

Propuesta para Evaluación de Remoción de Metales Pesados de Efluente de Tanques Espesadores de la Planta de Potabilización de Agua de Miradero en Mayagüez, Puerto Rico

Introducción

Esta propuesta describe la evaluación para la remoción de metales pesados del efluente de los tanques espesadores de la planta de potabilización de agua ubicada en el Barrio Miradero de Mayagüez para determinar cómo el uso de diferentes polímeros podría incorporarse en el proceso de tratamiento existente para la lograr cumplimiento con los parámetros establecidos en su permiso de descarga para metales pesados.

Ubicación y Descripción de la Planta

La Planta de Tratamiento de Agua Potable de Miradero en Mayagüez (la Planta) está localizada en la carretera PR 108, kilómetro 2.8. La Figura 1 muestra el mapa de ubicación de la Planta. La misma se sirve del Río Grande de Añasco y el Río Cañas ubicados en el municipio de Mayagüez. La Planta supe de agua potable a la mayoría de la población de Mayagüez, Añasco, ciertas áreas de Cabo Rojo y Hormigueros.

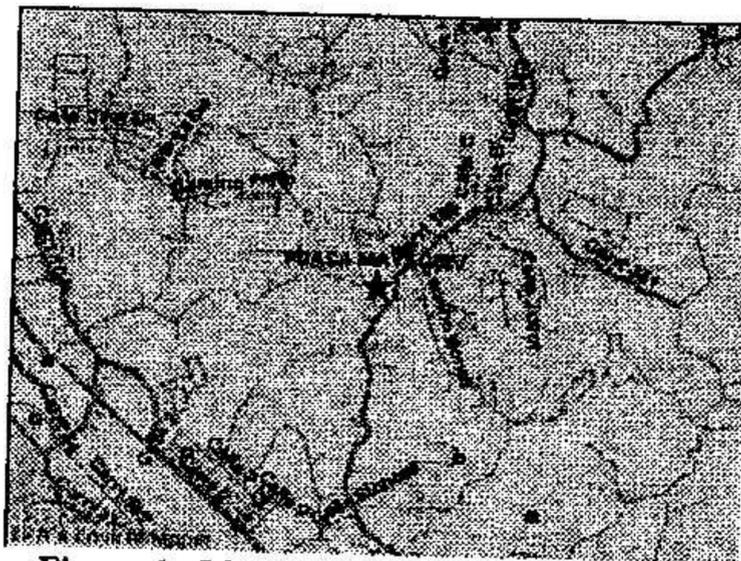


Figura 1. Mapa de Ubicación de la Planta.

La Planta consiste esencialmente de los siguientes procesos: coagulación, floculación, sedimentación, filtración, y desinfección con cloro. La Figura 2 y la Figura 3 muestran el esquema de tratamiento para potabilización y el manejo de lodos, respectivamente.

