

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ciencias
Escuela Profesional de Química



**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN QUÍMICA**

***“EL CONTROL DE CALIDAD, INVESTIGACION Y DESARROLLO
EN LA FABRICACIÓN DE REACTIVOS DE FLOTACION EN LA
EMPRESA REACTIVOS NACIONALES S.A.”***

Presentado por:

LUIS ALBERTO CÁRCAMO SÁNCHEZ

Asesor:

Dr. ADOLFO LA ROSA TORO GOMEZ

LIMA PERÚ

2013

DEDICATORIA:

Dedico el presente trabajo a mi familia: Ivana,
Iván y Dora.

A mis padres: María Cecilia y Sabino

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a los Docentes de la Facultad de Ciencias de la UNI y a los Directivos y Funcionarios de la empresa Reactivos Nacionales S.A.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCION.....	01
CAPITULO I	04
1.1 OBJETIVO	04
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	04
CAPITULO II	05
HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA DE LA FLOTACION DE MINERALES	05
CAPITULO III.....	09
EL PROCESO DE FLOTACION.....	09
3.1. FUNDAMENTOS.....	09
3.2. FACTORES QUÍMICOS Y FISICOS EN LA FLOTACION DE MINERALES	10
3.3. CLASIFICACION DE REACTIVOS DE FLOTACION	17
3.4. PREPARACION DE LOS REACTIVOS DE FLOTACION EN REACTIVOS NACIONALES S.A.....	22
3.4.1. PREPARACION DE XANTATOS.....	22
3.4.2. PREPARACION DE O,O - DIALQUILDITIOFOSFATOS	26
3.4.3 PREPARACION DE ESPUMANTES (FROTHERS).....	29
CAPITULO IV	31
CONTROL DE CALIDAD	31
4.1. CONTROL DE CALIDAD DE LOS XANTATOS.....	31
4.2. CONTROL DE CALIDAD DE DITIOFOSFATOS	36
4.3. CONTROL DE CALIDAD DE ESPUMANTES	38

CAPITULO V.....	40
INVESTIGACION Y DESARROLLO.....	40
PROYECTO 1: LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE PROCESO AL REEMPLAZAR AL ESPUMANTE H425 (PRODUCTO IMPORTADO) EN LA UNIDAD MINERA DE EL BROCAL POR UNO DE MENOR PRECIO.....	40
PROYECTO 2: ESTABLECER EL TIEMPO DE CADUCIDAD EN ALMACÉN DEL XANTATO ISOBUTÍLICO DE SODIO QUE PRODUCE ACTUALMENTE RENASA.....	45
PROYECTO 3: EVALUAR EL REEMPLAZO DEL REACTIVO CIANURO DE SODIO POR EL CARBOXIMETILCELULOSA (CMC) EN EL CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE COBRE..	50
PROYECTO 4: EVALUAR LA FABRICACIÓN DEL XANTATO ISOPROPÍLICO DE SODIO A PARTIR DE UN ALCOHOL DE MENOR GRADO.....	53
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES.....	60
GLOSARIO	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO 1	65
ANEXO 2	91
ANEXO 3	122

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Colector isopropiletitionocarbamato.	11
Figura 2.	Colector isobutiletotoxicarboniltionocarbamato.	12
Figura 3.	Complejo Cu-IBECTC formado en la superficie sobre una lámina de cobre.	12
Figura 4.	Complejo Cu-IPECTC formado en la superficie sobre una lámina de cobre.	13
Figura 5.	Colector isobutilaliltionocarbamato.	13
Figura 6.	Diisobutilditiofosfato de sodio (DTF, ditiofosfato).	14
Figura 7.	Diisobutilmonotiofosfato de sodio (MTF, monotiofosfato).	14
Figura 8.	Tautómero tiono (pH alcalino).	15
Figura 9.	Tautómero tiol (pH ácido).	15
Figura 10.	Procesamiento de un mineral de plomo de la Mina Magellan (Australia).	16
Figura 11.	Fotografía del xantato isopropílico de sodio peletizado que produce Reactivos Nacionales S.A..	22
Figura 12.	Xantato isopropílico de sodio seco en polvo descargado del secador..	24
Figura 13.	Diagrama de flujo de la producción de xantatos en Reactivos Nacionales S.A.	25
Figura 14.	Diagrama de flujo de la producción de alquilditiofosfatos en Reactivos Nacionales S.A.	27
Figura 15.	Balanza Sartorius MA45 para la determinación de materia volátil a 120°C del xantato.	33
Figura 16.	Molino analítico para pulverizar las muestras de xantato	33
Figura 17.	Pasos en la determinación de xantato activo en RENASA	34
Figura 18.	Valores de xantato activo de todos los lotes del xantato isopropílico de sodio producidos en el año 2012 en Reactivos Nacionales S.A.	35
Figura 19.	Valores de materia volátil a 120°C de todos los lotes del xantato isopropílico de sodio producidos en el año 2012 en Reactivos Nacionales S.A.	36
Figura 20.	Comparación de espectros infrarrojos de un lote de espumante F66 frente al estándar en su forma apilada.	39

Figura 21.	Comparación de espectros infrarrojos de un lote del espumante F66 frente al estándar en su forma superpuesta..	39
Figura 22.	Cinética de la recuperación de cobre para la evaluación de los espumantes.	43
Figura 23.	Desplazamiento de zinc en la evaluación metalúrgica de los espumantes.	43
Figura 24.	Resultados de la evaluación metalúrgica de espumantes.	44
Figura 25.	Temperatura mínima y máxima en el lugar de almacenamiento del xantatoisobutílico de sodio	47
Figura 26.	Humedad mínima y máxima en el lugar de almacenamiento del xantatoisobutílico de sodio	48
Figura 27.	Ubicación de la empresa Reactivos Nacionales S.A	48
Figura 28.	Gráfico de volátiles a 120°C del xantatoisobutílico de sodio de RENASA.	49
Figura 29.	Gráfico de caducidad del xantatoisobutílico de sodio RENASA	50
Figura 30.	La carboximetilcelulosa (CMC) representa una alternativa viable para reemplazar el NaCN parcialmente	52
Figura 31.	Estructura química de la carboximetilcelulosa de sodio (CMC).	53
Figura 32.	Planta Piloto de RENASA para la obtención de xantatos	55
Figura 33.	Espectro infrarrojo del xantato isopropílico de sodio obtenido a partir de un isopropanol de 85% - espectros superpuestos.	56
Figura 34.	Espectro infrarrojo del xantatoisopropílico de sodio obtenido a partir de un isopropanol de 85% - espectros apilados	56
Figura 35.	Porcentajes de recuperación acumulados de la evaluación metalúrgica de un xantato isopropílico de sodio obtenido con un alcohol de 85%	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Fechas importantes en el desarrollo de la tecnología de flotación de minerales.....	7
Tabla 2.	Minerales más comunes donde se aplica la tecnología de la flotación para su beneficio.....	8
Tabla 3.	Colectores de mayor uso en la flotación de minerales sulfurados.	19
Tabla 4.	Colectores de base fosforada para la flotación de minerales sulfurados	20
Tabla 5.	Colectores de base nitrogenada: tionocarbamatos y tiourea.....	20
Tabla 6.	Dialquilditiofosfatos de mayor uso en la flotación de minerales sulfurados.....	28
Tabla 7.	Alcoholes usados en la formulación de espumantes.....	30
Tabla 8.	Espumantes formulados en base a polipropilenglicoles.....	30
Tabla 9.	Valores correspondientes del xantato isopropílico de sodio producidos en el año 2012 en Reactivos Nacionales S.A.	35
Tabla 10.	Datos de la prueba de flotación estándar con el mineral del Brocal	41
Tabla 11.	Condiciones y reactivos usados en las pruebas de flotación con mineral de la unidad minera “El Brocal” ..	42
Tabla 12.	Evaluación metalúrgica de espumantes.....	44
Tabla 13.	Datos obtenidos durante el desarrollo del estudio de caducidad del xantatoisobutílico de sodio	49
Tabla 14.	Resultados metalúrgicos realizados para el reemplazo del cianuro.....	52
Tabla 15.	Evaluación metalúrgica del xantato sódico obtenido de un isopropanol de 85% de contenido en peso.....	57

**EL CONTROL DE CALIDAD, INVESTIGACION Y DESARROLLO EN LA
FABRICACIÓN DE REACTIVOS DE FLOTACION EN LA EMPRESA
REACTIVOS NACIONALES S.A.**

RESUMEN

El presente Informe de Competencia Profesional es el desarrollo de una parte de las actividades que se realizan en el Laboratorio Químico de Reactivos Nacionales S.A. Entre las principales actividades contempladas en el informe están el control de calidad de los siguientes reactivos de flotación: xantatos, ditiofosfatos y espumantes (frothers).

En coordinación con el Laboratorio Metalúrgico de Reactivos Nacionales S.A. se desarrollan y formulan productos alternativos como el espumante formulado (de menor costo) en el Proyecto 1 del presente informe y la búsqueda de productos que impacten menos al medio ambiente, como el reemplazo del cianuro de sodio usado en la flotación de minerales sulfurados (Proyecto 3).

El Proyecto 4 que es el desarrollo e investigación de la obtención del xantato isopropílico de sodio a partir de un alcohol de menor grado para lograr precios competitivos frente a los xantatos de procedencia China.

El Proyecto 2 está enfocado a establecer un periodo de vigencia del producto para informar al usuario de los xantatos de Reactivos Nacionales S.A. En este caso se desarrolla el proyecto para el xantato isobutílico de sodio.

INTRODUCCION

La información sobre los reactivos de flotación era escasa hasta hace unos años por motivos de protección de cada fabricante. En la última década se tiene mayor información eso se debe a tres factores principalmente: el acceso a la información mediante internet, publicación de libros y “handbooks” (manuales) específicos sobre el tema y la responsabilidad del fabricante de declarar los materiales peligrosos que integran el reactivo en la hoja de seguridad (MSDS, Material Safety Data Sheet).

Pero aun así es restringida la información sobre los controles de calidad por ser de manejo particular y privado de las empresas dedicadas a su producción.

En el caso específico de Reactivos Nacionales S.A., RENASA, en el año 1976 inició en el Perú la fabricación de reactivos para la minería con la línea de producción de xantatos con tecnología de la empresa Industrias Químicas de México, convirtiéndose en la primera planta de producción de xantatos en Sudamérica. Este proyecto fue concebido en 1961 por varias compañías mineras peruanas ante la total dependencia de productos importados, se buscaba contar con productos de similar calidad, a precios razonables y sobre todo en forma oportuna, disminuyendo de esta manera los costos de inventarios.

Como consecuencia de la demanda creciente de la minería, de contar con otros reactivos complementarios RENASA amplió su línea de producción con los dialquilditiofosfatos, esta planta inicio sus operaciones en 1981 bajo la tecnología de American Cyanamid. Posteriormente en el año de 1995 se inicia el desarrollo y

formulación propia de espumantes para uso en minería. Actualmente RENASA comercializa también otros productos usados en la concentración de minerales como MIBC (metilisobutil carbinol), cianuro de sodio, IPETC (isopropiletionocarbamato), floculantes para satisfacer mejor los requerimientos del mercado y en este año 2012 ha iniciado la producción de ayuda filtrante del tipo líquido (surfactante).

En el caso de la planta xantatos y ditiofosfatos fueron implementadas con lo que se denomina tecnología llave en mano y para lo cual se cuentan con los manuales de fabricación. La producción es complementada con el apoyo de un Laboratorio de Investigación Químico-Metalúrgico, el que también se encarga del diseño de reactivos específicos para las diferentes plantas concentradoras desde el año 1988 e inicia la actividad el laboratorio de investigaciones químico metalúrgico como soporte al desarrollo de nuevos colectores y su evaluación metalúrgica (microflotación en laboratorio).

Actualmente la fabricación de la mayor parte de reactivos de flotación enfoca su desarrollo a la formulación de mezclas nuevas [22] y con la tendencia a usar materias primas de costo bajo sustituyendo a las materias primas tradicionales (de mayor pureza o contenido activo) pero sin variar la calidad o eficiencia de los productos terminados obtenidos.

De no ser por la decisión que Reactivos Nacionales S.A. realiza de apostar por la investigación para desarrollar nuevos productos y la mejora de sus procesos para ser

competente frente a los productos importados principalmente de origen Chino esta empresa Peruana hubiese dejado de operar en el año 2000 (año de la crisis económica de los metales a nivel mundial).

Por la presión del cumplimiento legal y las políticas corporativas de las empresas respecto al tema ambiental hay una tendencia de parte del sector minero a usar reactivos que afecten menos el medio ambiente. Es así que las grandes mineras están solicitando aparte que los reactivos cumpla con los rendimientos deseados sean a su vez lo menos agresivo con respecto al impacto ambiental. Algunas de estas empresas convocan a los proveedores que realicen pruebas para la eliminación o reemplazo en parte los reactivos más tóxicos y peligrosos como por ejemplo el cianuro de sodio.

La flotación de minerales, o más específicamente la flotación de minerales en espuma, es un método físico-químico para la concentración de minerales finamente molidos. El proceso comprende el tratamiento químico de una pulpa de mineral, a fin de crear condiciones favorables para la anexión de ciertas partículas minerales a las burbujas de aire. Estas burbujas de aire se elevan llevando consigo los minerales seleccionados a la superficie de la pulpa y forman una espuma estabilizada que es recogida mientras los otros minerales permanecen en la pulpa sumergidos.

El método de flotación se originó en la minería y el proceso gradualmente se aplica en otros campos como el tratamiento de aguas por ejemplo.

Para que un mineral pueda ser flotado es necesario molerlo a un tamaño lo suficientemente fino. Partículas de mineral sulfurado que sean mayores a la malla N° 48 (0,295 mm de diámetro) no pueden ser recuperadas en forma efectiva.

CAPITULO I

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente trabajo es explicar los fundamentos de las técnicas de control de calidad que se aplican en la evaluación de los reactivos de flotación que se produce en la empresa Reactivos Nacionales S.A:

- Control de Calidad de xantatos.
- Control de Calidad de ditiofosfatos.
- Control de Calidad de espumantes (frothers).

1.2 OBJETIVO ESPECIFICOS

En el Capítulo V se expone 4 proyectos de investigación y desarrollo realizados en la empresa Reactivos Nacionales S.A. con los siguientes objetivos específicos:

Objetivo específico del Proyecto 1: en este proyecto se pretende la reducción de costos de proceso al remplazar al espumante H425 (producto importado) que usa la Unidad Minera de El Brocal.

Objetivo específico del Proyecto 2: Establecer el tiempo de caducidad en almacén del xantato isobutílico de sodio que produce actualmente RENASA.

Objetivo específico del Proyecto 3: Evaluar el reemplazo del reactivo cianuro de sodio por el carboximetilcelulosa (CMC) en el circuito de flotación de cobre.

Objetivo específico del Proyecto 4: obtener un xantato isopropílico de sodio a partir de un alcohol de menor contenido (85%) y con 15% de agua.

CAPITULO II

HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA DE LA FLOTACION DE MINERALES

La patente de mayor antigüedad que puede considerarse como un proceso de flotación es la de Haynes en 1860 [1]. Las diferencias de humectabilidad de varios minerales por el agua y el aceite integró la base de numerosos procesos de flotación por aceite. Posteriormente los 50 años siguientes la flotación siguió las siguientes etapas de desarrollo.

- Flotación colectiva (bulk) con aceite
- Flotación de película
- Flotación espumosa

La flotación colectiva “bulk” con aceite se basaba en el hecho que los minerales de brillo metálico se humedecen por el aceite en presencia de agua y pasa a la interfaz entre el aceite y agua, mientras que la ganga humedecida por el agua tiende a separarse, el proceso requería grandes cantidades de aceite. La relación aproximada era 1:1 (mineral-aceite).

La flotación de película consistía en que el mineral finamente molido era colocado suavemente en contacto con agua quieta y entonces las partículas de mineral tienden a flotar más que la ganga. Este proceso se desarrolló entre los años 1890 a 1915.

Los procesos de flotación por aceite y flotación por película se dejaron de usar cuando apareció la flotación por espuma.

En el año 1902, Froment (en Italia) y Ballot (en Australia) [1] observaron que las burbujas de gas era un medio adecuado para trasladar las partículas del mineral sulfurado empapadas con aceite hacia la superficie. A la par que otros investigadores, generaron burbujas mediante una reacción química o aplicando vacío parcialmente sobre la pulpa (mineral y agua).

Utilizando una corriente ascendente de burbujas de aire Ballot, Sulman y Picard (1905) redujeron la cantidad de aceite requerido. Entre los años 1906 a 1925 el proceso aplicado a pulpas de mineral del tipo ácido y usando aceites no selectivos como colectores se volvió un método económico de concentrar muchos minerales sulfurados. Para minerales complejos del tipo Cu-Fe por ejemplo y otros más resultó no aplicable. El desarrollo de reactivos más selectivos y equipos de flotación de minerales más eficiente fueron alentados por la necesidad de tratar minerales más complejos.

En el año de 1923 se considera como el inicio de la flotación moderna cuando C. H. Keller descubrió el uso de los xantatos como colectores de los minerales sulfurados.

La Tabla 1 muestra las etapas en el desarrollo de la flotación de los minerales.

Tabla 1. Fechas importantes en el desarrollo de la tecnología de flotación de minerales

Fecha de patente	Inventor	Descubrimiento
1860	Haynes	Diferencias en la humectabilidad de los minerales por el agua y el aceite.
1885	Everson	Uso de agua acidificada.
1902	Potter (Australia) Froment (Italia)	El gas como medio flotante.
1906	Ballot, Sulman y Picard	Reducción de la cantidad de aceite; el aire introducido por agitación
1913	Bradford	Sulfato de cobre como activador de la esfalerita
1917	Sheridan y Griswold	El cianuro como depresante de la esfalerita y la pirita.
1924	Sulman y Eder	Jabones ácidos grasos.
1925	Keller	Xantatos.
1926	Withworth	Ditiofosfatos orgánicos
1952	Tveter	Espumante soluble en agua (Dowfroth)

Actualmente el proceso de flotación es el método más utilizado en la minería para la concentración de minerales sulfurados. En teoría podría aplicarse a cualquier mezcla de partículas que se encuentren libre una de la otra y que sean lo suficientemente pequeñas para elevarse por las burbujas de gas ascendentes.

En la Tabla 2 se encuentra una lista de los minerales más comunes donde se usa la flotación como medio de concentración.

Tabla 2. Minerales más comunes donde se aplica la tecnología de la flotación para su beneficio

Minerales Sulfurados de:			
cobre	plomo	zinc	hierro
molibdeno	cobalto	níquel	arsénico
Minerales No sulfurados			
fosfatos	Óxidos de hierro	Fluorita	Sílice
Cloruro de sodio	Piedra caliza	Cromita	carbón
Cloruro de potasio	Feldespatos	Tungstos	rodocrosita

CAPITULO III

EL PROCESO DE FLOTACION

3.1. FUNDAMENTOS

El Proceso de la flotación abarca las siguientes etapas:

1. Moler el mineral a un tamaño lo suficiente fino para separar los minerales valiosos uno de otro así como los minerales de ganga (mineral no valioso).
2. Establecer las condiciones favorables para la adherencia de los minerales deseados a las burbujas de aire.
3. Crear la corriente de burbujas ascendente en la pulpa del mineral.
4. Extraer la espuma cargada de mineral.

Formalmente la molienda no forma parte de la flotación pero es importante su influencia en el proceso.

La creación de la corriente ascendente de burbujas de aire se logra con una máquina denominada celda de flotación mediante la agitación física de la pulpa del mineral y/o el ingreso directo de aire a presión.

Se debe formar una película de superficie hidrofóbica sobre las partículas a flotar y una película hidrofílica sobre las demás para conseguir una espumada

cargada del mineral valioso. Esto se logra mediante una selección apropiada de colectores y modificadores.

No es posible controlar o aún determinar todas las variables que se pueden presentar en un circuito de flotación, el mineral puede sufrir cambio de una hora a otra originando todo un reto para el especialista en metalurgia.

3.2. FACTORES QUÍMICOS Y FÍSICOS EN LA FLOTACION DE MINERALES

La flotación es un proceso físicoquímico [2]. Es claramente indicado que ambos factores, físico y químico son de igual importancia en la flotación. Es decir, no se puede decir que uno de los factores es más importante que el otro, y que a veces se da en la investigación o en la práctica. Los factores químicos incluyen la química interfacial involucrada en las tres fases que existe en un sistema de flotación: sólido, líquido y gas. La química interfacial comprende los reactivos de flotación (como los colectores, depresores, espumantes, activadores y modificadores de pH) usados en el proceso, química del agua y la química de los minerales. Los factores físicos comprenden a los equipos (por ejemplo celda de flotación) y los componentes operacionales (como la velocidad de alimentación, mineralogía, tamaño de partícula y densidad de la pulpa). Vista así, como un simple concepto, la flotación es en la práctica un proceso muy complejo que involucran muchos fenómenos de ingeniería y ciencia.

En general, en una planta concentradora la mayor dificultad es el cambiar los factores mecánico-físicos que los operacionales o los factores químicos. Así en

la mayoría de las plantas focalizan su atención en la optimización química y en las variables operacionales.

Ahora veremos con algunos ejemplos como los cambios en la química de los reactivos de flotación pueden tener una marcada influencia en la eficiencia de la flotación.

Ejemplo 1

Es el caso del tradicionalmente reactivo de flotación usado los dialquiltionocarbamatos, como el O-isopropyl N-etiltionocarbamato (IPETC, AERO 3894 promoter, Figura 1) el grupo funcional es $-O-C(=S)-NH-$. Luego se introdujo un grupo alcóxicarbonil sobre el átomo de nitrógeno (como se muestra en la Figura 2) y también se sustituyó el grupo isopropilo por el grupo isobutilo el cual le dio propiedades diferentes al que tiene el grupo tionocarbamato clásico. El pKa de la molécula se vio afectado directamente, por ejemplo el pKa del IBECTC (isobutiletóxicarboniltionocarbamato, Figura 2) es 10,5 comprando con el pKa del IPETC que es mayor a 12. Estos atributos hacen que los nuevos tionocarbamatos sean colectores más enérgicos para los sulfuros de cobre a valores de pH menor a 11 y manteniendo la selectividad frente a la pirita (característica de los tionocarbamatos).

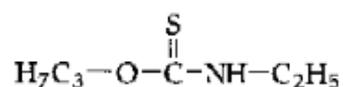


Figura 1. Colector isopropiletiltionocarbamato.

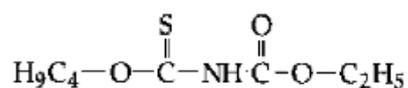


Figura 2. Colector isobutiletotoxicarboniltionocarbamato.

Los estudios mostraron que los nuevos alcoxicarboniltionocarbamatos son favorecidos por la formación de un quelato de seis miembros (Figura 3) de los átomos de cobre en la superficie del mineral. En el caso del IPETC la formación del quelato no es posible y menos favorecido (4 miembros). Ver Figura 4. Estudios de reflectancia FT-IR (espectrometría infrarroja de transformada de Fourier) usando láminas de cobre mostraban que cuando se aplicaba primero una capa de IBECTC y luego con IPETC, el IBECTC era adsorbido sobre la lámina de cobre y no podía ser desplazado por el IPETC. Pero cuando se aplicó en orden inverso el IBECTC era adsorbido sobre el la lámina de cobre desplazando al IPETC.

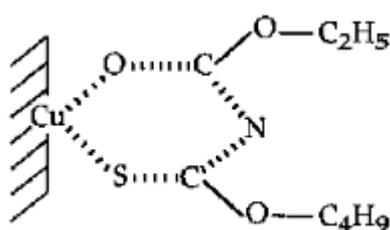


Figura 3. Complejo Cu-IBECTC formado en la superficie sobre una lámina de cobre.

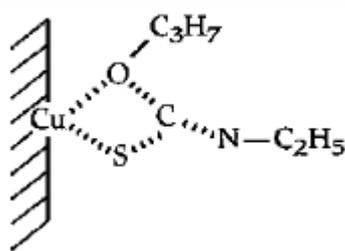


Figura 4. Complejo Cu-IPECTC formado en la superficie sobre una lámina de cobre.

Ejemplo 2

Otra interesante modificación en la estructura de los dialquilditiocarbamatos se consiguió introduciendo el grupo alilo $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ sobre el átomo de nitrógeno (ver Figura 5). El enlace doble presente en el grupo alilo modifica la adsorción y propiedades colectoras en comparación con el alquiltionocarbamato. El enlace doble forma complejos del tipo π con el Pt, Pd y Cu. Estudios de adsorción mostraron que los aliltionocarbamato tienen una tendencia fuerte para interactuar en la superficie con el cobre y platino. Estos colectores fueron comercializados a partir del año 1989. Una de sus características principales es que tienen una cinética rápida de flotación a dosificaciones bajas.

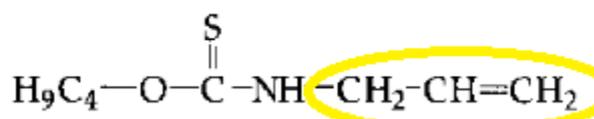


Figura 5. Colector isobutilaliltionocarbamato.

Ejemplo 3

Una importante modificación del grupo ditiofosforoso $>P(=S)S$ como por ejemplo los colectores del tipo ditiofosfato (ver Figura 6). Reemplazando uno de los átomos de azufre por un átomo de oxígeno se obtiene el correspondiente monotiofosfato (ver Figura 7). El simple cambio en la naturaleza del átomo de azufre en el ácido ditiofosfórico es suficiente para cambiar las propiedades al colector. Por ejemplo, los dialquilmotiofosfatos son colectores que trabajan bien en circuitos ácidos (en un rango de pH de 2 a 7) en contraste con los ditiofosfatos son un mejores colectores en el rango alcalino (pH>9).

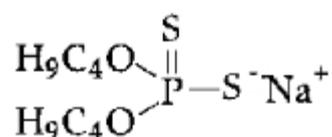


Figura 6. Diisobutilditiofosfato de sodio (DTF, ditiofosfato).

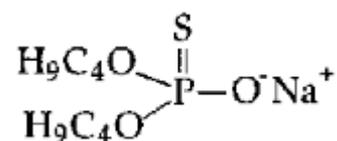


Figura 7. Diisobutilmonotiofosfato de sodio (MTF, monotiofosfato).

Las diferencias de las propiedades colectoras entre el mono y ditiofosfatos son atribuidas al tautomerismo que existe en los monotiofosfatos (ver Figura 8 y Figura 9). En soluciones acuosas la forma tiol $P(O)SH$ es más estable en el rango de pH ácido y la forma tiono $P(S)O^-$ más estable en condiciones alcalinas. La forma tiol es más favorable para la flotación de sulfuros. En la forma tiono la

electronegatividad del oxígeno tiende a retener gran parte de la densidad de electrones a expensas de los menos electronegativos del azufre. La reducida densidad electrónica sobre el azufre de la forma tiono es probablemente responsable para el enlace débil con sulfuros por encima de pH 7.

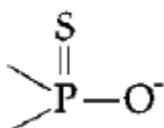


Figura 8. Tautómero tiono (pH alcalino).

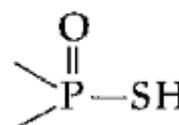


Figura 9. Tautómero tiol (pH ácido).

En la Figura 10 se muestra el diagrama de flujo del procesamiento de un mineral de plomo de la Mina Magellan en Australia, que es una de las minas más grande de carbonato de plomo [3].

