

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**DETERMINACION CUANTITATIVA DE ELEMENTOS  
PRESENTES EN SALES INORGANICAS POR METODOS  
COMPLEJOMETRICOS NO OFICIALES**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:  
ALICIA ROSAURA DUBON URBINA  
ADELA IVETTE GUADRON**

**PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EN  
QUIMICA Y FARMACIA**

**SEPTIEMBRE 2009**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIA**

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

## **COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACION**

### **COORDINADORA GENERAL**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

### **ASESORA DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS**

#### **FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS**

MSc. Rocío Ruano de Sandoval

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

### **DOCENTES DIRECTORES**

Lic. Arturo Alfonso García Mazzini

Licda. Digna Padilla de García

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A nuestros Docentes Directores:**

Licdo. Arturo Alfonso García Mazzini y Licda. Digna Padilla de García:

Maestro tu sabiduría lo es todo, tu bondad es infinita, la enseñanza es a todo modo y de seguro es muy bonita.

Tú enseñas al ignorante, al que te pide enseñanza aunque sea algún vagante que tiene alguna esperanza.

Tu que nos enseñaste, que nos diste tu amistad, tu que nos respetaste con una gran igualdad.

Los llegamos a querer como a unos segundos padres. Gracias por su apoyo, tiempo, paciencia y dedicación para nosotras.

### **A la Coordinadora General y Asesoras de Áreas**

Lic. María Odette Rauda, MSc. Rocío Ruano de Sandoval y Lic. Zenia Ivonne Arevalo de Márquez, por su paciencia, recomendaciones y sabiduría para la realización del trabajo de investigación.

A todas las personas que hicieron posible la realización de esta investigación, nuestros más sinceros agradecimientos.

**ALICIA Y ADELA**

## DEDICATORIA

Primero a Dios, mi Señor, mi Guía, mi Proveedor, mi Fin Ultimo; sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, que si pudiera hacerla material, la hiciera para entregártela.

Agradezco a mi madre por todo su esfuerzo que en mis noches de desvelo estuvo conmigo, en mis angustias, en mis llantos y en mis momentos felices que tuve, durante la formación de mis años académicos, gracias madre.

Agradezco a mi abuelita y a mi tío por toda la confianza que me dieron y por el apoyo que tuve de ambos, por estar allí cuando los necesite y darme palabras de aliento y fuerza para alcanzar todas mis metas y sueños.

A mi compañera de tesis por el tiempo compartido el cual nos unió más en amistad y confianza.

A nuestras amistades que nos ayudaron en los momentos de recopilación de información, por el ánimo que nos daban cuando caíamos y con sus palabras de alientos nos levantaban, a los Laboratorista de Inorgánica que nos ayudaron en la etapa experimental, por los consejos brindados y la amistad que nos regalaron.

En general gracias a todos los que llegaron a ser parte de mi vida los que dejaron una huella en mi camino y corazón, en mi formación académica, en la formación de mi carácter que me ayudaran en la trayectoria de mi vida.

ADELA IVETTE GUADRON.

## **DEDICATORIA**

A Dios: por ser el centro de mi vida y regalarme la oportunidad de culminar mi carrera. Gracias por no permitir que me faltaran las fuerzas para seguir adelante.

A mis padres: Carlos Alberto Dubón Escalante y María Alicia Urbina Guardado de Dubón, por darme la vida, por ser unos excelentes padres que me enseñaron a luchar por mis sueños y me apoyaron en todo momento.

A mi hermano: Carlos Amílcar Dubón Urbina, por su paciencia, apoyo y comprensión en todo momento.

A mi compañera de tesis: Adela Ivette Guadrón, por su amistad, ayuda y cariño.

A mis amigas: Karen Tobar, Samantha Solís, Guadalupe Hernández, Blanca Andrade, Mónica Rivera, Ericka Bruno por regalarme su amistad sincera y enseñarme que a pesar del tiempo y la distancia la amistad es para siempre.

“Porque la sabiduría es más preciosa que cualquier joya y nada se le iguala. Yo, la sabiduría, convivo con la prudencia y me hice amiga de la reflexión”

Proverbios 8, 11-12

**ALICIA DUBON**

## INDICE

	Pág.
Resumen	
Capitulo I	
1.0 Introducción	xvii
Capitulo II	
2.0 Objetivos	21
Capitulo III	
3.0 Marco Teórico	23
3.1 Generalidades del Análisis Volumétrico	23
3.2 Generalidades del Análisis Complejométrico	25
3.2.1 Titulación Complejométrica Directa	26
3.2.2 Titulación Complejométrica Indirecta	26
3.2.3 Titulación Complejométrica por Sustitución	28
3.3 Propiedades del EDTA	28
3.4 Generalidades de los indicadores en complejometría	31
3.4.1 Indicadores Metalocrómicos	33

3.4.2	Indicadores Metálicos incoloros	34
3.5	Tratamiento de la muestra	34
3.5.1	Digestión	34
3.6	Tipos de errores	35
Capitulo IV		
4.0	Diseño Metodológico	38
4.1	Tipo de estudio	38
4.2	Metodología	38
4.2.1	Investigación Bibliográfica	38
4.2.2	Investigación de Campo	39
4.2.3	Investigación de Laboratorio	39
4.3	Parte Experimental	50
4.3.1	Determinación de Aluminio	50
4.3.2	Determinación de Bismuto	51
4.3.3	Determinación de Calcio	52
4.3.4	Determinación de Cobre	53
4.3.5	Determinación de Fósforo	55
4.3.6	Determinación de Flúor	57
4.3.7	Determinación de Hierro	58
4.3.8	Determinación de Magnesio	60
4.3.9	Determinación de Níquel	61
4.3.10	Determinación de Azufre en forma de Sulfatos	62



4.3.11 Determinación de Zinc	64
Capitulo V	
5.0 Discusión e Interpretación de Resultados	67
5.1 Resultados	69
5.1.1 Aluminio	69
5.1.2 Bismuto	72
5.1.3 Calcio	74
5.1.4 Cobre	77
5.1.5 Hierro	82
5.1.6 Fosfatos	85
5.1.7 Flúor	88
5.1.8 Magnesio	91
5.1.9 Níquel	96
5.1.10 Sulfatos	100
5.1.11 Zinc	103
Capitulo VI	
6.0 Conclusiones	111
Capitulo VII	
7.0 Recomendaciones	114

Bibliografía

Glosario

Anexos

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA No</b>	<b>Pág.</b>
1. Cuadro de Mililitros gastados en la valoración cuantitativa	108
2. Cuadro de Diferencia de porcentajes	109

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXO No

1. Lista de material, equipo, reactivo y equivalencias
2. Preparación de reactivo
3. Balanza analítica
4. Proceso de análisis
5. Certificados de Calidad

## ABREVIATURAS

Acido Etilendiaminotetracético	EDTA
Gramos	g
Litros	L
Mililitros	ml
Molaridad	M
Negro de Eriocromo T	NET
Partes por millón	ppm
Peso molecular	PM
Reactivo puro no diluido	AR

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata sobre la determinación cuantitativa de elementos presentes en sales inorgánicas por métodos complejométricos no oficiales o farmacopéicos.

Se realizó una investigación donde se estudiaron los conceptos referentes al análisis complejométrico, titulantes e indicadores, estableciendo el tipo de valoración y condiciones para la cuantificación.

Teniendo claros los conceptos se inició con la investigación de campo, determinando la metodología a utilizar en el laboratorio, así como los reactivos utilizados para cada una de las determinaciones de las diferentes sales inorgánicas.

El trabajo experimental se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, analizando once (11) sales inorgánicas usadas en las prácticas de laboratorio de la facultad, tomando en cuenta las propiedades Físico Químicas de cada una de ellas.

Los resultados obtenidos en la parte práctica fueron comparados con los resultados teóricos proporcionados por Merck, donde se encontraron en algunas sales una pequeña diferencia entre los valores establecidos.

Por lo anterior se demuestra que los análisis complejométricos son ensayos sencillos y confiables para el análisis de ciertas sustancias ya que existen algunas excepciones.

Es por esto que concluimos que lo importante es conocer los rangos de pH en los cuales se dan las reacciones, debido a que cada catión se determina a diferente pH. Se demuestra que los análisis complejométricos son confiables y exactos debido a que sus cambios de color son bien definidos, con respecto al uso de soluciones TITRIPLEX son soluciones estándar a concentración conocida, por lo tanto son confiable.

Por la investigación realizada en el presente trabajo recomendamos los análisis complejométricos por ser uno de los métodos más sencillos y confiables para la cuantificación de sales inorgánicas en la determinación de un catión específico y que sean la base para nuevas prácticas de laboratorio en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**



## 1.0 INTRODUCCION

Los avances tecnológicos han desarrollado y facilitado la realización de procedimientos analíticos para diversas sustancias.

Sin embargo hay instituciones y laboratorios que no cuentan con la tecnología apropiada para realizar los reconocimientos de compuestos que son utilizados en la preparación de otros complejos, por lo cual es necesario conocer los métodos clásicos de análisis.

Con el presente trabajo se trata de proponer otros tipos de análisis que no necesitan aparatos y equipos sofisticados que por su naturaleza tienen elevados precios.

Los métodos de análisis que se proponen son los que a su vez lo hace la casa E. Merck: "COMPLEXOMETRIX ASSAY METHODS WITH TITRIPLEX".

Como se sabe la Química Analítica es la ciencia que se ocupa tanto de reconocer como cuantificar las diversas sustancias y determinar sus componentes ocupando un lugar destacado en las aplicaciones de la química, ya que permite contestar las preguntas que surgen al emplear los diversos procesos químicos para fines técnicos y científicos. Debido a su importancia se utiliza desde los inicios de la historia de la química y sus logros abarcan gran parte del trabajo cuantitativo en todos los ámbitos de la ciencia.

La Química Analítica actualmente es la ciencia de los grandes logros porque pueden ser aplicados en la Industria, la medicina, en la elaboración de refrescos, la agricultura y otros campos de la ciencia.

La Química Analítica se divide en:

- a) Química Analítica Cualitativa.
- b) Química Analítica Cuantitativa.

Al realizar los análisis la selección del método es elemental, ya sea cuantitativo o cualitativo.

Es necesario que existan métodos comparativos utilizando estándares de acuerdo al método a utilizar, para determinar con certeza la presencia y cuantificación de las sustancias químicas.

Es importante conocer el comportamiento químico en los compuestos de coordinación y métodos complejométricos de análisis y de esta forma realizar las determinaciones con exactitud, seguridad y sencillez.

En los minerales se pueden determinar y cuantificar los elementos que los constituyen, mediante Métodos Clásicos de Análisis Complejométrico; entre los elementos que podemos determinar están: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Bismuto (Bi), Fosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), Sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), Flúor (F), Aluminio (Al), Zinc (Zn), Níquel (Ni), Hierro (Fe), Cobre (Cu) y otros.

Dichas sales se seleccionaron por estar dentro del inventario de la Facultad

de Química y Farmacia presentando un mayor uso en las materias impartidas.

Las muestras a analizar fueron once (11) sales: Cloruro de Calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), Nitrato de Magnesio [ $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ], Nitrato de Aluminio [ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ], Nitrato de Bismuto [ $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ], Sulfato de Hierro [ $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ], Fosfato de Sodio ( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), Sulfato de Sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), Fluoruro de Sodio ( $\text{NaF}$ ), Nitrato de Cobre [ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ], Nitrato de Niquel [ $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ], Nitrato de Zinc [ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ].

Los métodos a utilizados en el análisis fueron titulaciones complejométricas directas e indirectas, estos ensayos se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Para efectos de comparación se utilizaron muestras de sales inorgánicas proporcionadas por TRANSMERQUIM y determinar así el grado de pureza de las sales en estudio.

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVO**

## 5.0 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar Cuantitativamente elementos presentes en Sales Inorgánicas por Métodos Complejométricos No Oficiales.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 5.2.1 Hacer una investigación experimental de las Sales Inorgánicas utilizadas en la Facultad de Química y Farmacia que serán analizadas.
- 5.2.2 Realizar el análisis de las Sales Inorgánicas por medio de Titulaciones Complejométricas Directas e Indirectas.
- 5.2.3 Verificar los rangos de pH a los que actúan las sustancias al ser valoradas.
- 5.2.4 Comparar la pureza de las Sales existentes en los Laboratorios de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador con las sales que serán proporcionadas por una institución particular.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 GENERALIDADES DEL ANÁLISIS VOLUMÉTRICO

Los análisis volumétricos (también denominados titulaciones o Valoraciones) constituyen un amplio y valioso conjunto de procedimientos Cuantitativos muy utilizados en Química Analítica. En los análisis volumétricos se determina el volumen de una disolución de concentración conocida, (Disolución valorante), que se necesita para reaccionar con todo el analito, y en base a este volumen se calcula la concentración del analito en la muestra.<sup>(17)</sup>

Una **disolución valorante** es una disolución de reactivo de concentración Conocida, que se usa para realizar un análisis volumétrico.

Las disoluciones valorantes juegan un papel muy importante en todos los métodos volumétricos. Para que una disolución valorante se considere ideal debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ser suficientemente estable de forma que su concentración solo se determine una vez.
- Reaccionar rápidamente con el analito.
- Reaccionar lo más íntegramente posible con el analito, para obtener puntos finales bien definidos.
- Reaccionar de forma selectiva con el analito <sup>(23)</sup>

Se utiliza un patrón o estándar primario, el cual es un compuesto de elevada pureza que sirve como material de referencia en todos los métodos volumétricos. Un estándar primario debe cumplir ciertos requisitos:

- Elevada pureza
- Estabilidad al aire
- Que no tenga moléculas de hidratación, de tal manera que su composición no varíe con los cambios de humedad relativa del aire.
- Fácil de adquirir y a un costo moderado.
- Razonable solubilidad en el medio de valoración.
- Peso molecular moderadamente elevado, a fin de que los errores de pesada sean mínimos.<sup>(17)</sup>

En una valoración se alcanza el punto de equivalencia, cuando la cantidad de valorante añadido es químicamente equivalente a la cantidad del analito presente en la muestra. El punto de equivalencia es un punto teórico que no puede determinarse experimentalmente, se estima observando algún cambio físico que acompañe a la condición de equivalencia. A este cambio se le denomina punto final de la valoración.

A la disolución del analito se le añade un indicador, con el fin de obtener un cambio físico observable (punto final). Cambios típicos son la aparición o



desaparición de un color, cambio de color y aparición o desaparición de turbidez.

Es importante mencionar que muchas veces es necesario realizarle a la muestra un tratamiento previo, para eliminar de esa forma las interferencias y permitir así que la reacción entre el analito y la solución valorante sea lo suficientemente específica.

En el análisis volumétrico se encuentran los siguientes métodos:

- a) Ácidos y bases en medio acuoso
- b) Ácidos y bases en medio no acuoso
- c) Complejomètria
- d) Precipitación o Argentomètria
- e) Oxido-reducción. (7)

### 3.2 GENERALIDADES DEL ANÁLISIS COMPLEJOMÉTRICO

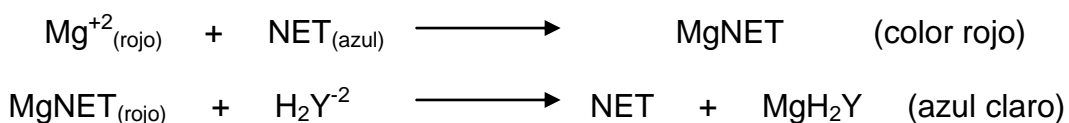
El análisis complejométrico es un método volumétrico en el que dos compuestos reaccionan para formar un complejo en punto de equivalencia.

La complejomètria, en combinación con el enmascaramiento, que permite efectuar determinaciones muy selectivas y exactas de los diferentes minerales.

### 3.2.1 TITULACIÓN COMPLEJOMETRICA DIRECTA

Esta titulación es la que se realiza mediante la adición de una solución estándar de titulante, a la solución de la muestra la cual contiene el indicador, así como el medio básico o ácido adecuado.<sup>(5)</sup>

Ejemplo: se añade un indicador del ión metálico a la disolución a valorar tamponada a un pH adecuado (frecuentemente a pH de 10 con amoniaco-cloruro de amonio) valorándose con EDTA hasta cambio de color. Entre los cationes que se pueden valorar de forma directa están  $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ , formándose el complejo: <sup>(17)</sup>



### 3.2.2 TITULACIÓN COMPLEJOMÉTRICA INDIRECTA.

En esta titulación se debe permitir que se complete la reacción entre el analito y un exceso de reactivo para que el producto de dicha reacción sea titulado posteriormente, hasta un punto final.

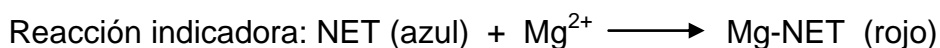
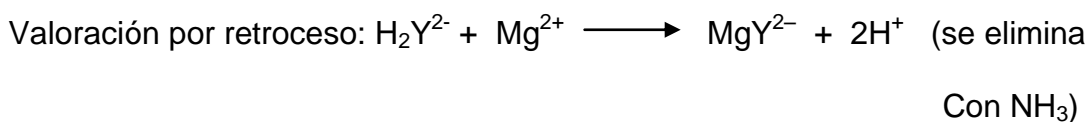
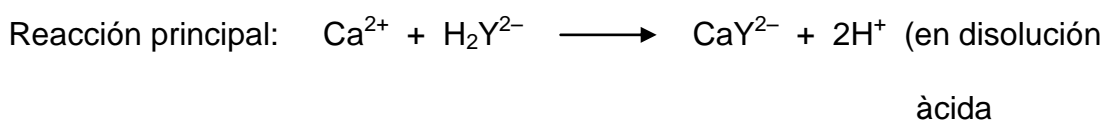
Este tipo de titulación se utiliza cuando:

- El analito es inestable
- El analito es volátil

- El analito reacciona lentamente con la solución estándar en exceso
- Cuando no se cuenta con un indicador adecuado para la detección del punto final.<sup>(7)</sup>

Ejemplo:

En el caso de los sulfatos, el catión es titulado precipitando el exceso, después precipitando el sulfato como sulfato de Bario con un exceso de solución de Cloruro de Bario (de concentración conocida) el bario que no reacciona es titulado.



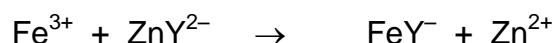
Para calcular la cantidad de la sustancia titulada se puede determinar por la diferencia entre los volúmenes de la solución volumétrica originalmente agregada, corregida por una titulación en blanco y el volumen consumido del titulante en la titulación de retroceso.