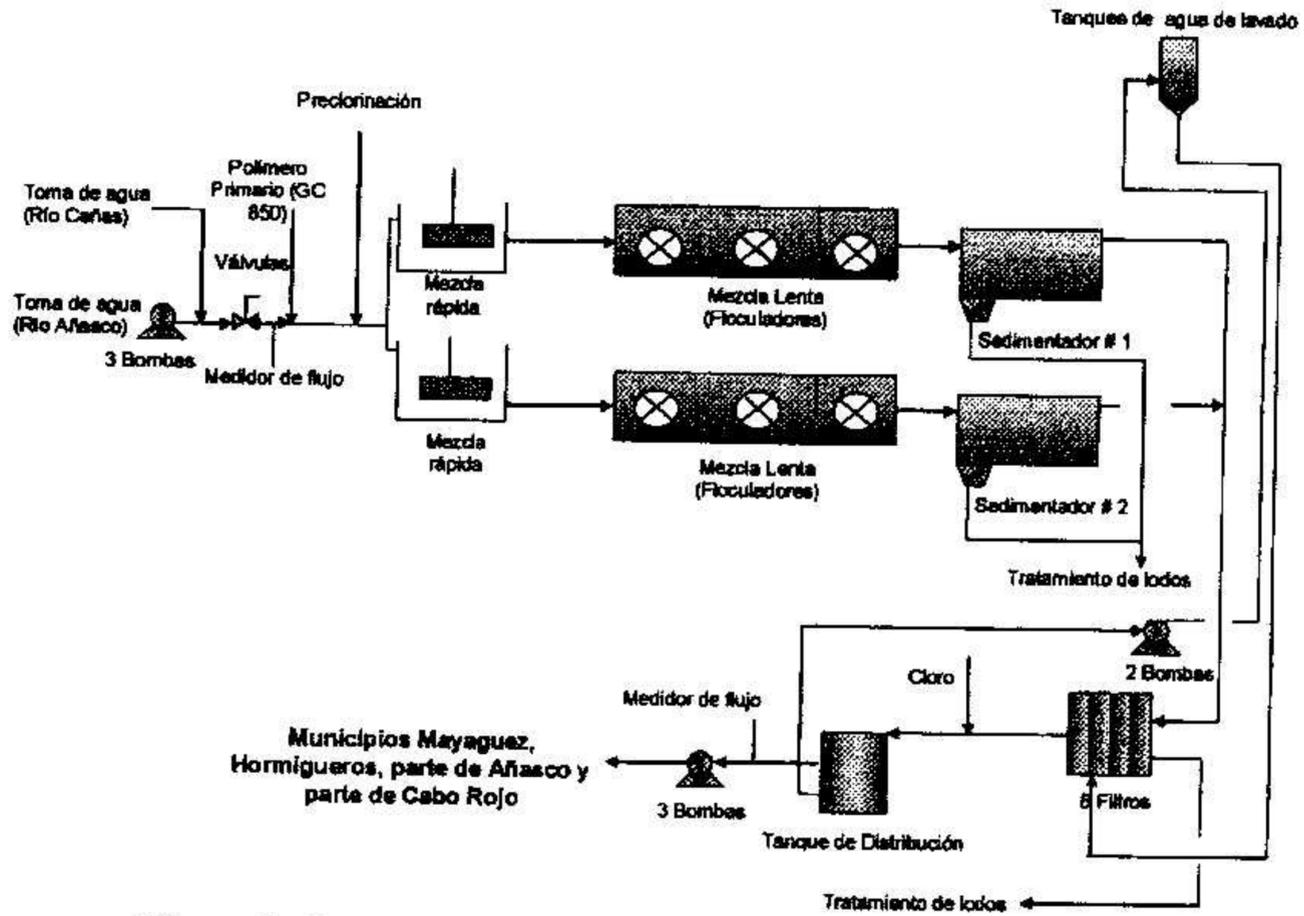


Figura 2. Esquema de Tratamiento de Agua para Potabilización

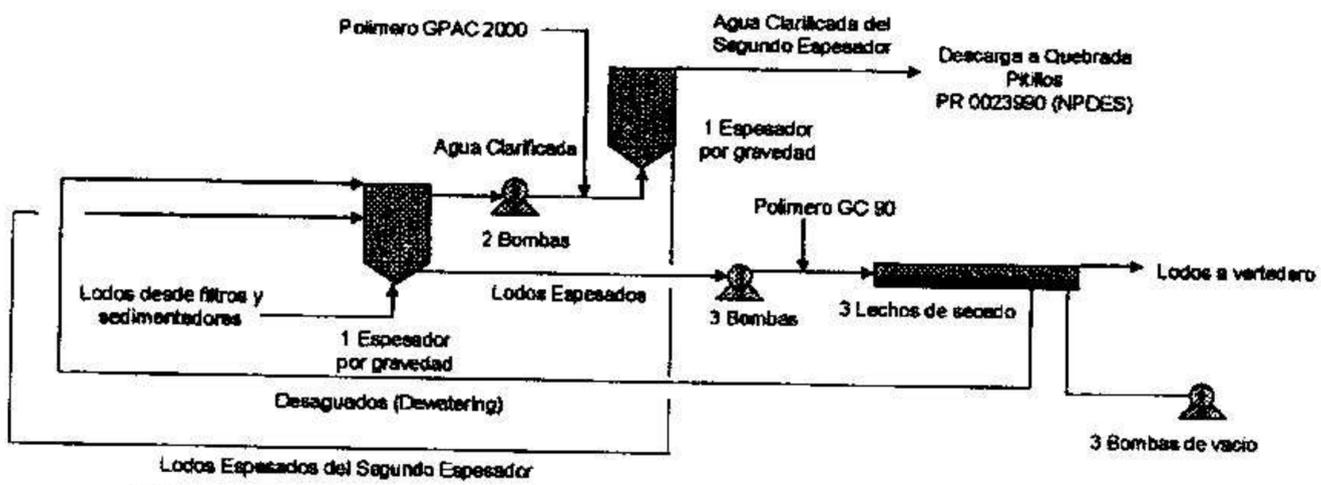


Figura 3. Esquema de Tratamiento y Manejo de Lodos en la Planta

El agua cruda entra al tanque de mezcla rápida donde se aplica la dosis de un agente coagulante (polímero). También la Planta cuenta con el sistema de pre-clorinación para la remoción de los ácidos húmicos y fúlvicos. Luego de la aplicación de polímero, el agua pasa a los floculadores y sedimentadores para la remoción del material discreto y floculado.

Esta operación se efectúa en 4 tanques de sedimentación que operan en paralelo. Cada tanque tiene su zona de floculación y zona de sedimentación. El agua decantada de los sedimentadores discurre hacia la unidad de los filtros. Ésta consiste de 8 filtros de arena y antracita.

El efluente de los filtros es clorinado en la misma línea para la distribución y debe estar en cumplimiento con la reglamentación de agua potable de la EPA cuyo cumplimiento en Puerto Rico ha sido delegado al departamento de Salud.

La Planta también cuenta con un sistema de tratamiento y manejo de lodos que se generan como resultado de la sedimentación y el lavado de los filtros, según muestra la Figura 3.

La Planta cuenta con dos tanques Espesadores de lodos, de una capacidad de 5.0 millones de galones (MG) y 2.5 millones de galones, respectivamente. Los espesadores de lodos aumentan la concentración de sólidos para minimizar su volumen y por consiguiente, el costo de disposición. Los lodos espesados del primer Espesador (de 5 MG de capacidad) son bombeados por medio de tres bombas en paralelo, las cuales conducen los lodos hacia los lechos de secados que cuentan con un sistema de vacío. La Planta cuenta con tres lechos de secado sin techar. Los lodos secados son removidos, transportados y dispuestos fuera de la Planta en un vertedero. El agua decantada del