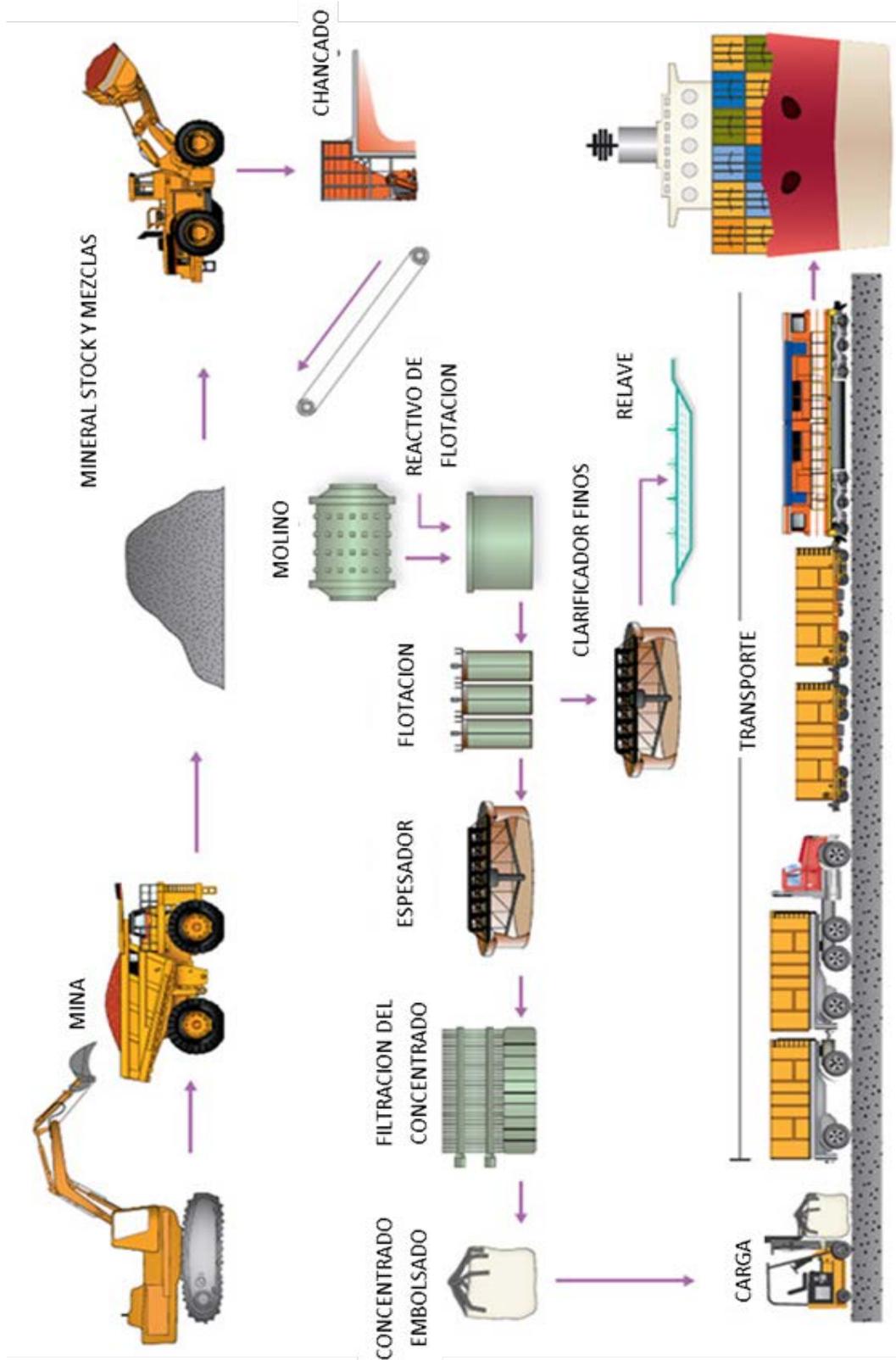


Figura 10. Procesamiento de un mineral de plomo de la Mina Magellan (Australia).

3.3. CLASIFICACION DE REACTIVOS DE FLOTACION

Los reactivos son la parte más importante del proceso de flotación. En las etapas más tempranas del desarrollo del proceso de flotación los mayores avances fueron dedicados a mejorar los reactivos de flotación. La mayor atención estuvo en la parte de la selección de los reactivos para obtener mejores resultados en la separación y concentrados de mejor grado. En las plantas concentradoras el control de la adición de los reactivos de flotación es la parte más importante de la estrategia de la flotación.

La clasificación de los reactivos de flotación moderna está basada en la función o aplicación del reactivo [4]. Sobre esta base los reactivos de flotación son clasificados como colectores, espumantes, reguladores y depresores. En décadas anteriores hubieron miles de compuestos químicos que fueron sugeridos, propuestos o probados como reactivos de flotación, actualmente unos pocos cientos de estos reactivos son ampliamente usados en la flotación de minerales.

Los colectores son mayormente compuestos químicos orgánicos, los cuales difieren en su composición química y grupo funcional. El propósito básico del colector es selectivamente formar una capa hidrofóbica sobre la superficie de un mineral determinado (en la pulpa de flotación) y así proporcionar las condiciones para la fijación de las partículas hidrofóbicas a las burbujas de aire y la recuperación de dichas partículas en la espuma generada en la superficie de la celda de flotación.

De acuerdo a la habilidad de los colectores para disociarse en el agua ellos pueden dividirse en distintos grupos. Colectores ionizantes que consisten en moléculas orgánicas heteropolares y dependiendo de la carga los colectores asumen el carácter de aniónico como por ejemplo los xantatos o catiónico como por ejemplo las aminas ($R-NH_2$).

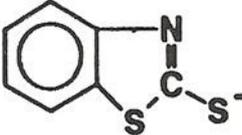
Los colectores no ionizantes comúnmente son hidrocarburos no polares que no se disocian en el agua.

En la Tabla 3 se muestran los colectores de mayor uso para minerales sulfurados.

En la Tabla 4 es un listado de colectores de base fosforada y en la Tabla 5 colectores de base nitrogenada.

Tabla 3. Colectores de mayor uso en la flotación de minerales sulfurados [5].

LOS COLECTORES DE MAYOR USO PARA MINERALES SULFURADOS

XANTATO	$\text{R}-\text{O}-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{C}}-\text{S}^-$
DITIOFOSFATO	$(\text{RO})_2-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{P}}-\text{S}^-$
TIONOCARBAMATO	$\text{R}-\text{O}-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{R}'$
XANTOFORMIATO	$\text{R}-\text{O}-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{C}}-\text{S}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$
DITIOCARBAMATO	$\text{R}-\text{NH}-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{C}}-\text{S}^-$
ESTER DE XANTATO	$\text{R}-\text{O}-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{C}}-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$
MERCAPTOBENZOTIAZOL	
MERCAPTANO	$\text{R}-\text{SH}$

Los espumantes son compuestos heteropolares que disminuyen la tensión superficial del agua y tienen capacidad para adsorber sobre la interfaz de agua-burbuja de aire. Su presencia en el líquido incrementa la fuerza de la película de las burbujas de aire. Estos compuestos químicos usados como espumantes contienen un grupo polar (OH, COOH, C=O, OSO y SO₂OH) y un radical del tipo hidrocarburo. Los espumantes más usados en la flotación de minerales sulfurados son mezclas de alcoholes alifáticos que contienen 6 a 8 átomos de carbono, alcoholes cíclicos, éteres de poliglicoles y éteres de polipropilenglicoles.

Los reguladores pueden ser activadores, depresores y modificadores del pH. El principal propósito de estos reactivos es modificar la acción del colector sobre la superficie del mineral y como consecuencia gobierna la selectividad del proceso de flotación. Por ejemplo el sulfato de cobre es usado como activador para los sulfuros de Zn, Fe, Co y Ni. El cianuro de sodio es usado como un depresor de sulfuros de Cu, Zn y Fe.

3.4. PREPARACION DE LOS REACTIVOS DE FLOTACION EN REACTIVOS NACIONALES S.A.

3.4.1 PREPARACION DE XANTATOS

Los xantatos de grado comercial están disponibles en forma líquida (soluciones acuosas al 20 y 30%), en forma de polvo y peletizado (forma de pellets, ver Figura 11). La forma de peletizado es la predominante en el mercado de los xantatos y se debe a la mejor conservación durante su almacenamiento y también por la protección al operador de la concentradora al generarse menor polución durante su manipuleo para el uso del reactivo (normalmente se preparan soluciones entre el 4 al 20%).



Figura 11. En la fotografía se observa al xantato isopropílico de sodio peletizado que produce Reactivos Nacionales S.A. Actualmente ésta es la presentación del xantato que se comercializa principalmente.

Los xantatos de potasio cristalizan como sales anhidras, mientras que los xantatos de sodio cristalizan con dos moléculas de agua [6]. Los xantatos de grado comercial tienen un contenido de xantato activo mayor al 85%.

La reacción para la producción de xantatos es:



Por ejemplo para la obtención del xantato isopropílico de sodio (XIS) se inicia haciendo el alcoholato al hacer reaccionar el alcohol isopropílico con soda caustica (NaOH) sólida en un solvente inerte (donde el xantato es insoluble, como el hexano). Una vez que se ha formado el alcoholato se adiciona en forma gradual el bisulfuro de carbono (CS₂) teniendo en cuenta que la temperatura no exceda los 55°C para evitar reacciones no deseadas y productos secundarios que perjudican el rendimiento. Para ello se cuenta con un reactor con una chaqueta de enfriamiento. Las altas temperaturas de reacción favorecen la hidrólisis del alcoholato originándose los siguientes productos:



Los alcóxidos de los metales alcalinos preparados de alcoholes de cadena más larga y de alcoholes secundarios y terciarios son más inestables que los etilalcóxidos.

Una vez completa la reacción la pulpa de xantato (xantato, y el solvente inerte) el agua de reacción es decantada y luego la pulpa es pasada a un secador rotatorio haciendo vacío para recuperar el solvente para ser usado en el próximo

lote. El xantato seco es un polvo fino amarillo (ver Figura 12) que es transportado a las máquinas peletizadoras para obtenerlo en la forma de peletizado (gránulos). Normalmente se envasa en sacos de 25 kilos y para las mineras de alto volumen de tratamiento de mineral en maxisacos (big-bags) de 500, 800 ó 1100 kilos.

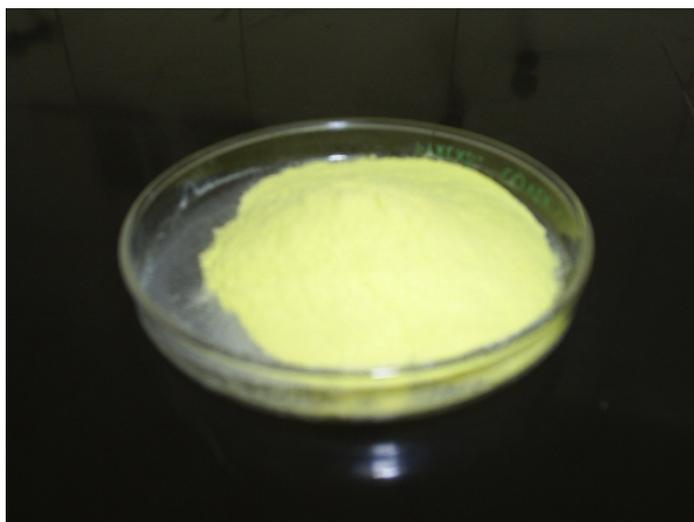


Figura 12. Xantato isopropílico de sodio seco en polvo descargado del secador.

Las características de los xantatos que produce y comercializa Reactivos Nacionales S.A. se indican en el ANEXO 1, así como las fichas técnicas respectivas de las materias primas.

En la Figura 13 se tiene un diagrama de flujo de la producción de xantatos de Reactivos Nacionales S.A. [7]

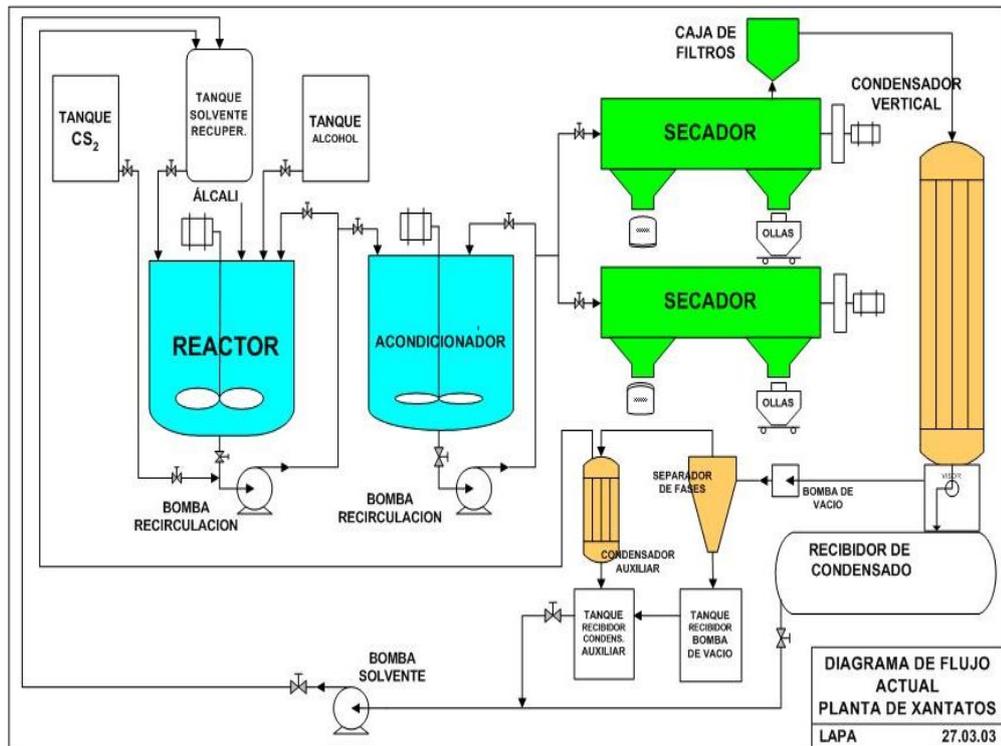
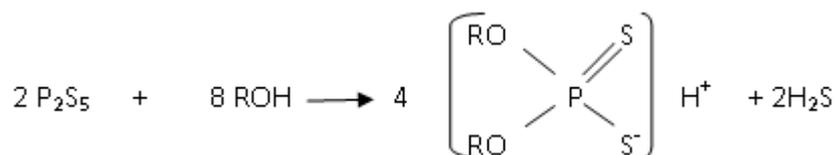


Figura 13. Diagrama de flujo de la producción de xantatos en Reactivos Nacionales S.A. La Planta de xantatos cuenta con reactor con chaqueta, agitador y recirculación. La reacción a partir de un álcali (NaOH ó KOH), un alcohol y bisulfuro de carbono usando como medio un solvente orgánico inerte (solvente #1). La pulpa líquida es secada en un secador rotatorio al vacío. El xantato en polvo se transporta para peletizarlo. El solvente se recupera para reutilizarlo en el proceso.

3.4.2. PREPARACION DE O,O - DIALQUILDITIOFOSFATOS

La preparación se inicia al hacer reaccionar el pentasulfuro de fósforo con un alcohol de acuerdo a la siguiente reacción:



La reacción es exotérmica y una vez finalizada la adición del pentasulfuro es necesario mantener la temperatura a 120°C. Como producto de la reacción se obtiene el gas sulfuro de hidrógeno (H₂S) el cual sabemos que es tóxico pero se realiza su transformación a sulfihidrato de sodio (NaHS) haciendo pasar el gas a través de un “scrubber” que contiene una solución de hidróxido de sodio (NaOH líquido al 50%). Este NaSH líquido al 40% obtenido también es clarificado y comercializado para su uso en minería y la industria de la curtiembre.

En la reacción también se forman subproductos en menor cuantía como dialquilsulfuros, trialquilditiofosfatos y azufre.

Los ácidos alquilditiofosfóricos son inestables (tienden a descomponerse) por lo que es necesario convertirlos en sales de sodio o amonio. La neutralización se realiza utilizando hidróxido de sodio (líquido) al 50% ó hidróxido de amonio al 30%. Se adiciona un exceso de hidróxido (aproximadamente 15%) para asegurar la estabilidad del producto terminado. La concentración de materia

activa del ditiofosfato está comprendida entre el 20% a 50% dependiendo del tipo de ditiofosfato.

Las características de los ditiofosfatos que produce Reactivos Nacionales S.A. (RENASA) pueden revisarse en el ANEXO 2. La presentación del producto es en cilindros de plástico que contienen 200 litros (225 kilos). Los alquilditiofosfatos fueron patentados por la empresa CYTEC (USA).

En la Figura 14 se presenta el flujograma de la preparación de ditiofosfatos de la empresa RENASA [8].

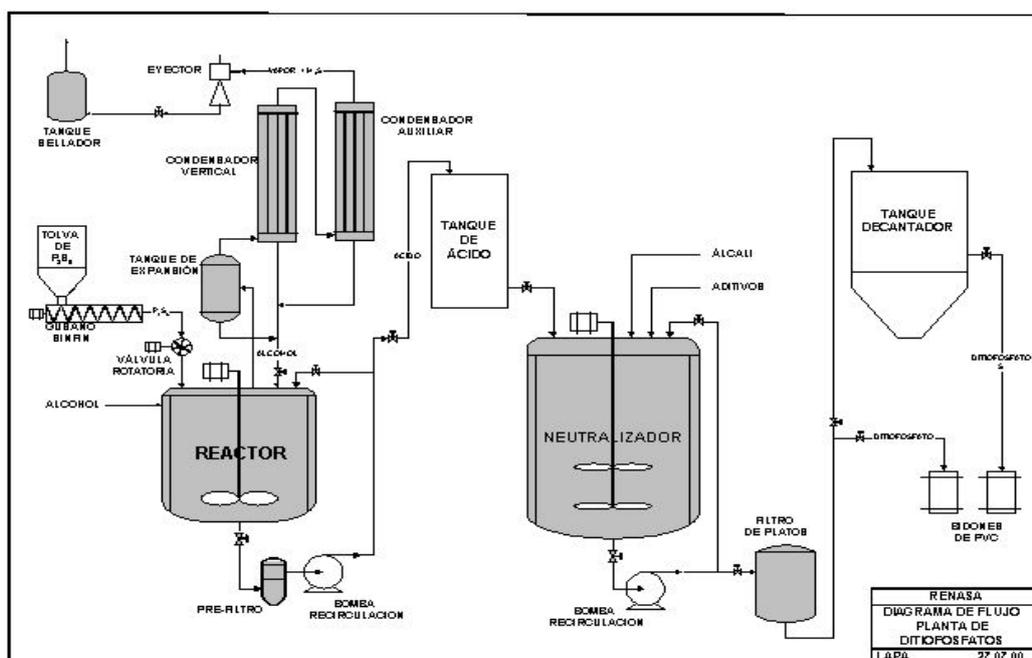
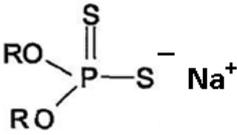
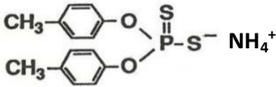


Figura 14. Diagrama de flujo de la producción de alquilditiofosfatos en Reactivos Nacionales S.A. Se obtienen a partir de un alcohol y pentasulfuro de fósforo. La Planta de Ditiofosfatos cuenta con un reactor con una chaqueta, agitador y recirculación. El ácido obtenido se neutraliza usando soda líquida o solución amoniacal. El producto obtenido se filtra, se decanta y se envasa en cilindros de plástico con un peso neto de 225 kilos.

En la Tabla 6 se muestran algunos de los alquilditiofosfatos de mayor aplicación en la flotación de minerales [6].

Tabla 6. Dialquilditiofosfatos de mayor uso en la flotación de minerales sulfurados

ESTRUCTURA GENERAL		
		
Tipo	Nombre CYTEC	Nombre RENASA
Dietilditiofosfato de sodio $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O})_2(\text{P}=\text{S})\text{S}^- \text{Na}^+$	Sodium Aerofloat	AR-Sodio
Diisopropilditiofosfato de sodio $[(\text{CH}_3)_2\text{CHO}]_2(\text{P}=\text{S})\text{S}^- \text{Na}^+$	AF -211	AR-1211
Diisobutiliditiofosfato de sodio $[(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{O}]_2(\text{P}=\text{S})\text{S}^- \text{Na}^+$	AP-3477	AR-1477
Disecbutilditiofosfato de sodio $[(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2\text{CHOCH}_3]_2(\text{P}=\text{S})\text{S}^- \text{Na}^+$	AF-238	AR-1238
Dicresilditiofosfato de amonio con 6% de tiocarbanilida	AF-242	AR-1242
		
Mezcla del dietilditiofosfato de sodio con el disecbutilditiofosfato de sodio	AF-208	AR-1208
Mezcla del disecbutilditiofosfato de sodio con mercaptobenzotiazol	AP-404	AR-1404

3.4.3 PREPARACION DE ESPUMANTES (FROTHERS)

En este caso los espumantes son fabricados a partir de productos químicos orgánicos líquidos como los alcoholes pesados (C₅, C₆, C₇, C₈) y son insolubles en agua (inmiscibles) y los éteres de poliglicoles y éteres de polipropilenglicol que actualmente son de mayor uso para la flotación de minerales, por tener una buena eficiencia (son solubles en agua) y un costo relativamente bajo.

A diferencia de los colectores donde existe una síntesis química para su obtención los espumantes son formulaciones de una mezcla de varios solventes orgánicos o solventes residuales de procesos petroquímicos. Por tal razón su obtención es más simple. Se necesita un recipiente de metal (por ejemplo de acero) y un agitador mecánico para la homogenización de la mezcla líquida a temperatura ambiente. Todas las materias primas son importadas y producidas principalmente por grandes empresas químicas como Dow Chemical, Basf, Sasol, etc.

Finalizada la homogenización se procede a envasarlo en cilindros de metal o plástico de 200 litros teniendo en cuenta que el espumante no ataque al material del envase.

En la Tabla 7 se muestran algunos ejemplos de las materias primas para la formulación de espumantes para la flotación de minerales y en la Tabla 8 espumantes hechos a partir de polipropilenglicol (Dowfroth)

Tabla 7. Alcoholes usados en la formulación de espumantes.

Alcohol	Fórmula	Solubilidad en agua(a 20°C) (gramos / litro)
1 - pentanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$	23,0
3-metil-1-butanol ^(a)	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	25,0
2-metil-1-butanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$	28,0
1-Hexanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH}$	6,0
1-Heptanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_2\text{OH}$	1,8
4-metil-2-pentanol ^(b)	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	17,0
2-Etilhexanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$	1,0

^(a)Alcohol isoamílico ^(b)MIBC = metilisobutil carbinol

Tabla 8. Espumantes formulados en base a polipropilenglicoles (Dowfroth).

Formula general: (polipropilenglicolmetil éter)		$\text{CH}_3 - (\text{O}-\text{C}_3\text{H}_6)_n - \text{OH}$		
	Dowfroth 200	Dowfroth 250	Dowfroth 1012	
Peso molecular	206	250	400	
Solubilidad en agua	completa	completa	parcial	

Por razón de confidencialidad, algunos de los espumantes que formula Reactivos Nacionales S.A. así como las materias primas correspondientes no están incluidos en los anexos de este informe.

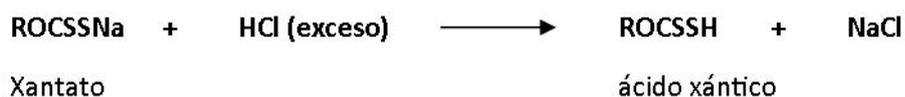
CAPITULO IV

CONTROL DE CALIDAD

4.1. CONTROL DE CALIDAD DE LOS XANTATOS

Para el control de calidad de xantatos de grado comercial en la empresa Reactivos Nacionales S.A. para la determinación de xantato activo en cada lote de producción reportado se realiza por volumetría ácido-base y teniendo como disolvente la acetona (método de Hirschkind) [9] [10] [11] [12].

Se adiciona ácido clorhídrico en exceso (una cantidad exacta y conocida) con respecto a la cantidad de xantato pesado para el análisis con lo cual se forma el ácido xántico, y queda en solución el ácido clorhídrico libre el cual es titulado con una solución de hidróxido de sodio usando rojo de metilo como indicador [13] [14].



Como la reacción entre el xantato y el ácido clorhídrico se da en cantidades equimolares nos permite relacionar que la cantidad neta de HCl que reaccionó con el xantato para la formación del ácido xántico.

$$\text{Eq-g xantato} = \text{Eq-g HCl} \quad (\text{Eq-g} = \text{equivalente gramo})$$

Eq-g xantato = $[HCl_{inicial}] - [HCl_{libre}]$, pero $[HCl_{libre}] = [NaOH]$

y $[NaOH] = N_{NaOH} \times \text{gasto NaOH}$

Luego: $[xantato] = \{[HCl_{inicial}] - (N_{NaOH} \times \text{gasto NaOH})\} \times PEX$

Donde N_{NaOH} = Normalidad del hidróxido de sodio.

PEX = peso equivalente del xantato.

Existe un parámetro que también se controla en cada lote producido en RENASA el cual se denominan volátiles a 120°C y que consiste en la determinación de la pérdida materia volátil del xantato a una temperatura constante de 120°C para cada lote de xantato reportado. Para la realización de este ensayo se utiliza una balanza de humedad (ver Figura 15) tomando un peso de 5 gramos de xantato que previamente fue pulverizado mediante un molino analítico de laboratorio (ver Figura 16).

En el ANEXO 1 se ubica la Norma técnica para los xantatos que produce Reactivos Nacionales S.A. donde se establece los requisitos, las características de calidad y envasado que deben cumplir para su uso en minería. En este ANEXO 1 también se encuentra detallado el método de ensayo de la determinación del xantato activo (con acetona) [15].

Un factor importante para obtener resultados confiables es la conservación de la muestra (el xantato es higroscópico) y la pulverización de los pellets (el xantato se descompone por acción del calor).



Figura 15. Balanza Sartorius MA45 para la determinación de materia volátil a 120°C del xantato.



Figura 16. Molino analítico para pulverizar las muestras de xantato (capacidad máxima 50 gramos)

Las pasos realizados para la determinación de xantato activo se muestra a continuación en la Figura 17.



PASO 1: MUESTREO



PASO 2: PULVERIZADO



PASO 3: PESADO



PASO 4: DISOLUCION CON ACETONA



PASO 5: AFORO A 250 mL



PASO 6: FILTRADO Y TOMA DE ALICUOTA



PASO 7: TITULAR CON NaOH 0,1N

Figura 17. Pasos en la determinación de xantato activo en RENASA: muestreo, pulverizado y determinación de xantato activo con el método de la acetona.

En la Figura 18 se muestran los valores de xantato activo de toda la producción del xantato isopropílico de sodio del año 2012.

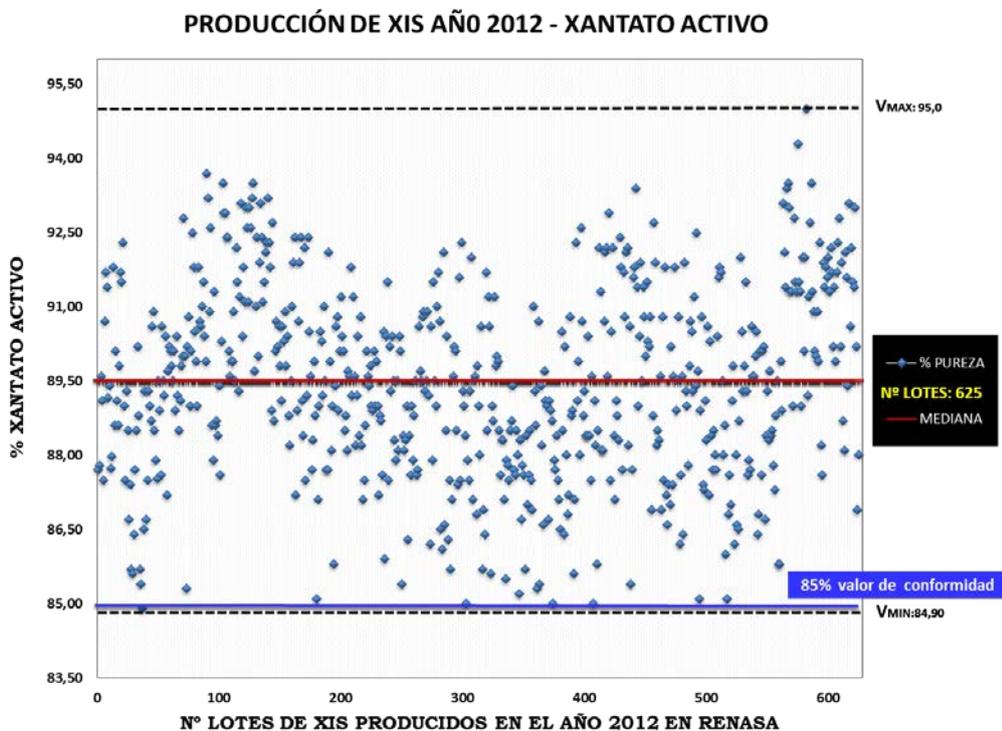


Figura 18. Valores de xantato activo de todos los lotes del xantato isopropílico de sodio producidos en el año 2012 en Reactivos Nacionales S.A.