### 3.2.3 TITULACIÓN COMPLEJOMÉTRICA POR SUSTITUCION.

Es utilizada cuando una reacción directa es lenta o no se tenga el indicador adecuado para determinar el ión metálico que se desea.

Si una disolución de un ión metálico que forma con el EDTA es un complejo más estable que el de magnesio o zinc, se trata con una disolución del último, teniendo lugar una sustitución y los iones magnesio o zinc pueden valorarse después con solución EDTA patrón.

Por ejemplo:



El  $\text{Zn}^{2+}$  liberado, que es de forma indirecta equivalente a la cantidad de  $\text{Fe}^{3+}$ , se valora con EDTA y NET (u otro) como indicador. Una variación de este método consiste en utilizar otros complejos distintos a los formados por EDTA, de los que se libera el catión, el cual después se valora con EDTA.<sup>(17)</sup>

### 3.3 PROPIEDADES DEL EDTA

Uno de los titulantes más utilizados en los métodos complejométricos es el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) y su sal disódica; comercialmente se les conocen como Titriplex I, II, III respectivamente, también se les llaman Complexonas, Vercenos o Secuestrantes. Por la facilidad de disolverse en el agua se prefiere la sal Disódica del EDTA y se comercializa en forma de  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .<sup>(7)</sup>

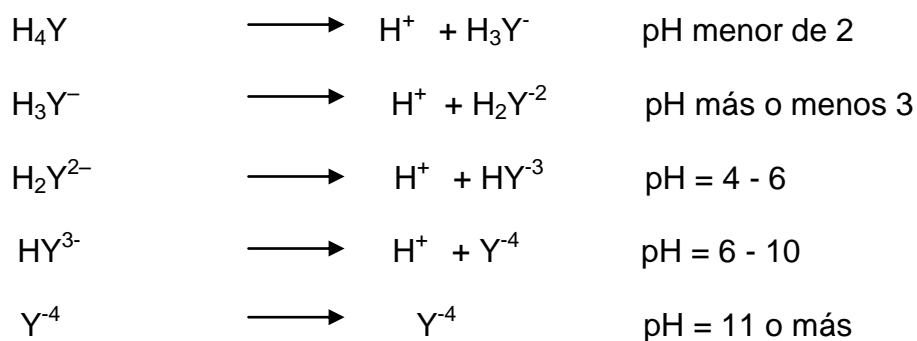
Entre las ventajas como titulante del EDTA tenemos:

- Titulaciones de iones metálicos.

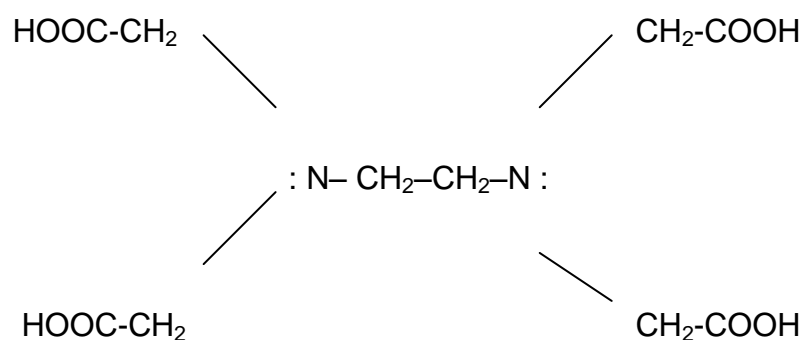
El EDTA es un ligando hexadentado, es decir, que tiene seis sitios para enlazarse a diversos iones metálicos: 2 sitios sobre el nitrógeno y 4 sitios en el ácido carboxílico.

- El EDTA es el único ligando que forma con todos los cationes complejos 1:1, independientemente de la carga iónica y del número de coordinación del catión.

Ejemplos:

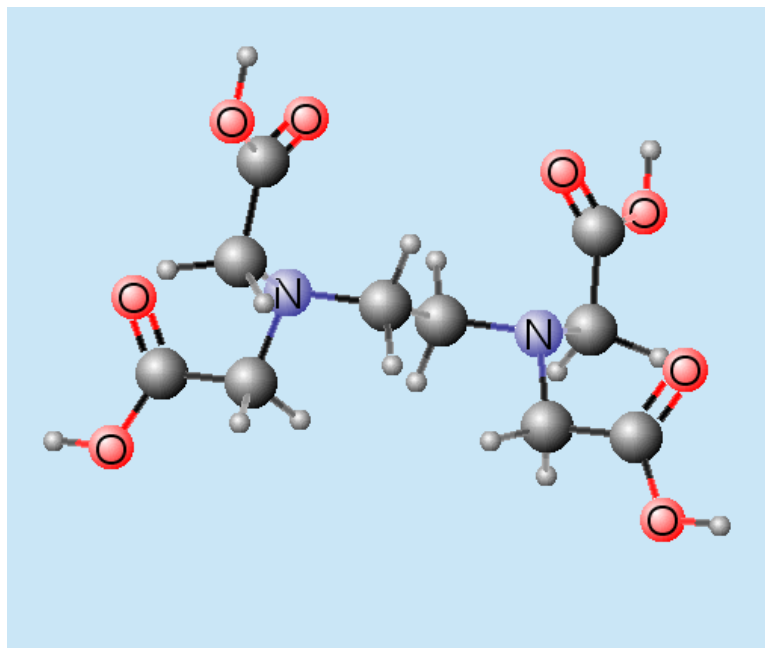


El ácido etilendiaminotetracético (EDTA) contiene cuatro hidrógenos ácidos; por eso se representa como  $H_4Y$  y su estructura es:



Los distintos complejos metal-EDTA presentan estabilidades que varían en un amplio margen; en general, los cationes de elevada carga iónica forman los complejos más estables y tienen existencia en disoluciones más ácidas (de pH más bajo).

La presencia simultánea de cinco anillos fuertemente quelatantes es un factor importante en la gran estabilidad de los complejos EDTA respecto a los complejos formados por ligandos monodentados como el  $\text{CN}^-$  y el  $\text{NH}_3$ . (Ver figura No 1). (10)



**Figura 1. Estructura de un quelato de EDTA con un catión**

### 3.4 GENERALIDADES DE LOS INDICADORES EN COMPLEJOMETRIA

Los indicadores es el método más común para detectar el punto final en un análisis volumétrico. Este hace uso de un compuesto químico suplementario que produce un cambio en color como resultado de cambios en la concentración cerca del punto de equivalencia.<sup>(3)</sup>

El punto de equivalencia de una titulación es un punto teórico que no se puede determinar experimentalmente. Es el punto en el cual han reaccionado cantidades estequiométricamente equivalentes. Lo único que podemos estimar es su posición observando un cambio físico asociado a la condición de equivalencia. A este cambio se le conoce como punto final de

la titulación. Se debe tener mucho cuidado para asegurar que sea mínima la diferencia de masa o volumen entre el punto de equivalencia y el punto final. Sin embargo, siempre hay diferencias como consecuencia de cambios físicos no adecuados o de nuestra incapacidad para apreciarlos. La diferencia de volumen o masa entre el punto de equivalencia y el punto final es el error de titulación.<sup>(23)</sup>

Con mucha frecuencia se agregan indicadores a la solución que contiene el analito para obtener un cambio físico apreciable (el punto final) en o cerca del punto de equivalencia. En las zonas del punto de equivalencia ocurren grandes cambios en la concentración relativa del analito o del titulante. Estos cambios en la concentración ocasionan cambios en la apariencia del indicador, como son la aparición o desaparición de color, cambio de color o aparición o desaparición de turbidez.

Con frecuencia se utilizan aparatos para la detección del punto final, los cuales responden a ciertas propiedades de la solución que cambian de manera característica durante la titulación sus propiedades eléctricas cambiando su pH que se toma en forma eléctrica con un potenciómetro.

Los indicadores se dividen en dos grupos:

- Indicadores metalocrómicos
- Indicadores metálicos incoloros



### 3.4.1 INDICADORES METALOCROMICOS.

La determinación del punto final con ayuda de un indicador coloreado es el más cómodo y de uso muy general en complejometría por su sencillez y el gran número de indicadores de metales disponibles. El negro de eriocromo T (Erio T) es uno de los indicadores de metales usados primeramente en la valoración con EDTA. Contiene un grupo ácido sulfónico que se comporta como un ácido fuerte. Es necesario que el indicador tenga un color intenso. Por lo menos en una de sus formas, al estar libre o enlazados con el metal.

El cambio de color se debe al cambio de la estructura del grupo cromogénico, según el grupo cromogénico estos indicadores pueden clasificarse como: Azo, Azoderivados, Ftaleínas, trifenilmetanos, Antraquinonas, Fenoles.

El indicador debe de enlazarse con el ión metálico con menos fuerza que el titulante EDTA de lo contrario se enlazaría de manera preferencial el metal con el indicador y no con el titulante. Además, el color no cambiaría si el metal no pudiera ser desplazado.

Los indicadores metalocrómicos tienen una propiedad diferente a las titulaciones ácido – base. El enlace del indicador con el ión metálico depende del pH de la solución .Finalmente la titulación complejométrica se

debe verificar en soluciones amortiguadas en condiciones muy distintas a las titulaciones ácido – base. (7)

### 3.4.2 INDICADORES METÁLICOS INCOLOROS.

Estos indicadores son sustancias más o menos incoloras, las cuales reaccionan con ciertos iones metálicos y forman compuestos coloreados, aquí el ión que es modificado es el cromóforo. Ejemplo: tiocianato, ácido sulfasalicílico.

La reacción del indicador se debe a la fuerza iónica y probablemente de la competencia directa de algunas otras especies por el ión metálico en la solución. La competencia por el ión metálico ocasiona uno de los principales problemas en las titulaciones complejométricas por la falta de selectividad. Para eliminar las posibles interferencias en las soluciones complejas es necesario realizar un tratamiento previo muy amplio, eliminándolas o enmascarándolas para evitar que reaccionen. (7)

## 3.5 TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

### 3.5.1 DIGESTIÓN

Este proceso se utiliza cuando la mayor parte de la muestra o toda ella no logra disolverse para formar la solución, es necesario emplear métodos

vigorous como el proceso de digestión, que consiste en disolver el sólido mediante un ácido, una base, un agente oxidante, o enzimas. (7)

### 3.6 TIPOS DE ERRORES

En los análisis químicos existen dos tipos de errores que hay que tomar muy en cuenta, los cuales son:

- Determinados: este error es el que puede corregirse o evitarse al inicio de la valoración.
- Indeterminados: se debe a numerosas variables no controladas que son parte inevitable de toda la reacción.

Entre los Errores Determinados están:

- Errores personales: Se da por las faltas de habilidades del analista para distinguir o juzgar observaciones con certeza, ejemplo: El viraje de color es uno de los errores más importante en los análisis volumétricos.
- Errores de instrumento: se dan por usar recipientes sucios o mal calibrados por defectos de fabricación, también por los aparatos para medir ya que estos pueden retener volúmenes ligeramente distintos de los que indica su graduación.
- Errores del método: estos se deben a que algunas reacciones son

lentas o que no se completan, a la inestabilidad de algunas especies, a la baja especificidad de gran parte de los reactivos, es decir por las impurezas que contienen, y a las reacciones secundarias que interfieren con el proceso de medición.

Los Errores Indeterminados: son llamados también aleatorios, muchos factores contribuyen al error aleatorio, pero ninguno puede identificarse o medirse con certeza ya que individualmente son tan pequeños que no pueden detectarse. Sin embargo, el efecto acumulativo de cada uno ocasiona que los datos de una serie de mediciones repetidas fluctúen al azar alrededor de la media. <sup>(1)</sup> (16)

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## 4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 Tipo De Estudio:

Retrospectivo: Porque el investigador indaga sobre hechos ocurridos en el pasado (antecedentes).

Prospectivo: Porque el investigador registra la información, según van ocurriendo los fenómenos.

Experimental: Porque las prácticas experimentales se realizaron en los Laboratorios de Química Analítica II de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

### 4.2 Metodología

La metodología se desarrollo en tres etapas:

Investigación bibliográfica

Investigación de campo

Investigación de laboratorio

#### 4.2.1 Investigación bibliográfica

Se realizaron visitas a las diferentes bibliotecas de la Universidad de El Salvador (UES), entre ellas podemos mencionar:

- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador

- Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia Dr. Benjamin Orozco.
- Biblioteca de la Universidad Alberto Másferrer.
- Internet

#### **4.2.2 Investigación de campo:**

Universo y Muestra

Universo: Sales Inorgánicas utilizadas en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador

Muestra: Once (11) Sales Inorgánicas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

#### **Tipo de muestreo**

Dirigido puntual ya que dicha selección de muestra se obtuvo de la empresa TRANSMERQUIN S.A. de C.V y de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; las sales seleccionadas fueron:

Nitrato de Aluminio, Nitrato de Bismuto, Cloruro de Calcio, Nitrato de Cobre, Sulfato de Hierro, Fluoruro de Sodio, Fosfato de Sodio, Nitrato de Magnesio, Nitrato de Níquel, Sulfato de Sodio y Nitrato de Zinc.

#### **4.2.3 Investigación de laboratorio**

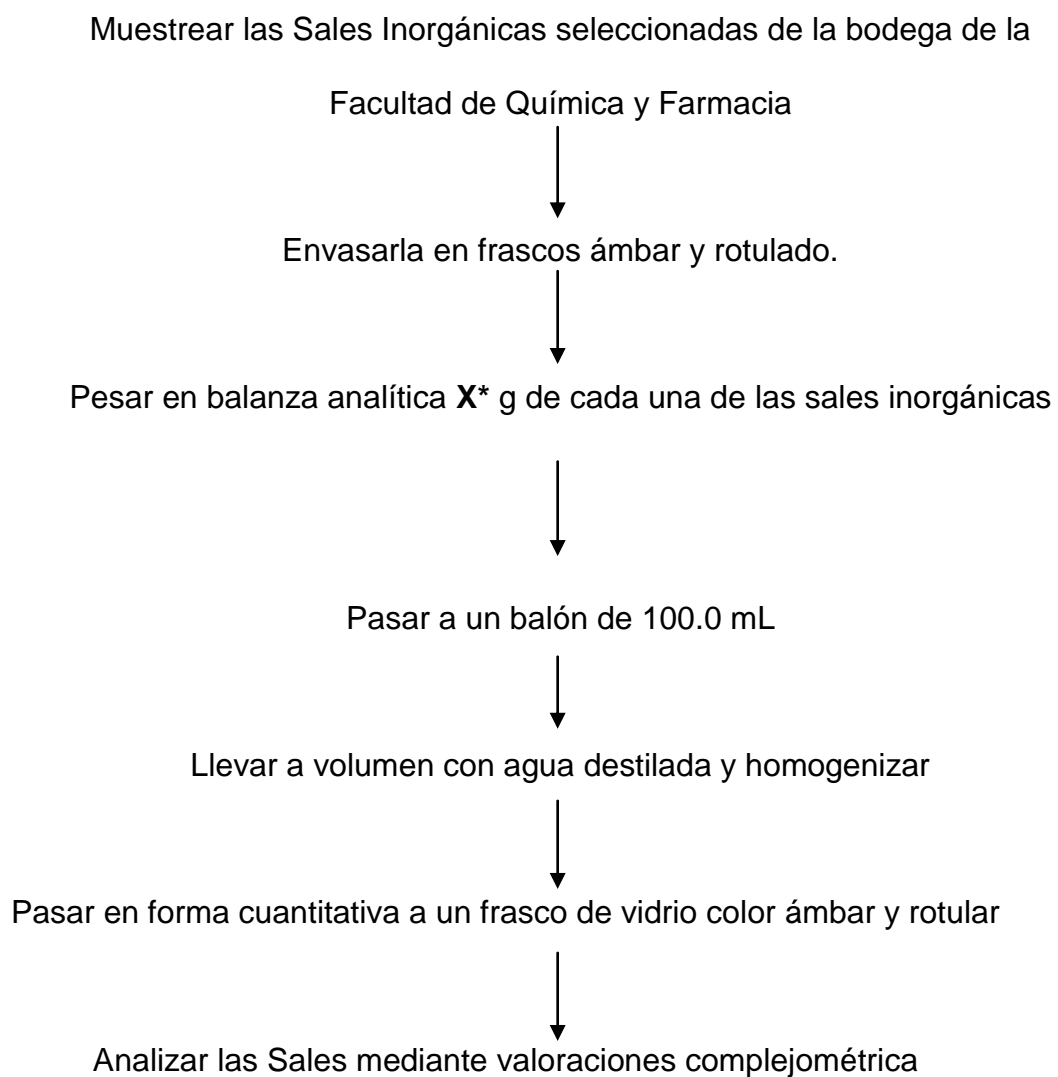
La determinación de la cantidad de Sal Inorgánica necesaria para cada valoración se realizó mediante cálculos; tomando en cuenta el Peso

Molecular de la Sal, el cual es necesario para obtener una solución de 1 L. a una Concentración de 0.1 M

Se presenta el esquema de trabajo realizado para el muestreo de Sales y preparación de las soluciones problemas analizadas; también el procedimiento necesario para el análisis Cuantitativo de cada sal inorgánica.



**Esquema de trabajo para las muestras a analizar  
(Marcha Analítica)**



**$X^*$  = Cantidad de sal pesada en gramos**

Determinación de las cantidades de gramos de sales Inorgánicas que fueron valoradas:

### **ALUMINIO**

CATION:  $\text{Al}^{+3}$

SAL:  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  Nitrato de Aluminio

PESO MOLECULAR: 375.13 g/mol

Una solución 1 M tiene 375.13 g de Nitrato de Aluminio en 1 litro.

1 M  $\longrightarrow$  375.13 g Nitrato de Aluminio  $\longrightarrow$  1 litro

Una solución 0.1 M tiene 37.513 g de Nitrato de Aluminio en 1 litro

0.1M  $\longrightarrow$  37.513 g Nitrato de Aluminio  $\longrightarrow$  1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 3.7513 g de Nitrato de Aluminio en 100 mL**

**0.1M  $\longrightarrow$  3.7513 g Nitrato de Aluminio  $\longrightarrow$  100 mL**

### **BISMUTO**

CATION:  $\text{Bi}^{+3}$

SAL:  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  Nitrato de Bismuto

PESO MOLECULAR: 315.34 g/mol

Una solución 1 M tiene 315.34 g de Nitrato de Bismuto en 1 litro.