primer espesador es bombeada hacia el segundo espesador (de 2.5 MG de capacidad) por medio de dos bombas en paralelo. A esta agua decantada del primer espesador también se le aplica una dosis de polímero para aumentar la remoción de sólidos suspendidos y turbidez. A su vez, los lodos espesados del segundo Espesador son recirculados al primer espesador. El agua decantada del segundo espesador es descargada a la Quebrada Pitillos, para lo cual cuenta con un permiso de descarga del Sistema de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES, por sus siglas en inglés), otorgado por la Agencia de Protección Ambiental Federal (EPA, por sus siglas en inglés) para esos propósitos (#PR0023990).

Cumplimiento de la Planta con el Permiso de Descarga

Según los informes de monitoreo de descargas (Discharge Monitoring Report – DMR) sometidos a la EPA en cumplimiento del permiso NPDES desde enero de 1998, la Planta ha cumplido con la mayoría de los límites establecidos. Sin embargo, la Planta no ha cumplido con los límites establecidos de los metales pesados cobre, plomo y zinc. La Tabla 1 muestra las concentraciones promedio de estos metales hasta el presente y los estándares aplicables según sus permisos de descarga.

Tabla 1. Concentraciones promedio de metales pesados desde enero de 1998 hasta el presente:

Metal	Concentración promedio	Estándar requeridos por el NPDES 2003 de la Planta
Copper (Cu)	155.27 µg/l	8.0 µg/l
Lead (Pb)	21.53 µg/l	1.8 µg/l
Zinc (Zn)	108.52 µg/l	50 µg/l

Estos metales no pueden ser removidos del agua por los métodos convencionales utilizados en la Planta .