Tabla 9. Valores correspondientes del xantato isopropílico de sodio producido en el año 2012 en Reactivos Nacionales S.A.

% XANTATO ACTIVO DEL XIS - AÑO 2012					
AÑO	Nº LOTES	% CONTENIDO ACTIVO (Mínimo 85%)			Nº LOTES NO CONFORMES
		MEDIANA	VMAX	VMIN	
2012	625	89,50	95,00	84,90	1 (equivale al 1,60%)
% VOLÁTILES A 120°C DEL XIS - AÑO 2012					
AÑO	Nº LOTES	% VOLÁTILES (Máximo 10%)			Nº LOTES NO CONFORMES
		MEDIANA	VMAX	VMIN	
2012	625	7,99	12,85	2,49	75 (equivale al 12%)

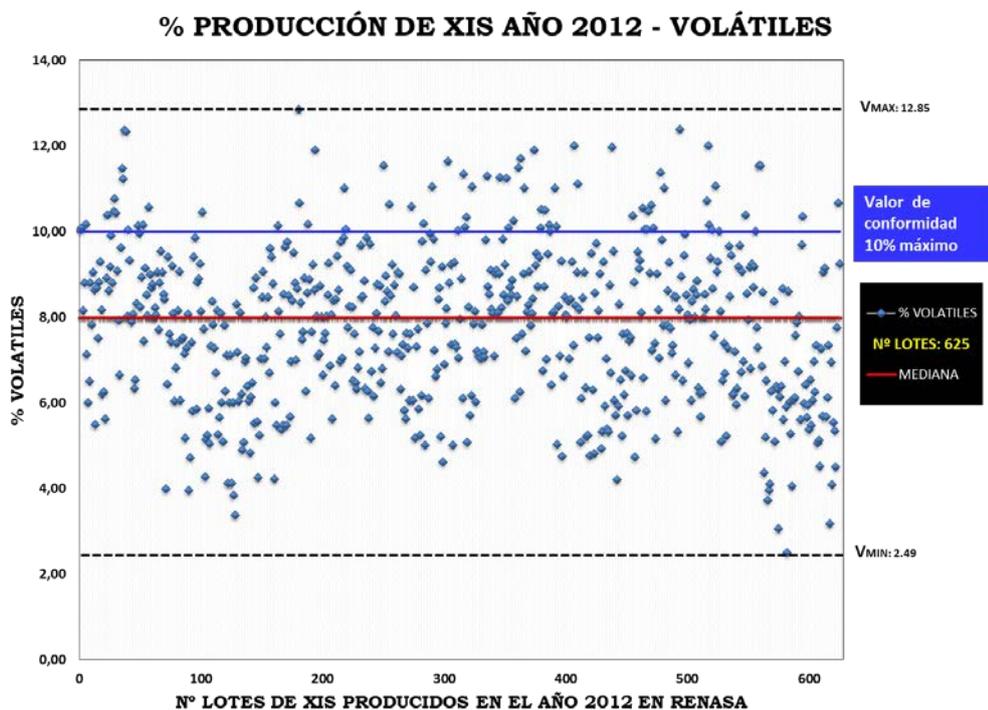


Figura 19. Valores de materia volátil a 120°C de todos los lotes del xantato isopropílico de sodio producidos en el año 2012 en Reactivos Nacionales S.A.

4.2. CONTROL DE CALIDAD DE DITIOFOSFATOS

Los ditiofosfatos son compuestos químicos de clase sulfhídrica, que se emplean en minería como promotores para la separación de minerales sulfurosos. Son sales del ácido ditiofosfórico y resultan de la neutralización del ácido ditiofosfórico con una base inorgánica (Ej. NaOH, NH₄OH). Algunos son del tipo ácido como por ejemplo el ácido dicresilditiofosfórico (Aerofloat 25).

La estructura general de estos compuestos puede ser representada por la fórmula general:



Donde R un radical de hidrocarburos aromáticos o alifáticos y M un ión de un elemento alcalino (Ej. Sodio) o el ion amonio. Estos compuestos son ligeramente solubles en agua pudiendo ser diluidos hasta una concentración de 10% en peso como máximo y forman sales relativamente solubles con los metales pesados. Presentan un olor débil a sulfuro de hidrógeno y buena solubilidad en soluciones acuosas de álcali y en solventes orgánicos.

El control de los ácidos ditioposfóricos y sus sales alcalinas respectivas en Reactivos Nacionales S.A. se realiza mediante una yodimetría utilizando una disolución patrón de yodo y al valor obtenido en la titulación se le denomina valor de yodo (“*iodine value*” en el idioma inglés) [16] [17][18].

El yodo convertirá al ácido alquilditioposfórico cuantitativamente en el disulfuro correspondiente. Debido a que no ocurre la oxidación completa en este caso el yodo puede ser usado para la determinación cuantitativa de los alquilditioposfatos en forma similar como se realiza en la determinación de mercaptanos [19][20].



La normalidad del yodo utilizada es de 0,1N y se usa almidón como indicador en la titulación.

Los valores de yodo de conformidad para cada uno de los ditioposfatos producidos por Reactivos Nacionales S.A. son mostrados en el ANEXO 2.

4.3. CONTROL DE CALIDAD DE ESPUMANTES

El control de los espumantes [21] obtenidos en Reactivos Nacionales S.A. se realiza utilizando espectrometría Infrarroja de rango medio (4000 cm^{-1} a 850 cm^{-1}), donde se almacena el espectro de un espumante estándar preparado en el laboratorio a partir de las materias primas correspondientes y la composición porcentual en peso definida en una biblioteca de espectros en el disco duro de la computadora. Posteriormente cada vez que el área de producción reporta un lote de espumante se compara frente al estándar guardado en la biblioteca del software del instrumento, ésta función del software se llama “*Qcheck*” y el lote de espumante ensayado recibe la conformidad del caso si alcanza como mínimo el valor de correlación 0,9900. La mayoría de compuestos que son usados para la formulación de los espumantes son alcoholes pesados de cinco y ocho carbonos como los pentanoles y octanoles que se mezclan con PPG (polipropilenglicoles) de peso molecular mayor a 400.

En la Figura 20 y la Figura 21 se muestra un ejemplo del control espumante F66 (lote E12-18) los espectros infrarrojos correspondientes en la forma apilada y superpuesta. El lote producido es comparado contra el espectro del espumante F66 estándar mediante la función “*Qcheck*” originando un valor de correlación de 0,9958 cumpliendo la conformidad del caso (valor mínimo del factor de correlación debe ser 0,9900).

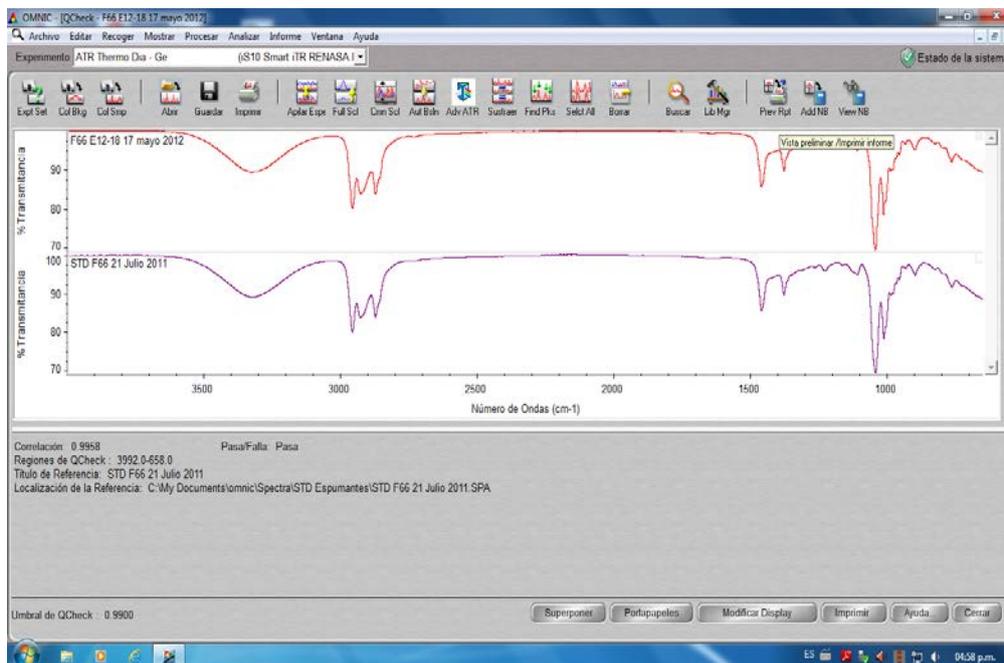


Figura 20. Comparación de espectros infrarrojos de un lote de espumante F66 frente al estándar en su forma apilada.

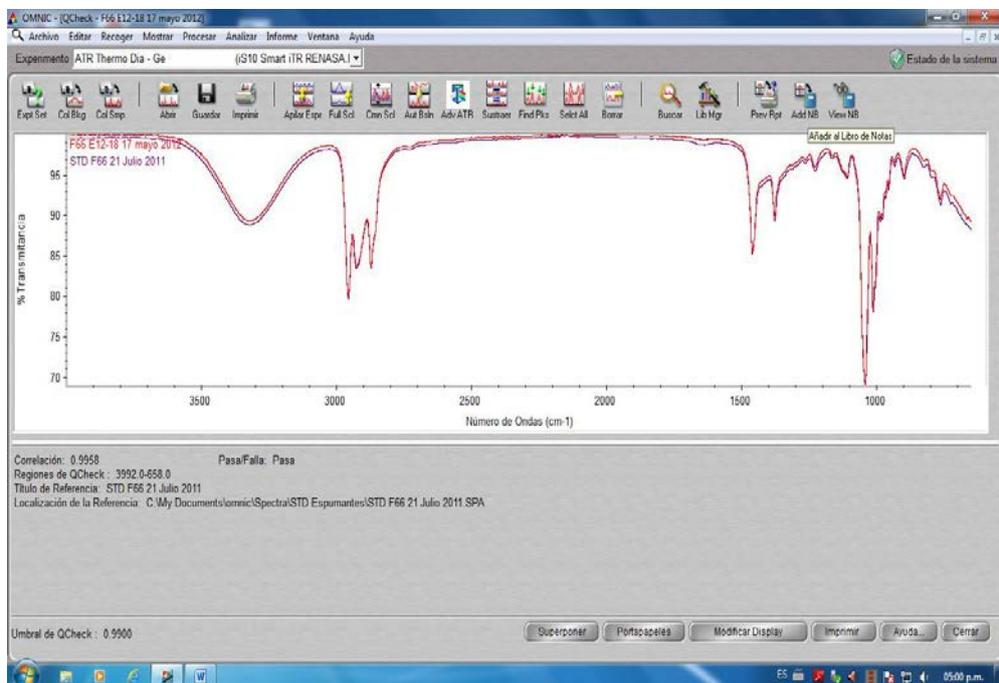


Figura 21. Comparación de espectros infrarrojos de un lote del espumante F66 frente al estándar en su forma superpuesta. Véase el valor del factor de correlación 0,9958.

CAPITULO V

INVESTIGACION Y DESARROLLO

En Reactivos Nacionales S.A. se realiza investigación, desarrollo de productos y mejoras en los procesos ya establecidos. La creciente oferta de reactivos de procedencia China presiona a la empresa para ser más competitiva frente a los productos importados en el mercado peruano de reactivos para minería. Así como también el reemplazo por productos que impacten menos al medio ambiente. A continuación se expone cuatro proyectos recientes desarrollados en RENASA.

PROYECTO 1: LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE PROCESO AL REEMPLAZAR AL ESPUMANTE H425 (PRODUCTO IMPORTADO) EN LA UNIDAD MINERA DE EL BROCAL POR UNO DE MENOR PRECIO

Objetivo: en este proyecto se pretende la reducción de costos de proceso al reemplazar al espumante H425 (producto importado) que usa la Unidad Minera de El Brocal.

Hipótesis: se formulan los espumantes EL-04 y EL-05 que tienen una base de un solvente proveniente de los fondos (bottoms) en la producción del 2-etil-hexanol y otro grupo (E2308) formulado sobre la base de una mezcla de alcoholes pesados

(amílicos y octanoles) con la adición de un colector líquido del tipo ditiofosfato para el reemplazo del espumante H425 (espumante estándar).

Parte experimental: se formuló en laboratorio los espumantes prototipo EL-04, EL-05, E-2308(2), E-2308(7), E-2308(8) y se realizaron las flotaciones correspondientes en laboratorio. Esta mini-flotación es realizada con un kilogramo del mineral y con parámetros de pH, grado de molienda y otros predefinidos (parámetros de la unidad minera El Brocal). Ver Tabla 10 y Tabla 11.

Adicionalmente en las pruebas se incluyeron otros espumantes como el MIBC (Metilisobutil carbinol) del proveedor Arkema y el ER-385. En el caso del espumante H425 se probaron dos tipos: uno de color oscuro y otro de color claro, esto porque el fabricante no presenta un color homogéneo en todos sus lotes de espumantes debido al uso de solventes residuales que se obtienen como subproductos de otros procesos químicos. Ésta tendencia del uso de solventes residuales o recuperados tiene como objetivo ofrecer un producto de menor costo frente al obtenido a partir de solventes puros.

Tabla 10. Datos de la prueba de flotación estándar con el mineral del Brocal

Procedencia muestra =	mineral de El Brocal	
Peso de muestra a flotar =	1000 g (malla -10)	
Celda de flotación	2,4 litros	
# rpm del Equipo =	900	
Aire forzado, ml/min =	3,5	
Ensaye del mineral de cabeza:	Pb (%) =	1,19
	Zn (%) =	1,97
	Ag (Onza/TC)	
	=	8,71
	Fe (%) =	11,02
	Cu (%) =	0,58

Tabla 11. Condiciones y reactivos usados en las pruebas de flotación con mineral de la unidad minera “El Brocal”.

	tiempo: minutos	mililitros de los reactivos usados en cada prueba				
		NaCN (1%)	ZnSO4 (10%)	Z-11 (1%)	gotas del ESPUMANTE	gramos de cal
TEST 1						
Molienda	11	1,6	2,5		EL-04	2,5
Acond Pb	2			5	6	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0485g					0,0291 g	
TEST 2						
Molienda	11	1,6	2,5		EL-05	2,5
Acond Pb	2			5	6	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0505g					0,0303 g	
TEST 3						
Molienda	11	1,6	2,5		H-425 CLARO	2,5
Acond Pb	2			5	5	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0541g					0,0270 g	
TEST 4						
Molienda	11	1,6	2,5		H-425 OSCURO	2,5
Acond Pb	2			5	5	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0592g					0,0296 g	
TEST 5						
Molienda	11	1,6	2,5		E-385	2,5
Acond Pb	2			5	5	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0552g					0,0276 g	
TEST 6						
Molienda	11	1,6	2,5		E-2308(2)	2,5
Acond Pb	2			5	6	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0478g					0,0289 g	
TEST 7						
Molienda	11	1,6	2,5		E-2308(7)	2,5
Acond Pb	2			5	6	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0445g					0,0267 g	
TEST 8						
Molienda	11	1,6	2,5		E-2308(8)	2,5
Acond Pb	2			5	6	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0470g					0,0282 g	
TEST 9						
Molienda	11	1,6	2,5		MIBC	2,5
Acond Pb	2			5	6	
Ro Pb1	1					
Ro Pb2	2					
Ro Pb3	3					
Relave						
Peso de 10 gotas=0.0451g					0,0271 g	

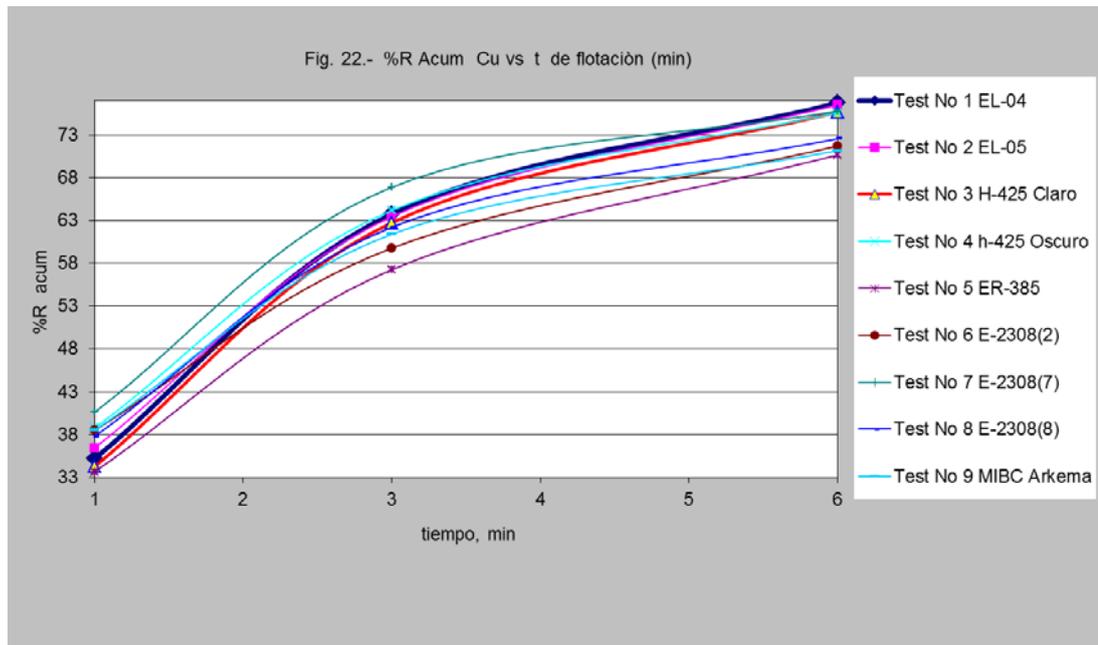


Figura 22. Cinética de la recuperación de cobre para la evaluación de los espumantes. El espumante estándar es el H425 al cual se le desea reemplazar.

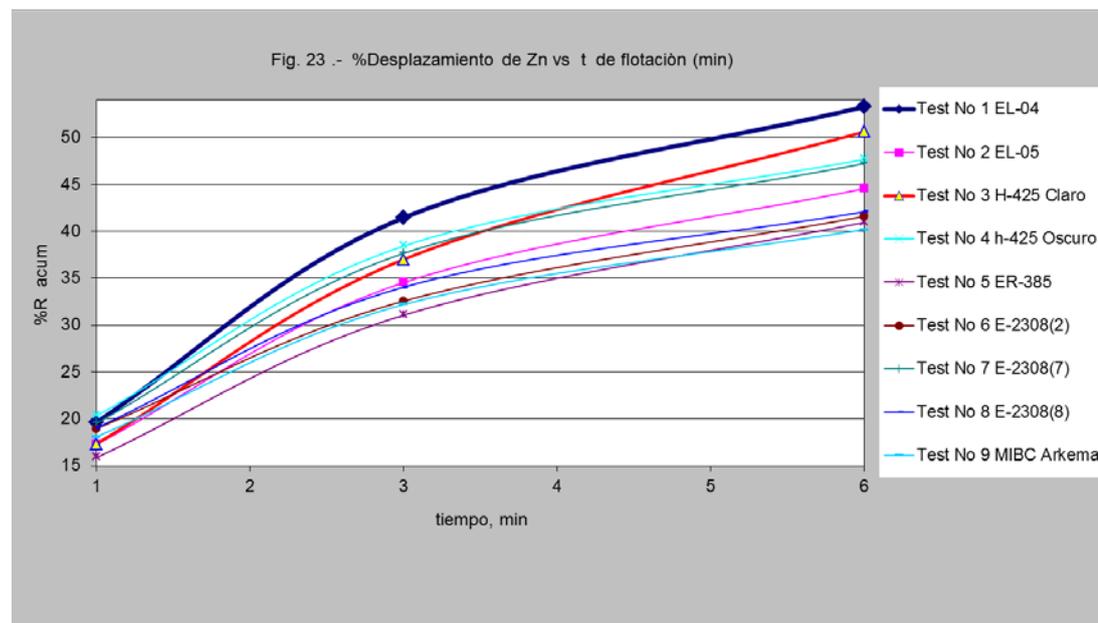


Figura 23. Desplazamiento de zinc en la evaluación metalúrgica de los espumantes. Observar que los espumantes E-2308(7) y E-2308(8) presentan menor desplazamiento de zinc versus el estándar H425

En la Figura 22 se muestra la cinética previa de flotación donde se seleccionan a las formulaciones E-2308(7), E-2308(8), EL-05. El estándar es el espumante H425 de color oscuro porque el H425 de color claro al primer minuto mostró una baja recuperación de cobre. Se mantuvo al MIBC (metilisobutil carbinol) porque es usado como un referente clásico de los espumantes usados en minería.

Tabla 12. Evaluación metalúrgica de espumantes: Recuperación acumulada y Peso acumulado en porcentaje.

Ubicación	ESPUMANTE	ENSAYES(Ro-Pb1), %, * g/Tms			%R Acum				%PesoAcum
		Pb	Ag	Cu	Pb	Ag	Cu	Fe	
1	E-2308(7)	2.79	25.77	2.525	50.80	63.15	75.76	48.78	23.76
2	E-2308(8)	2.51	25.25	2.596	45.30	60.32	72.55	43.92	20.31
3	H-425 Oscuro	2.44	22.16	2.343	52.25	64.21	75.58	51.70	26.42
4	MIBC	2.45	23.11	2.682	42.71	57.55	71.15	42.85	19.40
5	EL-05	2.64	23.21	2.450	53.67	64.20	76.49	51.68	26.18

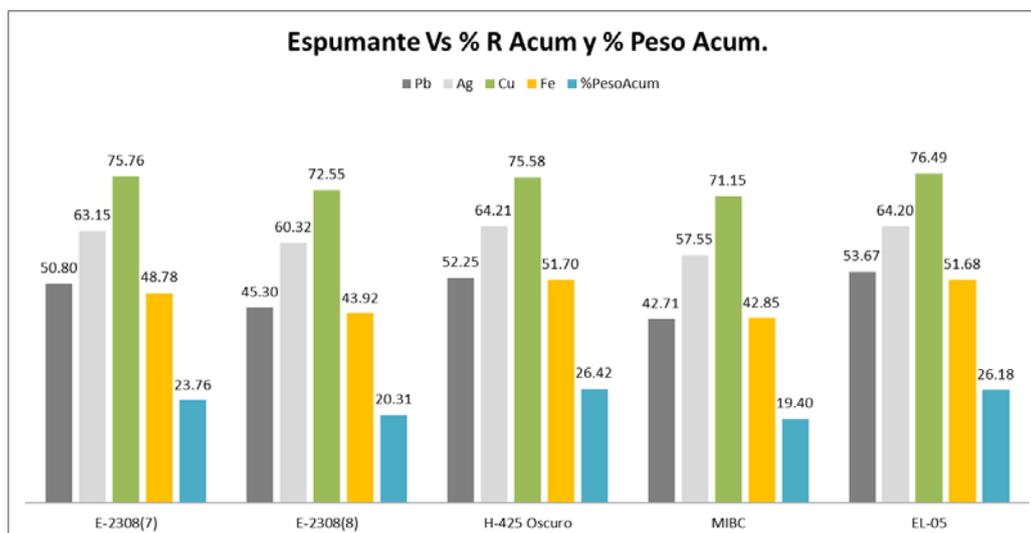


Figura 24. Resultados de la evaluación metalúrgica de espumantes. Se observa que los espumantes E-2308(7) y E-2308(8) son los que logran mejores recuperaciones que el espumante H425 estándar.

Discusión de resultados: evaluado según el contenido Ag y el Cu en este mineral de la Unidad Minera “El Brocal” los mejores espumantes que califican son el

E-2308(7) que presenta buena ley de Ag y Cu y sus recuperaciones también son interesantes tanto en el Cu como en la Ag pero hay un desplazamiento moderado de Fe y Zn; y el espumante E-2308(8) que también tiene buena ley de Ag y Cu y recuperaciones aceptables de Ag y Cu y bajo desplazamiento de Fe y Zn es un concentrado más limpio y se nota en el peso acumulado del concentrado. El espumante H-425 (color oscuro) alto desplazamiento de Fe y Zn, el MIBC de Arkema baja selectividad de Ag, capta algo de Zn y el espumante EL-05 tiene mucho desplazamiento de Fe.

Conclusión: la reducción de costos de proceso es factible usando los espumantes E-2308(7) y E-2308(8) que reemplazan con mejores recuperaciones de cobre y plata al espumante estándar H425 (producto importado) en la unidad minera El Brocal.

PROYECTO 2: ESTABLECER EL TIEMPO DE CADUCIDAD ENALMACÉN DEL XANTATO ISOBUTÍLICO DE SODIO QUE PRODUCE ACTUALMENTE RENASA.

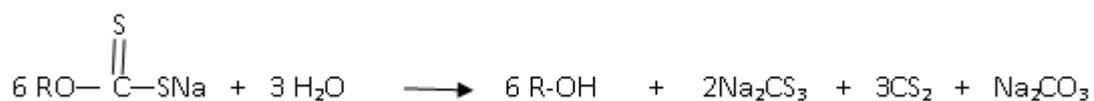
Objetivo: establecer un tiempo de caducidad para el almacenamiento del xantato isobutílico de sodio que en la forma de presentación denominada “peletizado” de acuerdo al valor no menor a 85% en pureza. Es decir se establece como caduco al producto cuando su contenido activo es menor al 85%.

Hipótesis: confirmar que el tiempo de caducidad del xantato isobutílico de sodio peletizado almacenado es de por lo menos de un año después de su fecha de producción.

Antecedentes: en varias publicaciones técnicas sobre xantatos no se define en forma exacta un tiempo para la caducidad de los xantatos (de la forma sólida) de grado

comercial para uso en minería, sólo se hace referencia a que son estable por largos períodos en condiciones normales de almacenamiento [6].

Los xantatos de grado industrial deben ser almacenados en almacenes techados y ventilados y secos. Absorben humedad con facilidad descomponiéndose de acuerdo a la siguiente ecuación:



Iniciándose un proceso de descomposición generando tritio carbonatos, bisulfuro de carbono, carbonato de sodio y alcohol.

Cuando el xantato es expuesto al aire se oxida a dixantógeno:



El almacenamiento en lugares cercanos a fuentes de calor (hornos, calderas, motores, etc.) favorece a la descomposición de los xantatos.