1 M  $\longrightarrow$  315.34 g Nitrato de Bismuto  $\longrightarrow$  1 litro

Una solución 0.1 M tiene 31.534 g de Nitrato de Bismuto en 1 litro

0.1M  $\longrightarrow$  31.534 g Nitrato de Bismuto  $\longrightarrow$  1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 3.1534 g de Nitrato de Bismuto en 100 mL**

**0.1M  $\longrightarrow$  3.1534 g Nitrato de Bismuto  $\longrightarrow$  100 mL**

## **CALCIO**

CATION:  $\text{Ca}^{+2}$

SAL:  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Cloruro de Calcio dihidratado

PESO MOLECULAR: 111.00 g/mol

Una solución 1 M tiene 111.00 g de Cloruro de Calcio en 1 litro.

1 M  $\longrightarrow$  111.00 g de Cloruro de Calcio  $\longrightarrow$  1 litro

Una solución 0.1 M tiene 11.100 g Cloruro de Calcio en 1 litro

0.1M  $\longrightarrow$  11.100 g Cloruro de Calcio  $\longrightarrow$  1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 1.1100 g Cloruro de Calcio en 100 mL**

**0.1M  $\longrightarrow$  1.1100 g Cloruro de Calcio  $\longrightarrow$  100 mL**

**COBRE**CATION:  $\text{Cu}^{+2}$ SAL:  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Nitrato de Cobre trihidratado

PESO MOLECULAR: 241.60 g/mol

Una solución 1 M tiene 241.60 g de Nitrato de Cobre en 1 litro.

1 M  $\longrightarrow$  241.60 g Nitrato de Cobre  $\longrightarrow$  1 litro

Una solución 0.1 M tiene 24.160 g de Nitrato de Cobre en 1 litro

0.1M  $\longrightarrow$  24.160 g Nitrato de Cobre  $\longrightarrow$  1 Litro**Una solución 0.1 M tiene 2.4160 g de Nitrato de Cobre en 100 mL****0.1M  $\longrightarrow$  2.4160 g Nitrato de Cobre  $\longrightarrow$  100 mL****HIERRO**CATION:  $\text{Fe}^{+2}$ SAL:  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Sulfato de Hierro heptahidratado

PESO MOLECULAR: 278.02 g/mol

Una solución 1 M tiene 278.02 g de Sulfato de Hierro en 1 litro.

1 M  $\longrightarrow$  278.02 g Sulfato de Hierro  $\longrightarrow$  1 litro

Una solución 0.1 M tiene 27.802 g Sulfato de Hierro en 1 litro

0.1M → 27.802 g Sulfato de Hierro → 1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 2.7802 g Sulfato de Hierro en 100 mL**

**0.1M → 2.7802 g Sulfato de Hierro → 100 mL**

## **FLUOR**

CATION: F<sup>-</sup>

SAL: NaF Fluoruro de Sodio

PESO MOLECULAR: 41.99 g/mol

Una solución 1 M tiene 41.99 g de Fluoruro de Sodio en 1 litro.

1 M → 41.99 g Fluoruro de Sodio → 1 litro

Una solución 0.1 M tiene 4.199 g de Fluoruro de Sodio en 1 litro

0.1M → 4.199 g Fluoruro de Sodio → 1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 0.4199 g Fluoruro de Sodio en 100 mL**

**0.1M → 0.4199 g Fluoruro de Sodio → 100 mL**

**FOSFATOS**CATION:  $P_2O_5$ SAL:  $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$  Fosfato de Sodio Dodecahidratado

PESO MOLECULAR: 380.12 g/mol

Una solución 1 M tiene 380.12 g Fosfato de Sodio en 1 litro.

1 M  $\longrightarrow$  380.12 g Fosfato de Sodio  $\longrightarrow$  1 litro

Una solución 0.1 M tiene 38.012 g de Fosfato de Sodio en 1 litro

0.1M  $\longrightarrow$  38.012 g Fosfato de Sodio  $\longrightarrow$  1 Litro**Una solución 0.1 M tiene 3.8012 g de Fosfato de Sodio en 100 mL****0.1M  $\longrightarrow$  3.8012 g Fosfato de Sodio  $\longrightarrow$  100 mL****MAGNESIO**CATION:  $Mg^{+2}$ SAL:  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  Nitrato de Magnesio Hexahidratado

PESO MOLECULAR: 256.41 g/mol

Una solución 1 M tiene 256.41 g Nitrato de Magnesio en 1 litro.

1 M  $\longrightarrow$  256.41 g Nitrato de Magnesio  $\longrightarrow$  1 litro

Una solución 0.1 M tiene 25.641 g de Nitrato de Magnesio en 1 litro

0.1M → 25.641 g Nitrato de Magnesio → 1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 2.5641 g de Nitrato de Magnesio en 100 mL**

**0.1M → 2.5641 g Nitrato de Magnesio → 100 mL**

## **NIQUEL**

CATION:  $\text{Ni}^{+2}$

SAL:  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Nitrato de Níquel Hexahidratado

PESO MOLECULAR: 290.81 g/mol

Una solución 1 M tiene 290.81 g de Nitrato de Níquel en 1 litro.

1 M → 290.81 g Nitrato de Níquel → 1 litro

Una solución 0.1 M tiene 29.081 g de Nitrato de Níquel en 1 litro

0.1M → 29.081 g Nitrato de Níquel → 1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 2.9081 g de Nitrato de Níquel en 100 mL**

**0.1M → 2.9081 g Nitrato de Níquel → 100 mL**

**SULFATOS**CATION:  $\text{SO}_4^{-2}$ SAL:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  Sulfato de Sodio

PESO MOLECULAR: 142.00 g/mol

Una solución 1 M tiene 142.00 g Sulfato de Sodio en 1 litro.

$$1 \text{ M} \longrightarrow 142.00 \text{ g Sulfato de Sodio} \longrightarrow 1 \text{ litro}$$

Una solución 0.1 M tiene 14.200 g de Sulfato de Sodio en 1 litro

$$0.1\text{M} \longrightarrow 14.200 \text{ g Sulfato de Sodio} \longrightarrow 1 \text{ Litro}$$
**Una solución 0.1 M tiene 1.4200g de Sulfato de Sodio en 100 mL**

$$0.1\text{M} \longrightarrow 1.4200 \text{ g Sulfato de Sodio} \longrightarrow 100 \text{ mL}$$
**ZINC o CINC**CATION:  $\text{Zn}^{+2}$ SAL:  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  Nitrato de Zinc

PESO MOLECULAR: 261.44 g/mol

Una solución 1 M tiene 261.44 g de Nitrato de Zinc en 1 litro.

$$1 \text{ M} \longrightarrow 261.44 \text{ g Nitrato de Zinc} \longrightarrow 1 \text{ litro}$$



Una solución 0.1 M tiene 26.144 g de Nitrato de Zinc en 1 litro

0.1M → 26.144 g Nitrato de Zinc → 1 Litro

**Una solución 0.1 M tiene 2.6144 g de Nitrato de Zinc en 100 mL**

**0.1M → 2.6144 g Nitrato de Zinc → 100 mL**

### 4.3 PARTE EXPERIMENTAL (Análisis Cuantitativo)

#### 4.3.1 DETERMINACION DE ALUMINIO <sup>(11)</sup>

Simbología: Al

Muestra utilizada: Nitrato de Aluminio.

Formula:  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

Material, equipo, reactivos y equivalencias. (Ver anexo No1)

Fundamento:

Se determina mediante una titulación por retroceso, usando como indicador

Ditizona a pH 4-6 ó Anaranjado de Xilenol a un pH de 5-6. <sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y transferirla en forma cuantitativa a un erlenmeyer de 250 mL.
2. Ajustar el pH cerca de 5-6 con Solución de Acetato de Sodio.
3. Agregar 50.0 mL de solución de EDTA 0.1 M y 2.0 mL de HCl 1 M.  
(Ver anexo No 2)
4. Calentar en baño de agua por 10 minutos.
5. Dejar enfriar.
6. Añadir una pequeña cantidad de Indicador Anaranjado de Xilenol.
7. Llenar la bureta con Solución de Sulfato de Zinc 0.1M, tener la precaución de lavar previamente la bureta con pequeñas proporciones de la solución valorante. (Ver anexo 2)

8. Titular la solución, observándose un cambio de color en el punto final de amarillo a rojo.
9. Realizar 3 valoraciones.

#### **4.3.2 DETERMINACION DE BISMUTO <sup>(11)</sup>**

Simbología: Bi

Muestra utilizada: Nitrato de Bismuto

Formula:  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$

Material, equipo, reactivos y equivalencias (Ver anexo No 1).

Fundamento:

Las determinaciones de Bismuto se realizan utilizando anaranjado de Xilenol, rojo de Pirogalol o Violeta de Pirocatecol en solución acidificada con ácido nítrico. La principal interferencia es el elemento torio.

El hierro trivalente puede ser reducido con ácido ascórbico. Los agentes complejantes, tales como ácido cítrico, ácido oxálico y ácido tartárico; pueden estar presentes. Así como también cloruros, fluoruros y fosfatos.<sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de solución diluida y transferirla en forma cuantitativa en un erlenmeyer de 250 mL.
2. Ajustar el pH a un rango de 0-6 con ácido nítrico o un ácido con concentración de 0.1 a 0.01M. (Ver anexo No 2).

3. Llenar la bureta con solución EDTA 0.1M, teniendo la precaución de lavar previamente con pequeñas porciones de su solución valorante. (Ver anexo No 2).
4. Agregar aproximadamente 0.1 g de indicador de Anaranjado de Xilenol.
5. Titular con la solución valorante y en el punto final se observará un cambio de color de rojo a amarillo luminoso.
6. Se realizarán 3 valoraciones.

#### **4.3.3 DETERMINACION DE CALCIO <sup>(11)</sup>**

Simbología: Ca

Muestra utilizada: Cloruro de Calcio dihidratado

Formula:  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Material, equipo, reactivos y equivalencias (Ver anexo No 1)

Fundamento:

La determinación puede ser llevada a cabo con la presencia de magnesio, bario y estroncio, son también titulados el hierro y el manganeso (arriba de 5 mg), titanio, estos elementos pueden ser enmascarados con trietanolamina.

Cadmio, cobre, níquel, platino, mercurio y zinc pueden ser enmascarados por la adición de una pequeña cantidad de cianuro de potasio sólido. Si el contenido de manganeso es relativamente alto, el cambio de color no se

puede apreciar con claridad.<sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica de 10.0 mL de la solución diluida y transferirla cuantitativamente a un erlenmeyer de 250 mL.
2. Agregar aproximadamente 2.0 mL de Solución de Hidróxido de Sodio al 10%. (Ver anexo No 2).
3. Verificar el pH hasta llegar un pH de 12 (para mayor seguridad utilizar un Phmetro o papel indicador).
4. Llenar la bureta con Solución de Sal Sódica de EDTA 0.1M. Tener la precaución de ambientar la bureta con pequeñas porciones de la solución valorante. (Ver anexo No 2).
5. Agregar una pequeña cantidad de Indicador Murexide sólido de aproximadamente 0.1g.
6. Titular con solución de sal di-sódica de EDTA 0.1M. En el punto final el color cambia de amarillo naranja a violeta.

#### **4.3.4 DETERMINACION DE COBRE <sup>(11)</sup>**

Simbología: Cu

Muestra utilizada: Nitrato de Cobre

Formula:  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Material, equipo, reactivos y equivalencias (Ver anexo No 1)

#### Fundamento:

La determinación se realiza usando cromoazurol como indicador el cual demuestra una gran especificidad que usando Murexide. El Aluminio y Hierro interfieren casi siempre, estos metales pueden ser precipitados con hidróxido de amonio o ser removidos con anticipación.

La titulación usando Murexide como indicador se usa para micro titulaciones en ausencia de otros metales exteriores además de los álcalis metálicos. (11)

#### Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y transferirlo cuantitativamente en un erlenmeyer de 250 mL.
2. Comprobar el pH con tiras indicadoras o pHmetro hasta un pH de 8.
3. Si se excede el pH agregar cloruro de amonio poco a poco y agitar cada vez.
4. Llenar la bureta con solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M, tener cuidado de lavar previamente con pequeñas porciones de su solución valorante. (Ver anexo No 2)
5. Agregar una pequeña cantidad de Indicador Murexide.
6. Titular inmediatamente con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M. En el punto final el color cambia de naranja a violeta profundo.
7. Realizar 3 valoraciones.

#### 4.3.5 DETERMINACION DE FOSFORO <sup>(11)</sup>

Simbología: P

Muestra utilizada: Fosfato de Sodio hexahidratado

Formula:  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Material, equipo, reactivos y equivalencias (Ver anexo No 1)

Fundamento:

El Fosfato, es precipitado de forma convencional como Fosfato de Magnesio - amonio.

La proporción de Magnesio precipitado es determinado utilizando Sal Sódica de EDTA de concentración 0.1M.<sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y transferirla cuantitativamente a un beaker de 250 mL.
2. Llenar la bureta con solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M, tener cuidado de lavar previamente con pequeñas porciones de su solución valorante. (Ver anexo No 2)
3. Agregar 40.0 mL de Sal Disódica de EDTA 0.1M desde una bureta.
4. Con la punta de una espátula agregar ácido cítrico.
5. Agregar aproximadamente 25.0 mL de Solución de Sulfato de Magnesio al 5%. (Ver anexo 2)
6. Añadir 1.0 mL de Solución de Fenolftaleína al 1 % en Etanol. (Ver anexo 2).

7. Calentar la mezcla hasta ebullición y agregar lentamente por las paredes del beaker Hidróxido de Amonio hasta distinguir una coloración roja (trabajar en cámara de extracción). (Ver anexo No 2)
8. Dejar reposar por 4 horas para que se forme el precipitado.
9. Filtrar el precipitado con papel filtro whatman No 42 y lavarlo con Solución de Hidróxido de Amonio 1:5. Utilizar esta misma solución de hidróxido de amonio para lavar el beaker. (Ver anexo No 2).
10. Disolver el precipitado en Solución de Acido Clorhídrico 6 N caliente y lavar el filtro con esta misma solución. (Ver anexo No 2).
11. Colectar la solución acida y el agua de lavado en un beaker de 250 mL.
12. Agregar 50.0 mL de Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1 M desde una bureta al beaker que contiene la solución ácida. (Ver anexo No 2)
13. Neutralizar la Solución acida con Solución de Hidróxido de Sodio al 10% a un pH de más o menos 7. Verificar pH con tira indicadora. (Ver anexo No 2)
14. Llenar la bureta con Solución de Sulfato de Zinc 0.1M, tener la precaución de lavar previamente con pequeñas porciones de la solución valorante. (Ver anexo No 2)
15. Agregar con la punta de una espátula una pequeña cantidad de Indicador Negro de Eriocromo T (aproximadamente 0.1g) y 1.0 ml de Hidróxido de Amonio concentrado, verificar que tenga un pH de 10.



16. Titular el exceso de Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M con Solución de Sulfato de Zinc 0.1M. Agitar hasta un cambio de color de azul a rojo vino.

17. Realizar 3 valoraciones.

#### **4.3.6 DETERMINACION DE FLUOR <sup>(11)</sup>**

Simbología: F como fluoruro

Muestra utilizada: Fluoruro de Sodio

Formula: NaF

Material, equipo, reactivos y equivalencias (Ver anexo No 1)

Fundamento:

El Fluoruro se debe encontrar en forma de sal de amonio o de un álcali de sal metálica, es precipitado con solución estandarizada de  $\text{CaCl}_2$ .

El exceso de la Sal de Calcio es determinada usando una Solución de EDTA 0.1M. <sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y transferirla cuantitativamente en un erlenmeyer de 250 mL.
2. Agregar 25.0 mL de Solución de Cloruro de Calcio 0.1M. (Ver anexo No 2)
3. Agregar aproximadamente un volumen igual de Etanol.
4. Enfriar la solución en baño de hielo por espacio de 10 minutos.

5. Añadir una pequeña cantidad de Buffer Amoniacal pH 10 hasta que el pH sea de 10. (Ver anexo No 2)
6. Comprobar el pH con tiras indicadoras.
7. Agregar una pequeña cantidad de Indicador Negro de Eriocromo T y 1.0 mL de Solución de Amoniaco al 25 %.
8. Llenar la bureta con solución de EDTA 0.1M, tener la precaución de lavarla previamente con pequeñas porciones de la solución valorante.
9. Titular la solución, en el punto final se observará un cambio de color de azul a verde.

#### **4.3.7 DETERMINACION DE HIERRO <sup>(11)</sup>**

Simbología: Fe

Muestra utilizada: Sulfato de Hierro heptahidratado

Formula:  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Material, equipo, reactivos y equivalencias (Ver anexo No 1)

Fundamento:

El hierro puede ser titulado en un medio fuertemente ácido (pH aproximadamente 2.5) usando ácido 5-Sulfosalicílico como indicador.

También realizamos una titulación por retroceso con Solución de Nitrato de Torio a pH 2, usando naranja de Xilenol como indicador y da un cambio de color amarillo intenso a un color rojo.

La titulación de hierro con solución de sal di sódica de EDTA también puede ser llevada a cabo usando el indicador metálico cromoazurol.<sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 ml de la solución diluida y transferirla cuantitativamente en un erlenmeyer de 250 mL.
2. Agregar a la solución ácida 10 ml de Sal Disódica de EDTA 0.1M desde una bureta. (Ver anexo No 2)
3. Verificar el pH de la solución con tiras indicadoras o pHmetro.
4. Llevar el pH exactamente a 2 si es posible utilizar un pHmetro digital, utilizar Solución de Ácido Nítrico 1M. (Ver anexo No 2)
5. Es muy importante llegar a un pH 2 ya que sino se realiza se puede obtener resultados erróneos, el Hierro pasa a la forma de Hidróxido de Hierro  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .
6. Agregar aproximadamente 2.0 ml de Solución Indicadora de Naranja de Xilenol.
7. Llenar la bureta con Solución de Nitrato de Torio 0.1M, tener la precaución de ambientar con pequeñas porciones de la solución valorante. (Ver anexo No 2)
8. Titular el exceso de EDTA con Solución de Nitrato de Torio 0.1 M, en el punto final el color vira de amarillo a rojo cereza.
9. Realizar 3 valoraciones.

#### 4.3.8 DETERMINACION DE MAGNESIO <sup>(11)</sup>

Simbología: Mg

Muestra utilizada: Nitrato de Magnesio hexahidratado

Formula:  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

Material, equipo, reactivos y equivalencias (Ver anexo No 1)

Fundamento:

El Magnesio es valorada con solución de EDTA 0.1M a un pH de 10 y utilizando NET como indicador con cambio de color de rojo a verde.

