA ANALÍTICA

EL MÉTODO QUE DEBERÁ SER EMPLEADO EN CADA TIPO DE ANÁLISIS - SERÁ ELEGIDO TOMANDO EN CUENTA LOS SIGUIENTES FACTORES:

- A. NATURALEZA DE LA MUESTRA
- B. CONCENTRACIÓN
- C. INTERFERENCIAS PRESENTES
- D. EXACTITUD REQUERIDA

B. MATERIAL DE VIDRIO Y REACTIVOS

1. AL UTILIZAR EL MATERIAL VOLUMÉTRICO, TENER EN CUENTA:
 - A) EL TIPO DE CRISTALERÍA, ES DECIR, SI ES PARA CONTENER (PC) O PARA VERTER (PV)
 - B) ERROR DE PARALAJE
 - C) LA TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN
 - D) LIMPIEZA
2. EN GENERAL LOS FRASCOS DE BOROSILICATO CON TAPONES DE VIDRIO ESMERILADO SE RECOMIENDAN PARA LA MAYORÍA DE LOS SOLVENTES Y SOLUCIONES ESTÁNDAR. LOS FRASCOS DE PLÁSTICO, SE RECOMIENDAN PARA LAS SOLUCIONES ALCALINAS.
3. TODOS LOS REACTIVOS QUÍMICOS ANHIDROS UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES ESTÁNDAR, DEBEN SECARSE A UNA TEMPERATURA DE 105 A 110 °C POR LO MENOS DE UNA A DOS HORAS Y PREFERENTEMENTE TODA LA NOCHE.
4. LAS SOLUCIONES ESTÁNDAR SON ESTABLES POR LO MENOS UN MES, SIEMPRE Y CUANDO SE OBSERVE LO SIGUIENTE:
 - A) GUARDAR LA SOLUCIÓN EN EL FRASCO INDICADO (CLARO U OSCURO, VIDRIO O PLÁSTICO).

- B) NO DEVOLVER AL FRASCO LA SOLUCIÓN QUE QUEDA EN LA --
BURETA.
- C) NO DEJAR EL FRASCO ABIERTO

C. INSTRUMENTACIÓN

1. BALANZA

PARA LOGRAR MANTENER LA BALANZA EN BUEN ESTADO, TEMER EN CUENTA LO SIGUIENTE:

- A. LIMPIEZA
- B. LOCALIZACIÓN
- C. TEMPERATURA

LA CALIBRACIÓN DE LA BALANZA DEBE SER VERIFICADA SEMANAL O QUINCENALMENTE SEGÚN SE REQUIERA.

2. POTENCIÓMETRO

LA TEMPERATURA ES UN FACTOR IMPORTANTE QUE DEBER SER TOMA DO EN CUENTA AL HACER LA MEDICIÓN DE PH EN LAS MUESTRAS, ASÍ COMO EN LA PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES BUFFER.

3. CONDUCTÍMETRO

LA PERIODICIDAD CON LA CUAL DEBERÁ LIMPIARSE LA CELDA DE CONDUCTIVIDAD DEPENDE DE LA NATURALEZA DE LAS MUESTRAS ME DIDAS.

LA CONSTANTE DE LA CELDA DEBERÁ SER VERIFICADA POR LO ME NOS CADA TRES MESES.

4. NEFELÓMETRO

ES IMPORTANTE TENER EN CUENTA LOS SIGUIENTES PUNTOS AL HA CER LA MEDICIÓN:

- A. LIMPIEZA DEL TUBO DE MUESTRA
- B. AGITACIÓN
- C. BURBUJAS
- D. LA LECTURA DEBE HACERSE GIRANDO EL CÍRCULO LENTAMENTE DE UNA LECTURA MENOR A UNA MAYOR

5. ESPECTROFOTÓMETRO

LA CALIBRACIÓN DE CELDAS DEBE HACERSE POR LO MENOS CADA MES.

LA VERIFICACIÓN DE LA LONGITUD DE ONDA Y LA LINEARIDAD -- FOTOMÉTRICA SE RECOMIENDA QUE SE REALICE CADA TRES MESES.

EL TIEMPO DE CALENTAMIENTO DEPENDE DE CADA EQUIPO EN PARTICULAR.

SE RECOMIENDA TOMAR LA LECTURA DEL INSTRUMENTO EN VALORES DE % DE TRANSMITANCIA, YA QUE ES UNA ESCALA LINEAL.

LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN DEBEN PREPARARSE MENSUALMENTE O ANTES SI EL REACTIVO UTILIZADO EN LA FORMACIÓN DEL COM--- PUESTO A MEDIR SE TERMINA.

D. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

EL MÉTODO DE LÍMITES DE ACEPTACIÓN COMO MÉTODO DE EVALUACIÓN PUEDE SER UTILIZADO RUTINARIAMENTE COMO MÉTODO DE CONTROL.

LA PRUEBA "F" ES UNA HERRAMIENTA ÚTIL EN ESTUDIOS COMPARATIVOS DE MÉTODOS, YA QUE NOS SIRVE PARA MOSTRARNOS SI LA PRECISIÓN DE AMBOS ES LA MISMA CON LÍMITES DE PROBABILIDAD ESPECÍFICOS.

TODAS LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN DEBEN SER CORREGIDAS UTILIZANDO YA SEA EL MÉTODO DE "MÍNIMOS CUADRADOS" CUANDO EL SISTEMA SIGUE LA LEY DE BEER, O BIEN EL "MÉTODO DE REGRESIÓN -- CURVILÍNEA" EN EL CASO CONTRARIO.

BIBLIOGRAFIA

1. APHA, AWWA, WPCF, 1980
STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER
15A. EDICIÓN.
2. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1972
WATER QUALITY CRITERIA
EPA, E U A
3. GRANT, W. M. ANAL. CHEM., 19,345 (1947)
4. KOLTHOFF, SANDELL, MEEHAN, BRUCKENSTEIN, 1969
QUANTITATIVE CHEMICAL ANALYSIS
4A. EDICIÓN, MACMILLAN, CO.
5. MANCY H. KHALIL, 1975
INSTRUMENTAL ANALYSIS FOR WATER POLLUTION CONTROL
EDICIÓN ANN ARBOR SCIENCE
6. RAGHBIR SINGH KHANDPUR, 1981
HANDBOOK OF MODERN ANALYTICAL INSTRUMENTS
EDICIÓN TAB BOOKS INC.
7. SKOOG A D, WEST MD, 1975
ANALISIS INSTRUMENTAL
EDICIÓN INTERAMERICANA
8. WILLARD, MERRITT, DEAN, 1978
MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS
EDICIÓN CONTINENTAL