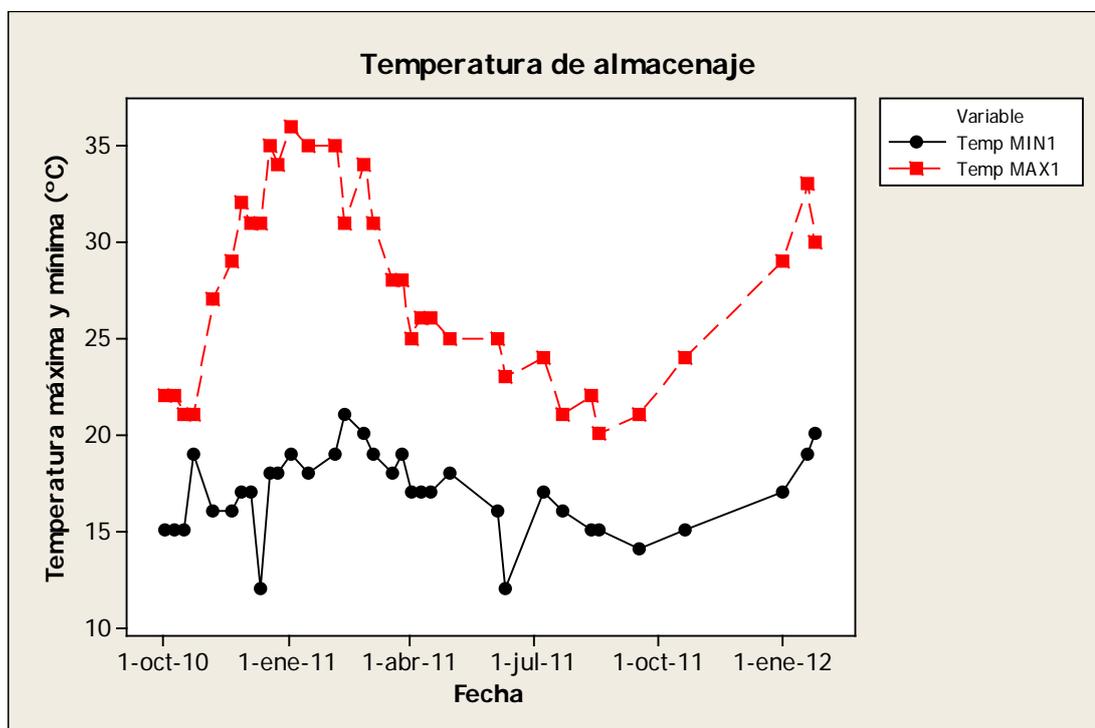
La descomposición de los xantatos almacenados se debe generalmente a la presencia de agua (humedad). Los xantatos sódicos cristalizan con dos moléculas de agua a diferencia de los xantatos de potasio.

Parte experimental: inicialmente se estimó hacer la prueba dentro del laboratorio con muestras de xantato en polvo de 1kg y a las condiciones internas del mismo para asegurar de alguna manera la estabilidad y minimizar errores que podrían afectar los resultados, es decir implementar un sistema casi ideal. Sin embargo luego se desestimó la propuesta inicial y se replanteó en función del almacenamiento real del usuario. El producto se almacenó en la bodega N°3 de Reactivos Nacionales S.A

internado bajo techo, ventilado y expuesto a la luz solar por uno de los lados del almacén de productos terminados (malla de seguridad) que es similar al almacenamiento que practican la mayoría de unidades mineras.

Se tomaron 25 sacos de xantato isobutílico de sodio peletizado del lote C180 que estaban apilados en 5 camas (estratos) de 5 sacos cada bulto sobre una paleta de madera.

Durante la prueba se tomó por cada vez un saco distinto para la toma de muestra y realizar los ensayos de xantato activo y volátiles a 120°C. También se colocó un termohigrómetro para registrar las condiciones extremas de temperatura y humedad relativa a la que estuvieron expuestos los productos durante el tiempo que duró la prueba.



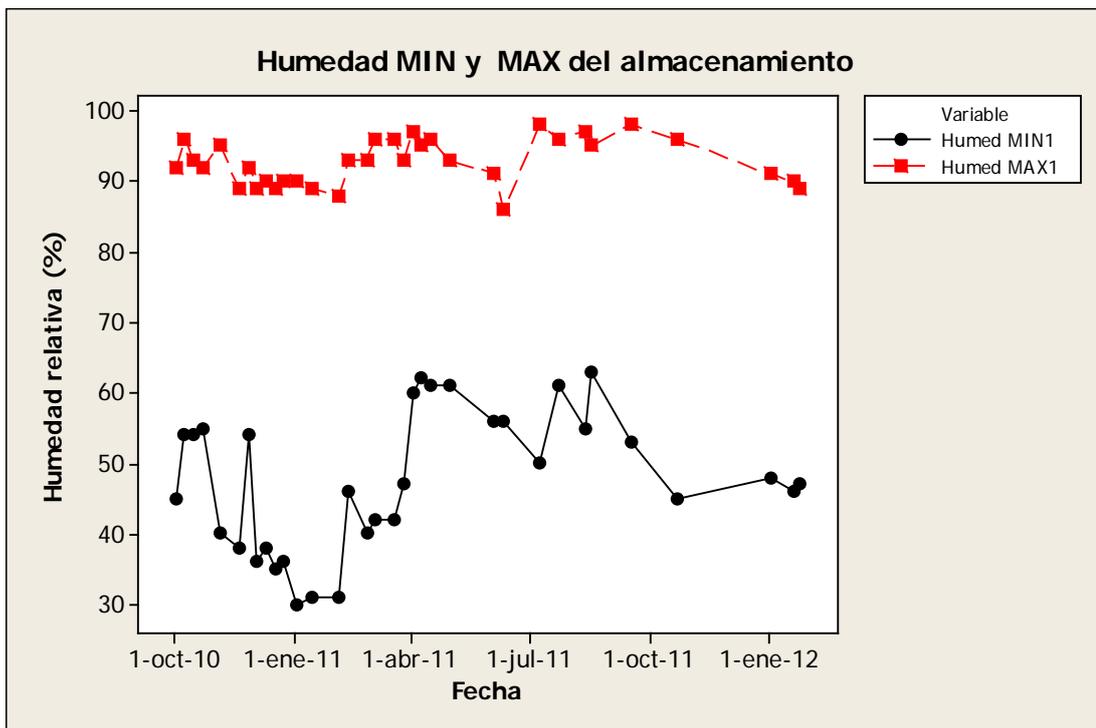


Figura 26. Humedad mínima y máxima en el lugar de almacenamiento del xantato isobutílico de sodio durante el desarrollo de la prueba.



Figura 27. Reactivos Nacionales S.A. se encuentra ubicado en la Av. Néstor Gambetta-Callao muy cerca al mar.

Tabla 13. Datos obtenidos durante el desarrollo del estudio de caducidad del xantato isobutílico de sodio.

Fecha	meses	%XIBS (pureza)loteC180	%volátiles a 120°C	Pureza + volátiles
23-Ago-2010	inicio	94,3	3,06	97,36
06-Nov-2010	2,5	93,5	3,23	96,74
11-Dic-2010	3,7	94,1	3,26	97,39
20-Mar-2011	7,0	92,7	4,92	97,64
04-Jun-2011	9,5	92,8	3,62	96,44
09-Jul-2011	10,7	93,3	3,53	96,79
29-Sep-2011	13,4	91,7	4,74	96,49
22-Oct-2011	14,2	90,9	4,46	95,33
05-Ene-2012	16,7	91,8	3,99	95,83
Rango = Máx. – Mín.		3,40	1,86	2,31

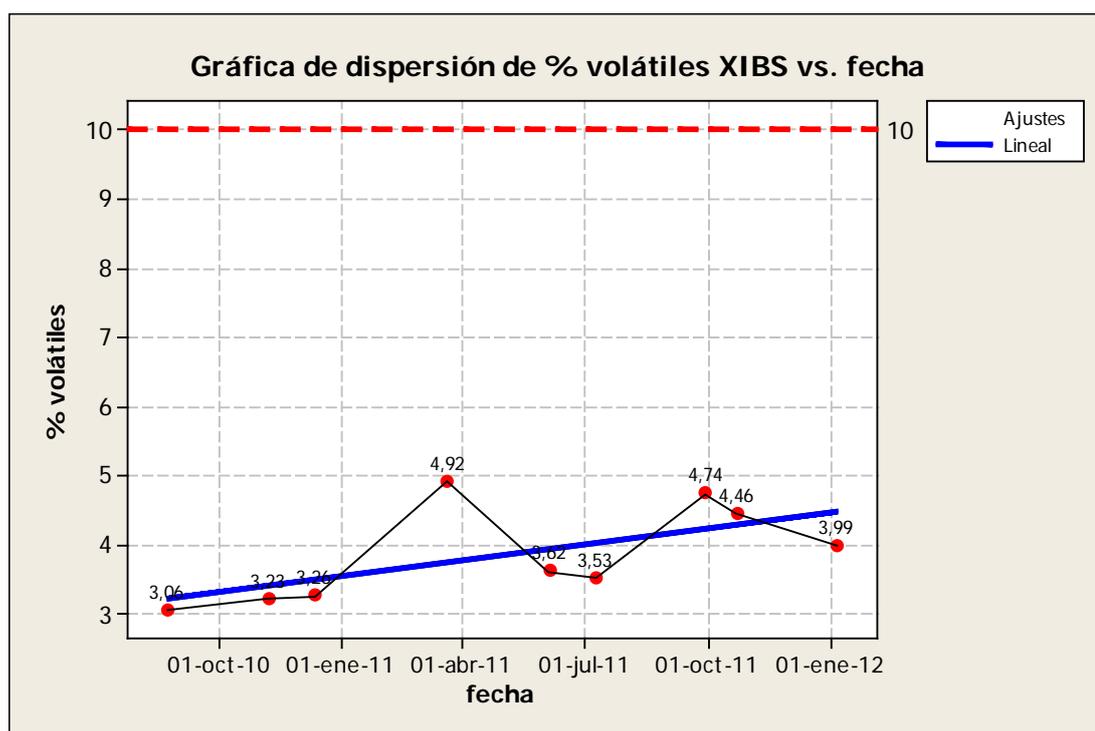


Figura 28. Gráfico de volátiles a 120°C del xantato isobutílico de sodio de RENASA almacenados en sacos de 25 kilos.

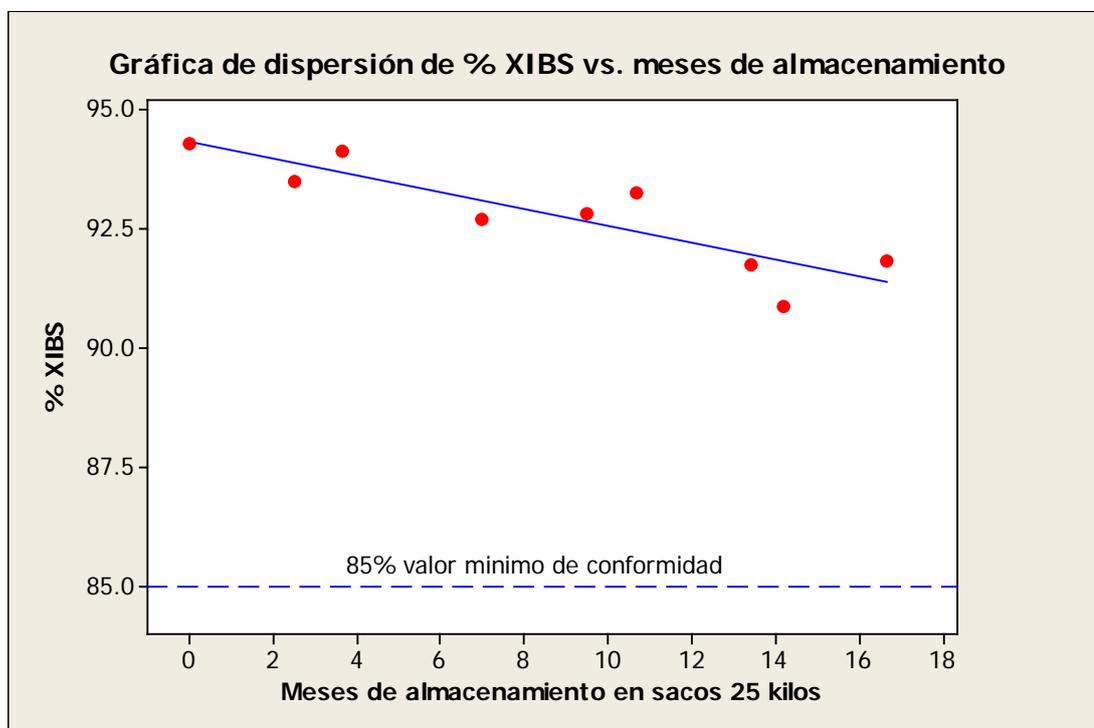


Figura 29. Gráfico de caducidad del xantato isobutílico de sodio RENASA almacenados en sacos de 25 kilos. Observar que este xantato se mantiene por 15 meses dentro del valor de conformidad de 85% mínimo de contenido activo.

Discusión de resultados: de la recta ajustada de humedad (color azul) figura 28 se observa que el xantato ganó aproximadamente 1,5 % y en el parámetro de pureza (Figura 29) el xantato cayó casi 2,5% es decir se podría establecer que la diferencia (1% aproximadamente) se debe a la descomposición del xantato propiamente dicho. Por la cercanía al mar las humedades relativas máxima del lugar de almacenamiento son cercanas al 100%

Conclusión: el tiempo de almacenamiento del xantato isobutílico de sodio en su forma de peletizado por 16 meses está dentro del valor de conformidad mayor a 85%.

**PROYECTO 3: EVALUAR EL REEMPLAZO DEL REACTIVO
CIANURO DE SODIO POR EL
CARBOXIMETILCELULOSA (CMC) EN EL
CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE COBRE.**

Objetivo: reemplazar en forma parcial o total el uso de cianuro de sodio por la carboximetilcelulosa en el circuito de cobre de la Cia. Minera Antamina.

Hipótesis: probar la carboximetilcelulosa (CMC) como un posible depresor de Fe en la flotación de un mineral sulfurado.

Antecedentes: el ion cianuro, CN^- , se enlaza fuertemente con muchos metales y especialmente con los de la serie de transición. El cianuro de sodio se utiliza en minería en grandes cantidades en la obtención del oro y como depresor del hierro en la flotación de minerales sulfurados. Lamentablemente el ion cianuro es muy venenoso para la vida animal debido a que se enlaza fuertemente con los iones metálicos de la materia viva, como por ejemplo el hierro de las proteínas que es necesario para el uso del oxígeno por parte de las células [23].

El cianuro es una especie muy estable y no se descompone rápidamente por sí solo ni en el medio ambiente. Por consiguiente es un importante contaminante del agua y debe ser destruido previamente a su vertimiento. Uno de los métodos de destrucción y tratamiento más comunes utilizado es la oxidación del cianuro con peróxido de hidrógeno.

Los riesgos de manipulación, transporte y almacenamiento del cianuro de sodio generan altos costos en las operaciones minero-metalúrgicas y lo que es más importante podría generar impactos ambientales casi irremediables si llegaran a contaminar cursos o cuerpos de agua naturales por causa de un derrame.

Actualmente hay una tendencia a reducir los consumos de cianuro de sodio en minería o reemplazarlo pero que no afecte los rendimientos de la operación. La compañía minera Antamina convocó a todos sus proveedores para que realicen

pruebas con su mineral M4A y propongan alternativas para la reducción del consumo de cianuro de sodio.

Parte experimental: inicialmente se hicieron uso de varios reactivos para reemplazar al cianuro de sodio (dextrina, almidón, carbón activado) quedando la carboximetilcelulosa como el producto que se obtuvo los mejores resultados.

En la Tabla 14 y Figura 27 se muestra el mejor resultado metalúrgico obtenido con la carboximetilcelulosa, debo señalar que este resultado se obtuvo luego de evaluar varias proporciones de CMC y cianuro de sodio.

Tabla 14. Resultados metalúrgicos realizados para el reemplazo del cianuro. Pruebas con mineral 4A de la Cia. Minera Antamina S.A.

Reactivo	Ensayo (Cu 1) % * Onz/ TC				% Recuperación Acumulada				% Peso Acum.	
	Zn	Ag *	Cu	Fe	Zn	Ag *	Cu	Fe		
CMC: 10 gr/Ton + NaCN: 5 gr/Ton	7.59	6.02	13.83	16.66	26.52	55.53	83.33	10.08	8.2	RENASA
NaCN: 15 gr/Ton (Estandar)	6.12	4.90	11.55	14.42	23.78	57.25	83.89	9.49	8.7	ANTAMINA

Discusión de resultados:

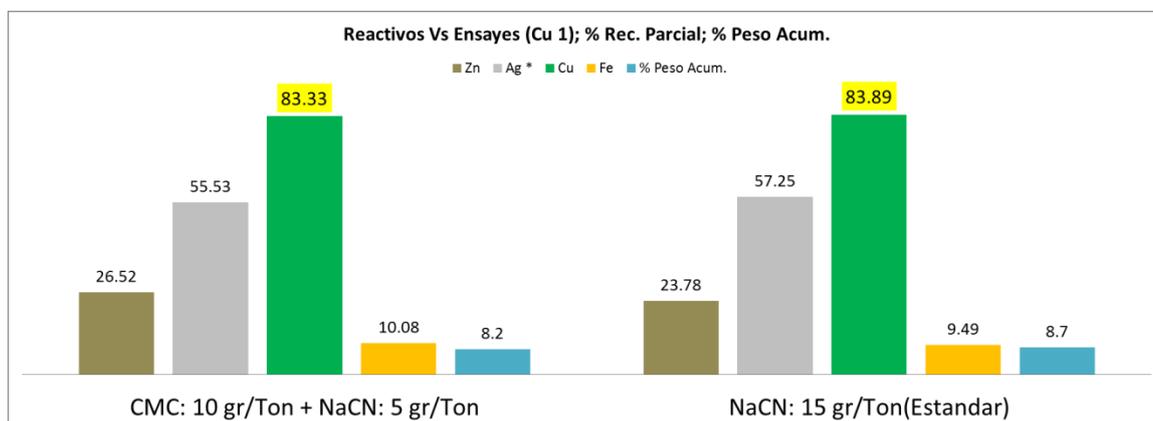


Figura 30. La carboximetilcelulosa (CMC) representa una alternativa viable para reemplazar el NaCN parcialmente (el CMC reemplaza al NaCN en un 66%), como se observa. Donde el Cu está casi igual al estándar y con respecto a la plata está en 1,7% menor, casi cercano al estándar de recuperación de plata. En cuanto al desplazamiento de zinc no es mayor al 3% aproximadamente con respecto al estándar. En el desplazamiento de Fe se presenta casi igual al estándar y en el peso de ambos concentrados son similares.

Las moléculas polifuncionales de la CMC tienen un considerable potencial de adsorción sobre superficies inorgánicas debido al tipo y a su peso molecular, además de la presencia de grupos hidroxilos en los principales núcleos que la forman.

La adsorción puede resultar de una unión hidrógeno con átomos de oxígeno superficial u otro como azufre; por la formación de complejos entre los grupos -OH y cationes di y trivalentes como cobre, plomo, zinc, hierro, aluminio, etc.; por neutralización de cargas a pH alcalino sobre superficies cargadas positivamente; o por la atracción electrostática entre las micelas cargadas negativamente y superficies inorgánicas con carga positiva. [24]

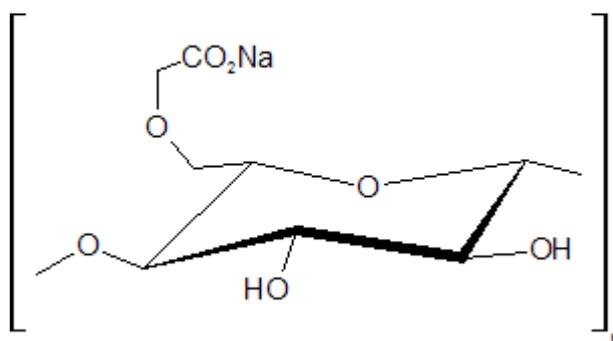


Figura 31. Estructura química de la carboximetilcelulosa de sodio (CMC)

Conclusión: la CMC es una alternativa para reemplazar al NaCN hasta un 66% de su consumo estándar en el circuito de cobre con el mineral M4A de la Cia. Minera Antamina. Este resultado óptimo fue obtenido de una serie de pruebas realizadas.

PROYECTO 4: EVALUAR LA FABRICACIÓN DEL XANTATO ISOPROPÍLICO DE SODIO A PARTIR DE UN ALCOHOL DE MENOR GRADO

Objetivo: obtener un xantato isopropílico de sodio a partir de un alcohol de menor contenido (85%) y con 15% de agua.

Hipótesis: comprobar si la presencia de agua de 15% afecta la reacción del proceso para obtener el xantato isopropílico de sodio de grado comercial.

Antecedentes: hasta el año 2012 el isopropanol que RENASA ha usado para la fabricación del XIS (xantato isopropílico de sodio) es de 99,8% en peso de contenido de alcohol, sin embargo en el laboratorio se hicieron pruebas preliminares debido a la oportunidad de un alcohol isopropílico en el mercado de solventes con un contenido de 85% de alcohol y con 15% de contenido de agua a un costo rentable.

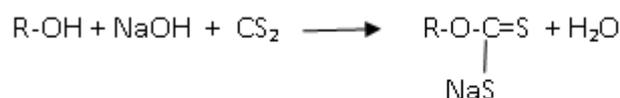
El xantato isopropílico de sodio es obtenido en dos etapas. En la primera etapa se hace reaccionar el alcohol isopropílico con la soda cáustica:



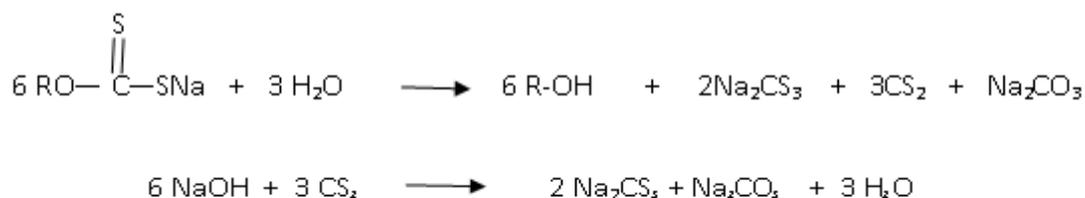
Y en la segunda etapa la reacción del alcóxido con el bisulfuro de carbono:



La ecuación total de la reacción es:



En presencia de agua las siguientes reacciones secundarias podrían ocurrir:



La presencia de agua en la reacción podría causar reacciones secundarias originando subproductos no deseados como carbonatos y tritioarbonatos afectando el tonelaje

del xantato en el proceso. Haciendo que el rendimiento y el porcentaje de materia activa disminuya (menor a 85%).

Parte Experimental: las pruebas preliminares realizadas en laboratorio fueron satisfactorias razón por la cual se procedió a realizar 12 lotes seguidos en la planta piloto (para una producción de 50 kilos por lote). Ver Figura 32.



Figura 32. Planta Piloto de RENASA para la obtención de xantatos para obtener 50 kilos de producto por prueba.

Una vez terminadas las pruebas en la planta piloto se procedió a caracterizar el xantato isopropílico de sodio utilizando espectrometría infrarroja y comparándolo frente al xantato isopropílico de sodio estándar obtenido a partir de un alcohol isopropílico de 99%.

En la Figura 33 y Figura 34 se muestran los espectros infrarrojos correspondientes en su forma superpuesta y en la forma apilada donde origina un factor de correlación de 0,9940 usando la función “*Qcheck*” del software del instrumento.

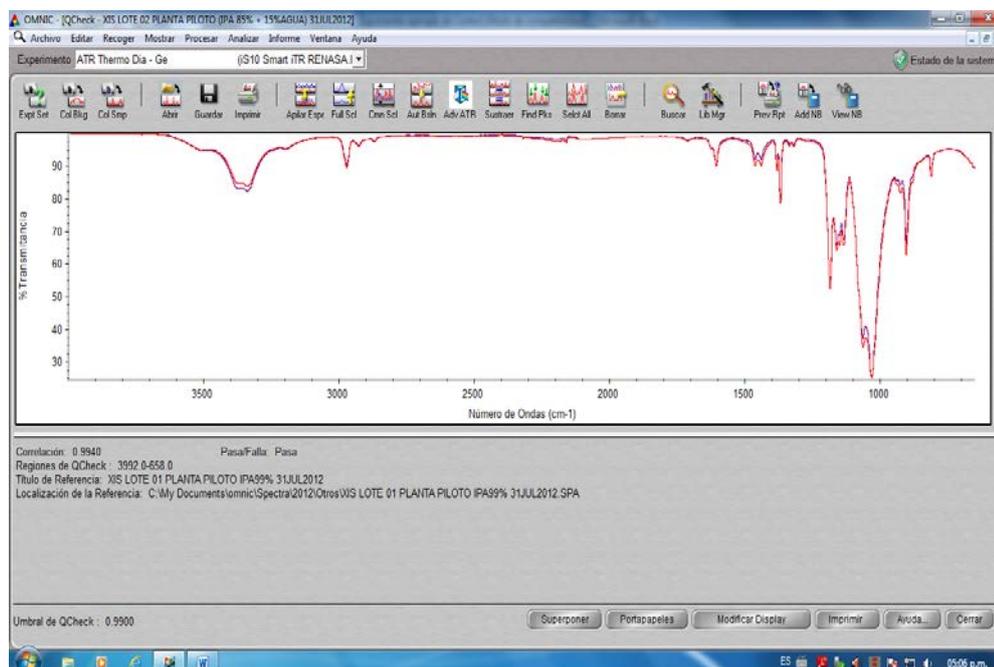


Figura 33. Espectro infrarrojo del xantato isopropílico de sodio obtenido a partir de un isopropanol de 85% frente al xantato isopropílico de sodio estándar obtenido a partir de un isopropanol de 99%. Espectros superpuestos.

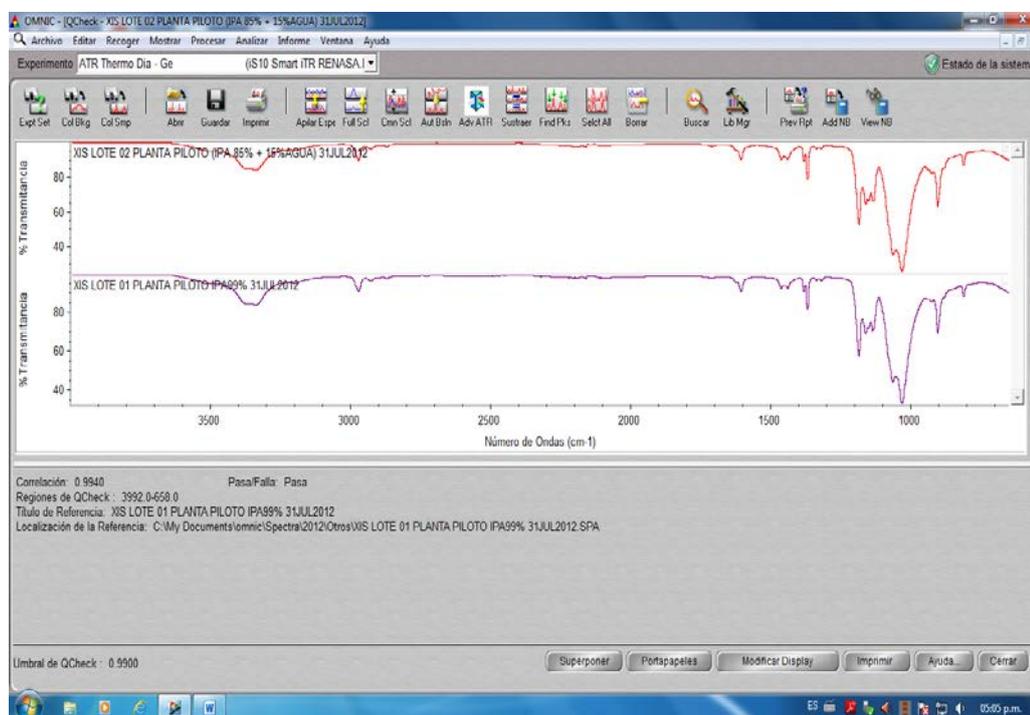


Figura 34. Espectro infrarrojo del xantato isopropílico de sodio obtenido a partir de un isopropanol de 85% frente al xantato isopropílico de sodio estándar obtenido a partir de un isopropanol de 99%. Espectros apilados.

En forma casi paralela el xantato isopropílico de sodio (XIS) obtenido (Lote PX12 - 28) en la planta piloto se procedió a realizar una evaluación metalúrgica (mini-flotación de laboratorio) con mineral de la unidad minera de MahrTunel obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 15y la Figura 34.

Tabla 15. Evaluación metalúrgica del xantato sódico obtenido de un isopropanol de 85% de contenido en peso.