En esta determinación el Hierro y Manganeso en cantidades de arriba de 5 mg pueden ser enmascarados con Trietanolamina. <sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y transferirla en un erlenmeyer de 250 mL.
2. Si el pH estuviera fuertemente ácida, neutralizar con Solución de Hidróxido de Sodio 10N. ( Ver anexo No 2)
3. Verificar pH, que sea igual a 10.
4. Agregar 1.0 mL de Solución de Amoniacó al 25% y verificar pH,este debe de estar en pH 10.
5. Llenar la bureta con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M tener la precaución de ambientar con pequeñas porciones de la solución valorante. (Ver anexo No 2).
6. Agregar Indicador Negro de EriocromoT(NET)aproximadamente 0.1g.

7. Titular la solución, en el punto final se observará un cambio de color de rojo a verde.
8. Realizar 3 valoraciones.

#### **4.3.9 DETERMINACION DE NIQUEL <sup>(11)</sup>**

Simbología: Ni

Muestra Utilizada: Nitrato de Níquel hexahidratado

Formula:  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Material, Equipo, Reactivos y equivalentes (Ver anexo No 1)

Fundamento:

El Cadmio, Cobalto y Zinc en pequeñas cantidades iguales causan interferencia. El Mercurio puede ser enmascarado con Yoduro de Potasio, los alcalinos térreos y Tierras raras son enmascarados por medio de Fluoruros. <sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y transferirla en un erlenmeyer de 250 mL.
2. Agregar una Solución de Amoniacó hasta obtener un color amarillo profundo.
3. Verificar pH, cuyo valor debe ser menor de 10.(Si el color es amarillo naranja adicionar más Solución de Amoniacó hasta que el color

cambie a amarillo).

4. Llenar la bureta con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M tener la precaución de ambientar con pequeñas porciones de la solución valorante. (Ver anexo No 2)
5. Adicionar aproximadamente 0.1 g de Murexide como indicador.
6. Titular la solución, en el punto final se observara un cambio de color de amarillo a violeta.
7. Realizar 3 valoraciones.

#### **4.3.10 DETERMINACION DE AZUFRE EN LA FORMA DE SULFATOS <sup>(11)</sup>**

Simbologia: S ( $\text{SO}_4^{-2}$ )

Muestra Utilizada: Sulfato de sodio

Formula:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Material, Equipo y Reactivo (Ver anexo No 1)

Fundamento:

La solución de Cloruro de Bario al 1% es agregada en exceso a la solución que contenga aproximadamente 25 mg de sulfato, la cual se hervirá, y después se filtrará. El exceso de  $\text{BaCl}_2$  es determinado complejométricamente en una porción de la alícuota del respectivo filtrado.

Los cationes polivalentes interfieren en la determinación y son removidas, pasan a la solución a través de cationes ácidos de intercambio. También es

posible disolverse el precipitado de Sulfato de Bario en solución amoniacal etilendiaminotetracético y determinar el exceso por retrotitulación con solución volumétrica de Sal de Magnesio o Sal de Zinc. <sup>(11)</sup>

Procedimiento:

1. Medir con una pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y transferirla en un beaker de 100 mL.
2. Colocar el beaker en un Hot plate y poner a hervir la solución.
3. Agregar aproximadamente 6.0 mL de Solución de Cloruro de Bario al 1% gota a gota. (Ver anexo No 2)
4. Dejar en reposo por media hora en un baño de agua, luego en un baño de hielo.
5. Filtrar la solución (Pape filtro No 42) y lavar con agua destilada fría para eliminar Cloruros.
6. Lavar la Solución con agua destilada caliente para disolver el Sulfato de Bario que se encuentra en el papel filtro.
7. Recibir la Solución en un erlenmeyer de 250 mL.
8. Agregar 20.0 mL de Sal Disódica de EDTA 0.1M. Desde una bureta y agregar aproximadamente 5.0 mL de Solución de Amoníaco al 25%. (Ver anexo No 2).
9. Verificar pH ya que es importante mantener un pH de 10.
10. Llenar la bureta con Solución de Sulfato de Zinc 0.1M tener la precaución de ambientar con pequeñas porciones de la solución

valorante. (Ver anexo No 2)

11. Agregar aproximadamente 0.1 g de Indicador de Negro de Eriocromo T (NET) con la punta de una microespátula.
12. Titular por retroceso con Solución de Zinc 0.1M hasta observar un cambio de color de azul a rojo vino.
13. Realizar 3 valoraciones.

#### **4.3.11 DETERMINACION DE ZINC <sup>(11)</sup>**

Simbología: Zn

Muestra Utilizada: Nitrato de Zinc tetrahidratado

Formula:  $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$

Material, Equipo, Reactivos y Equivalencias (Ver anexo No 1)

Fundamento:

Valorar el Zinc con solución de EDTA a un pH 10 y Negro de Eriocromo (NET) como indicador con un cambio de color de rojo a verde. <sup>(11)</sup>

Procedimiento.

1. Medir con una pipeta volumétrica 10.0 mL de la solución diluida y colocar en un erlenmeyer de 250 mL..
2. Si la solución se encuentra acida neutralizarla con Solución de Hidróxido de Sodio al 10% verificar el pH. (Ver anexo No 2)
3. Llevar el pH a 10 con Solución Buffer Cloruro de Amonio – Hidróxido de Amonio. Utilizar indicador de pH en varillas. (Ver anexo 2)



4. Llenar la bureta con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M tener la precaución de ambientar con pequeñas porciones de la solución valorante. (Ver anexo No 2)
5. Adicionar aproximadamente 0.1 g de Negro de Eriocromo T (NET).
6. Titular la solución, en el punto final se observara un cambio de color de rojo a verde.
7. Realizar 3 valoraciones

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

## 5.0 DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Para la realización de esta investigación se llevaron a cabo análisis previos con el fin de determinar el volumen promedio de cada Cation analizado, al igual que los porcentajes de cada uno de ellos. Las soluciones valorantes que se utilizaron en el análisis fueron soluciones Titrisoles con una molaridad de 0.1M, por lo que no fue necesario la estandarización de cada una de ellas.

Para especificar el margen de error establecido nos basamos en el MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE LABORATORIO Y LA NORMA ISO/IEC 17025 la cual dice: "Los laboratorios de ensayo deben tener y deben aplicar procedimientos para estimar la incertidumbre de la medición", entre los factores que afectan a la estimación de la medición tenemos: factores humanos, instalaciones y condiciones ambientales, equipos, trazabilidad de las mediciones, muestreo. Es por eso que nosotras como analistas establecimos un Límite de más o menos 5 % de error en nuestros resultados.

Con los Certificados de Calidad proporcionados por ChemDat The Merck 2007 se compararán los porcentajes de cada Cation con sus respectivas diferencias tomando en cuenta el limite de error establecidas por nosotras y respaldadas por el MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE LABORATORIO Y LA NORMA ISO/IEC 17025.

A continuación se detalla el desarrollo de los cálculos para cada uno de los cationes analizados:

Fórmula a utilizar:

$$g = \frac{\text{ml gastado de valorante} \times Fc. \times [\text{Concentración Molar del valorante}] \times \text{PM del Cation} \times \text{FD}}{1000}$$

Donde:

mL: mililitros gastados de valorante.

Fc: Es la proporción existente entre la concentración real y la concentración teórica de una solución.

Concentración molar: concentración de la solución valorante.

PM: peso molecular del catión.

FD: Factor de dilución o volúmenes tomados en alícuotas tomadas. <sup>(5)</sup>

Formula para encontrar porcentaje: <sup>(5)</sup>

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

## 5.1 RESULTADOS

### 5.1.1 ALUMINIO

Sustancia utilizada:  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 375.13 g

Catión analizado:  $\text{Al}^{+3}$

Peso atómico del catión: 26.98154g/mol

Peso de muestra utilizada: 3.8172 g

Peso teórico de Aluminio para preparar la solución a 0.1 M

En 375.13 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 1 M para 1000 mL

En 37.513 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 3.7513 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Aluminio contenido en la muestra pesada

En 375.13 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  hay 26.98154 g Aluminio

En 37.513 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  hay 2.698154 g Aluminio

En 3.7513 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  hay 0.268154 g Aluminio

Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 3.7513 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  hay 0.269854 g de Aluminio

En 3.8172 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  cuantos g de Aluminio hay?

En 3.7513 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  ————— 0.269854 g de Aluminio

En 3.8172 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  ————— X g de Aluminio

**X = 0.2746 g de Aluminio (teórico).**

Los mililitros gastados de Sulfato de Zinc 0.1 M en la valoración de Aluminio fueron:

$$V_1 = 9.5 \text{ mL}$$

$$V_2 = 9.5 \text{ mL}$$

$$V_3 = 9.5 \text{ mL}$$

Entonces decimos que  $V_1 = V_2 = V_3$

Para sacar los gramos prácticos con respecto al volumen:

$$V_1 = 9.5 \text{ mL}$$

$$g = \frac{9.5 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 26.98 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 0.2563 g de Aluminio (práctico)**

Porcentaje de Aluminio en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.2563}{0.2746} \times 100$$

**% = 93.33% de Aluminio**

## **ALUMINIO**

En la tabla No 1, en la determinación del Aluminio se realizó por una titulación por retroceso utilizando como indicador Anaranjado de Xilenol y Sulfato de Zinc 0.1 M como valorante obteniendo un cambio de color bien definido de amarillo a rojo. El resultado de la titulación fue de 93.33% del contenido de Aluminio, el valor establecido es mayor del 95.0% descrito en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 1.67 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5$  % que es el valor establecido para esta investigación.

### 5.1.2 BISMUTO

Sustancia utilizada:  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$

PM sustancia: 1461.99 g Peso tomado del libro de Merck

Catión analizado:  $\text{Bi}^{+3}$

Peso atómico del catión: 208.98 g/mol

Peso de muestra utilizada: 3.1603 g

Peso teórico de Bismuto para preparar la solución a 0.1 M

En 1461.99 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  a una concentración 1 M para 1000 mL

En 146.199 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  a una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 14.6199 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  a una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Bismuto contenido en la muestra pesada

En 1461.99 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  hay 1044.90 g de Bismuto

En 146.199 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  hay 104.490 g de Bismuto

En 14.6199 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  hay 10.4490 g de Bismuto

Formula para encontrar los gramos teóricos de Bismuto:

Si en 14.6199 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  hay 10.4499 g de Bismuto

En 3.1603 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  cuanto gramos hay de Bismuto?

14.6199 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  ————— 10.4490 g de Bismuto

3.1603 g  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  ————— X



**X = 2.2587 g de Bismuto (teórico)**

Los mililitros gastados de EDTA 0.1 M en la valoración del Bismuto fueron:

$$V_1 = 7.8 \text{ mL}$$

$$V_2 = 7.8 \text{ mL}$$

$$V_3 = 7.8 \text{ mL}$$

Entonces decimos que el  $V_1 = V_2 = V_3$

Para encontrar los gramos prácticos:

$$V_1 = 7.8 \text{ mL}$$

$$g = \frac{7.8 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1 \text{ M} \times 208.98 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 1.6300 g de Bismuto (práctico)**

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{1.6300}{2.2588} \times 100$$

**% = 72.16 de Bismuto**

## **BISMUTO**

En la tabla No 1 en la determinación del Bismuto se realizó una titulación directa utilizando como indicador Anaranjado de Xilenol y EDTA 0.1 M como valorante obteniendo un cambio de color bien definido de rojo a amarillo luminoso. El resultado de la titulación fue de 72.16% del contenido de Bismuto, el valor es mayor o igual de 71.0 % descrito en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 1.16 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5$  % que es el valor establecido para esta investigación.

### **5.1.3 CALCIO**

Sustancia utilizada:  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 111.00 g

Catión analizado:  $\text{Ca}^{+2}$

Peso atómico del catión: 40.078 g/mol

Peso de muestra utilizada: 1.1100 g

Peso teórico de Calcio para preparar la solución a 0.1 M

En 111.00 g  $\text{CaCl}_2$  a una concentración 1 M para 1000 mL

En 11.100 g  $\text{CaCl}_2$  a una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 1.1100 g  $\text{CaCl}_2$  a una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Calcio contenido en la muestra pesada

En 111.00 g de  $\text{CaCl}_2$  hay 40.078 g de Calcio

En 11.100 g de  $\text{CaCl}_2$  hay 4.0078 g de Calcio

En 1.1100 g de  $\text{CaCl}_2$  hay 0.40078 g de Calcio

Formula para encontrar los gramos teóricos de Calcio:

En 1.1100 g  $\text{CaCl}_2$  hay 0.40078 g de Calcio

En 1.1100 g  $\text{CaCl}_2$  cuanto gramos de Calcio hay?

1.1100g de  $\text{CaCl}_2$  ----- 0.40078 g Calcio

1.1100 g de  $\text{CaCl}_2$  ----- X

**X = 0.4007 g de Calcio (teórico)**

Los mililitros gastados EDTA 0.1 M en la valoración del Calcio fueron:

$V_1 = 10.0 \text{ mL}$

$V_2 = 10.0 \text{ mL}$

$V_3 = 10.0 \text{ mL}$

Entonces decimos que  $V_1 = V_2 = V_3$

Para sacar los gramos prácticos con respecto a los volúmenes:

$$V_1 = 10.0 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.0 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1 \text{ M} \times 40.07 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.4007 \text{ g de Calcio (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.4007}{0.4007} \times 100$$

$$X = 100\% \text{ de Calcio}$$

## CALCIO

En la tabla No 1, en la determinación del Calcio se realizó por una titulación directa utilizando como indicador Murexide y EDTA 0.1 M como valorante

obteniendo un cambio de color bien definido de naranja a violeta. El resultado obtenido de esta titulación fue de 100% del contenido de Calcio, el valor descrito en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007 es de 99.0 – 103.0%.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 1.00 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5$  % que es el valor establecido para esta investigación.

#### **5.1.4 COBRE**

Sustancia utilizada:  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 241.60 g/mol

Catión analizado:  $\text{Cu}^{+2}$

Peso atómico del catión: 63.54 g/mol

Peso de muestra utilizada: 2.4472 g

Peso teórico de Cobre para preparar la solución a 0.1 M

En 241.60 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 1 M para 1000 mL

En 24.160 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 2.4160 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Cobre contenido en la muestra pesada

En 241.60 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  hay 63.54 g de Cobre

En 24.160 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  hay 6.354 g de Cobre

En 2.4160 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  hay 0.6354 g de Cobre

Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 2.4160 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  hay 0.6354 g de Cobre

En 2.4472 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  cuanto gramos de Cobre hay?

En 241.60 g de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  ----- 0.6354 g Cobre

En 2.4472 g de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  ----- X

**X = 0.6436 g de Cobre (teórico)**

Los mililitros gastados de EDTA 0.1 M en la valoración del Cobre fueron:

$V_1 = 9.1 \text{ mL}$

$V_2 = 10.2 \text{ mL}$

$V_3 = 10.2 \text{ mL}$

Para encontrar los gramos prácticos para cada volumen:

$$V_1 = 9.9 \text{ mL}$$

$$g = \frac{9.9 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 63.54 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.6290 \text{ g de Cobre (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.6290}{0.6436} \times 100$$

$$X = 97.73\% \text{ de Cobre}$$

$$V_2 = 10.2 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.2 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 63.54 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.6481 \text{ g de Cobre (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.6481 \text{ g de cobre}}{0.6436 \text{ g de cobre}} \times 100$$

$$\mathbf{X = 100.69\% \text{ de Cobre}}$$

$$\mathbf{V_3 = 10.2 \text{ mL}}$$

$$g = \frac{10.2 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1M \times 63.54 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$\mathbf{g = 0.6481 \text{ g de Cobre}}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.6481}{0.6436} \times 100$$

$$\% = \mathbf{100.69 \% \text{ de Cobre}}$$



Porcentaje promedio de la muestra:

$$X = \frac{97.73 + 100.70 + 100.70}{3}$$

$$X = 99.71 \%$$

### **COBRE**

En la tabla No 1, en la determinación del Cobre se realizó una titulación directa utilizando como indicador Murexide y EDTA 0.1 M como valorante obteniendo un cambio de color bien definido de naranja a violeta profundo.

El resultado promedio obtenido de esta titulación fue de 99.71 % del contenido de Cobre, el valor es mayor o igual del 99.0% descrito en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 0.71 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5 \%$  que es el valor establecido para esta investigación.

### 5.1.5 HIERRO

Sustancia utilizada:  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 278.02 g

Cation analizado:  $\text{Fe}^{+2}$

Peso atómico del catión: 56.49 g/mol

Peso de muestra utilizada: 2.8048 g

Peso teórico del Hierro para preparar una solución a 0.1 M

En 278.02 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 1 M para 1000 mL

En 27.802 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 2.7802 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  a una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Hierro contenido en la muestra pesada:

En 278.02 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  hay 56.49 g de Hierro

En 27.802 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  hay 5.649 g de Hierro

En 2.7801 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  hay 0.5649 g de Hierro

Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 2.7802 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  hay 0.5649 g de Hierro

En 2.8048 g  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  cuantos gramos de hierro hay?

2.7802g de  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ----- 0.5649 g de Hierro

2.8048 g de  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ----- X

**X = 0.5698 g de Hierro (teóricos)**

Los mililitros gastados de Nitrato de Tori 0.1 M en la valoración del Hierro fueron:

$$V_1 = 9.3 \text{ mL}$$

$$V_2 = 9.3 \text{ mL}$$

$$V_3 = 9.3 \text{ mL}$$

Entonces decimos que  $V_1 = V_2 = V_3$

Para encontrar los gramos práctico por medio de los volúmenes gastados

$$V_1 = 9.3 \text{ mL}$$

$$g = \frac{9.3 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 56.49 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 0.5253g de Hierro (práctico)**

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.5253 \text{ g de Hierro}}{0.5698 \text{ g de Hierro}} \times 100$$

$$X = 92.19\% \text{ de Hierro}$$

## HIERRO

En la tabla No 1, para la determinación del Hierro se realizó por una titulación por retroceso utilizando como indicador Anaranjado de Xilenol y Nitrato de Torio 0.1 M como valorante obteniendo un cambio de color bien definido de amarillo a rojo. Se obtuvo como resultado un porcentaje promedio de 92.19% del contenido de Hierro, El valor especificado es del 99.5 – 102.0 % descrito en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 7.81 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado no aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que

tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5 \%$  que es el valor establecido para esta investigación.

