

## ***TRATAMIENTO DE RESIDUOS***

El tratamiento de residuos requiere un poco de sentido común. Se han separado en grupos de residuos con las siguientes características:

- 1) **GRUPO #1:** Son residuos que contienen especies químicas que por sus características, no representan un daño a la salud. Se hace referencia a especies como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , etcétera. Este grupo de residuos requiere solamente ser neutralizado y desechado a la tarja. El pH se mide con un potenciómetro (pH´metro) y debe estar entre 6 y 7.

El procedimiento es el siguiente: se disponen de vasos de precipitados y matraces Erlen Meyer de 4 L, en donde se podrán colocar los residuos. Se emplea una parrilla y una barra magnética para mantener agitación constante. Se mide el pH con un potenciómetro (pH´metro) y dependiendo del valor se añade **poco a poco** NaOH concentrado o un ácido concentrado (clorhídrico, nítrico o sulfúrico), hasta lograr el pH deseado (6 ó 7). Después de neutralizados el residuo se desecha en la tarja.

El sentido común aquí se puede aplicar, pues algunos de los frascos con estos residuos son ácidos y otros son básicos, por lo que pueden mezclarse y así evitar el uso innecesario de reactivos “limpios” o de alta pureza. Los básicos son azules y los ácidos rojos.

En caso de así requerirlo, se recomienda emplear NaOH o “ácidos para neutralizar”, que estarán disponibles en las mesas del laboratorio.

- 2) **GRUPO #2A:** Este grupo de residuos contiene iones metálicos muy ácidos ( $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$  y  $\text{Mn}^{2+}$  \*), cuyos hidróxidos son muy insolubles a  $\text{pH}=7$ . El tratamiento de éste grupo de residuos, consiste en llevar la disolución a un pH cercano a 7 o menor (6 como mínimo), para formar el hidróxido insoluble y separar por filtración a vacío. El sólido se seca en un horno a  $80\text{ }^\circ\text{C}$  y se coloca en una bolsa de plástico etiquetada para su envío a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), quienes se encargarán de su confinamiento.

El procedimiento es el siguiente: se disponen de vasos de precipitados y matraces Erlen Meyer de 4 L, en donde se podrán colocar los residuos. Se emplea una parrilla y una barra magnética para mantener agitación constante. Se mide el pH con un potenciómetro (pH´metro) y dependiendo del valor se añade **poco a poco** NaOH concentrado o un ácido concentrado (clorhídrico o nítrico), hasta lograr el pH deseado (6 ó 7). Para evitar el uso innecesario de reactivos “limpios” o de alta pureza se dispone de NaOH o “ácidos para neutralizar” en las mesas del laboratorio.

Posteriormente el sólido que se forma, se filtra a vacío con un embudo Buchner. Este proceso puede ser lento pues los sólidos en general son geles que tapan rápidamente el poro de papel. Para acelerar el proceso, se recomienda cambiar una o dos veces de papel filtro. Finalmente, el sólido filtrado se seca durante una hora en un horno a  $80\text{ }^\circ\text{C}$  y ya seco y frío se envía a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), para su posterior confinamiento.

La disolución resultante del filtrado tiene pH neutro y puede desecharse a la tarja.

Recomendamos mucho colocar una etiqueta al papel filtro (escribir el símbolo del elemento con lápiz), para evitar confundirlo con algún otro residuo sólido que se encuentre dentro del horno.

\* En el caso del manganeso, la adición de NaOH favorece la formación del  $\text{MnO}_2$  (café).

- 3) **GRUPO #2B:** Este grupo de residuos contiene iones metálicos ligeramente ácidos ( $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  y  $\text{La}^{3+}$ ), cuyos hidróxidos son insolubles a  $\text{pH}=12$ . El tratamiento de éste grupo de residuos, consiste en llevar la mezcla a un  $\text{pH}$  cercano a 11 ó 12 para formar el hidróxido insoluble y separar por filtración a vacío. El sólido se seca en un horno a  $80\text{ }^\circ\text{C}$  y se coloca en una bolsa de plástico etiquetada, para su envío a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), quienes se encargarán de su confinamiento. La disolución que resulta del filtrado, se neutraliza hasta  $\text{pH}$  6 ó 7 y se desecha directamente a la tarja.