La Tabla 2 muestra los efectos adversos de los metales plomo, cobre y zinc sobre el ecosistema y en el ser humano.

Tabla 2. Efectos adversos de metales pesados

Metal	Efectos Adversos
Plomo	Neurotoxina que se bioacumula en la cadena alimentaria. En el cuerpo humano ataca el cerebro y destruye las células en la médula ósea y ataca el hígado (AWWA, 1990)
Cobre	Tóxico al sistema acuático. En exceso de 5.3 g/day, Cu causa irritación gastrointestinal, daño al hígado y a los riñones y anemia. También aparenta tener potencial de causar cáncer. (AWWA, 1990)
Zinc	En exceso de 40 mg/l, Zn produce debilidad muscular, dolor, irritabilidad y náusea (AWWA, 1990)

Como se puede observar de la Tabla 2, es muy importante reducir las concentraciones de estos metales pesados antes de ser descargados. Además, la Planta puede estar sujeta a penalidades y multas si se excede los límites establecidos en su permiso de descarga.

Actualmente existen varios métodos que han sido efectivos en la remoción de metales pesados del agua tales como: precipitación química, tratamiento biológico, nanofiltración, osmosis invertida, electrodiálisis, intercambio iónico y coprecipitación con polímeros (Metcalf and Eddy, 2003; Lindbergh, 2001; Davis and Cornwell, 1998). De todos estos métodos, el uso de polímeros podría ser la alternativa más costo-efectiva en la Planta debido a que requeriría de cambios mínimos que podrían ser incorporados al proceso de tratamiento existente.

Objetivos y Alcance

Los objetivos de este proyecto propuesto son los siguientes:

1. Utilizar ensayos de jarros para identificar los polímeros y las dosis óptimas y pHs óptimos para reducir la concentración de metales pesados con el propósito de cumplir con los parámetros de descarga.
2. Desarrollar un plan para incorporar el uso de polímeros en la operación de los espesadores

Metodología

La evaluación de los polímeros se llevará a cabo utilizando el agua decantada de los espesadores de la Planta. Se llevarán a cabo las siguientes tareas, cuya secuencia se muestra en la Figura 6:

1. Evaluación de cumplimiento de la Planta en los últimos cinco años.
2. Monitoreo de metales pesados (Pb, Cu, and Zn) en afluente y efluente de espesadores. Para el análisis de metales pesados se utilizarán métodos estándares aprobados por la EPA.
3. Monitoreo de sólidos suspendidos totales en afluente y efluente de espesadores por un período de una semana con muestras compuestas de 24 horas para determinar producción de lodos en la planta. Se utilizarán métodos estándares aprobados por la EPA.
4. Identificación de polímeros potenciales disponibles en el mercado.*
 - α. Evaluación de dosis óptima de diferentes polímeros por medio de ensayos de jarros. Se descartará el uso de un polímero si las

concentraciones de metales pesados medidas luego de la adición del polímero son mayores que las establecidas en el permiso de descarga para las diferentes condiciones de pH.

5. Determinación de flujo másico y requisitos de almacenamiento de polímeros potenciales.
6. Estimado de costo de implantación de mejoras propuestas

Análisis y Muestreo de Metales Pesados

Según indicado anteriormente, se utilizarán métodos estándares recomendados por la EPA para el análisis de los metales pesados (USEPA, 1996; AWWA, 2001). Para el análisis se utilizará un espectrofotómetro de absorción atómica por flama ubicado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental del Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez (Laboratorio). Las muestras discretas serán tomadas manualmente o utilizando muestreadores automáticos con los que cuenta el Laboratorio.