### 5.1.6 FOSFATOS

Sustancia utilizada:  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 380.12 g

Catión analizado:  $\text{P}_2\text{O}_5$

Peso atómico del catión: 142 g/mol

Peso de muestra utilizada: 3.8168 g

Peso teórico de los Fosfatos para preparar una solución 0.1 M

En 380.12 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  a una concentración de 1 M para 1000 mL

En 38.012 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  a una concentración de 0.1 M para 0.1 mL

En 3.8012 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  a una concentración de 0.1 M para 100 mL

Gramos de los Fosfatos contenidos en la muestra pesada:

En 380.12 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  hay 142.0 g de Fosfato

En 38.012 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  hay 14.20 g de Fosfato

En 3.8012 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  hay 1.420 g de Fosfato

Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 3.8012 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  hay 1.429 g de Fosfato

En 3.8168 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  cuantos gramos de Fosfatos hay?

3.8012 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ----- 1.429 g de Fosfato

3.8168 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ----- X

**X = 1.4258 g de Fosfato (teórico)**

Los mililitros gastados de Sulfato de Zinc 0.1 M 80.1 mL en la valoración de Fosfato fueron por lo tanto los mL de EDTA utilizado son:

$$V_1 = 9.9 \text{ mL}$$

$$V_2 = 9.9 \text{ mL}$$

$$V_3 = 9.9 \text{ mL}$$

Entonces decimos que  $V_1 = V_2 = V_3$

Para encontrar los gramos práctico por medio de los volúmenes gastados

$$V_1 = 9.9 \text{ mL}$$

$$g = \frac{9.9 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 142.0 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 1.4058 g de Fosfatos (práctico)**

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{1.4058 \text{ g de Fosfato}}{1.4258 \text{ g de Fosfato}} \times 100$$

$$\mathbf{X = 98.59\% \text{ de Fosfatos}}$$

## **FOSFATOS**

En la tabla No 1, en la determinación de los Fosfatos se realizó por una titulación por retroceso utilizando como indicador NET y EDTA 0.1 M como valorante obteniéndose un cambio de color bien definido que va de azul a rojo vino. Se obtuvo como resultado un porcentaje promedio de 98.59% del contenido de Fosfatos, El valor especificado es de 98.0 % - 102.0 % en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 1.41 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que

tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5\%$  que es el valor establecido para esta investigación.

### 5.1.7 FLUOR

Sustancia utilizada: NaF

PM sustancia: 41.99 g

Catión analizado: F<sup>-</sup>

Peso atómico del catión: 18.99 g/mol

Peso de muestra utilizada: 0.4529 g

Peso teórico del Flúor para preparar una solución a concentración 0.1 M

En 41.99 g NaF en una concentración a 1 M para 1000 mL

En 4.199 g NaF en una concentración a 0.1 M para 1000 mL

En 0.4199 g NaF en una concentración a 0.1 M para 100 mL

Gramos de Flúor contenida en la muestra pesada

En 41.99 g NaF hay 18.99 g de Flúor

En 4.199 g NaF hay 1.899 g de Flúor

En 0.4199 g NaF hay 0.1899 g de Flúor



Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 0.4199 g NaF hay 0.1899 g de Flúor

En 0.4529 g NaF cuantos gramos de Flúor?

0.4199 g NaF ----- 0.1899 g de Flúor

0.4529 g NaF ----- X

**X = 0.2048 g de Flúor (teórico)**

Los mililitros gastados EDTA 0.1 M en la valoración del Flúor fueron:

$V_1 = 10.0 \text{ mL}$

$V_2 = 9.9 \text{ mL}$

$V_3 = 10.0 \text{ mL}$

En forma comparativa el  $V_1 = V_3$

Para encontrar gramos prácticos:

**$V_1 = 10 \text{ mL}$**

$$g = \frac{10.0 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 18.99 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 0.1899 g de Flúor (práctico)**

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos prácticos}}{\text{gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.1899 \text{ g de Flúor}}{0.2048 \text{ g de Flúor}} \times 100$$

$$\mathbf{X = 92.72\% \text{ de Flúor}}$$

$$\mathbf{V_2 = 9.9 \text{ mL}}$$

$$g = \frac{9.9 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 18.99 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$\mathbf{g = 0.1880 \text{ g de Flúor (práctico)}}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{0.1880 \text{ g de Flúor}}{0.2048 \text{ g de Flúor}} \times 100$$

$$\mathbf{X = 91.79 \% \text{ de Flúor}}$$

Media de los porcentajes obtenidos:

$$X = \frac{92.72\% + 91.79\% + 92.72\%}{3}$$

$$X = 92.41\% \text{ de Flúor}$$

## **FLUOR**

En la tabla No 1, en la determinación del Flúor se realizó por una titulación directa utilizando como indicador Negro de Eriocromo T (NET) y EDTA 0.1 M como valorante obteniendo un cambio de color bien definido que de azul a verde. Se obtuvo como resultado un porcentaje promedio de 92.41% del contenido de Flúor. El valor especificado es de 98.5 – 100.5 % en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 7.09 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado no aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5\%$  que es el valor establecido para esta investigación.

### 5.1.8 MAGNESIO

Sustancia utilizada:  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 256.41 g

Catión analizado:  $\text{Mg}^{+2}$

Peso atómico del catión: 24.30 g/mol

Peso de muestra utilizada: 2.7646 g

Peso teórico del Magnesio para prepara una solución a 0.1 M

En 256.41 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 1 M para 1000 mL

En 25.641 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 2.5641 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Magnesio contenido en la muestra pesada:

En 256.41 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 24.30 g de Magnesio

En 25.641 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 2.430 g de Magnesio

En 2.5641 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 0.2430 g de Magnesio

Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 2.5641 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 0.2430 g de Magnesio

En 2.7646 g  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  cuantos gramos de Magnesio hay?

2.5641 g de  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ----- 0.2430 g de Magnesio  
 2.7646 g de  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ----- X

**X = 0.2620 g de Magnesio (teórico)**

Los mililitros gastados EDTA 0.1 M en la valoración del Magnesio fueron:

$$V_1 = 10.5 \text{ mL}$$

$$V_2 = 10.6 \text{ mL}$$

$$V_3 = 10.8 \text{ mL}$$

Para encontrar los gramos prácticos por medio de los volúmenes:

$$V_1 = 10.5 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.5 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 24.30 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.2551 \text{ g de Magnesio (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos práctico} \times 100}{\text{Gramos teóricos}}$$

$$\% = \frac{0.2551 \text{ g de magnesio} \times 100}{0.2620 \text{ g de magnesio}}$$

**% = 97.36 de Magnesio**

$$V_2 = 10.6 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.6 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 24.30 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 0.2575 g de Magnesio (práctico)**

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{0.2575 \text{ g de magnesio} \times 100}{0.2620 \text{ g de magnesio}}$$

**% = 98.28 de Magnesio**

$$V_3 = 10.8 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.8 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 24.30 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 0.2624 g de Magnesio (práctico)**

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{0.2624 \text{ g de magnesio}}{0.2620 \text{ g de magnesio}} \times 100$$

$$\% = 100.15 \text{ de Magnesio}$$

Media de los porcentajes obtenidos:

$$X = \frac{97.36 + 98.28 + 100.15}{3}$$

$$X = 98.59 \% \text{ de Magnesio}$$

## **MAGNESIO**

En la tabla No 1, en la determinación del Magnesio se realizó por una titulación directa utilizando como indicador NET y EDTA 0.1 M como valorante dando un color bien definido que va del color rojo a verde. El porcentaje promedio obtenido fue de 98.59% del contenido de Magnesio. El valor especificado es un valor Mínimo del 99.0 % en el Certificado de Calidad de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 0.41% (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto

al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5 \%$  que es el valor establecido para esta investigación.

### 5.1.9 NIQUEL

Sustancia utilizada:  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 290.81g

Catión analizado:  $\text{Ni}^{+2}$

Peso atómico del catión: 58.69 g/mol

Peso de muestra utilizada: 3.0386 g

Peso teórico del Níquel para prepara una solución a 0.1 M

En 290.81 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 1 M para 1000 mL

En 29.641 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 2.9641 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Níquel contenido en la muestra pesada:

En 290.81 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 58.69 g de Níquel

En 29.641 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 5.869 g de Níquel

En 2.9641 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 0.5869 g de Níquel



Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 2.9081 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  hay 0.5869 g de Níquel

En 3.0386 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  cuantos gramos de Níquel hay?

2.9081 g de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ----- 0.5869 g de Níquel

3.0386 g de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ----- X

**X = 0.6132g de Níquel (teórico)**

Los mililitros gastados EDTA 0.1 M en la valoración del Calcio fueron:

$V_1 = 10.2 \text{ mL}$

$V_2 = 10.1 \text{ mL}$

$V_3 = 10.5 \text{ mL}$

Para encontrar los gramos prácticos con respecto a los volúmenes de las valoraciones:

**$V_1 = 10.2 \text{ mL}$**

$$g = \frac{10.2 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 58.69 \text{ g} \times 10}{1000}$$

**g = 0.5986g de Níquel (práctico)**

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos práctico} \times 100}{\text{Gramos teóricos}}$$

$$\% = \frac{0.5986 \text{ g de Níquel} \times 100}{0.6132 \text{ g de Níquel}}$$

$$\% = \mathbf{97.62 \text{ de Níquel}}$$

$$\mathbf{V_2 = 10.1 \text{ mL}}$$

$$g = \frac{10.1 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1 \text{ M} \times 58.69 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$\mathbf{g = 0.5927 \text{ g de Níquel (práctico)}}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{0.5927 \text{ g de Níquel} \times 100}{0.6132 \text{ g de Níquel}}$$

$$\% = \mathbf{96.65 \text{ de Níquel}}$$

$$V_3 = 10.5 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.5 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1 \text{ M} \times 58.69 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.5869 \text{ g de Níquel (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{0.5869 \text{ g de Níquel}}{0.6132 \text{ g de Níquel}} \times 100$$

$$\% = 95.71 \text{ de Níquel}$$

Media de los porcentajes obtenidos:

$$X = \frac{97.62 + 96.65 + 95.71}{3}$$

$$X = 96.66 \% \text{ de Níquel}$$

## **NIQUEL**

En la tabla No 1, en la determinación del Níquel, se realizó por una titulación directa utilizando como indicador Murexide y EDTA 0.1 M como valorante obteniéndose un cambio de color bien definido que va del color amarillo a violeta. El porcentaje promedio obtenido fue de 96.66% del contenido de Níquel. En el Certificado de Calidad es mayor o igual del 99.0 % de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 2.34 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5$  % que es el valor establecido para esta investigación.

### **5.1.10 SULFATOS**

Sustancia utilizada:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

PM sustancia: 142.04 g

Catión analizado:  $\text{SO}_4^{-2}$

Peso atómico del catión: 96.0 g/mol

Peso de muestra utilizada: 1.4445 g

Peso teórico del Sulfatos para prepara una solución a 0.1 M

En 142.04 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  para una concentración 1 M para 1000 mL

En 14.204 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  para una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 1.4204 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  para una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Sulfatos contenido en la muestra pesada:

En 142.04 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  hay 96.0 g de Sulfatos

En 14.204 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  hay 9.60 g de Sulfatos

En 1.4204 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  hay 0.960 g de Sulfatos

Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 1.4204 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  hay 0.960 g de Sulfatos

En 1.4445 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  cuantos gramos de Sulfatos hay?

1.4204 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ----- 0.960 g de Sulfatos

1.4445 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ----- X

**X =0.9762 g de Sulfatos (teórico)**

Los mililitros gastados de Sulfato de Zinc 0.1 M en la valoración del Sulfatos fueron:

$V_1 = 10.1 \text{ mL}$

$$V_2 = 10.1 \text{ mL}$$

$$V_3 = 10.1 \text{ mL}$$

Para encontrar los gramos práctico por medio de los volúmenes gastados

donde  $V_1 = V_2 = V_3$

$$V_1 = 10.1 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.1 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1M \times 96.0 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.9696 \text{ g de Sulfatos (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos práctico} \times 100}{\text{Gramos teóricos}}$$

$$\% = \frac{0.9696 \text{ g de Sulfatos} \times 100}{0.9762 \text{ g de Sulfatos}}$$

$$\% = 99.32 \text{ de Sulfatos}$$

## **SULFATO**

En la tabla No 1, en la determinación de los Sulfatos se realizó por una titulación por retroceso utilizando como indicador Negro de Eriocromo T y Sulfato de Zinc 0.1 M como valorante obteniéndose un cambio de color bien definido que va del color azul a rojo vino. El porcentaje promedio obtenido fue de 99.32% del contenido de Sulfatos. En el Certificado de Calidad es de 98.5 – 100.5% de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 0.18 % (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5$  % que es el valor establecido para esta investigación.

### **5.1.11 ZINC**

Sustancia utilizada:  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

PM sustancia: 261.44g

Catión analizado:  $\text{Zn}^{+2}$

Peso atómico del catión: 65.39 g/mol

Peso de muestra utilizada: 2.7034 g

Peso teórico del Zinc para prepara una solución a 0.1 M

En 261.44 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 1 M para 1000 mL

En 26.144 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 0.1 M para 1000 mL

En 2.6144 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  para una concentración 0.1 M para 100 mL

Gramos de Zinc contenido en la muestra pesada:

En 261.44 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  hay 65.39 g de Zinc

En 26.144  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  hay 6.539 g de Zinc

En 2.6144 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  hay 0.6539g de Zinc

Formula para encontrar los gramos teóricos:

En 2.6144 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  hay 0.6539 g de Zinc

En 2.7034 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  cuantos gramos de Zinc hay?

2.6144 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ----- 0.6539 g de Zinc

2.7034 g  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ----- X

**X =0.6761 g de Zinc (teórico)**

Los mililitros gastados EDTA 0.1 M en la valoración del Zinc fueron:

$V_1 = 9.8 \text{ mL}$

$V_2 = 10.0 \text{ mL}$

$V_3 = 10.5 \text{ mL}$



Para encontrar los gramos práctico por medio de los volúmenes gastados

$$V_1 = 9.8 \text{ mL}$$

$$g = \frac{9.8 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 65.39 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.6408 \text{ g de Zinc (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{\text{gramos práctico}}{\text{Gramos teóricos}} \times 100$$

$$\% = \frac{0.6408 \text{ g de Zinc}}{0.6761 \text{ g de Zinc}} \times 100$$

$$\% = 94.77 \text{ de Zinc}$$

$$V_2 = 10.0 \text{ mL}$$

$$g = \frac{10.0 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1\text{M} \times 65.39 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.6539 \text{ g de Zinc (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{0.6539 \text{ g de Zinc}}{0.6761 \text{ g de Zinc}} \times 100$$

$$\% = 96.71 \text{ de Zinc}$$

$V_3 = 10.5 \text{ mL}$

$$g = \frac{10.5 \text{ mL} \times 1.0 \times 0.1 \text{ M} \times 65.39 \text{ g} \times 10}{1000}$$

$$g = 0.6865 \text{ g de Zinc (práctico)}$$

Porcentaje de sustancia en la muestra:

$$\% = \frac{0.6865 \text{ g de Zinc}}{0.6761 \text{ g de Zinc}} \times 100$$

$$\% = 101.53 \text{ de Zinc}$$

Media de los porcentajes obtenidos:

$$X = \frac{94.77 + 96.71 + 101.53}{3}$$

$$X = 97.67 \% \text{ de Zinc}$$

## ZINC

En la tabla No 1, en la determinación del Zinc se realizó por una titulación directa utilizando como indicador NET y EDTA 0.1 M como valorante obteniéndose un cambio de color bien definido que va de rojo a verde. El porcentaje promedio obtenido fue de 97.67% del contenido de Zinc. En el Certificado de Calidad es mayor o igual del 98.5 % de ChemDat The Merck 2007.

La diferencia que se obtuvo al hacer la resta del porcentaje obtenido en la valoración menos el porcentaje dado por el Certificado de Calidad es de 0.83% (ver Tabla No 2), obteniéndose un resultado aceptable con respecto al valor del Certificado de Calidad propuesto por Laboratorios Merck, hay que tener presente que nuestro porcentaje de error puede variar en un  $\pm 5\%$  que es el valor establecido para esta investigación.

A continuación se presentan los cuadros resumen de los resultados obtenidos de las Cuantificaciones realizadas a las once sales inorgánicas.