Xantato	% Recuperación acumulada					%Rec. parcial Fe
	Pb	Zn	Ag	Cu	Fe	
XIS-1 Lote A12 458-1/2	84,15	22,25	67,93	93,25	11,82	10,48
Z-11 Estándar	84,77	24,04	71,61	94,14	11,73	10,08
XIS-1 Lote PX12-28	83,55	24,70	71,12	93,89	12,29	11,19

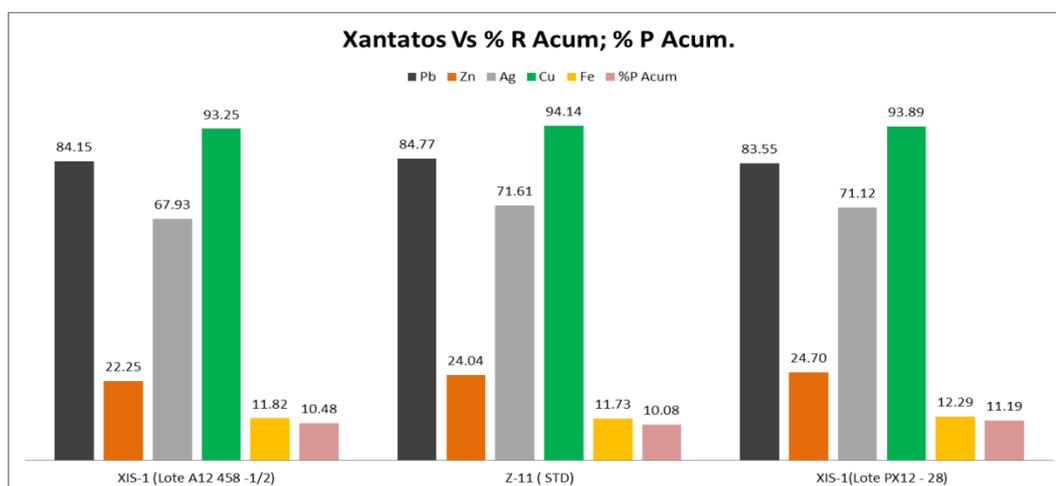


Figura 35. Porcentajes de recuperación acumulados de la evaluación metalúrgica de un xantato isopropílico de sodio obtenido con un alcohol de 85% (lote PX12-28).

Discusión de resultados: de la evaluación metalúrgica, de acuerdo a la Tabla 13 resumen y los gráficos de distribución (Figura 34) del lote PX12-28 (obtenido a partir del alcohol de 85%) se observa que presenta leyes y recuperaciones de Pb, Ag

y Cu casi igual que el xantato isopropílico de sodio obtenido a partir de un isopropanol de 99% en peso y que fue usado como estándar en el desarrollo de la evaluación metalúrgica. Adicionalmente se creyó conveniente incluir un lote normal de planta de xantato isopropílico de sodio: XIS (Lote A12-458 1/2).

También observando los espectros infrarrojos correspondientes confirma las características del xantato obtenido a partir de este isopropanol con 15% de agua.

Se observó en las pruebas realizadas en la planta piloto de xantatos que el comportamiento de la reacción fue igual al estándar (isopropanol de 99%).

Como referencia anteriormente se han realizado pruebas para la eliminación del solvente#1 usando soda cáustica líquida al 50% pero sin resultados aceptables.

Conclusión: se obtuvo xantato isopropílico de sodio a partir de un alcohol de menor grado con las mismas características físicoquímicas y con resultados metalúrgicos iguales al xantato obtenido con el alcohol isopropílico de 99% de pureza.

NOTA: las 200 TM de xantato isopropílico de producto conforme obtenidas en la planta de xantatos de RENASA con el alcohol de 85% que se han producido ratifica lo anterior.

CONCLUSIONES

- Se explicó los fundamentos de las técnicas de control de calidad de los productos que fabrica RENASA, el cual incrementa la información técnica sobre las características de los reactivos de flotación posibilitando que se pueda proponer y desarrollar nuevos colectores y formulaciones
- Las determinaciones volumétricas empleadas tanto para los xantatos(método de la acetona) y los ditiofosfatos (valor de yodo) son prácticas y rápidas
- Los estudios realizados han permitido establecer como tiempo de caducidad del xantato isobutílico de sodio en 1 año, en condiciones normales de almacenamiento (bajo techo, lugares no cerrados y ventilados).
- El espumante H425 utilizado en la unidad minera de El Brocal, puede ser reemplazado al 100% por los espumantes E-2308(7) y E-2308(8) con el propósito de la reducción de costos del proceso.
- La carboximetilcelulosa es una alternativa para reemplazar al cianuro de sodio hasta un 66% de su consumo estándar en el circuito de cobre con el mineral M4A de la Cia. Minera Antamina. Cumpliendo con la política de responsabilidad social por el cual se promueve cada vez más que los reactivos sean de toxicidad baja y menor impacto ambiental
- Se logró fabricar el xantato isopropílico (XIS) a partir de un alcohol de 85% con las mismas características del xantato obtenido con un alcohol de 99%, el cual permitirá a RENASA competir frente a los productos de procedencia China. Al cierre de este informe la minera Antamina evaluó 66 TM de XIS con resultados metalúrgicos satisfactorios.

RECOMENDACIONES

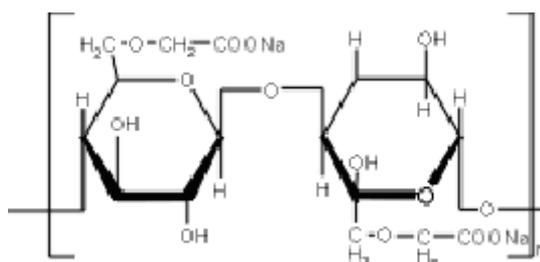
- Se recomienda hacer pruebas para la eliminación del Solvente N°1 (solvente orgánico) usado en la obtención del xantato para la reducción de costos de producción.
- Se recomienda realizar pruebas con otros depresores orgánicos de origen natural para la flotación de minerales sulfurados y la posibilidad de introducir en la molécula un grupo funcional para mejorar la eficiencia del depresor [24].

GLOSARIO

American Cyanamid: empresa corporativa de U.S.A. que desarrolló los colectores selectivos del tipo líquido. Hacia finales de los años noventa se fraccionó y actualmente la línea de reactivos para minería está representada por CYTEC.

Concentrado Bulk: concentrado mineral que contiene más de un metal con valor comercial.

CMC: la carboximetilcelulosa de sodio es un polímero aniónico soluble en agua. Este éter celulósico se produce haciendo reaccionar alcalicelulosa con monocloroacetato de sodio. En la reacción se obtienen como subproductos cloruro de sodio y glicolato de sodio, estas sales son posteriormente removidas obteniéndose la carboximetilcelulosa de sodio pura.



Flotación Bulk: recuperación de todas las especies valiosas (oro, plomo, plata, zinc, cobre, etc.) en un solo producto llamado concentrado Bulk.

Handbook: manual sobre un tema específico

Material Safety Data Sheet: hoja de seguridad para productos y materiales peligrosos.

MIBC: MetilIsobutil Carbinol. Es el alcohol 4-metil-2-pentanol de uso frecuente como espumante en la flotación de minerales sulfurados.

RENASA: Reactivos Nacionales S.A. empresa peruana que produce y comercializa reactivos químicos para uso en minería.

Solvente N°1: es un disolvente alifático, de aspecto límpido y libre de materias en suspensión, es considerado como un solvente de destilación mediano. Se usa constantemente en los procesos que requieren un elemento de rango de destilación rápido inicial y lento final.

Scrubber: reactor o equipo para el lavado de gases en un proceso químico.

Volátiles a 120°C: *indica el contenido en materia volátil de una muestra de xantato de grado técnico sometida a una temperatura constante de 120 °C y está expresado en % en peso con respecto a la muestra inicial.*

Valor de yodo: *en el caso específico del control de calidad de los ditiofosfatos de RENASA es el ensayo que cuantifica de los radicales –SH (sulfhidrato) para determinar la conformidad del producto terminado.*

Xantato peletizado: *denominación genérica que es utilizada para referirse a pequeñas porciones de xantatos aglomerados o comprimidos de forma cilíndrica*

XIS: *xantato isopropílico de sodio.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dow Chemical Company. **“Fundamentos de la Flotación”**. Florida, USA. (1970).Págs. 4-23.
2. Lee J.,Gorken A., Riccio P., Coe J., Nagaraj D. R., Ravishankar S.A., Perez W., Bruce T., Bruvey F., Lewellyn M. y Ballentine F. **“Mining Chemicals Handbook”**, CYTEC Industries, (2002) Edition, págs. 87-126.
3. <http://www.ivernia.com/projects/magellan.html> The Magellan Mine ("Magellan" or the "Mine" □), in Western
4. Bulatovic S. M., **“Handbook of Flotation Reagents, Volume 1: Chemistry, Theory and Practice. Flotation of Sulphide Ores”**.1th Edition, Elsevier Science & Technology Books. (2007), págs. 1-30.
5. Resumen impreso de la charla técnica: **“Cytec Minerals Processing Chemicals”** ofrecida en la feria tecnológica TECNOMIN (1995).
6. Crozier R. D., **“Flotation. Theory, Reagents and Ore Testing”**, Notes for a short course held at The Camborne School of Mines, March 26 and 27, (1990), págs. 70-96.
7. Industrias Químicas de México. **“Planta de Xantatos, Manual de Operación y Mantenimiento, Proyecto: Reactivos Nacionales S.A.”**(1975)
8. American Cyanamid Company. **“AEROFLOATS, Plant of the American Cyanamid Company for Reactivos Nacionales S.A.”**(June 1980).
9. Hirschkind W., **“Rapid method of analyzing xanthate”**, *Eng. Mining J Press*, 119, (1925), 968-970.
10. Orica mining chemicals. **“Flotation Guidebook”**, Orica Investor Event. (2010), págs. 33-36.
11. NICNAS (National Industries Chemicals Notification and Assessment Scheme), **“Sodium Ethyl Xanthate”**, **Priority Existing Chemical Report No.5**, Australian Government Publishing service. Commonwealth of Australia. May (1995), págs. 8-10.

12. Roy M., **"Xanthates"**. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. (2005), págs. 1-11.
13. American Cyanamid Company, **"Aero Xanthate Handbook"**, USA (1972).
14. Cerro de Pasco Corporation. Research Department. **"Xanthate Available Method"**. La Oroya, Perú. December (1990).
15. Reactivos Nacionales S.A. **"Norma Técnica de Empresa: NTE XAN-2011.Reactivos para flotación de minerales: Xantatos. Requisitos"**, (2011).
16. Reactivos Nacionales S.A., **"Norma Técnica de Empresa: NTE DIT-2011.Reactivos para flotación de minerales: Ácidos ditiófosfóricos y Ditiófosfatos. Requisitos."**, (2011).
17. Thomas A., **"Fats and Fatty Oils"**. Wiley-VCH. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, release 6th Edition (2007), pág. 46.
18. Cieselski W., Zakrzewski R., **"Iodimetric Titration of Sulfur Compounds in Alkaline Medium"** *Chem. Anal. (Warsaw)*, 51, (2006), págs. 653-678.
19. Laitinen H. A. y Harris W.E., **"Análisis Químico"**, Editorial Reverté, (1982), pág. 389.
20. Arkema Inc., **"Thio and Fine Chemicals: Mercaptans and Derivate Chemistry"**. Philadelphia, (2000), pág. 2.
21. Reactivos Nacionales S.A., **"Norma Técnica de Empresa: NTE ESP-2011.Reactivos para flotación de minerales: Espumantes. Requisitos."**, (2011).
22. Herrera-Urbina, R., **"Recent developments and advances in formulation and applications of chemicals reagents used in froth flotation"**, *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Rev.*, 24, (2003), págs. 139-182.
23. Baird C., **"Química Ambiental"**. Editorial Reverté S.A., Segunda Edición, (2001), págs. 502-503.
24. Ciribeni V., Sarquis P., Gonzáles M., **"Estudio del efecto depresor de reactivos orgánicos naturales en la flotación de sulfuros"**, CONAMET/SAM-SIMPOSIO MATERIA (2002), págs. 1-5.

ANEXO 1

NORMA TECNICA DE EMPRESA
REACTIVOS NACIONALES S.A

Av. Néstor Gambetta N° 6448.

NTE XAN-2011
2011

Callao - Perú

REACTIVOS PARA FLOTACIÓN DE MINERALES. *Xantatos. Requisitos*

FECHA de Aprobación: 2011 /12/ 05
 Segunda Edición

Elaborado por:	Aprobado por:
<i>Fredy Efrain Castillejo Melgarejo</i> Jefe de Proyectos Firma Luis Santiago Talledo Reyna Gerente de Administración y Finanzas
<i>Luis Alberto Palomares Alvaríño</i> Jefe de Producción Firma	
<i>Luis Alberto Carcamo Sanchez</i> Jefe de Control de Calidad Firma	
<i>Nivia Doris Palomares Yallico.</i> Asistente del SGI Firma	
05 Diciembre del 2011	05 Diciembre del 2011

INDICE

INDICE	
PREFACIO	
1. OBJETO	1
2. DEFINICIÓN	1
3. REFERENCIAS NORMATIVAS	2
4. CLASIFICACIÓN	2
5. REQUISITOS	3
6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	4
7. MUESTREO	6
8. MÉTODOS DE ENSAYO	6
9. ROTULADO	9
10. ENVASE	10
11. FIGURAS	11
12. ANEXOS	14
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

PREFACIO

A. INTRODUCCIÓN

A1. *La presente norma técnica fue reeditada por el comité técnico de Reactivos Nacionales S.A. durante el mes de Octubre del 2011 y corresponde a la segunda edición de nuestra norma técnica propia. Esta norma técnica es importante porque establece las características de calidad y envasado de los xantatos para aplicaciones metalúrgicas.*

A2. *La presente norma técnica de la empresa ha sido estructurada de acuerdo con la "Guía para la elaboración de normas técnicas de empresa o propias (NTE)" de la dirección de normas técnicas y supervisión industrial del Ministerio de la Producción del gobierno Peruano.*

A3. *La norma técnica de la empresa Reactivos Nacionales S.A. ha tomado como antecedentes a la norma técnica propia XAN-2004 REACTIVOS DE FLOTACION. Xantatos, Requisitos.*

B. EQUIPO RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA NTE

Responsable:

Fredy Efraim Castillejo Melgarejo.

Jefe de Proyectos - Reactivos Nacionales S.A.

Relación de miembros:

Luis Alberto Palomares Alvarino.

Jefe de Producción - Reactivos Nacionales S.A.

Luis Alberto Carcamo Sanchez.

Jefe de Control de Calidad - Reactivos Nacionales S.A.

Nivia Doris Palomares Yallico.

Asistente del SGI - Reactivos Nacionales S.A.

---ooOoo---

REACTIVOS PARA FLOTACIÓN DE MINERALES. *Xantatos. Requisitos*

1. OBJETO

Esta Norma Técnica establece los requisitos y las características de calidad y envasado que deben cumplir los xantatos para aplicaciones metalúrgicas.

2. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma técnica se aplican las siguientes definiciones:

2.1 Alkali libre: *Indica la cantidad de material alcalino (hidróxidos de sodio o potasio) en una muestra de xantato de grado técnico y esta expresado en % con respecto de la muestra inicial.*

2.2 Bidón: *un embalaje/envase cilíndrico de fondo plano o convexo, hecho de metal, cartón, plástico, madera contrachapada u otro material apropiado. Esta definición incluye también los embalajes/envases que tengan otras formas, por ejemplo los embalajes/envases redondos de cuello cónico o los embalajes/envases en forma de cubo. Los toneles de madera y los jerricanes no están incluidos en esta definición.*

2.3 Envase: *Cualquier recipiente que contiene productos para su entrega como un producto único, que los cubre total o parcialmente, y que incluye los embalajes y envolturas.*

2.4 Fecha de producción o fabricación: *La fecha en que el producto se transforma en el producto descrito.*

2.5 Fecha de envasado: *La fecha en que se coloca el producto en el envase.*

2.6 Etiqueta o rótulo: *Cualquier marbete, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o en huecograbado (bajo relieve) o adherido al envase del producto.*

2.7 Embalaje/envase: *uno o más recipientes y todos los demás elementos o materiales necesarios para que el o los recipientes puedan desempeñar su función de contención y demás funciones de seguridad.*

2.8 Lote: *Una cantidad determinada de un producto fabricado en condiciones esencialmente iguales.*

2.9 Nombre del producto: El nombre deberá indicar la verdadera naturaleza del producto y, normalmente, deberá ser específico y no genérico. Tener en cuenta que Reactivos Nacionales S.A comercializa sus productos terminados con sus nombres químicos completos. Ejemplo. Xantato isopropílico de sodio.

2.10 Pelets: Denominación genérica que es utilizada para referirse a pequeñas porciones de xantatos aglomerados o comprimidos de forma cilíndrica.

2.11 Recipiente intermedio para graneles (RIG): un embalaje/envase portátil, rígido o flexible que tiene una capacidad no superior a 3,0 m³ (3.000 litros) para sólidos y líquidos, está diseñado para manipulación mecánica y que haya superado los ensayos de resistencia a los esfuerzos que se producen durante las operaciones de manipulación y transporte. Ejemplo. Maxisacos o Big Bag.

2.12 Volátiles a 120°C: Indica el contenido en materia volátil de una muestra de xantato de grado técnico sometida a un calentamiento de secado hasta una temperatura de 120 °C y está expresado en % en peso con respecto a la muestra inicial.

2.13 Xantatos: Son sales de o-esteres de ácidos ditiocarbónicos que tienen la siguiente estructura molecular R-O-(C=S)S-M donde R-O representa el grupo funcional de un alcóxido y M al metal alcalino correspondiente al tipo de xantato. Los xantatos para aplicaciones metalúrgicas son reactivos químicos usados en la flotación de minerales en plantas de recuperación de sulfuros de elementos metálicos.

2.14 Xantato Activo o Pureza del xantato: Indica específicamente el contenido de xantato de una muestra de xantato de grado técnico y esta expresado en % de la muestra inicial.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

No hay normas específicas que sean citadas como referencias normativas en el presente texto que constituyan requisitos de esta Norma Técnica de Empresa; sin embargo, se citan en el Capítulo 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS las publicaciones que sirvieron como referencia para la elaboración del presente documento.

4. CLASIFICACIÓN

Los xantatos de grado técnico y para fines comerciales se clasifican según el tipo de producto y la presentación de envasado en las siguientes categorías:

4.1 De acuerdo con el Alcohol Correspondiente

- Xantato isopropílico, derivado del alcohol isoPropílico
- Xantato Amilico, derivado del alcohol Amilico
- Xantato isoButílico, derivado del alcohol isoButílico

4.2 De acuerdo con el Metal alcalino Correspondiente

- Xantatos de Sodio, derivado del hidróxido de sodio
- Xantatos de Potasio, derivado del hidróxido de potasio

4.3 De acuerdo con la presentación del envase

- Xantatos en sacos de 25 Kg.
- Xantatos en recipientes intermedios para graneles (RIG) de 500, 800 a 1100 Kg
- Xantatos en bidones de plástico de 200 Kg

De acuerdo con las clasificaciones descritas anteriormente, Reactivos Nacionales S.A designa a sus productos terminados con la composición de nombres según cuadro 4.3.

Cuadro 4.3 Clasificación de Xantatos de grado técnico

De acuerdo con el alcohol correspondiente	Del metal alcalino	Y envasado en
<ul style="list-style-type: none"> • Xantato isopropílico • Xantato Amílico • Xantato isoButílico 	<ul style="list-style-type: none"> • Sodio • Potasio 	<ul style="list-style-type: none"> • En sacos de 25 Kg. • En Recipientes intermedios para graneles (RIG) de 500, 800 a 1100 Kg. • En Bidones de Plástico o metal de 160 Kg.

Por ejemplo:

Xantato isoPropílico de Sodio envasado en sacos de 25 kg.

Xantato isoButílico de Sodio envasado en sacos de 25 kg.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos de Calidad

5.1.1 Los Xantatos, para aplicaciones metalúrgicas, deben cumplir con los requisitos fijados en el Cuadro 5.1, de acuerdo con el tipo al que pertenezcan.

5.1.2 Los requisitos de Pureza y Volátiles a 120 °C están expresados en porcentaje en peso con respecto a la muestra inicial.

CUADRO 5.1 Requisitos de Calidad de los Xantatos

DESCRIPCION	REQUISITOS	
	PRODUCTO	PUREZA
<i>Xantato isopropílico de sodio en pelets</i>	<i>10% máx.</i>	<i>85% min.</i>
<i>Xantato amílico de potasio en pelets</i>	<i>5% máx.</i>	<i>90% min.</i>
<i>Xantato isobutilico de sodio en pelets</i>	<i>10% máx.</i>	<i>85% min.</i>

5.2 Requisitos Generales

5.2.1 Los productos deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.

5.2.2 Para el caso de los productos en pelets, éstos no deben contener xantato polvo mayor al 10 % en peso.

5.2.3 La apariencia del producto final varía desde amarillo blanquecino hasta una apariencia verdosa.

6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

6.1 Materias Primas y Materiales

Las materias primas que se utilizan para la fabricación de los xantatos deben ser de Grado Técnico y deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las fichas técnicas que se adjuntan en el Capítulo 12 ANEXO A.

En el cuadro 6.1 siguiente se muestra las materias primas para la fabricación de los xantatos que actualmente comercializa Reactivos Nacionales S.A.

CUADRO 6.1 Materias primas para la fabricación de Xantatos

PRODUCTO	MATERIAS PRIMAS
<i>Xantato isoPropilico de sodio</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Alcohol isoPropilico</i> • <i>Soda Cáustica</i> • <i>Bisulfuro de Carbono</i>
<i>Xantato amilico de potasio</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Alcohol amilico</i> • <i>Potasa cáustica</i> • <i>Bisulfuro de Carbono</i>
<i>Xantato isoButilico de sodio</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Alcohol isoButilico</i> • <i>Soda cáustica</i> • <i>Bisulfuro de Carbono</i>

6.2 Materiales

Dependiendo de la presentación final se utilizan los siguientes materiales:

- *Sacos de polipropileno*
- *Bolsas de polietileno*
- *Big Bag contenedor flexible*
- *Hilo poliéster*
- *Etiquetas*
- *Sujetadores de PVC ajustables*
- *Grapa F/G P/Fleje*
- *parihuelas de madera*
- *Stretch film transparente*
- *Bidones de plástico o metálico*
- *Cajas de madera*

7. MUESTREO DE XANTATOS - PRODUCTO TERMINADO

7.1 De acuerdo con el reporte de producción se rotulan los frascos de PVC donde se identifica:

- Fecha de muestreo
- Numero de lote
- Cantidad de sacos por lote

7.2 De cada parihuela o paleta de madera se tomara un saco al azar y se tomara una muestra con la cuchara de muestreo y así sucesivamente hasta completar el lote. La capacidad máxima del frasco es de 250 gramos en peso de xantato.

7.3 Asegurarse de cerrar los sacos después de cada muestreo.

7.4 De encontrarse sacos de producto peletizado con un porcentaje mayor al 10% de polvo, se procederá a informar a producción para que sean retirados y su posterior zarandeo.

7.5 No debe realizarse el análisis de una muestra caliente.

8. MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Determinación de la pureza del Xantato (determinación de Xantato activo)

Esta prueba se aplica a todos los productos motivo de esta Norma con el objeto de determinar la pureza de los xantatos.

8.1.1 Reactivos

- Solución de hidróxido de sodio, NaOH 0,1N Acido clorhídrico, HCl 0,1 N
- Indicador ácido-base Rojo de metilo al 0.1% etanol.
- Acetona industrial.

8.1.2 Materiales

- Fiola de 250 ml.
- Pipeta volumétrica de 25 ml.
- Mortero de vidrio o porcelana de 250 ml (aprox.)
- Papel semirapido Schleicher Schuell (banda negra) o Whatman 40.
- Embudo de vidrio de 100 mm de diámetro vástago corto.
- Soporte universal con anillo y nuez (o soporte para embudos).
- Vaso de 100ml.
- Bagueta de vidrio de 15 cm (aprox.)
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Bureta de 50 ml.
- Espátula para pesar de acero inoxidable de 15cm.

8.1.3 Equipos

- Balanza analítica con precisión de 0.0001 gr.

8.1.4 Procedimiento

Pesar 5,0000 gramos de la muestra. Hacerlo con exactitud en un vaso de 100 ml. Disolver la muestra pesada con aproximadamente 60 ml de acetona e ir agregando en una fiola de 250 ml, continuar añadiendo acetona hasta transferir todo el líquido. Aforar con acetona al volumen final. Tapar y agitar hasta disgregar toda la muestra. Filtrar con papel semirápido (p. ejemplo: Schleicher Schuell 0859) y tomar una alícuota de 25 ml. Y descargar la pipeta un erlenmeyer de 250 ml que contenga HCl 0,1 N según el producto:

Producto	ml HCl 0,1 N
XIS	32
XAP	25
XIBS	30

Preparar también un blanco de 25 ml de acetona y la misma cantidad de HCl usada para la muestra.

Titular el blanco y la muestra (después de 12 minutos como mínimo de haber descargado la pipeta en el matraz) con NaOH 0.1 N usando rojo de metilo como indicador hasta la desaparición del color rojo.

8.1.5 Cálculos

$$\% \text{Xantato} = (\text{ml blanco} - \text{ml gasto}) \times M \times 20 \times F_{\text{NaOH}}$$

Donde: M = mili equivalentes del xantato
 F_{NaOH} = Factor de hidróxido de sodio 0,1N

Mili equivalente de los xantatos	
XIS	0.1582
XAP	0.2024
XIBS	0.1723

8.1.6 Observaciones:

- La transferencia del Xantato disuelto en acetona debe hacerse con cuidado evitando tener derrames de acetona por los lados del vaso. Esto requiere cierta destreza del analista. Es recomendable hacer el transvase con ayuda de un embudo boca ancha de 10 cm de diámetro.

- Una vez filtrada la solución la alícuota debe tomarse inmediatamente con una pipeta volumétrica de 25 ml debido a que la acetona se evapora rápidamente originando resultados erróneos.
- El factor es el valor que resulta de dividir la normalidad real del NaOH 0,1N entre 0,1. Tomar 5 decimales
- El producto una vez pesado no puede abandonarse para hacer luego el análisis porque absorbe humedad rápidamente. De igual manera el envase donde se guarde la muestra no debe ser sobre de papel, debe ser un frasco de plástico o vidrio de cierre hermético. Considerar al xantato con características similares al hidróxido de sodio.

Nota: para el caso de Xantato en solución se sigue el mismo procedimiento anterior solamente que se pesa 25 gramos de muestra líquida y el porcentaje (% en peso) se calcula:

$$\% \text{ Xantato} = \frac{(\text{ml Blanco} - \text{ml gasto}) \times M \times 100 \times F_{\text{NaOH}}}{\text{Peso de la muestra (gramos)}}$$

8.2 Determinación de volátiles de Xantatos

Esta prueba se aplica a todos los productos motivo de esta Norma con el objeto de determinar los volátiles de Xantatos.

8.2.1 Instrumento

Balanza de Humedad Sartorius modelo MA45 ó equivalente

8.2.2 Procedimiento

Pesar 5,00 (± 0,0010) gramos de muestra que ha sido pulverizada previamente en la balanza de determinación de humedad marca SARTORIUS modelo MA45 en la cual se ha pre seleccionado un programa de secado a la temperatura de 120 °C, hasta que detenga su rutina de secado (a peso constante) y mostrará en el "display" el valor expresado en % automáticamente.