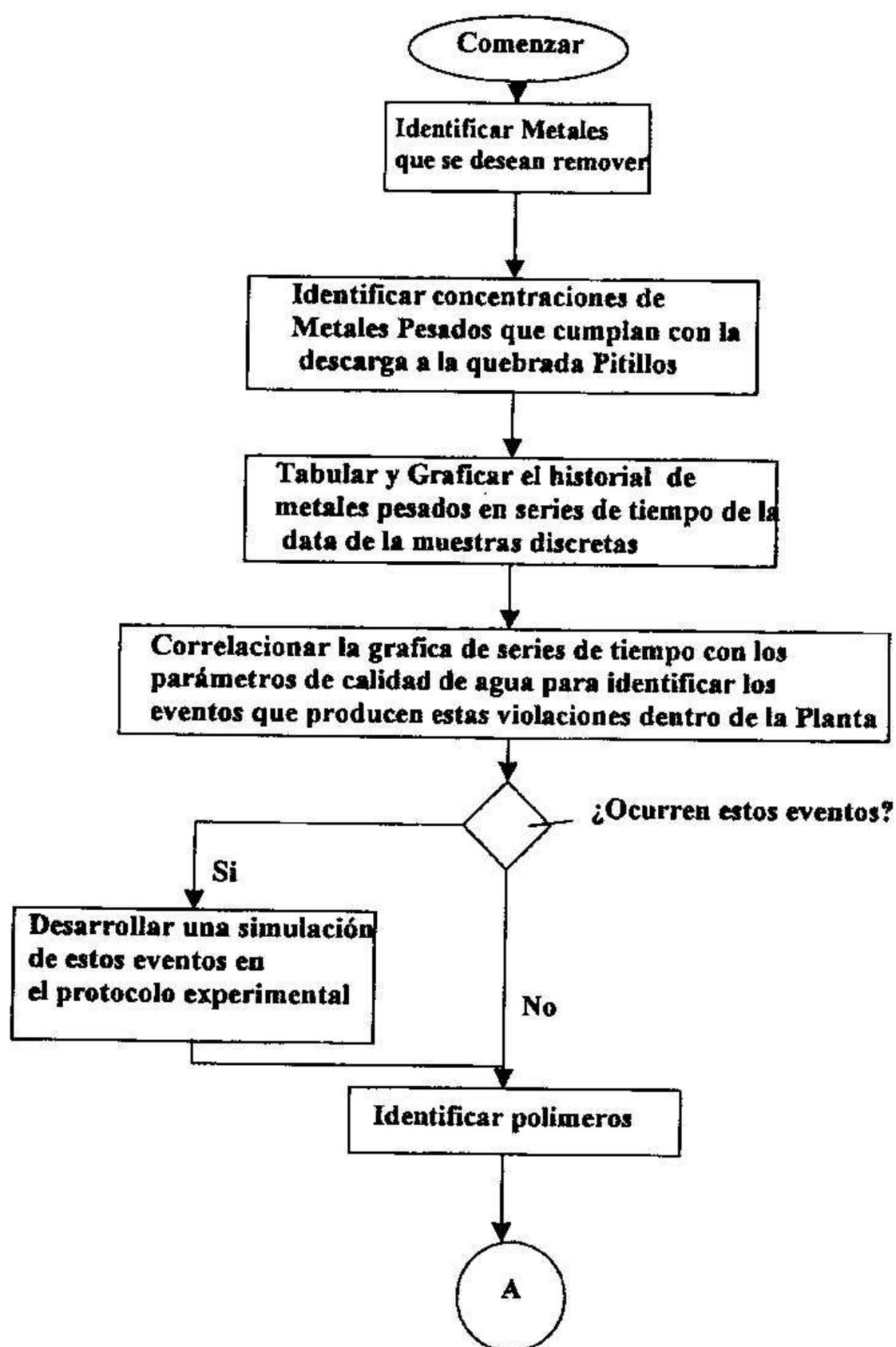