**CUADRO DE MILILITROS GASTADOS EN LA VALORACION CUANTITATIVA  
TABLA No 1**

Sal	PM (g/mol)	Elemento a cuantificar	Peso atómico	Titulante	mL gastados en la valoración	pH	Indicador	Cantidad de sal pesada	Porcentaje del elemento en la muestra
Nitrato de Aluminio	375.13 g/mol	Al <sup>+3</sup>	26.98 g	Sulfato de Zinc (retrovaloración) 0.1 M	9.5 mL	5-6	Anaranjado de Xilenol	3.8172 g	93.33 %
Nitrato de Bismuto	1461.99 g/mol	Bi <sup>+3</sup>	208.98 g	EDTA 0.1 M	7.8 mL	0-6	Anaranjado de Xilenol	3.1603 g	72.16 %
Cloruro de Calcio	147.02 g/mol	Ca <sup>+2</sup>	40.07 g	EDTA 0.1 M	10.0 mL	9.5 y 12	Murexide	1.4750 g	99.68 %
Nitrato de Cobre	241.60 g/mol	Cu <sup>+2</sup>	63.54 g	EDTA 0.1 M	10.1 mL	8	Murexide	2.4160 g	100.96 %
Sulfato de Hierro	278.02 g/mol	Fe <sup>+2</sup>	56.49 g	Nitrato de Torio (Retrovaloración) 0.1 M	9.3 mL	2	Anaranjado de Xilenol	2.8048 g	92.19 %
Fluoruro de Sodio	41.99 g/mol	F <sup>-</sup>	18.99 g	EDTA 0.1 M	9.9 mL	10	Negro de Eriocromo T	0.4529 g	92.10%
Fosfato de Sodio	380.12 g/mol	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	142.00 g	Sulfato de Zinc (Retrovaloración) 0.1 M	9.9 mL	10	Negro de Eriocromo T	3.8168 g	98.60 %
Nitrato de Magnesio	256.41 g/mol	Mg <sup>+2</sup>	24.30 g	EDTA 0.1M	10.6 mL	10	Negro de Eriocromo T	2.7646 g	98.66 %
Nitrato de Níquel	290.81 g/mol	Ni <sup>+2</sup>	58.69 g	EDTA 0.1 M	10.3 mL	≤ 10	Murexide	3.0386 g	98.24%
Sulfato de Sodio	142.04 g/mol	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	96.00 g	Sulfato de Zinc (Retrovaloración) 0.1 M	10.1 mL	10	Negro de Eriocromo T	1.4445 g	99.31%
Nitrato de Zinc	261.44 g/mol	Zn <sup>+2</sup>	65.39 g	EDTA 0.1 M	10.1 mL	10	Negro de Eriocromo T	2.7034	97.67%

**CUADRO DE DIFERENCIA DE PORCENTAJES  
TABLA No 2**

<b>Sal</b>	<b>Elemento a cuantificar</b>	<b>Porcentaje Obtenido del elemento</b>	<b>Porcentaje proporcionado por MERCK</b>	<b>Diferencia de porcentajes</b>
Nitrato de Aluminio	Al <sup>+3</sup>	93.33 %	≥ 95.0 %	1.67 %
Nitrato de Bismuto	Bi <sup>+3</sup>	72.16 %	≥ 71.0 %	1.16 %
Cloruro de Calcio	Ca <sup>+2</sup>	100 %	99.0 – 103.0 %	1 %
Nitrato de Cobre	Cu <sup>+2</sup>	99.71 %	≥ 99.0 %	0.71 %
Sulfato de Hierro	Fe <sup>+2</sup>	92.19 %	99.5 – 102.0 %	7.81 %
Fluoruro de Sodio	F <sup>-</sup>	92.41%	98.5 – 100.5 %	7.09 %
Fosfato de Sodio	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	98.59 %	98.0 – 102.0 %	1.41 %
Nitrato de Magnesio	Mg <sup>+2</sup>	98.59 %	Min 99 %	0.41%
Nitrato de Níquel	Ni <sup>+2</sup>	96.66%	≥ 99.0 %	2.34 %
Sulfato de Sodio	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	99.32%	98.5 – 100.5 %	0.18 %
Nitrato de Zinc	Zn <sup>+2</sup>	97.67%	≥ 98.5 %	0.83 %

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. Los análisis complejométricos son de gran importancia en los análisis de cuantificación de sales inorgánicas por ser métodos sencillos y sin necesidad de aparatos sofisticados.
2. La preparación correcta de las soluciones de reactivos empleados en el Análisis Complejométrico, depende de varios factores como los cálculos previos, que se establecen para diferentes concentraciones y así cumplir con las Buenas Prácticas de Laboratorio.
3. Las sales inorgánicas analizadas (Nitrato de Aluminio, Nitrato de Bismuto, Cloruro de Calcio, Nitrato de Cobre, Sulfato de Hierro, Fluoruro de Sodio, Fosfato de Sodio, Nitrato de Magnesio, Nitrato de Níquel, Sulfato de Sodio y Nitrato de Zinc), al ser valoradas con el EDTA presentan un punto final bien definido, que es el que se observa con un cambio de color y se debe a los grupos donadores de electrones que reaccionan con los cationes.
4. El ajuste de pH para la valoración de determinado elemento es bien importante debido a que el EDTA deberá liberar cierto número de Hidrógenos y que la liberación se lleve a cabo sin ningún inconveniente.

5. En las Titulaciones Complejométricas se utilizan indicadores metalocrómicos para formar complejos de un color distinto al que presenta en estado libre el indicador.
6. La tableta buffer se basa en el principio de un indicador mixto. Por su estabilidad es más conveniente el uso de la tableta buffer ya que permite obtener resultados más exactos.<sup>(11)</sup>
7. Los errores determinados e indeterminados se manifiestan cuando se efectúan una medición y se deben a numerosas variables no controladas y que son parte inevitable de toda medición física o química.
8. Las sales inorgánicas valoradas presentan un grado de pureza dentro de lo aceptable.



**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Es posible utilizar en las valoraciones la tableta buffer ya que esta contiene a la vez la sustancia buffer para llevar la solución a pH 10. Por lo tanto al no usar la pastilla buffer sucede lo mismo cuando se agrega por aparte el Negro de eriocromo T y la solución buffer.<sup>(11)</sup>
2. Tomar en cuenta que para las valoraciones Complejométricas de las sales utilizadas en esta investigación se debe respetar los rangos de pH establecidos, para obtener los resultados deseados, de lo contrario se obtendrán valores erróneos.
3. Agregar nuevas prácticas de complejometría en los laboratorios de Química Analítica II para análisis de cationes, basados en esta investigación.
4. Para la valoración complejométrica del Hierro se debe de usar una solución de preparación reciente de Sulfato de Hierro y agregar una cantidad pequeña de Acido Sulfúrico para evitar su oxidación a  $Fe^{+3}$ .
5. En la preparación de la solución de EDTA 0.1M agregar una pequeña cantidad de Magnesio, ya que este ión debe existir siempre para

producir el cambio de color en el punto final de la valoración.

6. Que el lavado de cristalería debe hacerse con un detergente neutro siguiendo las buenas prácticas de laboratorio, para evitar interferencias o resultados erróneos. Al mismo tiempo ambientar la mayoría de cristalería con las soluciones valorantes correspondientes para los análisis complejométricos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ayres G., H. 1970. "Análisis Químico Cuantitativo". 2 Ed. México. ED. HARLA S.A. de C.V. Consultado 1 de febrero de 2008.
2. "AOAC" 1990. 15<sup>th</sup> Edition. Edited by Sydney Williams. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Inc. (28/02/08)
3. Chang, R. "Química". 7<sup>a</sup> Edición. México. Editorial McGraw-Hill. 2002. Consultado 29 de enero de 2008.
4. Fischer, R. B. y otros. "Análisis Químico Cuantitativo". 3<sup>a</sup> Edición. México D.F. Editorial Interamericana S.A. Consultado 5 de febrero de 2008.
5. Harris, DC. C 2008. "Análisis Químico Cuantitativo". 2 Ed. Correspondiente a la 5 ed original Norteamericana. Si. Ed. Reverte S.A.
6. Kenkel, John."Analytical Chemistry for Technicians. 3<sup>a</sup> Edición. 2003.
7. López Garciaguirre, M. A. "Métodos de Análisis Complejométrico para la Cuantificación de Minerales en Fertilizantes".

8. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. "Manual de Química Analítica II".2001.
9. Merck, Chemical Database 2007. Disco Compacto.
10. Merritt, P.E. 1964. "Quantitative Analysis". Ed. D.C. Heath and Company Boston.
11. Merck, E. "Métodos Complejométricos de Valoración con Titriplex" III Edición. Alemania 1982. Consultado 27 de febrero de 2008.
12. Olson, K. 1975. "Introductory Quantitative Chemistry . 3 Ed. Ed. Freeman.
13. Petrucci, R. "Química General. Aplicaciones Modernas". 7a Edición. Madrid. Editorial Prentice Hall. 1999. Consultado 29 de enero de 2008.
14. Pineda Díaz, M. del C. "Predicciones Teóricas en los Métodos Complejométricos de Valoración en Calcio, Magnesio y Aluminio. Trabajo de Graduación. Licenciatura en Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. 1981. Consultado 4 de febrero de 2008.
15. Reynolds, C.A. 1970. "Principles of Analytical Chemistry"

16. Skoog, D. A., y otros. "Química Analítica" 7ª Edición México D.F. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. Consultado 28 de febrero de 2008.
17. [http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/estudiantes/dlilian/marco\\_5.htm# 3.5.2. Métodos](http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/estudiantes/dlilian/marco_5.htm#_3.5.2.) Consultado 28 de febrero de 2008.
18. <http://www.uv.es/~baeza/metodo.html> Consultado 5 de febrero de 2008.
19. <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/System/8440/cualitativo.html> Consultado 6 de febrero de 2008.
20. <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/System/8440/cualitativo/metodos.html> Consultado 4 de febrero de 2008.
21. <http://coqui.lce.org/cedu6320/jgalarza/cedu6230.htm> Consultado 4 de febrero de 2008.
22. <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/System/8440/cuantitativo/volumetria.html> Consultado 29 de enero de 2008.
23. <http://www.es.wikiversity.org/w/index.php/principiosdelanalisivolumetrico> Consultado 28 de febrero de 2008.
24. <http://www.uv.es/baeza/metodo.html> Consultado 1 de febrero de 2008.

## GLOSARIO (1, 3, 4, 7, 16)

- **Acido:** Especie química que es capaz de donar protones a otra especie.
- **Alícuota:** Es la parte del volumen total de un líquido tomada por medio de una pipeta volumétrica, la cual puede ser analizada posteriormente o servir como blanco.
- **Análisis Cualitativo:** Es el tipo de estudio que trata de identificar los elementos y la forma en que se encuentran en la muestra, ya sean estos cargados negativa (aniones) o positivamente (cationes).
- **Análisis Cuantitativo:** Es el tipo de estudio que trata de cuantificar uno o varios elementos que se encuentran presentes en una muestra.
- **Análisis Volumétrico:** Es una subdivisión del análisis cuantitativo que consiste en la cuantificación del volumen de un analito.
- **Analito:** Es la especie química presente en una muestra de la cual se busca información analítica.
- **Base:** Es la especie química que es capaz de aceptar protones de otra especie que los dona (ácido).
- **Catión:** Es un ión cargado positivamente.
- **Complejometría:** Se entiende como un método volumétrico que usa la formación de un complejo.
- **Digestión:** Se emplea energía externa para separar los componentes disueltos en un líquido.

- **Estándar de referencia:** Es una sustancia que se utiliza como patrón de comparación en pruebas y ensayos para relacionarla con muestras desconocidas que se sospecha contienen dicha sustancia. Es una sustancia que ha sido analizada exhaustivamente.
- **Estándar primario:** Es una sustancia utilizada para valorar o analizar la concentración de una solución que se desconoce. Debe ser fácil de obtener, purificar, secar y conservar en estado puro. Debe poseer un peso equivalente alto para disminuir el error de pesada, debe ser sólido, fácilmente soluble en el disolvente a emplear y no dar coloración en solución.
- **Estandarización:** Es el proceso analítico que permite determinar y cuantificar con exactitud la concentración de una solución preparada en la práctica, teniendo como referencia un estándar primario.
- **Ión Complejo:** Es el producto de la relación de un ión metálico y un ligando.
- **Peso molecular:** Es el peso en gramos de un mol de sustancia. Sinónimo de masa molecular.
- **pH:** Es el logaritmo base 10, de la actividad molar de los iones hidrógeno de una solución.
- **Punto de equivalencia:** Es el punto en una titulación donde la cantidad de titulante patrón añadido equivale química y cuantitativamente a la cantidad de analito que hay en la muestra.
- **Punto final:** Es el cambio que se puede observar durante una titulación y que indica que la cantidad de titulante agregado es



química y cuantitativamente equivalente a la del analito presente en la muestra.

- **Reactivo:** Es toda sustancia pura que se emplea tal y como es o que se encuentra siendo componente en una solución. Es todo compuesto químico que puesto en contacto con una o varias sustancias produce fenómenos característicos, capaces de permitir el reconocimiento o valoración de la sustancia en análisis.
- **Solución:** Es una mezcla homogénea de sustancias que pueden ser separadas variando el estado físico que se encuentra alguna de ellas, teniendo propiedades que varían de acuerdo a la relación o proporción en que se encuentran sus componentes. Es una fase líquida o sólida que contiene diversas sustancias, una de las cuales es llamada disolvente; se considera que realiza una función diferente a la de las otras, llamadas solutos.
- **Solución Buffer:** Es una solución que tiende a resistir a los cambios en los pHs como consecuencia de una disolución al añadir pequeñas cantidades de ácido o bases débiles.
- **Solución Diluida:** Es una solución que contiene una pequeña cantidad de sustancia (solute) disuelta en una cantidad grande de solvente generalmente se refiere a los ácidos, los cuales van diluidos al 10% p/v.
- **Solución molar:** Representada por M es aquella que contiene el número de moles de soluto por litro de solución; o también es, aquella que contiene un peso fórmula-gramo o un peso molécula-grano de

una sustancia disuelta en un litro de solución. Una solución tiene la misma normalidad y molaridad si sus pesos equivalentes y moleculares son divisibles entre 1.

- **Solución Volumétrica:** Se abrevia como VS (volumetric solution) es una solución de reactivos de concentración conocida, destinada para el uso en determinaciones cuantitativas.
- **Titulante o valorante:** Es el reactivo o solución estándar que se agrega sobre un analito (sustancia desconocida) mediante el uso de un instrumento volumétrico con el propósito de hacer que ambos reaccionen.
- **Titulación:** Es la técnica volumétrica que se utiliza para determinar la concentración de un soluto en un solvente, mediante la adición de un volumen de solución de concentración perfectamente conocida, a la disolución, es la acción y efecto de valorar, cuantificar una disolución.

## **ANEXO**

**ANEXO No 1**

**LISTA DE MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS Y EQUIVALENCIAS**

## **ANEXO No 1**

### **LISTA DE MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS Y EQUIVALENCIAS**

#### **MATERIAL**

Agitador de vidrio

Beaker de 10, 20, 50, 100, 250 ml

Balón volumétrico de 100.0, 250.0, 1000.0 ml

Bureta de 50.0, 100.0 ml

Cubeta de metal

Erlenmeyer de 250 ml

Espátula

Frasco lavador

Goteros

Indicador de pH en varillas

Malla de asbesto

Mechero Bunsen

Micro espátula

Papel filtro

Perilla

Pinza para bureta

Pinza de sostén

Pinza de extensión

Pipeta volumétrica de 10.0, 15.0, 25.0 mL

Probeta de 10, 25 mL

Soporte

Trípode

## **EQUIPO**

Balanza analítica

Balanza semianalítica

Balanza granataría

Cámara extractora de gases

Hot plate

pHmetro digital

## **REACTIVOS**

Acido cítrico AR

Acido Clorhídrico 37% P/P

Acido Nitrico 65% P/P

Acido 5-sulfosalicílico AR

Amoniac 25% P/P

Buffer Amoniacal AR

Cristales de Acetato de Sódio AR

Etanol AR

Indicador Negro de Eriocromo T (NET) AR

Indicador Murexide AR

Indicador Naranja de Xilenol AR

Indicador de Tirón AR

Nitrato de Potasio AR

### **SOLUCIONES**

Acido Clorhídrico 1M

Acido Corhídrico 6N

Acido Nítrico 0.1M

Cloruro de Bário al 1%

Fenolftaleina al 1% en etanol

Hidróxido de Sodio al 10%

Hidróxido de Amonio 1:5

Solución de EDTA 0.1M (TITRISOLES)

Solución de Amoniaco 25%

Solución de Acido Nítrico 1M

Solución de Nitrato de Torio 0.1 M (TITRISOLES)

Sulfato de Magnesio 25%

## **EQUIVALENCIAS <sub>(11)</sub>**

### **Aluminio**

1.0 mL de solución de EDTA 0.1 M = 2.698 mg de Al

### **Bismuto**

1.0 mL de solución de EDTA 0.1M = 20.898 mg de Bi

### **Calcio**

1.0 mL de solución de EDTA 0.1M = 4.008 mg de Ca.

### **Cobre**

1.0 mL de solución de EDTA 0.1 M = 6.354 mg de Cu

### **Fósforo**

1.0 mL de solución de EDTA 0.1M = 9.4971 mg de  $\text{PO}_4^{-3}$   
= 7.0972 mg de  $\text{P}_2\text{O}_5^-$

### **Flúor**

1.0 mL de solución de Cloruro de Calcio 0.1 M = 3.801 mg de  $\text{F}^-$

### **Hierro**

1.0 mL de solución de EDTA 0.1M = 5.585 mg de Fe



### **Magnesio**

1.0 mL de Solución de EDTA 0.1M = 2.431 mg de Mg

### **Níquel**

1.0 mL de Solución de EDTA 0.1M = 5.871 mg de Ni

### **Sulfatos**

1.0 mL de Solución de EDTA 0.1M = 24.785 mg de  $\text{SO}_4^{2-}$

### **Zinc**

1.0 mL de EDTA 0.1M = 6.537 mg de Zinc

**ANEXO No 2**

**PREPARACION DE REACTIVOS**

## ANEXO No 2

### PREPARACION DE REACTIVOS

#### **Solución volumétrica de Acido Clorhídrico 1M <sup>(11)</sup>**

1. Medir con probeta de 100.0 mL, 82.5 mL de Acido Clorhídrico concentrado al 37% p/p de pureza y  $d= 1.18$  g/mL.
2. Transferir el Acido Clorhídrico concentrado a un balón volumétrico de 1000.0 mL que contiene 400.0 mL de agua destilada la cual se encuentra en un baño de hielo, dentro de una cámara de extracción.
3. Agitar constantemente.
4. Llevar a volumen con agua destilada y homogenizar.
5. Envasar en un frasco ámbar.
6. Etiquetar.
7. Estandarización. Medir con pipeta volumétrica 15.0 mL se Solución de Acido Clorhídrico 1 M y colocarlo en un erlenmeyer de 250.0 mL.
8. Agregar 3 gotas de Solución de Fenolftaleina al 1% en Etanol y agitar.
9. Llenar la bureta con Solución de Hidróxido de Sodio 1M, tener la precaución de ambientar la bureta con pequeñas porciones de la solución valorante.
10. Titula hasta que aparezca un leve color rosa que indique el punto final de la valoración.
11. Realizar tres valoraciones.

\* Se utilizaron soluciones TITRISOLES, es por eso que no se realizó ninguna estandarizado

La molaridad del Acido Clorhídrico se calcula de la siguiente forma:

$$C1 = \frac{V2 \times C2}{V1}$$

Donde:

C1= Molaridad del HCl

V1= Alícuota tomada de HCl

C2= Molaridad del NaOH 1M

V2= mL gastados de NaOH 1M

### **Solución de Acido Clorhídrico 6N <sub>(9)</sub>**

1. Medir aproximadamente 195.53 mL. de Acido Clorhídrico 37% p/p.
2. Colocar en un balón volumétrico de 250.0 mL, que contiene una parte de agua.
3. Llevar a volumen con agua destilada.
4. Envasar en frasco ámbar de vidrio
5. Etiquetar.

Datos para preparar una solución de Acido Clorhídrico a 1M

HCl 1M

PM = 36.5 g/mol

PEq. = 36.5

Densidad = 1.12 g/mL.