8.2.3 Cálculos:

No aplica

Los resultados obtenidos del análisis de pureza y volátiles de xantatos, quedará registrado en los siguientes documentos:

- *Formato de reporte de producto intermedio*
- *Formato de reporte de producto terminado*

9. ROTULADO

9.1 Los envases deben contener las siguientes informaciones en el rotulado:

Sacos	Recipientes Intermedios para Graneles (RIG)	Bidones de Plástico o metal
<p><i>Cara 1</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Producto • Nombre del Fabricante • Peso Neto en kilogramos. • Código de identificación del lote. • Rombo NFPA • Rombo Combustión espontánea 4 o 4.2. • UN 3342 • Precauciones de almacenamiento. • No Registro Industrial. • Cualquier otra información exigida por las disposiciones legales vigentes. 	<p><i>Cara 1</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Fabricante • Logotipo del fabricante • Etiqueta UN 3342 – 30x10 • Etiqueta Rombo de “Combustión espontánea” 4 o 4.2 <p><i>Cara 2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del usuario final. • Numero de la orden de compra. <p><i>Cara 3</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso Neta en kilogramos. • No Registro Industrial. • Código de identificación del lote. • Etiqueta de seguridad del producto. • Nombre del producto. • Etiqueta UN 3342 – 17x6 • Etiqueta Rombo de “Combustión espontánea 4”. • Rombo NFPA 	<p><i>Cara 1</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Producto • Nombre del Fabricante • Peso Neto en kilogramos. • Código de identificación del lote. • Rombo NFPA • Rombo Combustión espontánea. • UN 3342 • Precauciones. • No Registro Industrial. • Cualquier otra información exigida por las disposiciones legales vigentes. • Etiqueta “producto contaminante”

9.2 Cuando los sacos son envasados en palets y protegidas con “liner”, se utilizaran parihuelas de madera de 1.00 m x 1.20 m debidamente certificadas con la Marca de tratamiento según norma internacional NIMF N°15, etiqueta NFPA, etiqueta UN3342 30x10, etiqueta de “combustión espontánea 4” y etiqueta de identificación de lote.

9.3 Cuando los Recipientes Intermedios para Graneles (RIG) son envasados en palets, se utilizaran parihuelas de madera de 1.00 m x 1.20 m debidamente certificadas con la Marca de tratamiento según norma internacional NIMF N°15.

9.4 Cuando los Bidones de Plástico o metal son envasados en palets y protegidas con “liner”, se utilizaran parihuelas de madera de 1.00 m x 1.20 m debidamente certificadas con la Marca de tratamiento según norma internacional NIMF N°15, etiqueta NFPA, etiqueta UN3342 30x10 cm, etiqueta de “combustión espontánea”4.0 o 4.2 y etiqueta de identificación de lote.

9.5 Cuando los Recipientes Intermedios para Graneles son envasados en cajas, deberán ser colocadas las siguientes informaciones:

- *Nombre del Fabricante*
- *Logotipo del fabricante*
- *Etiqueta UN 3342 – 30x10*
- *Etiqueta Rombo de “Combustión espontánea” 4 o 4.2*
- *Nombre del usuario final.*
- *Numero de la orden de compra.*
- *Peso Neta en kilogramos.*
- *Código de identificación del lote.*
- *Rombo NFPA*

Mientras que en el RIG se especificaran:

- *Nombre del Fabricante*
- *Etiqueta de seguridad del Producto*
- *Nombre de producto*
- *Código de identificación del lote.*

10. ENVASE

10.1 El xantato para aplicaciones metalúrgicas será envasado en, bolsas o recipientes que aseguren su protección de la contaminación ambiental y de la humedad.

10.2 Se emplearán envases nuevos y que constituyan suficiente protección para el contenido en las condiciones normales de manipuleo y transporte.

10.3 Los xantatos envasados en sacos (sacos de Polipropileno), Recipientes Intermedios para Graneles (big bag de Polipropileno) o en Bidones de Plástico o metal, necesariamente deben estar provistos con bolsas internas de polietileno.

10.4 Los envases llevarán pegadas las etiquetas con las indicaciones que se señala en el Capítulo 9 ROTULADO.

10.5 Los sacos llevarán impreso en el saco las indicaciones que se señala en el Capítulo 9 ROTULADO y el color del saco debe permitir identificar al tipo de xantato al cual pertenece (Amarillo: Xantato Isopropílico de Sodio, Anaranjado: Xantato Amilico de Potasio y Verde Pálido: Xantato isoButílico de Sodio).

10.6 Cuando los Recipientes Intermedios para Graneles son envasados en cajas, se utilizaran cajas de material prensado de madera, cuyas dimensiones se establecerán previo acuerdo con el usuario final y en cuyo parte exterior del envase deberán aparezca las indicaciones que se señala en el Capítulo 9 ROTULADO.

10.7 Se cumplirá con las exigencias establecidas entre el comprador y el vendedor para el transporte de este tipo de productos.

11. FIGURAS

Figura 11.1 Etiqueta que muestra las indicaciones que se señalan en el Capítulo 9 ROTULADO

BARRA DE COLORES

1 RIESGO DE INFLAMABILIDAD
1 RIESGO DE SALUD
1 REACTIVIDAD

PROTECCION PERSONAL
RIESGOS ESPECIFICOS

**XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO
(C₃H₇OCSSNa)**

RIESGOS PARA LA SALUD
AL CONTACTO CON LA PIEL PUEDE OCASIONAR IRRITACION LEVE.
AL CONTACTO CON LOS OJOS PUEDE CAUSAR IRRITACION EN LA CORNEA.
NO ALMACENAR O MEZCLAR CON ACIDOS.

PRIMEROS AUXILIOS
OJOS : LAVAR CON ABUNDANTE AGUA POR 10 MINUTOS, LLAMAR AYUDA MEDICA INMEDIATA
PIEL : LAVAR LA ZONA AFECTADA CON ABUNDANTE AGUA DURANTE 5 MINUTOS
INGESTION : TOMAR ABUNDANTE AGUA Y PRESTAR AYUDA MEDICA INMEDIATA

GRADOS DE RIESGO
4. EXTREMADO
3. SEVERO
2. MODERADO
1. LEVE
0. NORMAL O NINGUNO

PROTECCION PERSONAL REQUERIDA

RIESGOS ESPECIFICOS

REACTIVOS NACIONALES S.A.
AL SECTOR BARBETA N° 2485 - CALLAO
TELÉFONO: 051-0204 - 571-0110 - FAX: 051-0207-0579
CALLE 2108 - LIMA 1 - PERÚ

Figura 11.2. Ejemplo de distribución de rótulos en los sacos de 25 kg



Figura 11.3. Ejemplo de distribución de rótulos en recipientes intermedios para graneles

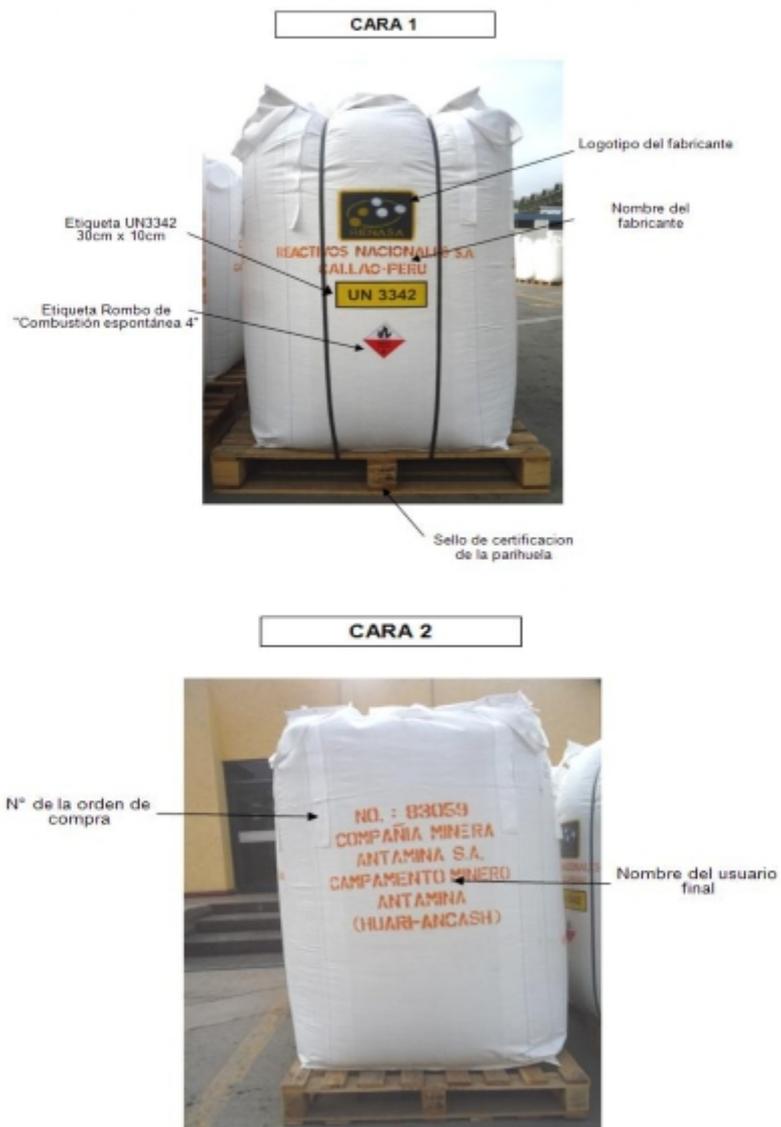




Figura 11.4. Ejemplo de distribución de rótulos en sacos envasados en palets y protegidas con "liner".



12. ANEXOS

A. FICHAS TÉCNICAS

A.1 SODA CAÚSTICA SÓLIDA

DESCRIPCION

La soda cáustica es un álcali sólido granulado o en partículas muy finas (microperlas o polvo) de color blanco, higroscópico (absorbe agua) y se disuelve fácilmente en el agua, sus disoluciones son suaves, jabonosas y muy corrosivas para la piel. Es un producto químico industrial muy importante.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INDISPENSABLES:

Contenido de NaOH, % en peso, mín.	98,0
Tamaño de partícula, % en peso	
Malla +18 ASTM E-11, máx.	7
Malla +35 ASTM E-11, máx.	93
Malla -35 ASTM E-11, mín.	2

2. REFERENCIALES:

Carbonatos como Na ₂ CO ₃ , % en peso, máx.	2,00
Cloruros como NaCl, % en peso, máx.	0,20
Sulfatos como Na ₂ SO ₄ , % en peso, máx.	0,12
Hierro, ppm, máx.	20
Níquel, ppm, máx.	7
Mercurio, ppm, máx.	1

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	NaOH
Peso Molecular, gr/mol	40,0
Densidad a 20° C	2,13
Punto de fusión, °C	318,6
Solubilidad: Agua alcohol y glicerol	40,03 X

4. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

La soda cáustica, por ser un poderoso alcalino, es muy peligrosa, en contacto con la piel destruye los tejidos causando severas y profundas quemaduras. La inhalación del polvo o neblinas concentradas puede causar daños en el sistema respiratorio y a los pulmones. Para manipular este producto deben tomarse medidas de protección, usando equipo adecuado como guantes, respirados, gafas, etc.

5. ALMACENAJE

Este producto debe estar almacenado en zonas donde la humedad no sea elevada.

6. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Número UN:	1823
Número CAS:	1310-73-2

A.2 POTASA CAÚSTICA

DESCRIPCIÓN

Es un sólido blanco fuertemente alcalino, absorbe agua y dióxido de carbono de la atmósfera y es soluble en agua, alcohol y glicerina. Para su uso en la fabricación de reactivos de flotación, debe estar libre de agua.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES:

Contenido de KOH, % en peso, mín. 88.00

2. REFERENCIALES:

Carbonatos como K_2CO_3 , % en peso, máx.	0.55
Cloruros como KCl, ppm, máx.	80
Sodio como NaOH, % en peso, máx.	0.50
Sulfatos como K_2SO_4 , % en peso, máx.	0.20
Clorato como $KClO_3$, % en peso, máx.	0.15
Aluminio como Al_2O_3 , % en peso, máx.	0.05
Hierro, ppm, máx.	8
Insolubles, % en peso, máx.	0.05
Niquel, ppm máximo	5
Tamaño de partículas:	miniperlas o escamas

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	KOH
Peso molecular, gr/mol.	56.11
Punto de fusión °C	360.0
Punto de ebullición °C	2,044.0

4. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

La potasa cáustica, por ser un alcalino, es muy peligrosa, en contacto con la piel, destruye los tejidos causando severas y profundas quemaduras. La inhalación del polvo o neblinas concentradas pueden causar daño al sistema respiratorio y a los pulmones. Para manipular este producto deben tomarse medidas de protección, usando el equipo adecuado como respiradores, guantes, gafas, etc.

5. ALMACENAJE

Debe almacenarse en zonas donde la humedad no sea elevada.

A.3 ALCOHOL ISOPROPÍLICO

Sinónimos: Dimetil carbinol, 2- propanol.

DESCRIPCIÓN

Es un líquido claro, incoloro, con suave olor característico, miscible en agua y en muchos solventes orgánicos. Se usa como solvente de gomas, resinas, etc., en la industria de pinturas y barnices; se usa como materia prima para muchos derivados isopropílicos de amplia aplicación como xantatos y ditiofosfatos, además se usa como agente desgelante para combustibles líquidos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES:

Pureza, % en peso, mín.	99.0
Agua, % en peso, máx.	0.20

2. REFERENCIALES:

Color (Pt.Co), máx.	10.00
Materia no volátil, gr/100ml, máx.	0.005

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	$(CH_3)_2CHOH$
Peso molecular, gr/mol	60.00
Punto de fusión, °C	-86.00
Punto de ebullición, °C	82.4
Acidez como ácido acético, % en peso máx.	0.002
Gravedad específica a 20/20 °C	0.785 - 0.791
Presión de vapor a 20 °C, mmHg	33.00
Punto de Inflamación TAG CC, ° C	11.70
Temperatura de autoignición, °C	399.0

4. PRECAUCION EN EL MÁNIPULEO

El alcohol isopropílico tiene propiedades fisiológicas similares al del alcohol etílico. Es recomendable evitar una prolongada respiración de sus vapores; además de tomarse precauciones apropiadas por ser inflamable. No causa irritación a la piel y tiene propiedades desinfectantes.

5. ENVASE Y ALMACENAJE

Se transporta a granel en camiones cisternas y almacenado en tanques de gran volumen.

A.4 ALCOHOL AMILICO ACTIVO

Sinónimos: 2-Metil-1-butanol

DESCRIPCION: Es un líquido incoloro, de carácter aceitoso y libre de materiales en suspensión. Esta compuesto por una mezcla de alcoholes amílicos. Insoluble en agua.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. INDISPENSABLES:

Total C5 alcoholes, wt. % en peso, min.	95,0
2-metil, 1-butanol % en peso	75 - 85
N-Pentanol % en peso	< 10
3-metil, 1-butanol % en peso	< 10
Agua, % en peso, máx.	0,2

2. REFERENCIALES:

Gravedad específica a 20°C, gr/cm ³	0,819
Rango de destilación, a 760 mmHg, °C	128-131
Acidez como ácido acético, % en peso máx.	0,01

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Fórmula química	C ₅ H ₁₁ OH
Peso molecular, gr/mol	88,148
Presión de vapor, a 20 °C, mbar	4,3
Punto de Inflamación TAG CC, ° C	50

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCION EN EL MÁNIPULEO

El alcohol amílico activo es un producto tóxico, evite el contacto con ojos, piel y ropa. Evite la ingestión y la inhalación. Este producto es un líquido inflamable. Los recipientes vacíos contienen residuos del producto (líquido y/o vapor) y puede ser peligroso; no cortar, soldar, perforar ó exponer los contenedores vacíos al calor. Utilice sólo en un área bien ventilada. Lave completamente después del manejo.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Este producto puede ser envasado en cilindros de 55 galones de capacidad debidamente sellados (cuando no esté en uso) o en tanques de almacenamiento cuando el producto es a granel, Conservar en un lugar fresco, seco y bien ventilado, alejado de sustancias incompatibles en zonas protegidas contra incendios.

7. USOS

Se utiliza como disolvente de grasas, aceites y muchas resinas naturales y sintéticas.

A.5 ALCOHOL ISOBUTÍLICO

Sinónimos: Isopropil carbinol, 2-metil-1-propanol

DESCRIPCIÓN: Es un líquido incoloro, transparente, de olor vinoso. Soluble en agua, miscible en todas las proporciones en la mayoría de disolventes orgánicos. Es un alcohol de alta pureza, disolvente de resinas barnices, ceras, etc. Se usa en la elaboración de productos químicos y como agente espumante en la flotación de minerales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES:

Pureza, % en peso, mín.	99.00
Agua, % en peso, máx.	0.20

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	$(CH_3)_2CHCH_2OH$
Peso Molecular, gr/mol	74.12
Gravedad específica a 20/20 °C	0.802-0.806
Acidez como ácido acético, % en peso, máx.	0.003
Rango de destilación a 760mmHg, °C	106 –109,5
Velocidad de evaporación, éter = 1	20.00
Punto de ebullición, °C	107,9
Punto de inflamación en vaso cerrado, °C	29
Temperatura de autoignición, °C	430

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES DE MANIPULEO

El vapor es irritante de los ojos, nariz y garganta, aunque su toxicidad es relativamente baja, la excesiva inhalación puede producir dolor de cabeza, mareo y somnolencia. El prolongado y frecuente contacto con la piel puede resultar en sequedad y resquebrajamiento de la piel.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Este producto debe ser comercializado en cilindros de metal de 54 galones de capacidad.

A.6 BISULFURO DE CARBONO

DESCRIPCIÓN: Es un líquido incoloro y volátil. Es muy tóxico e inflamable, bastando para ello el contacto con una superficie caliente.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES:

Pureza, % en peso, mín.

99.9

Color

Transparente ha ligeramente coloreado

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Formula

CS₂

Peso Molecular, g/mol

76.14

Punto de Ebullición, °C

46.25

Gravedad específica

1.270 – 1.275

Color transparente a ligeramente coloreado; poco soluble en agua, soluble en alcohol, benceno, éter, aceites; disolvente de azufre, fósforo blanco, caucho, alcanfor, resinas, etc. Sensible a la luz. Reacciona con soluciones alcalina, halógenas y alcoholatos básicos.

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Los tambores de bisulfuro de carbono deben ser manejados con mucho cuidado. Los equipos y herramientas utilizadas deben ser a prueba de chispas, los tanques de almacenamiento deben ser conectados a tierra para prevenir la acumulación de electricidad estática.

6. ENVASES Y ALMACENAJE

Por el peligro que representa, los tambores de bisulfuro de carbono deben almacenarse en lugares secos y frescos, en recipientes no transparentes y apropiados. Es recomendable que los cilindros cuenten con una columna interna de agua por seguridad.

A.7 SOLVENTE N° 1

DESCRIPCIÓN: Es un disolvente alifático, de aspecto límpido y libre de materias en suspensión, es considerado como un solvente de destilación mediano. Se usa constantemente en los procesos que requieren un elemento de rango de destilación rápido inicial y lento final, complementando con su gran poder de solvencia, a fin de proporcionar un alto rendimiento en las operaciones con un mínimo de pérdida por evaporación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES:

Densidad a 20° C, gr/ml	0.7212
Rango de destilación a 760 mm Hg, °C	
Punto inicial, mín.	43
10%V Recuperado, máx.	70
50%V Recuperado, máx.	100
90%V Recuperado, máx.	125
Punto final, máx.	136

2. REFERENCIALES:

N° de bromo, máx.	1.0
Azufre total, % en peso, máx.	0.1
% de recuperación mín.	98.0
Azufre como mercaptanos, % en peso, máx.	0,001

3. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Es un producto de alta inflamabilidad debiendo tomarse medidas para evitar peligro de incendio. Es relativamente no irritante a la piel, pero el continuo y diario contacto puede causar sequedad y posible resquebrajamiento.

4. ENVASE Y ALMACENAJE

Este producto se comercializa a granel y se almacena en tanques de gran capacidad.

5. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Número UN: 1203

B. MÉTODOS DE ENSAYO EN PROCESOS.

B.1 Determinación de álcali libre

Reactivos

- *Solución de ácido clorhídrico 0,5N (HCl)*
- *Solución de cloruro de bario al 15%*
- *Fenolftaleína, indicador*

Procedimiento

- *Pesar 50 gramos de muestra en un Erlenmeyer de 500 ml y añadir 100 ml de agua.*
- *Disolver completamente y añadir 25 ml de cloruro de Bario al 15%.*
- *Añadir 15 gotas de fenolftaleína.*
- *Titular con ácido clorhídrico 0,5N hasta que desaparezca el color rosa o rojo.*
- *Anotar el gasto en ml.*

$$\% \text{ NaOH libre} = \text{gasto HCl ml} \times \text{Factor} \times 0.04$$

$$\% \text{ KOH libre} = \text{gasto HCl ml} \times \text{Factor} \times 0.056$$

Limite de álcali libre: 0,2% máximo

13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

13.1 Planta de Xantatos, Manual de Operación y Mantenimiento, Industrias Químicas de México, Proyecto: Reactivos Nacionales S.A, 1975.

13.2 Sodium Ethyl Xanthate, Priority Existing Chemical No 5, Australian Government Publishing Service, Canberra – Australia, May 1995.

13.3 Analytical Method for Xanthates, Senkol Collectors, Karbochem Laboratories.

13.4 Mining Chemical Handbook, American Cyanamid Company, USA, 1986.

13.5 Aero Xanthate Handbook, American Cyanamid Company, USA, 1972.

13.6 Prospec Chemical Xanthate Handbook, Alberta-Canada, www.prospecchemicals.com.

13.7 Analytical Methods for Flotation Reagents: 1-differential iodometric titration methods for alkyl xanthates, Institution of Mining and Metallurgy, September 1970.

13.8 Aviable Xanthate, Research Department, La Oroya, Peru, December 1990.

13.9 Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Reglamento Modelo, edición N°16. Naciones Unidas, 2009.

13.10 Handbook of Flotation Reagents: Chemistry, Theory and Practice: Volume 1: Flotation of Sulfide Ores by Srdjan M. Bulatovic (Apr 6, 2007).

13.11 Cytec Mining Chemicals Handbook: 100th Anniversary Edition, Cytec Industries Inc. 2002.

13.12 Flotation. Theory, Reagents and Ore Testing, Ronald D. Crozier, Notes for a short course held at The Camborne School of Mines, March 26 and 27, 1990.

ANEXO 2

NORMA TECNICA DE EMPRESA
REACTIVOS NACIONALES S.A

Av. Néstor Gambetta N° 6448.

NTE DIT-2011
2011

Callao - Perú

REACTIVOS PARA FLOTACIÓN DE MINERALES. Ácidos ditioposfóricos y Ditioposfatos. Requisitos

FECHA de Aprobación: 2011 /12/05
 Segunda Edición

Elaborado por:	Aprobado por:
<i>Fredy Efraín Castillo Melgarejo</i> Jefe de Proyectos Firma Luis Santiago Talledo Reyna Gerente de Administración y Finanzas
<i>Luis Alberto Palomares Alvarino</i> Jefe de Producción Firma	
<i>Luis Alberto Carcamo Sanchez</i> Jefe de Control de Calidad Firma	
<i>Nivia Doris Palomares Yallico.</i> Asistente del SGI Firma	
05 Diciembre del 2011	05 Diciembre del 2011

INDICE

INDICE	
PREFACIO	
1. OBJETO	1
2. DEFINICIÓN	1
3. REFERENCIAS NORMATIVAS	2
4. CLASIFICACIÓN	2
5. REQUISITOS	3
6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	5
7. MUESTREO	7
8. MÉTODOS DE ENSAYO	7
9. ROTULADO	11
10. ENVASE	11
11. FIGURAS	12
12. ANEXOS	14
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

PREFACIO

A. INTRODUCCIÓN

A1. La presente norma técnica fue reeditada por el comité técnico de Reactivos Nacionales S.A. durante el mes de Octubre del 2011 y corresponde a la segunda edición de la norma técnica propia o de empresa. Esta norma técnica es importante porque establece las características de calidad y envasado de los ácidos ditiofosfóricos y ditiofosfatos para aplicaciones metalúrgicas.

A2. La presente norma técnica de empresa ha sido estructurada de acuerdo con la "Guía para la elaboración de normas técnicas de empresa o propias (NTE)" de la dirección de normas técnicas y supervisión industrial del Ministerio de la Producción del gobierno Peruano.

A3. La norma técnica de la empresa Reactivos Nacionales S.A. ha tomado como antecedentes a la norma técnica propia DIT-2004 REACTIVOS DE FLOTACION. Ácidos ditiofosfóricos y ditiofosfatos, Requisitos.

B. EQUIPO RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA NTE

Responsable:

Fredy Efraín Castillejo Melgarejo.

Jefe de Proyectos - Reactivos Nacionales S.A.

Relación de miembros:

Luis Alberto Palomares Alvaríño.

Jefe de Producción - Reactivos Nacionales S.A.

Luis Alberto Carcamo Sanchez.

Jefe de Control de Calidad - Reactivos Nacionales S.A.

Nivia Doris Palomares Yallico.

Asistente del SGI - Reactivos Nacionales S.A.

---ooOoo---

REACTIVOS PARA FLOTACIÓN DE MINERALES. Ácidos ditionosfóricos y Ditionosfatos. Requisitos**1. OBJETO**

Esta Norma Técnica establece los requisitos y las características de calidad y envasado que deben cumplir los ácidos ditionosfóricos y ditionosfatos para aplicaciones metalúrgicas.

2. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma técnica se aplican las siguientes definiciones:

2.1 Ácidos Ditionosfóricos: *son ácidos aril o alquil ditionosfóricos cuya estructura molecular puede ser representada con la fórmula general [(R1-O) (R2-O)] P (=S) S-H, siendo R1 y R2 radicales de hidrocarburos aromáticos o alifáticos.*

2.2 Ditionosfatos: *Los Ditionosfatos son compuestos químicos de clase sulfhídrica, que se emplean en minería como promotores para la separación de minerales sulfurados. Son sales del ácido ditionosfórico y resultan de la neutralización del ácido ditionosfórico con una base inorgánica (Ej. NaOH, NH4OH). La estructura de estos compuestos puede ser presentada con la fórmula general [(R1-O) (R2-O)] P (=S) S-M, siendo R1 y R2 radicales de hidrocarburos aromáticos o alifáticos y M un metal alcalino o ion amonio. Estos compuestos son solubles en agua y forman sales relativamente solubles con los metales pesados. Presentan un olor débil a sulfuro de hidrógeno y buena solubilidad en soluciones acuosas de álcali y en solventes orgánicos.*

2.3 Envase: *Cualquier recipiente que contiene productos para su entrega como un producto único, que los cubre total o parcialmente, y que incluye los embalajes y envolturas.*

2.4 Fecha de producción o fabricación: *La fecha en que el producto se transforma en el producto descrito.*

2.5 Fecha de envasado: *La fecha en que se coloca el producto en el envase.*

2.6 Etiqueta o rótulo: *Cualquier marbete, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o en huecograbado (bajo relieve) o adherido al envase del producto.*

2.7 Embalaje/envase: *uno o más recipientes y todos los demás elementos o materiales necesarios para que el o los recipientes puedan desempeñar su función de contención y demás funciones de seguridad.*

2.8 Lote: *Una cantidad determinada de un producto fabricado en condiciones esencialmente iguales.*

2.9 Nombre del producto: *El nombre deberá indicar la verdadera naturaleza del producto y, normalmente, deberá ser específico y no genérico.*

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

No hay normas específicas que sean citadas como referencias normativas en el presente texto que constituyan requisitos de esta Norma Técnica de Empresa; sin embargo, se citan en el Capítulo 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS las publicaciones que sirvieron como referencia para la elaboración del presente documento.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Ácidos Ditiوسفóricos

- *Ácido 0,0 dicresil ditiوسفórico*
- *Ácido 0,0 dietil ditiوسفórico*
- *Ácido 0,0 diisopropil ditiوسفórico*
- *Ácido 0,0 diisobutil ditiوسفórico*
- *Ácido 0,0 disecbutil ditiوسفórico*
- *Ácido 0 etil, 0 secbutil ditiوسفórico*

4.2 Ditiوسفatos

- *0,0 dietil ditiوسفato de sodio*
- *0,0 diisopropil ditiوسفato de sodio*
- *0,0 diisobutil ditiوسفato de sodio*
- *0,0 disecbutil ditiوسفato de sodio*
- *0 etil, 0 secbutil ditiوسفato de sodio*

4.3 Mezclas

- *Ácido 0,0 dicresil ditiوسفórico + Tiocarbanilida*
- *0,0 dicresil ditiوسفato de amonio + Tiocarbanilida*
- *0,0 disecbutil ditiوسفato de sodio + NaMBT*

4.4 De acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas

- *Ditiوسفatos Líquidos: Provenientes del Ácido Cresílico (Ej. Ácido 0,0 dicresil ditiوسفórico, 0,0 dicresil ditiوسفato de amonio).*
- *Ditiوسفatos Acuosos: Provenientes de Alcoholes (Ej. 0,0 dietil ditiوسفato de sodio; 0,0 diisopropil ditiوسفato de sodio).*

4.5 De acuerdo con las clasificaciones descritas anteriormente, Reactivos Nacionales S.A. designa a sus productos terminados con los nombres que se muestran en el Cuadro 4.5.