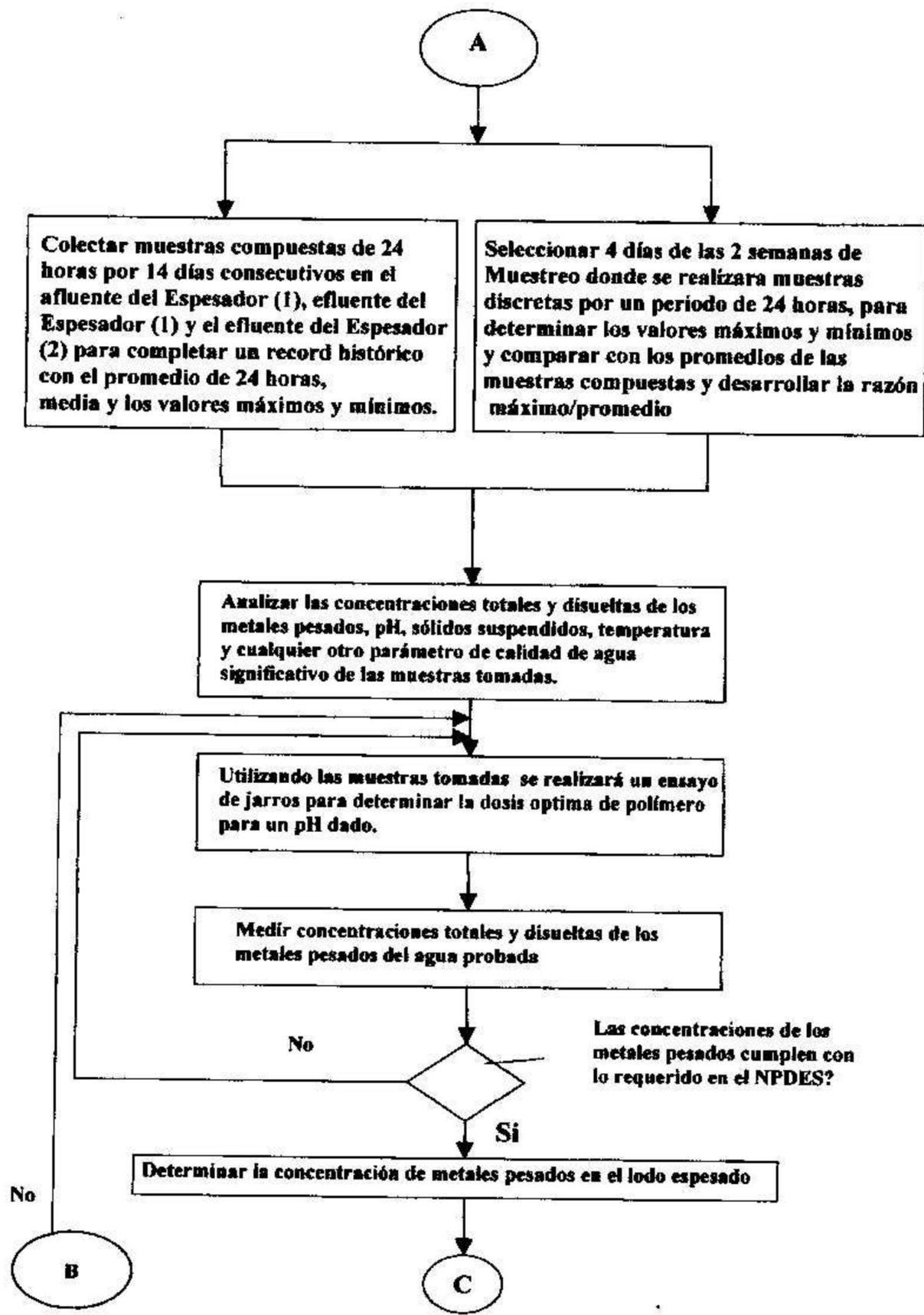