Para encontrar los gramos de HCl para preparar una solución 1M con HCl al 25 % de pureza y densidad 1.12 g/mL

En 100 g de Solución ----- 25.0 g HCl

para x ----- 36.5 g HCl

$$x = \frac{100 \times 36.5}{25} = 146 \text{ g de HCl}$$

$$\text{Volumen} = \frac{P}{D} = \frac{146}{1.12} = 130.35 \text{ mL}$$

Se realizaron cálculos para un litro con una Solución de concentración 1N y otra Solución de concentración 6 N

Para 1000.0 mL ----- 1 N ----- 130.00 mL

Para 1000.0 mL ----- 6 N ----- 782.14 mL

Para preparar 250 mL de HCl a una concentración 1 N y otra a concentración 6 N

Para 1000.0 mL ----- 1N ----- 130.35 mL de HCl

Para 250.0 mL ----- 1N ----- 32.59 mL de HCl

Para 1000.0 mL ----- 6N ----- 782.14 mL de HCl

Para 250.0 mL ----- 6N ----- 195.53 mL de HCl

### **Solución de Acido Nítrico 0.1M <sup>(11)</sup>**

1. Medir aproximadamente 6.875 mL de Acido Nítrico (Realizar en cámara de extracción).
2. Colocarlo en un balón volumétrico de 1000.0 mL, que contiene una parte de agua.
3. Llevar a volumen con agua destilada.
4. Envasar en frasco ámbar de vidrio.
5. Etiquetar.

$\text{HNO}_3$

Pureza = 65% p/p

Densidad = 1.41g/mL

PM = 63.01 g/mol

Para 65.00 g HNO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ 100.0 g de HNO<sub>3</sub>

Para 63.01 g HNO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ X

$$X = 96.94 \text{ g. HNO}_3$$

$$V = \frac{P}{D} = \frac{96.94}{1.41} = 68.75 \text{ mL}$$

Para 68.75 mL → 1000 mL → 1 N

Para 6.875 mL → 1000 mL → 0.1 N

### **Solución de Buffer Amoniacal – Cloruro de Amonio. <sup>(11)</sup>**

1. Pesar exactamente 67.5 g. de Cloruro de Amonio en balanza semi analítica o granataría en un beaker de 100.0 mL.
2. Disolver el Cloruro de Amonio en 570 mL de Amoniaco concentrado (Trabajar en cámara extractora de gases).
3. Mezclar bien y transvasar a un frasco volumétrico de 1000.0 mL con ayuda de un embudo y un frasco lavador.
4. Llevar a volumen con agua destilada libre de CO<sub>2</sub> y homogenizar.
5. Envasar en frasco de plástico.
6. Etiquetar.

7. En la valoración de la Solución de Sal disódica de EDTA utilizar la solución Buffer Cloruro de Amonio – Hidróxido de Amonio con la cual se alcanza un pH óptimo de 10 para la titulación.

#### **Solución de Cloruro de Bario al 1% <sup>(11)</sup>**

1. Pesar en balanza semi analítica 1.0 g de Cloruro de Bario.
2. Colocar en un beaker de 250 mL.
3. Disolver con 100.0 mL de agua destilada.
4. Envasar en frasco ámbar de vidrio.
5. Etiquetar.

#### **Solución de Fenolftaleina al 1% en Etanol <sup>(11)</sup>**

1. Pesar en un beaker de 50 mL, 1.0 g de Fenolftaleina, empleando balanza semianalítica.
2. Agregar 25 mL de Etanol y agitar hasta disolver completamente, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL.
3. Lavar el Beaker con Etanol y transferir al balón volumétrico, aforar a 100.0 mL con Etanol y homogenizar la solución.
4. Envasar en frasco ámbar, bien cerrado.
5. Etiquetar.



### **Solución de Hidróxido de Sodio al 10%** <sup>(11)</sup>

1. Pesar cuidadosamente 10.0 g de Hidróxido de Sodio en perlas en un beaker (Realizarlo rápidamente porque es higroscópico).
2. Disolver las perlas en agua destilada libre de CO<sub>2</sub> en un baño de hielo (Para evitar una reacción brusca exotérmica).
3. Trasferir a un Balón volumétrico de 100.0 mL y aforar con agua libre de CO<sub>2</sub>.
4. Envasar en frasco plástico.
5. Etiquetar.

### **Solución de Hidróxido de Amonio 1:5** <sup>(11)</sup>

1. Medir con probeta 1mL de Hidróxido de Amonio y colocarlo en un beaker de 20 mL (Realizar este procedimiento en cámara de extracción).
2. Agregar 5.0 mL de agua destilada y agitar.
3. Envasar en frasco ámbar de vidrio.
4. Etiquetar.

### **Solución Indicadora de Naranja de Xilenol.** <sup>(11)</sup>

1. Pesar 1.0 g de Naranja de Xilenol en balanza semi analítica.
2. Colocar en un beaker de 250 mL.
3. Disolver con Etanol al 37% P/P y transferirlo a un balón volumétrico de 100.0 mL y aforar.

4. Envasar en frasco ámbar de vidrio, bien cerrado
5. Etiquetar.

#### **Solución volumétrica de Sal Disódica de EDTA 0.1M <sup>(7)</sup>**

1. Pesar exactamente en balanza analítica 37.224 g de Sal Disódica de EDTA para preparar 1000.0 mL.
2. Colocar en un balón volumétrico de 1000.0 mL, 500 mL de agua libre de CO<sub>2</sub>, transferir la Sal Disódica de EDTA al balón volumétrico con ayuda de un embudo y de un frasco lavador.
3. Agitar hasta que el EDTA se haya disuelto (El EDTA se disuelve lentamente).
4. Llevar a volumen con agua destilada libre de CO<sub>2</sub> y homogenizar.
5. Envasar en frasco de plástico.
6. Agregar una pequeña cantidad de Sal de Magnesio (MgCl<sub>2</sub>) con la punta de una espátula.
7. Etiquetar.
8. Estandarizar. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de Solución Estándar de Carbonato de Calcio y colocarlo en un erlenmeyer de 250 mL. Diluir con agua destilada a un volumen de aproximadamente 25 mL.
9. Agregar gotas de solución Buffer Cloruro de Amonio – Hidróxido de Amonio hasta que la solución tenga un pH de 10 utilizar indicador de pH en varillas para verificar el pH.

10. Agitar la solución.
11. Agregar con la punta de una espátula una pequeña cantidad de indicador Negro de Eriocromo T (aproximadamente 0.1 g).
12. Llenar la bureta con Solución Disódica de EDTA 0.1M. Tener la precaución de ambientar la bureta previamente con pequeñas porciones de la solución del valorante
13. Titular con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M, agitar cada vez que caigan las gotas del titulante dentro del erlenmeyer hasta un cambio de color de rojo vino a un azul permanente en toda la solución.
14. Realizar 3 valoraciones.

**TODAS LAS SOLUCIONES FUERON TITRISOLES, POR LO QUE LOS CALCULOS DE ESTANDARIZACION NO SE REALIZARON.**

Formula para encontrar la molaridad de la Sal Disódica de EDTA 0.1M, se calcula de la siguiente forma:<sup>(7)</sup>

$$M_{\text{EDTA}} = \frac{\text{g Ca}}{10} \div \text{(mmoles de Ca) x (V en mL de EDTA)}$$

Donde:

$M_{\text{EDTA}}$  = Molaridad del EDTA

g = gramos de Ca en alícuota de 10 mL

V = Volumen en mL gastados de EDTA en la valoración.

Peso Molecular: 372.24 g/mol

Para una concentración 1 M en 1000 mL se necesitan 372.24 g de EDTA

Para una concentración 0.1 M en 1000 mL se necesitan 37.224 g de EDTA

**Para una concentración 0.1 M en 2000 mL se necesitan 74.44g de EDTA**

#### **Solución de Sulfato de Magnesio al 5% (7)**

1. Pesar en balanza semi analítica o granataría 5.0 g de Sulfato de Magnesio en papel glassin.
2. Colocar en un beaker de 250 mL disolverlo con 20 mL de agua.
3. Colocarlo en un balón volumétrico de 100.0 mL y aforar con agua destilada.
4. Envasar en frasco de vidrio ámbar, bien cerrado.
5. Etiquetar.

### **Solución de Nitrato de Torio 0.1M <sup>(7)</sup>**

1. Pesar en balanza analítica 48.006 g de Nitrato de Torio Sal Anhidra ( $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).
2. Colocar en un beaker de 600mL y disolver con 450 mL de agua destilada.
3. Transferir a un balón volumétrico de 1000.0 mL con ayuda de un embudo y un frasco lavador.
4. Lavar el beaker con agua destilada para arrastrar los residuos.
5. Agitar, llevar a volumen con agua destilada y homogenizar.
6. Envasar en frasco de vidrio.
7. Etiquetar.
8. Estandarizar la solución como sigue:
9. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de Solución de Nitrato de Torio 0.1M y colocar en un Erlenmeyer de 250 mL
10. Agregar Acido Nítrico concentrado ( $\text{HNO}_3$ ) hasta verificar un pH aproximadamente de 2 utilizando indicador de pH en varillas o para más seguridad utilizar un pHmetro ya que es muy importante mantener el pH adecuado. (Trabajar en cámara extractora de gases).
11. Agregar aproximadamente 2.0 mL de solución Indicadora de Naranja de Xilenol.
12. Llenar la bureta con solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M tener la precaución de ambientar previamente la bureta con pequeñas porciones de la solución valorante.

13. Titular con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.1M. En el punto final se observara un viraje de color de rojo a amarillo permanente.

14. Realizar 3 valoraciones.

No se realizaron cálculos de estandarización por ser SOLUCIONES TITRISOLES.

A continuación se detalla la formula para sacar la concentración cuando las soluciones no son TITRISOLES.

La molaridad del Nitrato de Torio se calcula de la siguiente forma:

$$C1 = \frac{V2 \times C2}{V1}$$

Donde:

C1 = Molaridad del Nitrato de Torio

V1 = Alícuota tomada de Nitrato de Torio

C2 = Molaridad del EDTA 0.1M

V2 = mL gastados de EDTA 0.1M

$\text{Th}(\text{NO}_3)_4$  (Nitrato de Torio)

Peso Molecular: 570.13 g/mol

Se necesitan 570.13g de  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$  para una concentración 1.0 M en 1000.0 mL

Se necesitan 57.013g de  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$  para una concentración 0.1 M en 1000.0 mL

Se necesitan 14.253g para una concentración 0.1 M en 250.0 mL

Para calcular la molaridad:

Si 14.253 g de  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$  ----- 0.1 M

14.2404 g de  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$  ----- X

$$X = 0.0999 \text{ M} \approx 0.1 \text{ M}$$

### **Solución Sulfato de Zinc 0.1M** (7)

1. Pesar exactamente en balanza analítica 28.754 g. de Sulfato de Zinc.
2. Colocar en un beaker de 400 mL y disolver con 250 mL de agua destilada.
3. Transferir a un balón volumétrico de 1000.0 mL con ayuda de un embudo y un agitador.
4. Lavar el beaker con agua destilada para arrastrar los residuos.
5. Agitar, llevar a volumen y homogenizar.

6. Envasar en frasco plástico.
7. Etiquetar.
8. Estandarización. Medir con pipeta volumétrica 25.0 mL de la Solución recientemente preparada y colocar en un beaker de 400.0 mL.
9. Agregar 100.0 mL de agua destilada.
10. Adicionar 10.0 mL de Solución de Buffer de Cloruro de Amonio – Hidróxido de Amonio.
11. Con la punta de una espátula tomar una pequeña cantidad de Indicador Negro de Eriocromo T (aproximadamente 0.1 g.) y agregar al beaker. Agitar.
12. Llenar la bureta con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.05M. Tener la precaución de ambientar previamente la bureta con pequeñas porciones de la solución valorante.
13. Titular con Solución de Sal Disódica de EDTA 0.05M hasta que aparezca un color azul por toda la solución que indica el punto final de la valoración.
14. Realizar 3 valoraciones.

La Solución Valorante utilizada fue Titrisol



Para sacar la molaridad del Sulfato de Zinc se calcula de la siguiente forma, en caso la solución no fuera titrisol:

$$C1 = \frac{V2 \times C2}{V1}$$

Donde:

C1 = Molaridad del Sulfato de Zinc

V1 = Alícuota tomada de Sulfato de Zinc

C2 = Molaridad del EDTA 0.05M

V2 = mL gastados de EDTA 0.05M

**ANEXO No 3**  
**BALANZA ANALITICA**

**ANEXO No 3**  
**BALANZA ANALITICA**

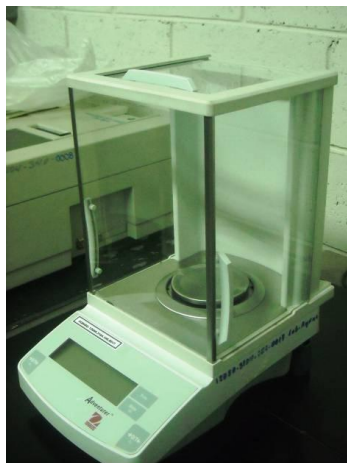


Figura No 1. Balanza analítica digital modelo  
OHAUS ADVENTURE



Figura No 2. Balanza analítica digital modelo  
OHAUS ADVENTURE

**ANEXO No 4**  
**PROCESO DE ANALISIS**

## ANEXO No 4 PROCESO DE ANALISIS



**Figura No.3** Determinación de Bismuto utilizando EDTA 0.1M como solución valorante



**Figura No. 4** Titulación usando anaranjado de xilenol como indicador en determinación de Bismuto



**Figura No 5** Viraje de color de rojo a amarillo luminoso en Determinación de Bismuto

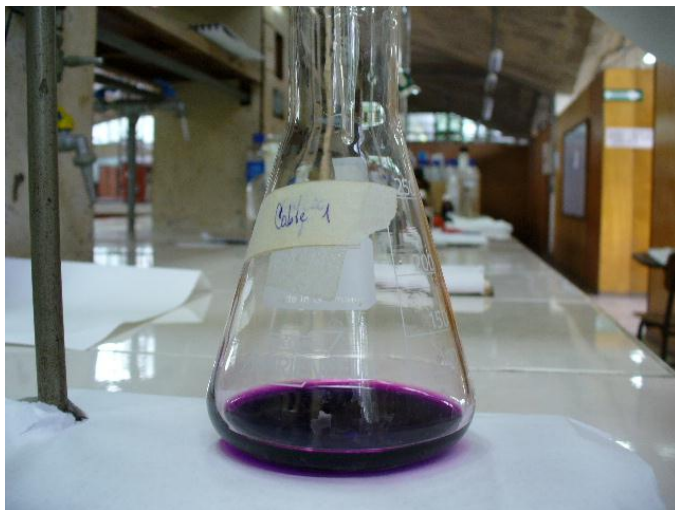


**Figura No 6** Determinación de Calcio. Titulación con solución de EDTA 0.1M



**Figura No 7** Indicador utilizado para la Determinación de Calcio:

Murexide



**Figura No 8** Determinación de Cobre, Cambio de color de naranja a

Violeta, usando como indicador murexide



**Figura No 9** Determinación de Hierro mediante una Retrovaloración con Nitrato de Torio 0.1M

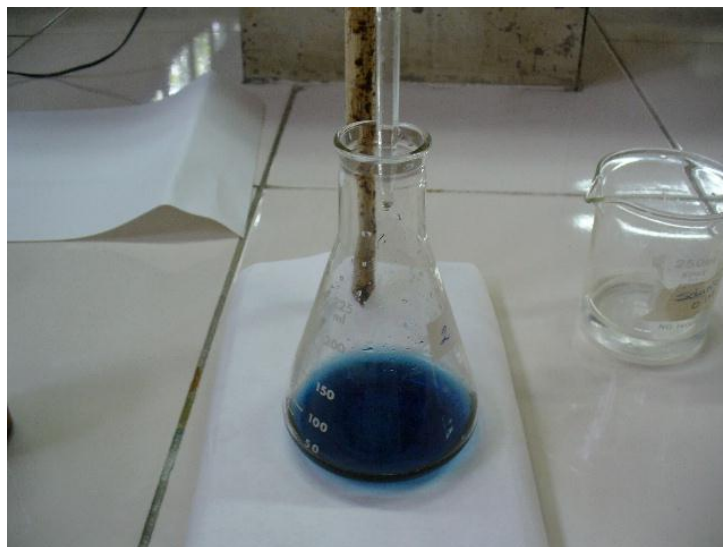


**Figura No 10** Indicador en la Determinación de Hierro utilizado anaranjado de xilenol





**Figura No 11** Viraje de color de amarillo a rojo cereza en la determinación de Hierro



**Figura No 12** Determinación de Sulfatos mediante una valoración por Retroceso utilizando Sulfato de Zinc 0.1 M



**Figura No 13** Indicador utilizado Negro de Eriocromo T (NET), viraje de color de Azul a rojo vino, en la Determinación de Sulfatos



**Figura No 14** Determinación de Cobre, utilizando EDTA 0.1M como solución valorante y murexide como indicador



**Figura No 15** Cambio de color de naranja a violeta. Determinación de Cobre, utilizando como indicador Murexide.





**Figura No 16** Determinación de Níquel, utilizando como valorante EDTA 0.1M y murexide como indicador



**Figura No 17** Viraje de color de amarillo a violeta. Determinación de Níquel, utilizando como indicador murexide

**ANEXO No 5**  
**CERTIFICADOS DE CALIDAD**

## NITRATO DE ALUMINIO


Información general	
<b>Organics and Ingredients</b>	
<b>101086 Aluminio nitrato nonahidrato purís.</b>	
Sinónimos	 O  Xi
Características de peligrosidad	comburente, irritante
Fórmula empírica según Hill	AlN <sub>3</sub> O <sub>9</sub> * 9 H <sub>2</sub> O
Fórmula empírica estructurada	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> * 9 H <sub>2</sub> O
Densidad	
Masa molar	375.13 g/mol
Número CAS	7784-27-2
Número de índice EG	
Código de producto-HS	28342980
Núm. EG (EINECS)	236-751-8
Clase de almacenamiento (VC)	5.1 B - Sustancias que fomentan la infl
Almacenamiento	Sin limitaciones.
Categoría de embalaje	R
WGK	1 - (poco contaminante del agua)
Eliminación	
Categorías de producto	sustancia
Causante de peligro en juego de productos o preparación	
<b>Especificación</b>	
<b>Organics and Ingredients</b>	
<b>101086 Aluminio nitrato nonahidrato purís.</b>	
	<b>Especificación</b>
Assay (complexometric)	>= 95.0 %
Chloride (Cl)	<= 0.005 %
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	<= 0.03 %
Heavy metals (as Pb)	<= 0.005 %
Fe (Iron)	<= 0.01 %
Substances not precipitated by ammonia (as sulphate)	<= 0.5 %