CUADRO 4.5 Códigos y Abreviaturas para los ácidos ditiوسفóricos y ditiوسفatos.

<i>NOMBRE</i>	<i>Componente Activo Principal</i>
<i>AR-125</i>	<i>Ácido 0,0 dicresil ditiوسفórico</i>
<i>AR-131</i>	<i>Ácido 0,0 dicresil ditiوسفórico, Tiocarbanilida</i>
<i>AR-1242</i>	<i>0,0 dicresil ditiوسفato de amonio, Tiocarbanilida</i>
<i>AR-1208</i>	<i>0,0 dietilditiوسفato de sodio 0,0 disecbutilditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-1211</i>	<i>0,0 diisopropil ditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-1238</i>	<i>0,0 disecbutilditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-1404</i>	<i>0,0 disecbutilditiوسفato de sodio, NaMBT</i>
<i>AR – 1404M</i>	<i>0,0 disecbutilditiوسفato de sodio, NaMBT</i>
<i>AR-1477</i>	<i>0,0 diisobutil ditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-sodio</i>	<i>0,0 dietilditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-3322</i>	<i>o,o diamil ditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-G431</i>	<i>0,0 diamilditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-G105</i>	<i>0,0 diisobutil ditiوسفato de sodio</i>
<i>AR-G315</i>	<i>o,o diisobutil ditiوسفato de sodio</i>

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos de Calidad

5.1.1 Los Ácidos Ditiوسفóricos y los Ditiوسفatos, para aplicaciones metalúrgicas, deben cumplir con los requisitos fijados en el Cuadro 5.1, de acuerdo con el tipo al que pertenezcan.

5.1.2 Los requisitos de Valor de Yodo son medidas relativas de pureza y los requisitos de pH indican la alcalinidad del producto.

CUADRO 5.1 Requisitos de calidad de los ácidos ditioposfóricos y ditioposfatos

DESCRIPCION	REQUISITOS	
	Valor de Yodo	pH
AR-125	28.0 min. Y 32.0 máx.	No aplicable
AR-131	27.0 min. Y 31.0 máx.	No aplicable
AR-1242	24.0 min. Y 26.0 máx.	9.0 min.
AR-1208	9.70 min. Y 11.2 máx.	12.5 min.
AR-1211	11.0 min. Y 12.5 máx.	12.5 min.
AR-1238	8.80 min. Y 10.3 máx.	12.5 min.
AR-1404	21.0 min. Y 23.0 máx.	11.0 min.
AR-1404M	21.4 min. Y 23.4 máx.	12.0 min.
AR-1477	11.0 min. Y 12.5 máx.	12.5 min.
AR-sodio	27.1 min. Y 29.0 máx.	11.0 min.
AR-3322	26.0 min. Y 27.5 máx.	12.0 min.
AR-G431	24.0 min. Y 26.0 máx.	9.5 min.
AR-G105	17.0 min. Y 18.0 máx.	13.0 min.
AR-G315	20.0 min. Y 22.2 máx.	12.0 min.

5.1.3 Todos los productos no deben congelar a una temperatura no mayor de -12 °C, tal como se señala en el capítulo 12 ANEXO B.

5.2 Requisitos Generales

Los productos deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.

6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES*6.1 Materias Primas*

Las materias primas que se utilizan para la fabricación de estos productos deben ser de Grado Técnico y deben cumplir los estándares de calidad establecidos en las fichas técnicas que se adjuntan en el capítulo 12 ANEXO A.

En el Cuadro 6.1 se muestra las materias primas para la fabricación de los Ácidos Ditiوسفóricos y los Ditiوسفatos que comercializa Reactivos Nacionales S.A.

CUADRO 6.1 Materias primas para la fabricación de ácidos ditiوسفóricos y ditiوسفatos

NOMBRE	Materias Primas
AR-125	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Ácido Cresílico
AR-131	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Ácido Cresílico • Tiocarbamilida
AR-1242	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Ácido Cresílico • Hidróxido de Amonio
AR-1208	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Alcohol Etilico • Alcohol secbutílico • Soda Cáustica al 50%
AR-1211	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Alcohol isopropílico • Soda Cáustica al 50%
AR-1238	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Alcohol secbutílico • Soda Cáustica al 50%
AR-1404	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Alcohol secbutílico • Soda Cáustica al 50% • NaMBT
AR-1404M	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Alcohol Secbutílico • Soda Cáustica al 50%
AR-1477	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Alcohol isobutílico • Soda Cáustica al 50%
AR-sodio	<ul style="list-style-type: none"> • Pentasulfuro de Fósforo • Alcohol etílico • Soda Cáustica. Al 50%

AR-3322	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pentasulfuro de Fósforo</i> • <i>Alcohol Amílico</i> • <i>Soda Cáustica al 50%</i> • <i>Aguarras</i>
AR-G431	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pentasulfuro de Fósforo</i> • <i>Alcohol Amílico</i> • <i>Soda Cáustica al 50%</i>
AR-G105	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pentasulfuro de Fósforo</i> • <i>Alcohol isobutilico</i> • <i>Soda Cáustica al 50%</i>
AR-G315	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pentasulfuro de Fósforo</i> • <i>Alcohol isobutilico</i> • <i>Soda Cáustica al 50%</i> • <i>NaMBT</i>

6.2 Materiales:

Dependiendo de la presentación final se utilizan los siguientes materiales:

- *Cilindro de plástico.*
- *Etiquetas.*
- *Sticker de seguridad*
- *Sello Metálico (opcional).*
- *Parihuela (opcional).*
- *Fleje plástico (opcional)*
- *Grapa F/G (opcional).*
- *Stretch film transparente (opcional).*

7. MUESTREO DE ACIDOS DITIOFOSFORICOS Y DITIOFOSFATOS - PRODUCTO TERMINADO

7.1 De acuerdo al reporte de producción se rotulan los frascos de vidrio de 250 ml donde se identifica:

- ✓ Número de lote
- ✓ Cantidad de cilindros por lote
- ✓ Fecha de muestreo

7.2 Abrir todos los cilindros y verificar con el tubo visor de muestreo el aspecto físico del líquido y color.

7.3 De cada "parihuela" o paleta de madera de 04 cilindros cada uno, se escogerá un cilindro al azar y se tomará una muestra hasta completar el lote.

7.4 Asegurarse de cerrar los cilindros después de cada muestreo.

7.5 De encontrar cilindros de producto con sedimentos se procederá a marcarlos con tinta indeleble e informar a producción para que sean retirados.

7.6 Se llevará la muestra al laboratorio para ser analizado. No debe realizarse el análisis de una muestra caliente, dejar enfriar.

8. MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Determinación del valor de yodo de ácidos ditiofosfóricos:

Esta prueba se aplica a todos los ácidos ditiofosforicos:

8.1.1 Equipo:

- Balanza analítica de precisión 0.1 mg.
- Agitador magnético.

8.1.2 Reactivos:

- Etanol neutralizado
- Hidróxido de sodio 0,1N
- Indicador mixto.

8.1.3 Procedimiento:

- Pesar 1,000(±0,1000) gramo de muestra del ácido ditiofosfórico en un vaso precipitado.

- Adicionar 40 ml de etanol neutralizado (con hidróxido de sodio 0,1N previamente).
- Adicionar 4 o 5 gotas de indicador mixto.
- Titular con NaOH 0,1N: el punto final es cuando la solución toma un color verde.

8.1.4 Cálculo:

El valor de yodo se determina utilizando la siguiente relación:

$$\text{Valor de yodo ácido ditiofosfórico} = \frac{\text{ml de NaOH} \times \text{factor} \times 1,269}{\text{Peso del ácido ditiofosfórico}}$$

8.2 Determinación del valor de yodo de ditiofosfatos

Esta prueba se aplica a todos los ditiofosfatos.

8.2.1 Equipo y materiales:

- Balanza analítica de precisión 0.1 mg.
- Agitador magnético.

8.2.2 Reactivo:

- Acido acético (1:1)
- Almidón soluble
- Yodo 0.1 N
- Tiosulfato de Sodio 0.1N

8.2.3 Procedimientos:

8.2.3.1 Para: D-238+Agua, D-208+Agua, D-211+Agua, DX-208, DX-238, DX-211

Procedimiento:

- Pesar 2,00 gr. de muestra de ditiofosfato y agregar 10 ml de agua.
- Verter 10 ml de solución ácido acético (1:1).
- Agregar 3 ml de yodo 0,1N luego adicionar 20 ml de Almidón.
- Titular de golpe hasta 10 ml de solución de yodo 0,1 N aprox.
- Terminar la titulación con goteo continuo y fino con Yodo 0,1N hasta un color azul intenso.
- Dejar agitando durante 15 segundos aprox. si hay cambio de color adicionar gota a gota 0.3 ml de solución de yodo (repetir este paso hasta que no se observe cambio de color).
- Al final titular con Tiosulfato de Sodio 0,1N (gota a gota) hasta un color Blanco Lechoso

- *El análisis queda registrado en la base de datos de control de calidad y en el reporte de análisis que se entrega a producción FO-PCI-OP-03*

8.2.3.2 Para: D-1477, D-1477T, D-238, D-3322, D-208, D-1477T, D-SODIO, D-249, D-211

Procedimiento:

- *Pesar 1,00 gr. de muestra aproximadamente y agregar 10 ml de agua destilada.*
- *Verter 10 ml de solución ácido acético (1:1).*
- *Agregar 3 ml de yodo 0,1N y luego adicionar 20 ml de Almidón.*
- *Titular de golpe hasta 10 ml de solución de yodo 0,1 N aprox.*
- *Terminar la titulación con goteo continuo y fino con Yodo 0,1N hasta un color azul intenso.*
- *Dejar agitando durante 15 segundos aprox. si hay cambio de color adicionar gota a gota 0.3 ml de solución de yodo (repetir este paso hasta que no se observe cambio de color).*
- *Al final titular con Tiosulfato de Sodio (gota a gota) hasta un color Blanco Lechoso.*
- *El análisis queda registrado en la base de datos de control de calidad y en el reporte de análisis que se entrega a producción FO-PCI-OP-03*

8.2.3.3 Para: D-1404, DX-1404, D-315, SOL MBT-Na, DT-432, DT-434

Procedimiento

- *Pesar 1,00 gr de muestra aproximadamente y agregar 10 ml de agua destilada.*
- *Verter 20 ml de Almidón.*
- *Agregar 4 ml de yodo 0.1N y luego adicionar 10 ml de ácido acético diluido.*
- *Titular de golpe hasta 10 ml de solución de yodo 0,1 N aprox.*
- *Terminar la titulación con goteo continuo y fino con Yodo 0,1N hasta un color azul intenso.*
- *Dejar agitando durante 15 segundos aprox. si hay cambio de color adicionar gota a gota 0.3 ml de solución de yodo (repetir este paso hasta que no se observe cambio de color).*
- *Al final titular con Tiosulfato de Sodio (gota a gota) hasta un color Blanco Lechoso.*
- *El análisis queda registrado en la base de datos de control de calidad y en el reporte de análisis que se entrega a producción FO-PCI-OP-03*

Observaciones:

- *Si el Almidón da un color marrón, desechar la solución y preparar una nueva.*
- *Debe hervir la solución de Almidón cuando se prepare.*
- *Tomar el peso cuando en el display de la balanza aparece la primera (g)*
- *Anotar características anormales de las muestras, como por ejemplo sedimentos, partículas y/o cristales en suspensión o producto emulsionado ó grasoso.*
- *La Velocidad del agitador deberá estar en la mitad al momento del análisis*

8.2.4 Cálculos:

El valor de yodo se determina utilizando la siguiente relación:

$$\text{Valor de Yodo ditiofosfato} = \frac{(G1 \times \text{Factor}_{\text{Yodo}} - G2 \times \text{Factor}_{\text{Tiosulfato}}) \times 1.269}{\text{Peso del Ditiiofosfato}}$$

Donde:

G1: Volumen gastado de la solución de yodo 0.1N

G2: Volumen gastado de la solución de Tiosulfato de sodio

Factor Yodo: se obtiene de dividir la Concentración estandarizada entre 0,1

Factor Tiosulfato: se obtiene de dividir la Concentración estandarizada entre 0,1

Nota: las concentraciones estandarizadas según la tabla de referencia: Anexo C.

8.3 Determinación del valor de PH de ditiofosfato

Esta prueba se aplica a todos los ditiofosfatos.

8.3.1 Equipo:

No aplica.

8.3.2 Reactivo:

- Papel indicador.

8.3.3 Procedimiento:

- Se toma una varilla de papel indicador y se sumerge en el producto ditiofosfato.
- Se espera un tiempo aproximado de 5 minutos para el cambio de color.
- Retirar el papel indicador húmedo y observar el color final.
- Se compara con el rango de colores que se encuentra en el frasco del indicador.
- Se registra el valor de pH en el reporte de producción de Ditiiofosfatos FO-PCI-OP-03.

8.3.4 Cálculos:

No aplica.

9. ROTULADO

9.1 Los envases deben contener las siguientes informaciones en el rotulado:

Identificación de cilindros	
<p><i>Cara 1</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Producto • Nombre del Fabricante • Peso Neto en kilogramos. • Código de identificación del lote. • Rombo NFPA • Etiqueta Líquido inflamable 3 • UN 2929 • Recomendaciones para la manipulación de cilindros. • No Registro del Producto Industrial. • Cualquier otra información exigida por las disposiciones legales vigentes. 	<p><i>Cara 2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sticker de seguridad

9.2 Cuando los cilindros de plástico o metal son envasados en palets y protegidas con "liner", se utilizarán parihuelas de madera de 1.0 m x 1.20 m debidamente certificadas con la Marca de tratamiento según norma internacional NIMF N°15 y serán identificadas con una etiqueta de identificación de lote.

10. ENVASE

10.1 Los Ácidos Ditiوسفóricos y los Ditiوسفatos serán envasados en cilindros o recipientes de plástico que aseguren su protección de la contaminación ambiental.

10.2 Se emplearán envases nuevos y que constituyan suficiente protección para el contenido en las condiciones normales de manipuleo y transporte.

10.3 Los cilindros de plástico llevarán pegadas las etiquetas con las indicaciones que se señala en el Capítulo 9 ROTULADO.

10.4 Se cumplirá con las exigencias establecidas entre el comprador y el vendedor para el transporte de este tipo de productos.

11. FIGURAS

Figura 11.1 Etiqueta que muestra las indicaciones que se señalan en el Capítulo 9 ROTULADO



Figura 11.2. Ejemplo de distribución de rótulos en un cilindro de plástico

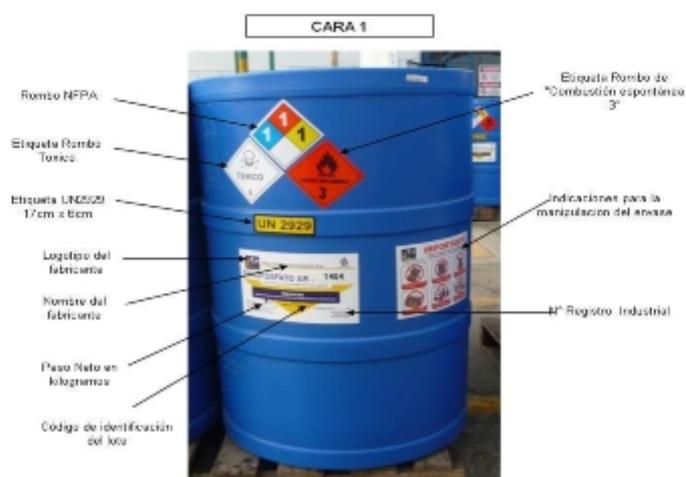


Figura 11.3. Distribución de rótulos en cilindros – cara superior 2



12. ANEXOS

A. FICHAS TÉCNICAS

A.1 PENTASULFURO DE FÓSFORO

Sinónimos: sulfuro fosfórico, Persulfuro de Fósforo, Anhidro Tiofosfórico.

DESCRIPCIÓN: El Pentasulfuro de Fósforo (P₂S₅) es un sólido granulado de color amarillo, de carácter higroscópico y de olor similar al Sulfuro de Hidrógeno.

Se descompone en atmósfera húmeda. Es soluble en solución de hidróxidos alcalinos.

Se obtiene por reacción de Fósforo y Azufre.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES

Fósforo total, % en peso, min	27.3
-------------------------------	------

2. REFERENCIALES

Azufre total % en peso, min.	71.0
Fe (ppm), máx.	20.0
Color Gardner % en peso, máx.	1.0
Residuos % en peso, máx.	0.1

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS

Formula Química	P ₂ S ₅
Peso Molecular (gr/mol)	222.26
Densidad a 20°C (gr/ml)	2.03
Punto de Fusión, °C	286-290
Punto de Ebullición, °C	515
Presión de Vapor a 30°C, mmHg	1.0
Temperatura de autoignición, °C	260-290

4. ENSAYOS ESPECIALES

Reacción con Metano, % en peso, min.	85.0
Titulación Alcalina, % en peso min.	60.0
Titulación con Yodo, % en peso min.	57.0

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO: Debe evitarse la inhalación del polvo de P₂S₅ pues libera H₂S en contacto con la humedad. Al quemarse en el aire forma P₂O₅ y SO₂, productos de la combustión, que son irritantes de la piel, vías respiratorias y de los ojos, al reaccionar con agua o alcoholes generan H₂S debiendo de tenerse en cuenta el peligro del contacto con este gas.

6. ENVASES Y ALMACENAJE: Este producto debe de ser envasado y almacenado en cilindros de metal con un peso neto de 200 Kg. de preferencia.

A.2 ACIDO CRESÍLICO

DESCRIPCIÓN: Es un líquido que se obtiene de la destilación destructiva de los residuos que quedan después de la destilación del petróleo, o a partir del alquitrán de carbón. Consiste principalmente en una mezcla de cresoles (meta, para y orto-cresol), además contiene por lo menos dos docenas de distintos compuestos químicos, siendo los más importantes: xilenoles, timoles, xenoles, naftoles, tiocresoles, tiofenoles, difenilos, etc.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES:

Meta-cresol + Para cresol % en peso, min.	90
Orto-cresol % en peso, máx.	1

2. REFERENCIALES:

Aceite neutro	0.2
---------------	-----

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

Formula Química (cresol)	$CH_3C_6H_4OH$
Peso molecular	108.13
Gravedad específica a 15.5° C	1.03-1.04
Agua % en peso, máx.	0.20

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO: Si el ácido cresílico no se maneja con cuidado es una sustancia peligrosa a causa de sus efectos locales y sistemáticos.

Debe evitarse cualquier contacto con la piel, así como su inhalación, y tiene una acción local por ropa contaminada. La sustancia es inmediatamente absorbida por la piel y membranas mucosas, puede causar serias quemaduras o envenenamiento.

6. ENVASE Y ALMACENAJE:

Debe envasarse en cilindros metálicos con un peso neto, de preferencia 200Kg.

NOTA: Debe de adjuntarse una muestra para pruebas previas cuando se intente cambiar de calidad de ácido.

A.3 ALCOHOL ETÍLICO RECTIFICADO

DESCRIPCIÓN:

Este producto es un líquido incoloro, límpido, volátil, de color etéreo a vino, sabor picante, miscible en agua, alcohol metílico, éter, cloroformo y acetona. Se usa como disolvente para resinas, grasas, aceites, etc. Y como materia prima en la fabricación de reactivos de flotación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

1. INDISPENSABLE:

Concentración, % en peso min.	94.0
Gravedad específica a 20/20°C	0.7920-0.8115

2. REFERENCIALES:

Acidez como ácido acético, % en peso, máx.	0.002
--	-------

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Fórmula Química	C ₂ H ₅ OH
Peso Molecular (gr. /mol)	46.07
Estado	líquido
Color (APHA)	incoloro
Punto de inflamación (Copa abierta), °C	18.3
Punto de ebullición, °C	78.3

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO:

Por ser inflamable y volátil, debe prevenirse contra el fuego y altas temperaturas. Es un veneno no acumulativo, puede tener efectos tóxicos y narcóticos por ingestión.

6. ENVASES Y ALMACENAJES:

Debe ser envasado en cilindros de 53 galones.

7. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Número UN:	1170
Número CAS:	64-17-5

A.4 ALCOHOL ISOPROPÍLICO

Sinónimos: AIP, Dimetil carbinol, 2- propanol.

DESCRIPCIÓN: Es un líquido claro, incoloro, con suave olor característico, miscible en agua y en muchos solventes orgánicos. Se usa como solvente de gomas resinas, etc., en la industria de pinturas y barnices; se usa como materia prima para muchos derivados isopropílicos de amplia aplicación como xantatos y ditiofosfatos, además se usa como agente descongelante para combustibles líquidos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INDISPENSABLES:

Pureza, % en peso, mín.	99.0
Agua, % en peso, máx.	0.20

2. REFERENCIALES:

Color (Pt.Co), máx.	10.00
Materia no volátil, gr/100ml, máx.	0.005

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	$(CH_3)_2CHOH$
Peso molecular, gr/mol	60.00
Punto de fusión, °C	-86.00
Punto de ebullición, °C	82.4
Acidez como ácido acético, % en peso máx.	0.002
Gravedad específica a 20/20 °C	0.785 - 0.791
Presión de vapor a 20 °C, mmHg	33.00
Punto de Inflamación TAG CC, ° C	11.70
Temperatura de autoignición, °C	399.0

5. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCION EN EL MANIPULEO

El alcohol isopropílico tiene propiedades fisiológicas similares a las del alcohol etílico. Es recomendable evitar una prolongada respiración de sus vapores; además debe tomarse precauciones apropiadas por ser inflamable. No causa irritación a la piel y tiene propiedades desinfectantes.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Se transporta a granel en camiones cisternas y se almacena en tanques de gran volumen.

A.5 ALCOHOL SEC-BUTÍLICO

Sinónimos: Alcohol Butílico Secundario, 2-Butanol, Metil – Etil – Carbinol

DESCRIPCIÓN: Es un líquido incoloro, transparente, de olor vinoso. Soluble en agua miscible en todas las proporciones en la mayoría de disolventes orgánicos. Es un alcohol de alta pureza, disolvente de resinas barnices, ceras, etc. Se usa en la elaboración de productos químicos y como agente espumante en la flotación de minerales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INDISPENSABLES:

Pureza, % en peso, mín.	99.00
Agua, % en peso, máx.	0.200

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	$CH_3CH_2CHOHCH_3$
Peso Molecular, gr/mol	74.12
Gravedad específica a 20/20 °C	0.8080-0.8095
Acidez como ácido acético, % en peso máx.	0.003
Rango de destilación a 760 mmHg en °C	98 -101
Rango de evaporación, éter – 1 en °C	20.00
Punto de ebullición, °C	98.5
Punto de fusión, °C	-114.7
Punto de inflamación, vaso cerrado, °C	24
Temperatura de autoignición, °C	406.0

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES DE MANIPULEO

El vapor es irritante de los ojos, nariz y garganta, aunque su toxicidad es relativamente baja, la excesiva inhalación puede producir dolor de cabeza, mareo y somnolencia. El prolongado contacto con la piel puede resultar en sequedad y resquebrajamiento de la piel.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Este producto debe ser comercializado en cilindros de metal de 54 galones de capacidad.

A.6 ALCOHOL ISOBUTÍLICO

Sinónimos: Isopropil carbinol, 2-metil-1-propanol

DESCRIPCIÓN: Es un líquido incoloro, transparente, de olor vinoso. Soluble en agua miscible en todas las proporciones en la mayoría de disolventes orgánicos. Es un alcohol de alta pureza, disolvente de resinas barnices, ceras, etc. Se usa en la elaboración de productos químicos y como agente espumante en la flotación de minerales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INDISPENSABLES:

Pureza, % en peso, mín.	99.00
Agua, % en peso, máx.	0.20

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	$(CH_3)_2CHCH_2OH$
Peso Molecular, gr/mol	74.12
Gravedad específica a 20/20 °C	0.802-0.806
Acidez como ácido acético, % en peso, máx.	0.003
Rango de destilación a 760 mmHg en °C	106 -109,5
Rango de evaporación, éter - 1 en °C	20.00
Punto de ebullición, °C	107,9
Punto de inflamación, vaso cerrado, °C	29
Temperatura de autoignición, °C	430

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES DE MANIPULEO

El vapor es irritante de los ojos, nariz y garganta. Aunque su toxicidad es relativamente baja, la excesiva inhalación puede producir dolor de cabeza, mareo y somnolencia. El frecuente y prolongado contacto con la piel puede resultar en sequedad y resquebrajamiento de la piel.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Este producto debe ser comercializado en cilindros de metal de 54 galones de capacidad.

A.7 ALCOHOL AMILICO ACTIVO

Sinónimos: 2-Metil-1-butanol

DESCRIPCION: Es un líquido incoloro, de carácter aceitoso y libre de materiales en suspensión. Esta compuesto por una mezcla de alcoholes amilicos. Insoluble en agua.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. INDISPENSABLES:

Total C5 alcoholes, wt. % en peso, min.	95,0
2-metil, 1-butanol % en peso	75 - 85
N-Pentanol % en peso	< 10
3-metil, 1-butanol % en peso	< 10
Agua, % en peso, máx.	0,2

2. REFERENCIALES:

Gravedad específica a 20°C, gr/cm ³	0,819
Rango de destilación, a 760 mmHg, °C	128 - 131
Acidez como ácido acético, % en peso máx.	0,01

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Fórmula química	C ₅ H ₁₁ OH
Peso molecular, gr/mol	88,148
Presión de vapor, a 20 °C, mbar	4,3
Punto de Inflamación TAG CC, ° C	50

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCION EN EL MANIPULEO

El alcohol amilico activo es un producto toxico, evite el contacto con ojos, piel y ropa. Evite la ingestión y la inhalación. Este producto es un líquido inflamable. Los recipientes vacios contienen residuos del producto (líquido y/o vapor) y puede ser peligroso; no cortar, soldar, perforar ó exponer los contenedores vacios al calor. Utilice sólo en un área bien ventilada. Lave completamente después del manejo.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Este producto puede ser envasado en cilindros de 55 galones de capacidad debidamente sellados (cuando no esté en uso) o en tanques de almacenamiento cuando el producto es a granel. Conservar en un lugar fresco, seco y bien ventilado, alejado de sustancias incompatibles en zonas protegidas contra incendios.

7. USOS

Se utiliza como disolvente de grasas, aceites y muchas resinas naturales y sintéticas.

A.8 SODA CAÚSTICA EN SOLUCIÓN AL 50%

Sinónimo: Hidróxido de Sodio.

DESCRIPCIÓN: Es un líquido incoloro y limpido, casi libre de suciedad y de materias extrañas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.-INDISPENSABLES:

Contenido de NaOH (% en peso), mínimo 48.5

2.-REFERENCIALES:

Alcali total como NaO (% en peso) mín. 38
 Carbonato de Sodio como Na₂CO₃, % en peso, máx. 0.7
 Cloruros como NaCl, % en peso máx. 1.1
 Sulfatos como Na₂SO₄, % en peso máx. 0.2
 Hierro como Fe, % en peso máx. 0

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Gravedad específica a 26.6/26.6°C 1.52
 Viscosidad a 26.6°C, cp 55
 Formula Química: NaOH
 Peso Molecular (gr/mol): 40.005.