Figura 4. Flujograma de Selección de polímeros.



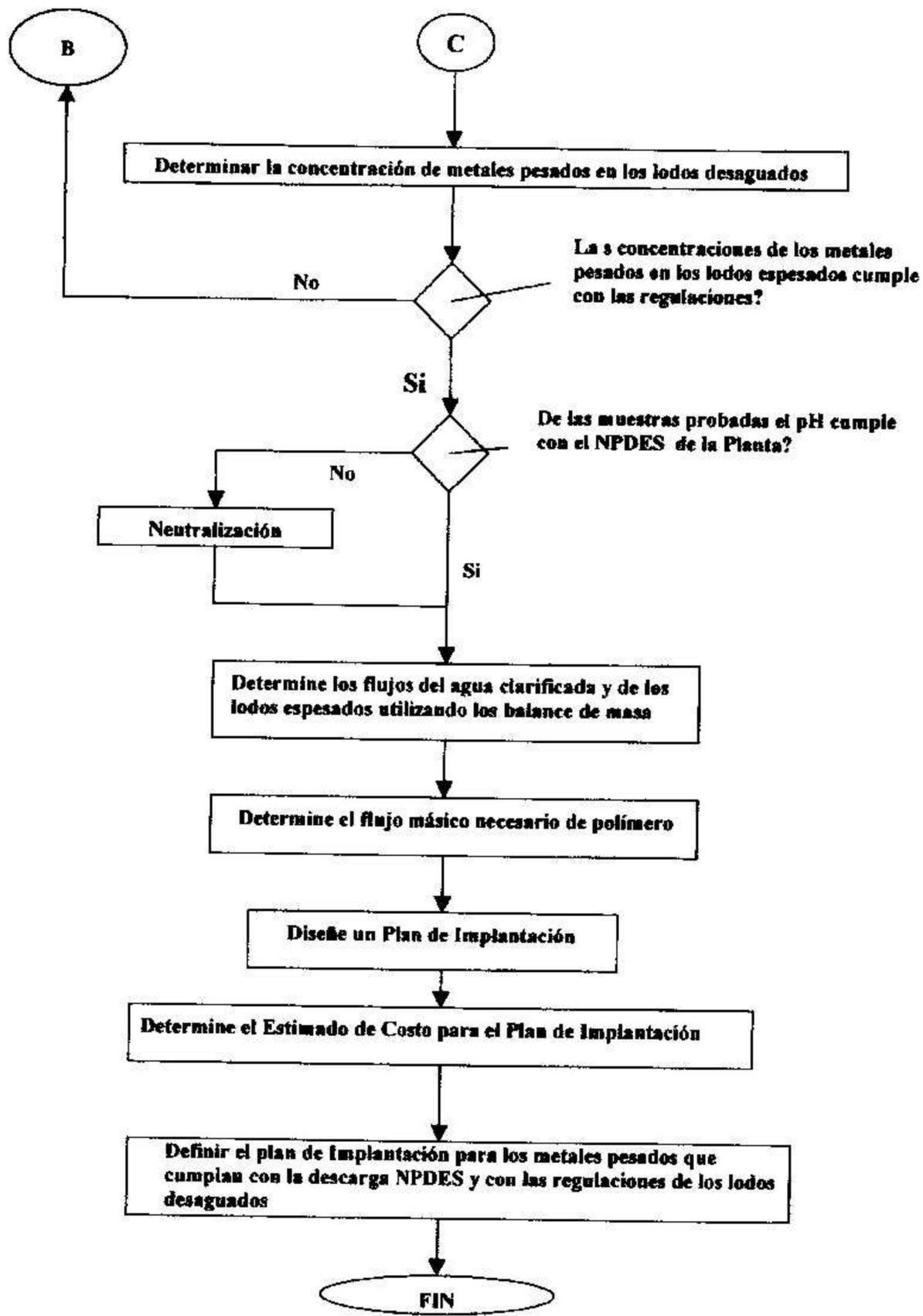


Figura 4. Flujograma de Selección de polímeros

Informes Preliminares e Informe Final

Se someterá un informe de progreso cada 3 meses donde se detallen las actividades llevadas a cabo.

El informe final contendrá los siguientes:

- Evaluaciones de cumplimiento de los últimos cinco años para metales pesados.
- Métodos y procedimientos utilizados en el proyecto.
- Recomendaciones de polímeros y dosis necesarias a ser utilizados para cumplir con los parámetros de descarga para metales pesados.
- Recomendaciones para incorporación de plan de implantación para adición de polímeros para remover polímeros pesados del efluente de los espesadores.
- Estimado de costo para implantar los cambios y mejoras en la Planta.

Duración de las Actividades

Se estima que la duración del proyecto sea de 1 año, comenzando el 1 de octubre de 2005 y finalizando el 30 de septiembre de 2006, aproximadamente. El Informe se entregará dentro de un periodo de treinta días después de finalizar el proyecto.