El procedimiento es el siguiente: se disponen de vasos de precipitados y matraces Erlen Meyer de 4 L, en donde se podrán colocar los residuos. Se emplea una parrilla y una barra magnética para mantener agitación constante. Se mide el  $\text{pH}$  con un potenciómetro ( $\text{pH}$ ímetro) y se ajusta su valor hasta  $\text{pH}$  cercano a 11 ó 12, con adiciones de NaOH concentrado.

Posteriormente el sólido que se forma, se filtra a vacío con un embudo Buchner. Este proceso puede ser lento pues los sólidos en general son geles que tapan rápidamente el poro de papel. Para acelerar el proceso, se recomienda cambiar una o dos veces de papel filtro (antes de cambiar el papel, lava el sólido con un poco de agua destilada). Posteriormente, el sólido filtrado se seca en un horno a  $80\text{ }^\circ\text{C}$  y se envía posteriormente a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), para su confinamiento. Recomendamos mucho colocar una etiqueta al papel filtro (escribir el símbolo del elemento con lápiz), para evitar confundirlo con algún otro residuo sólido que se encuentre dentro del horno.

La disolución resultante del filtrado tiene  $\text{pH}$  básico, por lo que es necesario neutralizar con un ácido concentrado (clorhídrico, nítrico o sulfúrico), añadiendo **poco a poco** hasta lograr el  $\text{pH}$  deseado (6 ó 7). Después de esto se puede desechar a la tarja.

Para evitar el uso innecesario de reactivos “limpios” o de alta pureza se dispone de NaOH o “ácidos para neutralizar” en las mesas del laboratorio.

- 4) **GRUPO #3:** Este grupo de residuos contiene un ion metálico muy tóxico ( $\text{Hg}^{2+}$ ), que se conoce como un ácido blando, por lo que su correspondiente sulfuro es muy poco soluble a  $\text{pH}=10$ . El tratamiento de éste grupo de residuos, consiste en llevar la mezcla a un  $\text{pH}$  cercano a 10 con una disolución de sulfuro de sodio concentrada, para formar el sólido y separar por filtración a vacío. El  $\text{HgS}_{(\text{sólido})}$  se seca en un horno a  $80\text{ }^\circ\text{C}$ , se coloca en una bolsa de plástico etiquetada y se envía posteriormente a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), para su confinamiento.

El procedimiento es el siguiente: se disponen de vasos de precipitados y matraces Erlen Meyer de 4 L, en donde se podrán colocar los residuos. Se emplea una parrilla y una barra magnética para mantener agitación constante. Se mide el pH con un potenciómetro (pH´metro) y se ajusta su valor hasta pH cercano a 10, con adiciones de una disolución de Na<sub>2</sub>S concentrado.

Posteriormente el sólido que se forma, se filtra a vacío con un embudo Buchner y se lava con un poco de agua destilada. El sólido filtrado se seca en un horno a 80 °C y se envía posteriormente a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), para su confinamiento.

Recomendamos mucho colocar una etiqueta al papel filtro (escribir el símbolo del elemento con lápiz), para evitar confundirlo con algún otro residuo sólido que se encuentre dentro del horno.

La disolución resultante del filtrado tiene pH básico, por lo que es necesario añadir **poco a poco** un ácido concentrado (clorhídrico, nítrico o sulfúrico), hasta lograr el pH deseado (6 ó 7).

Para evitar el uso innecesario de reactivos “limpios” o de alta pureza se dispone de NaOH o “ácidos para neutralizar” en las mesas del laboratorio.