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES DE MANIPULEO

Esta sustancia es muy peligrosa cuando no se sabe manejarla; es destructiva para los tejidos causando severas y profundas quemaduras. Para el manipuleo de este producto deben tomarse medidas de protección, usando el equipo adecuado como respiradores, guantes, etc.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Este producto debe de ser envasado en cilindros de metal, de 320 Kg aproximadamente, revestido internamente de una fina capa de plata para evitar la humedad del medio exterior. Se debe de almacenar en zonas en donde la humedad no sea muy elevada, y evitar la contaminación con la oxidación del metal.

A.9 SOLUCIÓN AMONICAL

Sinónimo: Agua Amoniacal, Hidróxido Amónico, Hidrato Amónico, Amoniac Acuoso

DESCRIPCIÓN: Es un líquido incoloro de olor muy fuerte. La concentración de las soluciones llega hasta 30% en amoniaco.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**1. INDISPENSABLES:**

Contenido de Amoniac (% en peso)
0,895 ----- 0,901 (peso específico a 15°C)
30% ----- 28% min.

2. REFERENCIALES:

Apariencia: Líquido incoloro, casi libre de materia en suspensión

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Formula Química *NH₄OH*
Peso Molecular *35,0*

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Esta sustancia es un irritante local y corrosivo, capaz de causar destrucción de tejidos (severas quemaduras) al contacto con la piel, ojos y membranas mucosas. El gas amoniaco que puede emitirse es extremadamente irritante para los ojos y membranas mucosas. De modo que la inhalación puede resultar en serio daño respiratorio.

6. ENVASE Y ALMACENAJE: *Este producto debe ser envasado en cilindros metálicos con revestimiento de PVC o, en caso contrario, en tanques cisternas con refrigeración externa.*

A.10 TIOCARBANILIDA

Sinónimos: N,N-difeniltiourea

DESCRIPCIÓN: Es un polvo gris ligeramente soluble en alcohol y éter, insoluble en agua. Soluble en acetona. Es combustible y tóxico.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**1. INDISPENSABLES:**

<i>Composición % en peso mín.</i>	98.0
<i>Volátiles, % en peso, máx.</i>	0.5
<i>Punto de Fusión °C mín.</i>	148

2. REFERENCIALES:

<i>Cenizas, % en peso máx.</i>	0,5
--------------------------------	------------

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

<i>Fórmula química</i>	$C_{12}H_{12}N_2S$
<i>Peso molecular, gr/mol</i>	228,32

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

La tiocarbamilida es un producto tóxico, debe evitarse el contacto con la piel y la absorción a través de la respiración.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Debe estar envasado en tambores o en sacos de papel reforzado con una masa neta de 20 ó 25 kilos.

Almacenar en lugares secos y frescos.

A.11 MBT (2-Mercaptobenzotiazol)

DESCRIPCIÓN: Es un polvo amarillento de olor ligero. Es soluble en cáusticos diluidos, alcohol, acetona, benceno y cloroformo; insoluble en agua y gasolina.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INDISPENSABLES:

Composición % en peso.	95.0
Punto de fusión °C	173-177

2. REFERENCIALES:

Fórmula química	C_6H_4NSCSH
Peso molecular, gr/mol	167.26
Solubilidad en agua	insoluble
Materia volátil % en peso	0,5 máx.
Color	amarillento

3. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

4. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Producto tóxico, es recomendable evitar contacto con la piel y ojos, además debe tomarse precauciones apropiadas.

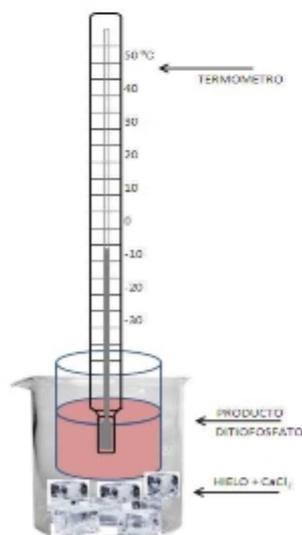
5. ENVASE Y ALMACENAJE

Debe estar envasado en tambores o en sacos de papel reforzado con una masa neta de 20 ó 25 kilos.

Almacenar en lugares secos y frescos.

**B. PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE CONGELAMIENTO DITIOFOSFATOS
PRODUCTO TERMINADO.**

- Se utiliza 50 ml de muestra de producto ditiofosfato y se adiciona en el tubo Cold Test (hasta la marca).
- Se coloca en la boca del tubo un termómetro para congelamiento (Termómetro ASTM 5C -38 °C hasta 50 °C de graduación) y se arma el sistema como en la figura 1.
- Se prepara una mezcla de hielo CaCl_2 para el sistema, y se adiciona alrededor del tubo Cold Test. Se toma la lectura de temperatura cada 5°C de diferencia hasta que descienda a -12 °C.
- Si al llegar a -12 °C, el producto no sufre congelamiento se dará por aprobado, si sucediera lo contrario será desaprobado y se comunicará al área respectiva.
- El congelamiento estará definido cuando se incline el tubo en forma horizontal y se aprecie que parte o toda la masa no se desplace por 5 segundos.



C. ESTANDARIZACIÓN DE SOLUCIONES.

ESTANDARIZACION DE SOLUCIONES

1. YODO 0.1N

Pesar 0.2000 gramos de As_2O_3 por triplicado en frasco erlenmeyer de 300 ml y añadir 10 ml de NaOH 1N y mezclar hasta disolver. Adicionar 10 ml de agua destilada aproximadamente y 10 ml de ácido sulfúrico QP (1+35 en volumen) y mezclar lentamente. Adicionar $NaHCO_3$ (bicarbonato de sodio) hasta que cese la efervescencia. Añadir un gramo en exceso aproximadamente.

Adicionar 15 ml de solución de almidón y titular hasta la permanencia del color azul.

$$N = \frac{W}{0.04955 \times V}$$

N = normalidad
W = peso de ácido arsenoso en gramos
V = volumen gastado en mililitros

2. TIOSULFATO DE SODIO 0.1N

1. Se toma 15 ml de solución de Tiosulfato de sodio.
2. Verter 10 ml de solución ácido acético (1:1).
3. Agregar 3 ml de la solución de yodo 0,1N y luego adicionar 20 ml de Almidón.
4. Titular con goteo continuo y fino con solución de Yodo 0,1N hasta un color azul intenso.

$$N_{\text{Tiosulfato de sodio}} = \frac{N_{\text{Yodo}} \times V_{\text{Yodo}}}{V_{\text{Tiosulfato de sodio}}}$$

N_{Yodo} = Normalidad de Iódido de sodio estandarizado.
 V_{Yodo} = Volumen gastado en mililitros de la solución de yodo.
 $V_{\text{Tiosulfato de sodio}}$ = Volumen gastado en mililitros de la solución de Tiosulfato de sodio.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

13.1 *AEROFLOATS, Plant of The American Cyanamid Company for Reactivos Nacionales S.A. June 1980.*

13.2 *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Reglamento Modelo, edición N° 16. Naciones Unidas, 2009.*

13.3 *Handbook of Flotation Reagents: Chemistry, Theory and Practice: Volume 1: Flotation of Sulfide Ores by Srdjan M. Bulatovic (Apr 6, 2007).*

13.4 *Cytec Mining Chemicals Handbook: 100th Anniversary Edition, Cytec Industries Inc. 2002.*

13.5 *Flotation, Theory, Reagents and ore testing, Ronald D. Crozier, notes for a short course held at the Camborne School of mines, March 26 and 27, 1990.*

ANEXO 3

NORMA TECNICA DE EMPRESA
REACTIVOS NACIONALES S.A

Av. Néstor Gambetta N° 6448.

NTE ESP-2011
2011

Callao - Perú

REACTIVOS PARA FLOTACIÓN DE MINERALES. *Espumantes. Requisitos*

FECHA de Aprobación: 2011 /12/ 05
 Segunda Edición

Elaborado por:	Aprobado por:
<i>Fredy Efraín Castillejo Melgarejo</i> Jefe de Proyectos Firma Luis Santiago Talledo Reyna Gerente de Administración y Finanzas
<i>Luis Alberto Palomares Alvaríño</i> Jefe de Producción Firma	
<i>Luis Alberto Carcamo Sanchez</i> Jefe de Control de Calidad Firma	
<i>Nivia Doris Palomares Yallico.</i> Asistente del SGI Firma	
05 Diciembre del 2011	05 Diciembre del 2011

INDICE

INDICE	
PREFACIO	
1. OBJETO	1
2. DEFINICIÓN	1
3. REFERENCIAS NORMATIVAS	2
4. CLASIFICACIÓN	2
5. REQUISITOS	2
6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	3
7. MUESTREO	4
8. MÉTODOS DE ENSAYO	4
9. ROTULADO	6
10. ENVASE	6
11. FIGURAS	7
12. ANEXOS	9
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

PREFACIO

A. INTRODUCCIÓN

A1. *La presente norma técnica fue reeditada por el comité técnico de Reactivos Nacionales S.A. durante el mes de Octubre del 2011 y corresponde a la segunda edición. Esta norma técnica es importante porque establece las características de calidad y envasado de los espumantes para aplicaciones metalúrgicas.*

A2. *La presente norma técnica de empresa ha sido estructurada de acuerdo con la "Guía para la elaboración de normas técnicas de empresa o propias (NTE)" de la dirección de normas técnicas y supervisión industrial del Ministerio de la Producción del gobierno Peruano.*

A3. *La norma técnica de la empresa Reactivos Nacionales S.A, ha tomado como antecedentes a la norma técnica propia ESP-2004 REACTIVOS DE FLOTACION., Espumantes, Requisitos.*

B. EQUIPO RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA NTE

Responsable:

Fredy Efraín Castillejo Melgarejo.

Relación de miembros:

Luis Alberto Palomares Alvaráño.

Luis Alberto Carcamo Sanchez.

Nivia Doris Palomares Yallico.

Jefe de Proyectos - Reactivos Nacionales S.A.

Jefe de Producción - Reactivos Nacionales S.A.

Jefe de Control de Calidad - Reactivos Nacionales S.A.

Asistente del SGI - Reactivos Nacionales S.A.

---ooOoo---

REACTIVOS DE FLOTACIÓN DE MINERALES. *Espumantes. Requisitos*

1. OBJETO

Esta Norma Técnica establece los requisitos y las características de calidad y envasado que deben cumplir los espumantes para aplicaciones metalúrgicas.

2. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma técnica se aplican las siguientes definiciones:

2.1 Espumantes: *Son tensoactivos comúnmente empleados como agentes espumantes en operaciones de flotación de minerales, son sustancias orgánicas de superficies activas heteropolares que se concentran por absorción en la interfase aire-agua, ayudando a mantenerse a las burbujas de aire dispersas y evitando su coalescencia. Los espumantes son compuestos análogos en su estructura a los colectores como xantatos y ditiolfosfatos, su diferencia con éstos radica en el carácter del grupo polar que en los colectores es un grupo químicamente activo para reaccionar con la superficie del mineral mientras que en los espumantes es un grupo liofílico de gran afinidad con el agua.*

2.2 Envase: *Cualquier recipiente que contiene productos para su entrega como un Producto único, que los cubre total o parcialmente, y que incluye los embalajes y envolturas.*

2.3 Fecha de producción o fabricación: *La fecha en que el producto se transforma en el producto descrito.*

2.4 Fecha de envasado: *La fecha en que se coloca el producto en el envase.*

2.5 Etiqueta o rótulo: *Cualquier marbete, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o en huecograbado (bajo relieve) o adherido al envase del producto.*

2.6 Embalaje/envase: *uno o más recipientes y todos los demás elementos o materiales necesarios para que el o los recipientes puedan desempeñar su función de contención y demás funciones de seguridad.*

2.7 Lote: *Una cantidad determinada de un producto fabricado en condiciones esencialmente iguales.*

2.8 Nombre del producto: *El nombre deberá indicar la verdadera naturaleza del producto y normalmente, deberá ser específico y no genérico.*

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

No hay normas específicas que sean citadas como referencias normativas en el presente texto que constituyan requisitos de esta Norma Técnica de Empresa; sin embargo, se citan en el Capítulo 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS las publicaciones que sirvieron como referencia para la elaboración del presente documento.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Los espumantes son compuestos químicos con composición definida de los siguientes solventes:

- Alcohol amílico
- Metil isobutil carbinol
- Ácido cresílico
- Alcohol isobutilico
- Polipropilen Glicol (PPG)
- 2- butoxietanol (Butyl Cellosolve)
- Acetato de Cellosolve
- Etil Cellosolve

4.2 Reactivos Nacionales S.A. designa a sus productos terminados con nombres propios que se muestran en el Cuadro 6.1.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos de Calidad

5.1.1 Todos los Espumantes, deben cumplir con las fracciones en peso de cada componente de acuerdo a la formulación establecida.

5.1.2 El Espectro Infrarrojo por Transformadas de Fourier (FTIR) del producto terminado debe tener una correspondencia de 0.9900 como mínimo con el espectro de una muestra patrón del mismo tipo de producto.

5.1.3 Los productos deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.

5.2 Requisitos Generales

Los productos deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza.

6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

6.1 Materias Primas

Las materias primas que se utilizan para la fabricación de espumantes deben ser de Grado Técnico y deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las fichas técnicas que se adjuntan en el Capítulo 12 ANEXO A.

En el Cuadro 6.1 se muestran las materias primas para la fabricación de los espumantes que actualmente comercializa Reactivos Nacionales S.A.

CUADRO 6.1 Materias primas para la fabricación de Espumantes

NOMBRE	Materias Primas
ER - 65	<ul style="list-style-type: none"> • Metil Isobutil Carbinol • Alcohol amílico
ER - 350	<ul style="list-style-type: none"> • Metil Isobutil Carbinol • Alcohol Isobutilico • PPG-425 • Butil Cellosolve
ER - 370	<ul style="list-style-type: none"> • PPG-425 • Butil Cellosolve
ER - 440	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido cresílico • PPG-425 • Butil Cellosolve

6.2 Materiales

Dependiendo de la presentación final se utilizan los siguientes materiales:

- Cilindro metálico.
- Etiquetas.
- Sello Metálico.
- Parihuela (opcional).
- Fleje plástico (opcional)
- Grapa F/G (opcional).
- Stretch film transparente (opcional).

7. MUESTREO DE ESPUMANTES - PRODUCTO TERMINADO

7.1 De acuerdo con el reporte de producción se rotulan los frascos de vidrio de 250ml donde se identifica:

- Número de lote
- Cantidad de cilindros por lote
- Fecha de muestreo

7.2 Abrir todos los cilindros y verificar con el tubo visor de muestreo el aspecto físico del líquido y color.

7.3 De cada "parihuela" o paleta de madera de 04 cilindros cada uno, se escogerá un cilindro al azar y se tomará una muestra hasta completar el lote.

7.4 Asegurarse de cerrar los cilindros después de cada muestreo.

7.5 De encontrar cilindros de producto con sedimentos se procederá a marcarlos con tinta indeleble e informar a producción para que sean decantados.

7.6 Se llevará la muestra al laboratorio para ser analizado. No debe realizarse el análisis de una muestra caliente, dejar enfriar a temperatura ambiente.

8. MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Determinación del factor de correspondencia:

Esta prueba se aplica a todos los espumantes:

8.1.1 Equipo:

- Espectrofotómetro infrarrojo rango de 4000 cm^{-1} hasta 650 cm^{-1}
En nuestro caso es la marca thermo Scientific modelo iS10

8.1.2 Reactivos:

No aplica

8.1.3 Procedimiento:

Las determinaciones se realizan mediante Espectroscopía Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR) en un equipo THERMO SCIENTIFIC iS10, la banda de absorción hace un barrido de 650 a 4000 cm-1.

- *Se identifica el producto a analizar en el software.*
- *Se realiza una corrida en blanco (sin muestra).*
- *Se toma cuidadosamente una gota de la muestra de espumante y se coloca en la porta muestra.*
- *Se corre el espectro IR y observar que el espectro de la muestra aparezca en la pantalla.*
- *Insertar datos específicos de la muestra (cantidad de cilindros de lote, fecha de producción, aspecto físico del producto y otros) en el software, finalmente se guarda en la base de datos del software.*
- *Realizar una comparación de la muestra versus el estándar y anotar su factor de correlación (0.0000 a 0.9999).*
 - a. *Si el factor de correlación es mayor o igual a 0.9900 ($r \geq 0.9900$), el espumante es aprobado (Producto Conforme).*
 - b. *Si el factor de correlación estuviera entre 0.9800 a 0.9899 se solicitará al laboratorio de investigación realizar una evaluación metalúrgica del lote reportado versus un estándar (lote conforme).*
 - c. *En todos los demás casos, el producto final es rechazado y es comunicado a producción para que se tomen las medidas del caso.*
- *Se reporta al área de producción la conformidad o no conformidad mediante un formato FO-PCI-OP-04*

*Nota: En el caso b, el área de investigaciones emitirá un informe metalúrgico con el cual se definirá la conformidad del producto.
La evaluación metalúrgica será una alternativa cuando por alguna razón el espectrofotómetro no estuviera disponible.*

9. ROTULADO

9.1 Los envases deben contener las siguientes informaciones en el rotulado:

Cilindros	
<p><i>Cara 1</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Producto • Nombre del Fabricante • Peso Neto en kilogramos. • Código de identificación del lote. • Rombo NFPA Rombo • Etiqueta líquido inflamable³ • UN 2929 • No Registro Industrial. • Cualquier otra información exigida por las disposiciones legales vigentes. 	<p><i>Cara2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sellos de seguridad con el nombre de la empresa

9.2 Cuando los cilindros de metal o plástico son envasados en palets y protegidas con "Liner", se utilizarán parihuelas de madera de 1.00 m x 1.20 m debidamente certificadas con la Marca de tratamiento según norma internacional NIMF N°15.

10. ENVASE

10.1 Los Espumantes serán envasados en cilindros o recipientes metálico o de plástico que aseguren su protección de la contaminación ambiental.

10.2 Se emplearán envases de primer uso y que constituyan suficiente protección para el contenido en las condiciones normales de manipuleo y transporte.

10.3 Los cilindros de plástico llevarán pegadas las etiquetas con las indicaciones que se señala en el Capítulo 9 ROTULADO.

10.4 Se cumplirá con las exigencias establecidas entre el comprador y el vendedor para el transporte de este tipo de productos.

11. FIGURAS

Figura 11.1 Etiquetas que muestra las indicaciones que se señalan en el Capítulo 9 ROTULADO.



Figura 11.2. Ejemplo de distribución de rótulos en el cilindro



12. ANEXOS

A. FICHAS TÉCNICAS

A.1 METIL ISOBUTIL CARBINOL

Sinónimos: 4-metil-2-pentanol

DESCRIPCION: El metil isobutil carbinol es un alcohol de cadena larga, tiene limitada solubilidad en el agua, pero es miscible con muchos solventes orgánicos.

Entre los muchos usos del MIBC, es como un solvente en la producción de lacas y espumantes, procesamiento de talco y surfactantes. Materia prima para plastificantes.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLE:

Pureza, % en peso, mín. 99,0

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Fórmula química	$(CH_3)_2CHCH_2CH(OH)CH_3$
Peso molecular, gr/mol	102,18
Punto de ebullición °C	131,7
Gravedad específica a 20°C	0,807
Apariencia y olor	Líquido incoloro, olor suave.
Punto de inflamación a copa cerrada °C	42

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Es recomendable evitar una prolongada respiración de sus vapores; además debe tomarse precauciones apropiadas por ser un líquido inflamable.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Puede ser envasado en cilindros de 53 galones de capacidad.

A.2 ALCOHOL AMILICO ACTIVO

Sinónimos: 2-Metil-1-butanol

DESCRIPCION: Es un líquido incoloro, de carácter aceitoso y libre de materiales en suspensión. Esta compuesto por una mezcla de alcoholes amilicos. Insoluble en agua.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. INDISPENSABLES:

Total C5 alcoholes, wt. % en peso, mín.	95,0
2-metil, 1-butanol % en peso	75 - 85
N-Pentanol % en peso	< 10
3-metil, 1-butanol % en peso	< 10
Agua, % en peso, máx.	0,2

2. REFERENCIALES:

Gravedad específica a 20°C, gr/cm ³	0,819
Rango de destilación, a 760 mmHg, °C	128 -131
Acidez como ácido acético, % en peso máx.	0,01

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Fórmula química	C ₅ H ₁₁ OH
Peso molecular, gr/mol	88,148
Presión de vapor, a 20 °C, mbar	4,3
Punto de Inflamación TAG CC, ° C	50

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCION EN EL MANIPULEO

El alcohol amilico activo es un producto toxico, evite el contacto con ojos, piel y ropa. Evite la ingestión y la inhalación. Este producto es un líquido inflamable. Los recipientes vacíos contienen residuos del producto (líquido y/o vapor) y puede ser peligroso; no cortar, soldar, perforar ó exponer los contenedores vacíos al calor. Utilice sólo en un área bien ventilada. Lave completamente después del manejo.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Este producto puede ser envasado en cilindros de 55 galones de capacidad debidamente sellados (cuando no esté en uso) o en tanques de almacenamiento cuando el producto es a granel. Conservar en un lugar fresco, seco y bien ventilado, alejado de sustancias incompatibles en zonas protegidas contra incendios.

7. USOS

Se utiliza como disolvente de grasas, aceites y muchas resinas naturales y sintéticas.

A.3 ALCOHOL ISOBUTILICO

Sinónimos: Isopropil carbinol, 2-metil-1-propanol

DESCRIPCIÓN: Es un líquido incoloro, transparente, de olor vinoso. Soluble en agua miscible en todas las proporciones en la mayoría de disolventes orgánicos. Es un alcohol de alta pureza, disolvente de resinas barnices, ceras, etc. Se usa en la elaboración de productos químicos y como agente espumante en la flotación de minerales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. INDISPENSABLES:

Pureza, % en peso, min.	99.00
Agua, % en peso, máx.	0.20

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula química	$(CH_3)_2CHCH_2OH$
Peso Molecular, gr/mol	74.12
Gravedad específica a 20/20 °C	0.802-0.806
Acidez como ácido acético, % en peso, máx.	0.003
Rango de destilación a 760 mmHg en °C	106 –109,5
Rango de evaporación, éter – 1 en °C	20.00
Punto de ebullición, °C	107,9
Punto de inflamación, vaso cerrado, °C	29
Temperatura de autoignición, °C	430

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES DE MANIPULEO

El vapor es irritante de los ojos, nariz y garganta. Aunque su toxicidad es relativamente baja, la excesiva inhalación puede producir dolor de cabeza, mareo y somnolencia. El frecuente y prolongado contacto con la piel puede resultar en sequedad y resquebrajamiento de la piel.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Este producto debe ser comercializado en cilindros de metal de 54 galones de capacidad.

A.4 ACIDO CRESÍLICO

Sinónimos:

DESCRIPCIÓN: Es un líquido que se obtiene de la destilación destructiva de los residuos que quedan después de la destilación del petróleo, o a partir del alquitrán de carbón. Consiste principalmente en una mezcla de cresoles (meta, para y orto-cresol), además contiene por lo menos dos docenas de distintos compuestos químicos, siendo los más importantes: xilenoles, timoles, xenoles, naftoles, tiocresoles, tiofenoles, difenilos, etc.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. INDISPENSABLES:

Meta-cresol + Para cresol %Peso, min.	90
Orto-cresol %Peso, máx.	1

2. REFERENCIALES:

Aceite neutro	0.2
---------------	-----

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

Formula Química (cresol)	$CH_3C_6H_4OH$
Peso molecular	108.13
Gravedad específica a 15.5° C	1.03-1.04
Agua % peso, máx.	0.20

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO: Si el ácido cresílico no se maneja con cuidado es una sustancia peligrosa a causa de sus efectos locales y sistemáticos.

Debe evitarse cualquier contacto con la piel, así como su inhalación, y tiene una acción local por ropa contaminada. La sustancia es inmediatamente absorbida por la piel y membranas mucosas, puede causar serias quemaduras o envenenamiento.

6. ENVASE Y ALMACENAJE:

Debe envasarse en cilindros metálicos con un peso neto, de preferencia 200Kg.

NOTA: Debe de adjuntarse una muestra para pruebas previas cuando se intente cambiar de calidad de ácido.

A.5 ARCOL PPG-425 POLYOL® o equivalente

DESCRIPCION: Es un disolvente de polipropilenglicol.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:**1. INDISPENSABLES:**

<i>Número ácido mg KOH máx.</i>	<i>0.05</i>
<i>Número de hidroxilo (mg KOH)</i>	<i>250 a 276</i>
<i>PH 10:6 (IPA: AGUA)</i>	<i>5 a 6</i>
<i>Materia suspendida</i>	<i>free</i>
<i>Agua % en peso máx.</i>	<i>0.05</i>

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

4. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Es un producto de alta inflamabilidad debiendo tomarse medidas para evitar peligroso incendio. Es relativamente no irritante a la piel, pero el continuo y diario contacto puede causar sequedad y posible resquebrajamiento.

5. ENVASE Y ALMACENAJE

Este producto se comercializa en cilindros de 53 galones.

A.6 BUTYL CELLOSOLVE

Sinónimos: 2-BUTIOXETANOL

DESCRIPCION: Es un éter de glicol de extremada pureza usado como disolvente en la industria de pinturas, en al fabricación de plastificantes y de lacas.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

1. INDISPENSABLE:

<i>Pureza, % en peso,</i>	<i>min. 99.0</i>
<i>Etilenglicol %,</i>	<i>máx. 0.5</i>

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

<i>Fórmula química</i>	<i>CH₃CH₂CH₂CH₂OCH₂CH₂OH</i>
<i>Peso molecular, gr/mol</i>	<i>118.18</i>
<i>Acidez como ácido acético, % en peso, máx.</i>	<i>0.003</i>
<i>Punto de ebullición °C</i>	<i>171.2</i>
<i>Gravedad específica a20°C</i>	<i>0.9022</i>
<i>Apariencia y olor</i>	<i>Líquido incoloro, olor suave.</i>
<i>Punto de inflamación a copa abierta °C</i>	<i>85</i>

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Es recomendable evitar una prolongada respiración de sus vapores; además debe tomarse precauciones apropiadas por ser un líquido inflamable.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Puede ser envasado en cilindros de 53 galones de capacidad o a granel.

A.7 ETIL CELLOSOLVE

Sinónimos: 2-ETOXIETANOL

DESCRIPCION: Es un éter de glicol de extremada pureza usado como disolvente en la industria de pinturas, en productos de limpieza, como bactericida y aditivo en combustible de avión.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

1. NDISPENSABLE:

Pureza, % en peso, mín. 99.0

2. REFERENCIALES:

No Aplica

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Fórmula química	$CH_3CH_2OCH_2CH_2OH$
Peso molecular, gr/mol	90.12
Acidez como ácido acético, % en peso máx.	0.01
Punto de ebullición °C	136
Gravedad específica a20°C	0.901
Apariencia y olor	Líquido incoloro, olor suave.
Punto de inflamación °C	65

4. ENSAYOS ESPECIALES

No Aplica

5. PRECAUCIONES EN EL MANIPULEO

Es recomendable evitar una prolongada respiración de sus vapores; además debe tomarse precauciones apropiadas por ser un líquido inflamable.

6. ENVASE Y ALMACENAJE

Puede ser envasado en cilindros de 53 galones de capacidad o a granel.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

13.1 *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Reglamento Modelo, edición N° 16. Naciones Unidas, 2009.*

13.2 *Handbook of Flotation Reagents: Chemistry, Theory and Practice: Volume 1: Flotation of Sulfide Ores by Srdjan M. Bulatovic (Apr 6, 2007).*

13.3 *Cytec Mining Chemicals Handbook: 100th Anniversary Edition, Cytec Industries Inc. 2002.*

13.4 *Flotation, Theory, Reagents and ore testing, Ronald D. Crozier, notes for a short course held at the Camborne School of mines, March 26 and 27, 1990.*