## NITRATO DE BISMUTO

Información general			
<b>Inorganics</b>			
<b>101878 Bismuto(III) nitrato básico para análisis Reag. Ph Eur</b>			
Sinónimos			
Características de peligrosidad			
Fórmula empírica según Hill	$\text{Bi}_5\text{HgN}_4\text{O}_{22}$	FDS	disponible
Fórmula empírica estructurada		RTECS	EB2977000
Densidad	4.93 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)	Frases-R	
Masa molar	1461.99 g/mol	Frases-S	
Número CAS	1304-85-4		
Número de índice EG			
Código de producto-HS	28342980		
Núm. EG (EINECS)	215-136-8		
Clase de almacenamiento (VCI)	5.1 B - Sustancias que fomentan la infl		
Almacenamiento	Sin limitaciones.		
Categoría de embalaje	R		
WGK	2 - (contaminante del agua)		
Eliminación	15		
Categorías de producto	sustancia		
Causante de peligro en juego de productos o preparación			
Especificación			
<b>Inorganics</b>			
<b>101878 Bismuto(III) nitrato básico para análisis Reag. Ph Eur</b>			
		<b>Especificación</b>	
Assay (complexometric, Bi)		>= 71.0	%
Chloride (Cl)		<= 0.005	%
Total sulfur (as sulphate)		<= 0.05	%
Ag (Silver)		<= 0.001	%
As (Arsenic)		<= 0.0005	%
Ca (Calcium)		<= 0.005	%
Cu (Copper)		<= 0.002	%
Fe (Iron)		<= 0.002	%
NH <sub>4</sub> (Ammonium)		<= 0.01	%
Pb (Lead)		<= 0.005	%
Zn (Zinc)		<= 0.001	%
Substances not precipitated by hydrogen sulfide (as sulphate)		<= 0.5	%

## CLORURO DE CALCIO



Información general	
<b>Pharmaceutical Salts</b>	
<b>172570 Calcio cloruro dihidrato puris., para agua de mesa FCC,E 509</b>	
Sinónimos	 Xi
Características de peligrosidad	irritante
Fórmula empírica según Hill	CaCl <sub>2</sub> * 2 H <sub>2</sub> O
Fórmula empírica estructurada	
Densidad	1.85 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)
Masa molar	147.02 g/mol
Número CAS	10035-04-8
Número de índice EG	017-013-00-2
Código de producto-HS	28272000
Núm. EG (EINECS)	233-140-8
Clase de almacenamiento (VCI)	10-13 - Otros líquidos y sustancias sólidas
Almacenamiento	
Categoría de embalaje	
WGK	1 - (poco contaminante del agua)
Eliminación	14
Categorías de producto	sustancia
Causante de peligro en juego de productos o preparación	




## CLORURO DE CALCIO

<b>Especificación</b>	
<b>Pharmaceutical Salts</b>	
<b>172570 Calcio cloruro dihidrato purís., para agua de mesa FCC,E 509</b>	
Appearance Assay (complexometric) Identity Appearance of solution (10 %; water) insoluble matter Acidity or alkalinity Alkalinity (0.01 M HCl/1g) Acidity (0.01 M NaOH/1g) pH-value (5 %; water) Bromide (Br) Fluoride (F) Hypochlorite (ClO) Nitrate (NO <sub>3</sub> ) Sulphate (SO <sub>4</sub> ) Heavy metals (as Pb) Al (Aluminium) As (Arsenic) Ba (Barium) Cu (Copper) Fe (Iron) Hg (Mercury) K (Potassium) Na (Sodium) Pb (Lead) Magnesium and alkali metals Organic volatile impurities (according to USP) Substances precipitated by ammonia (Al,Fe,PO <sub>4</sub> ) Odour Taste	<b>Especificación</b> fine white crystalline powder 99.0 - 103.0 % conforms conforms <= 50 mg/kg conforms <= 0.20 ml <= 0.20 ml 4.5 - 8.5 <= 10 mg/kg <= 40 mg/kg conforms <= 20 mg/kg <= 100 mg/kg <= 10 mg/kg <= 0.2 mg/kg <= 2 mg/kg <= 50 mg/kg <= 10 mg/kg <= 10 mg/kg <= 1 mg/kg <= 100 mg/kg <= 100 mg/kg <= 5 mg/kg <= 0.3 % conforms conforms not tested/typical property not tested/typical property

# NITRATO DE COBRE

<b>Información general</b>	
<b>Organics and Ingredients</b>	
<b>102752 Cobre(II) nitrato trihidrato puris.</b>	
Sinónimos	 Xn  N
Características de peligrosidad	nocivo, irritante, peligroso para el medio ambiente
Fórmula empírica según Hill	CuN <sub>2</sub> O <sub>6</sub> * 3 H <sub>2</sub> O
Fórmula empírica estructurada	Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> * 3 H <sub>2</sub> O
Densidad	2.05 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)
Masa molar	241.60 g/mol
Número CAS	10031-43-3
Número de índice EG	
Código de producto-HS	28342930
Núm. EG (EINECS)	221-838-5
Clase de almacenamiento (VCI)	5.1 B - Sustancias que fomentan la infi
Almacenamiento	Sin limitaciones.
Categoría de embalaje	R
WGK	2 - (contaminante del agua)
Eliminación	
Categorías de producto	sustancia
Causante de peligro en juego de productos o preparación	
<b>Especificación</b>	
<b>Organics and Ingredients</b>	
<b>102752 Cobre(II) nitrato trihidrato puris.</b>	
Assay (iodometric)	<b>Especificación</b> >= 99.0 %
Chloride (Cl)	<= 0.003 %
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	<= 0.01 %
Fe (Iron)	<= 0.01 %
Pb (Lead)	<= 0.005 %
Substances not precipitated by hydrogen sulfide (as sulphate)	<= 0.1 %

## SULFATO DE HIERRO


Información general			
<b>Inorganics</b>			
<b>103965 Hierro(II) sulfato heptahidrato p.a. ACS,ISO,Reag. Ph Eur</b>			
Sinónimos	 Xn		
Características de peligrosidad	nocivo		
Fórmula empírica según Hill	$\text{FeO}_4\text{S} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	FDS	disponible
Fórmula empírica estructurada	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	RTECS	NO8510000
Densidad	1.89 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)	Frases-R	R 22
Masa molar	278.02 g/mol	Frases-S	S 24/25
Número CAS	7782-63-0		
Número de índice EG			
Código de producto-HS	28332950		
Núm. EG (EINECS)	231-753-5		
Clase de almacenamiento (VCI)	10-13 - Otros líquidos y sustancias sólidas		
Almacenamiento	Almacenar entre +15°C y +25°C.		
Categoría de embalaje			
WGK	1 - (poco contaminante del agua)		
Eliminación	15		
Categorías de producto	sustancia		
Causante de peligro en juego de productos o preparación			

## SULFATO DE HIERRO


<b>Especificación</b>	
<b>Inorganics</b>	
<b>103965 Hierro(II) sulfato heptahidrato p.a. ACS,ISO,Reag. Ph Eur</b>	
	<b>Especificación</b>
Assay (manganometric)	99.5 - 102.0 %
Identity	passes test
Appearance of solution	passes test
insoluble matter	≤ 0.01 %
pH-value (5 %; water)	3.0 - 4.0
Chloride (Cl)	≤ 0.0005 %
Phosphate (PO <sub>4</sub> )	≤ 0.001 %
Total nitrogen (N)	≤ 0.001 %
Heavy metals as Pb	≤ 0.005 %
As (Arsenic)	≤ 0.0002 %
Ca (Calcium)	≤ 0.005 %
Cu (Copper)	≤ 0.001 %
Fe III (Iron III)	≤ 0.02 %
K (Potassium)	≤ 0.02 %
Mg (Magnesium)	≤ 0.002 %
Mn (Manganese)	≤ 0.05 %
Na (Sodium)	≤ 0.02 %
Pb (Lead)	≤ 0.0005 %
Zn (Zinc)	≤ 0.005 %



## FOSFATO DE SODIO

Información general	
<b>Inorganics</b>	
<b>106572 tri-Sodio fosfato dodecahidrato p.a.</b>	
Sinónimos	 Xi
Características de peligrosidad	irritante
Fórmula empírica según Hill	$\text{Na}_3\text{O}_4\text{P} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Fórmula empírica estructurada	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Densidad	1.62 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)
Masa molar	380.18 g/mol
Número CAS	10101-89-0
Número de índice EG	
Código de producto-HS	28352300
Núm. EG (EINECS)	231-509-8
Clase de almacenamiento (VCI)	10-13 - Otros líquidos y sustancias sólidas
Almacenamiento	Sin limitaciones.
Categoría de embalaje	
WGK	1 - (poco contaminante del agua)
Eliminación	14
Categorías de producto	sustancia
Causante de peligro en juego de productos o preparación	
<b>Especificación</b>	
<b>Inorganics</b>	
<b>106572 tri-Sodio fosfato dodecahidrato p.a.</b>	
Assay (acidimetric)	98.0 - 102.0 %
Identity	passes test
Insoluble matter	max 0.01 %
Free alkali (as NaOH)	max 2.5 %
Chloride (Cl)	max 0.005 %
Fluoride (F)	max 0.0005 %
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	max 0.005 %
Total nitrogen (N)	max 0.001 %
Heavy metals (as Pb)	max 0.001 %
Fe (Iron)	max 0.001 %

## NITRATO DE MAGNESIO

Información general			
<b>Inorganics</b>			
<b>105855 Magnesio nitrato hexahidrato Suprapur®</b>			
Sinónimos			
Características de peligrosidad		comburente	
Fórmula empírica según Hill	$MgN_2O_6 \cdot 6H_2O$	FDS	disponible
Fórmula empírica estructurada	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	RTECS	
Densidad	1.46 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)	Frases-R	R 8
Masa molar	256.41 g/mol	Frases-S	S 24/25
Número CAS	13446-18-9		
Número de índice EG			
Código de producto-HS	28342980		
Núm. EG (EINECS)	233-826-7		
Clase de almacenamiento (VCI)	5.1 B - Sustancias que fomentan la inf		
Almacenamiento	Sin limitaciones.		
Categoría de embalaje	R		
WGK	1 - (poco contaminante del agua)		
Eliminación	14		
Categorías de producto			
Causante de peligro en juego de productos o preparación			
sustancia			

## NITRATO DE MAGNESIO


<b>Especificación</b>	
<b>Inorganics</b>	
<b>105855 Magnesio nitrato hexahidrato Suprapur®</b>	
	<b>Especificación</b>
Assay (complexometric, calc. as hexahydrate)	min 99 %
Chloride (Cl)	max 2 ppm
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	max 20 ppm
Ba (Barium)	max 5 ppm
Bi (Bismuth)	max 0.005 ppm
Ca (Calcium)	max 5 ppm
Cd (Cadmium)	max 0.005 ppm
Co (Cobalt)	max 0.005 ppm
Cr (Chromium)	max 0.005 ppm
Cu (Copper)	max 0.005 ppm
Fe (Iron)	max 0.05 ppm
K (Potassium)	max 1 ppm
Mn (Manganese)	max 0.05 ppm
Na (Sodium)	max 5 ppm
NH <sub>4</sub> (Ammonium)	max 10 ppm
Ni (Nickel)	max 0.005 ppm
Pb (Lead)	max 0.005 ppm
Tl (Thallium)	max 0.01 ppm
Zn (Zinc)	max 0.05 ppm

# NITRATO DE NIQUEL

Información general	
<b>Inorganics</b>	
<b>106721 Níquel(II) nitrato hexahidrato para análisis</b>	
Sinónimos	 O  Xn
Características de peligrosidad	comburente, nocivo, sensibilizante
Fórmula empírica según Hill	NiN <sub>2</sub> O <sub>6</sub> * 6 H <sub>2</sub> O
Fórmula empírica estructurada	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> * 6 H <sub>2</sub> O
Densidad	FDS disponible
Masa molar	RTECS
Número CAS	Frases-R R 8-22-43
Número de índice EG	Frases-S S 24-37
Código de producto-HS	28342920
Núm. EG (EINECS)	236-068-5
Clase de almacenamiento (VCI)	5.1 B - Sustancias que fomentan la inf
Almacenamiento	Sin limitaciones.
Categoría de embalaje	R
WGK	3 - (muy contaminante del agua)
Eliminación	15
Categorías de producto	sustancia
Causante de peligro en juego de productos o preparación	
Especificación	
<b>Inorganics</b>	
<b>106721 Níquel(II) nitrato hexahidrato para análisis</b>	
Assay (complexometric)	>= 99.0 %
Chloride (Cl)	<= 0.001 %
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	<= 0.005 %
Ca (Calcium)	<= 0.005 %
Co (Cobalt)	<= 0.005 %
Cu (Copper)	<= 0.001 %
Fe (Iron)	<= 0.001 %
Na (Sodium)	<= 0.005 %
NH <sub>4</sub> (Ammonium)	<= 0.05 %
Pb (Lead)	<= 0.001 %
Zn (Zinc)	<= 0.001 %



## FLORURO DE SODIO

<b>Información general</b>			
<b>Pharmaceutical Salts</b>			
<b>172576 Sodio fluoruro purís., para agua de mesa</b>			
			AE PAQ
Sinónimos		 <span style="float: right; margin-left: 5px;">T</span>	
Características de peligrosidad	tóxico, irritante		
Fórmula empírica según Hill	FNa	FDS	disponible
Fórmula empírica estructurada	NaF	RTECS	WB0350000
Densidad	2.8 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)	Frases-R	R 25-32-36/38
Masa molar	41.99 g/mol	Frases-S	S 22-36-45
Número CAS	7681-49-4		
Número de índice EG	009-004-00-7		
Código de producto-HS	28261100		
Núm. EG (EINECS)	231-667-8		
Clase de almacenamiento (VCI)	6.1 B - Sustancias no combustibles tóxi		
Almacenamiento	Almacenar entre +5°C y +30°C.		
Categoría de embalaje	G		
WGK	1 - (poco contaminante del agua)		
Eliminación	14		
Categorías de producto	sustancia		
Causante de peligro en juego de productos o preparación			

## FLORURO DE SODIO

Especificación	
Pharmaceutical Salts	
172576 Sodio fluoruro purís., para agua de mesa	
	AE PAQ
	<b>Especificación</b>
Appearance	White powder
Assay (precipitative titration, calculated on dried substance)	98.5 - 100.5 %
Identity	passes test
Appearance of solution (2.5 %, water)	clear and colourless
alkalinity (as NaOH)	≤ 1000 mg/kg
Acidity (as HF)	≤ 2000 mg/kg
Bromide (Br)	≤ 15 mg/kg
Chloride (Cl)	≤ 100 mg/kg
Hexafluorosilicate (SiF <sub>6</sub> )	≤ 1000 mg/kg
Iodide (I)	≤ 20 mg/kg
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	≤ 40 mg/kg
Phosphate (PO <sub>4</sub> )	≤ 15 mg/kg
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	≤ 100 mg/kg
Heavy metals (as Pb)	≤ 30 mg/kg
As (Arsenic)	≤ 1 mg/kg
Cu (Copper)	≤ 10 mg/kg
Fe (Iron)	≤ 50 mg/kg
Hg (Mercury)	≤ 1 mg/kg
Pb (Lead)	≤ 30 mg/kg
Se (Selenic)	≤ 30 mg/kg
Zn (Zinc)	≤ 25 mg/kg
Organic volatile impurities (USP)	conforms
Loss on drying (130 °C)	≤ 0.5 %
Odour and taste	not testet, typical properties

## SULFATO DE SODIO


Información general	
Pharmaceutical Salts	
<b>106645 Sodio sulfato anhidro purís. polvo fino Ph Eur,BP,USP</b>	
Sinónimos	
Características de peligrosidad	
Fórmula empírica según Hill	Na <sub>2</sub> O <sub>4</sub> S
Fórmula empírica estructurada	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Densidad	2.70 g/cm <sup>3</sup> (20 °C)
Masa molar	142.04 g/mol
Número CAS	7757-82-6
Número de índice EG	
Código de producto-HS	28331100
Núm. EG (EINECS)	231-820-9
Clase de almacenamiento (VCI)	10-13 - Otros líquidos y sustancias sólidas
Almacenamiento	Sin limitaciones.
Categoría de embalaje	
WGK	1 - (poco contaminante del agua)
Eliminación	
Categorías de producto	sustancia
Causante de peligro en juego de productos o preparación	
FDS	disponible
RTECS	WE1650000
Frases-R	
Frases-S	

## SULFATO DE SODIO

<b>Especificación</b>	
<b>Pharmaceutical Salts</b>	
<b>106645 Sodio sulfato anhidro puris. polvo fino Ph Eur,BP,USP</b>	
	<b>Especificación</b>
Assay	
acidimetric; calculated on dried substance	99.0 - 100.5 %
acidimetric; dried substance	98.5 - 100.5 %
Identity	conforms
Appearance of solution	conforms
Acidity or alkalinity	conforms
pH-value (5 %; water)	5.2 - 8.0
Chloride (Cl)	<= 0.002 %
Heavy metals (as Pb)	<= 0.001 %
As (Arsenic)	<= 0.0003 %
Ca (Calcium)	<= 0.005 %
Fe (Iron)	<= 0.001 %
Mg (Magnesium)	<= 0.001 %
Loss on drying	
105 °C	<= 0.5 %
130 °C	<= 0.5 %
Residual solvents (Ph. Eur./ICH)	excluded by manufacturing process
Particle size (> 0.15 mm)	<= 1.0 %



## NITRATO DE ZINC

<b>Información general</b>	
<b>Inorganics</b>	
<b>108833 Cinc nitrato tetrahidrato p.a.</b>	
Sinónimos	
Características de peligrosidad	comburente, nocivo, irritante, peligroso para el medio ambiente
Fórmula empírica según Hill	$N_2O_6Zn \cdot 4 H_2O$
Fórmula empírica estructurada	$Zn(NO_3)_2 \cdot 4 H_2O$
Densidad	
Masa molar	261.44 g/mol
Número CAS	19154-63-3
Número de índice EG	
Código de producto-HS	28342980
Núm. EG (EINECS)	231-943-8
Clase de almacenamiento (VC)	5.1 B - Sustancias que fomentan la infl
Almacenamiento	Sin limitaciones.
Categoría de embalaje	R
WGK	3 - (muy contaminante del agua)
Eliminación	15
Categorías de producto	sustancia
Causante de peligro en juego de productos o preparación	
<b>Especificación</b>	
<b>Inorganics</b>	
<b>108833 Cinc nitrato tetrahidrato p.a.</b>	
	<b>Especificación</b>
Assay (complexometric)	>= 98.5 %
Chloride (Cl)	<= 0.001 %
Sulphate (SO4)	<= 0.005 %
Ca (Calcium)	<= 0.001 %
Cd (Cadmium)	<= 0.0005 %
Cu (Copper)	<= 0.0005 %
Fe (Iron)	<= 0.001 %
Na (Sodium)	<= 0.002 %
Pb (Lead)	<= 0.002 %
Identity	passes test