- 5) **GRUPO #4:** Este grupo de residuos contiene un ion metálico noble (Ag<sup>+</sup>), que se conoce como un ácido blando, por lo que su correspondiente cloruro es muy poco soluble a pH=7. El tratamiento de éste grupo de residuos, consiste en medir el pH con un potenciómetro (pH´metro) y dependiendo del valor, se añade **poco a poco** NaOH concentrado o ácido clorhídrico concentrado, hasta lograr el pH deseado (6 ó 7). En ese momento se añade una disolución de NaCl saturada (de preferencia preparada con una bolsa de NaCl comercial o sal de mesa), para formar el AgCl sólido. Las adiciones se suspenden hasta que no se observe más formación de AgCl. El producto se seca en un horno a 80 °C y se coloca en una bolsa de plástico etiquetada, para realizar su posterior reducción a plata metálica.

El procedimiento es el siguiente, se disponen de vasos de precipitados y matraces Erlen Meyer de 4 L, en donde se podrán colocar los residuos. Se emplea una parrilla y una barra magnética para mantener agitación constante. Se mide el pH con un potenciómetro (pH´metro) y dependiendo del valor se añade **poco a poco** NaOH concentrado o ácido clorhídrico concentrado, hasta lograr el pH deseado (6 ó 7). En ese momento se añade una disolución de NaCl saturada (de preferencia preparada con una bolsa de NaCl comercial o sal de mesa), para formar el AgCl sólido. El producto obtenido se filtra a vacío con un embudo Buchner, se seca en un horno a 800 °C y se coloca en una bolsa de plástico etiquetada, para realizar su posterior reducción a plata metálica.

Recomendamos mucho colocar una etiqueta al papel filtro (escribir el símbolo del elemento con lápiz), para evitar confundirlo con algún otro residuo sólido que se encuentre dentro del horno.

La disolución resultante del filtrado tiene pH neutro (6 ó 7), por lo que puede desecharse directamente a la tarja.

El siguiente procedimiento es opcional. Si el (la) profesor(a) así lo decide, debe conseguir un trozo del carbón, para llevarlo a cabo. En caso de que no desee continuar, debe entregar el AgCl seco y etiquetado.

El sólido (AgCl) se coloca en un hueco de un trozo de carbón vegetal dentro de un recipiente cerámico, se introduce en la mufla a 950° C durante 15 ó 30 minutos para reducirla, cuando se enfría se retira de la mufla, se recupera la plata metálica, la cual se utiliza de nuevo en el laboratorio.

- 6) **GRUPO #5:** Este grupo de residuos contiene un ion metálico muy tóxico ( $\text{Pb}^{2+}$ ), cuya sal de fosfato es muy poco soluble a  $\text{pH}=7$ . El tratamiento de éste grupo de residuos, consiste en llevar adición al residuo  $\text{H}_3\text{PO}_4$  concentrado y neutralizar después hasta un pH entre 7 y 8. El sólido formado  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  se separa y se seca por filtración a vacío. Una vez seco, se coloca en una bolsa de plástico etiquetada y se envía posteriormente a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), para su confinamiento.

El procedimiento es el siguiente: se disponen de vasos de precipitados y matraces Erlen Meyer de 4 L, en donde se podrán colocar los residuos. Se emplea una parrilla y una barra magnética para mantener agitación constante. Se mide el pH con un potenciómetro (pH´metro) y se ajusta su valor hasta pH cercano a 2 ó 3, con adiciones de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  concentrado manteniendo una agitación constante durante 15 ó 20 minutos.

Posteriormente, se añade **poco a poco** una disolución de NaOH concentrada, para neutraliza hasta a un pH entre 7 y 8, manteniendo nuevamente la agitación constante durante 20 minutos más. El sólido formado se separa y se seca por filtración a vacío, empleando un embudo Buchner. El filtrado se coloca en un horno a 80 °C durante 2 horas y finalmente se envía a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), para su confinamiento.

Recomendamos mucho colocar una etiqueta al papel filtro (escribir el símbolo del elemento con lápiz), para evitar confundirlo con algún otro residuo sólido que se encuentre dentro del horno.

La disolución resultante del filtrado tiene pH neutro, por lo que puede desecharse directamente a la tarja.

Para evitar el uso innecesario de reactivos “limpios” o de alta pureza se dispone de NaOH o “ácidos para neutralizar” en las mesas del laboratorio.