



Nombre del estudio en inglés: Conceptual design to recycle water in Post-Panamax locks – Hydraulic Part

Nombre del estudio en español: Diseño conceptual para el reciclaje de agua en las esclusas Pospanamax – Sección Hidráulica

Fecha del informe final: Enero de 2004

Fecha de la traducción: 12 de mayo de 2006

Nombre del consultor: Consorcio Post Panamax

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe trata sobre el diseño conceptual para reciclar agua en las esclusas Pospanamax (en la tercera vía) mediante un sistema de bombeo. El estudio se lleva a cabo solamente para el sector del Pacífico.

El sistema de bombeo, conjuntamente con el sistema de esclusas de múltiples niveles con tinas de reutilización de agua, permite ahorrar casi el 100% del agua requerida para los esclusajes.

El estudio se ha realizado para los tres escenarios de bombeo que se describen a continuación:

- **Sistema de bombeo directo:** El agua se bombea desde el océano Pacífico hasta el lago Gatún. Es un sistema más sencillo, y sin embargo también es el peor en cuanto a la intromisión de sal en el lago Gatún, ya que el agua que se bombea es salada.
- **Sistema de bombeo semidirecto:** El agua se bombea de un reservorio inferior al lago Gatún. Este reservorio está ubicado en la orilla oeste de las esclusas. Su nivel máximo de agua está establecido bajo el nivel del mar para poder recuperar el agua que se vierte de la esclusa inferior. El sistema también deposita agua salada en el lago Gatún.



- **Sistema de bombeo de embalse a embalse:** El agua se bombea de un reservorio de nivel inferior a un reservorio superior. Estos reservorios están conectados a las alcantarillas longitudinales del sistema de llenado y vaciado de las esclusas. El reservorio inferior está ubicado en la orilla oeste de las esclusas. Su nivel máximo de agua está establecido bajo el nivel del mar para poder recuperar el agua que se vierte de la esclusa inferior. El reservorio superior está hecho actualmente mediante una represa en el río Cocolí. Este sistema es el mejor para evitar la intromisión de sal en el lago Gatún.

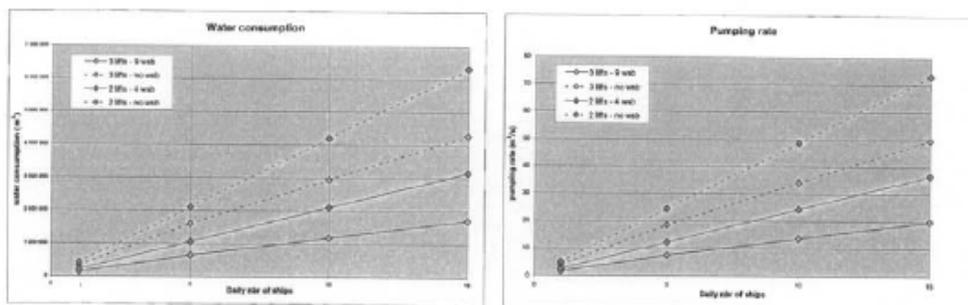
Cada escenario ha sido puesto a prueba para los sistemas de esclusas de dos niveles y de tres niveles con y sin las tinas de reutilización de agua. Además, el estudio se basa en niveles de tránsito diarios de buques Pospanamax de 1, 5, 10 y 15 esclusajes por día.

Los cálculos suponen un nivel del lago Gatún de +26.00 metros PLD y el nivel inferior medio del agua promedio según el rango de las mareas, o sea, [-2.32; +2.40] metros PLD.

La primera etapa consta de:

- Calcular los volúmenes de agua sustraídos del lago Gatún (respectivamente del reservorio superior) y vaciados en el océano Pacífico (respectivamente al reservorio inferior).
- Determinar la tasa de flujo de bombeo para los diferentes niveles de tránsitos diarios (1, 5, 10 y 15 buques por día).
- Determinar las variaciones del nivel del agua en el reservorio superior y el reservorio inferior.

Estos cálculos se elaboraron con el Programa de Consultoría utilizado previamente en otros estudios. Las gráficas aquí descritas muestran un resumen del consumo de agua y la evolución de la tasa de flujo de agua con el nivel de tránsito diario para los sistemas de esclusas de dos y tres niveles.



Luego se diseñó el sistema de bombeo (bomba, alcantarillado válvula, rejilla) mediante el Programa Flowmaster™. Para cada configuración, el sistema de bombeo está compuesto de tres redes de bombeo idénticas diseñadas para tasa de flujo desde 0 a $Q_{max}/3$, donde Q_{max} es la tasa de flujo de bombeo que se asocia con el tránsito diario de 15 buques/ por día.

Flowmaster ha sido utilizado para:



- Definir los componentes del circuito de bombeo entre el embalse superior y embalse inferior (válvula, codos, largo y tamaño de alcantarillas y rejilla),
- Calcular las pérdidas regulares y singulares de la carga de agua en cada componente en cuanto al rango de tasas de flujo que se han obtenido con los cálculos del programa de consultoría. Esta información se requiere para elaborar la curva de la red, $\Delta H=f(Q)$ de cada configuración.

Se estudiaron los arreglos de la alcantarillas para minimizar los trabajos de excavación.

También se han realizado pruebas para evaluar el tiempo que toma llenar la cámara superior de las esclusas desde el reservorio superior y el tiempo que toma vaciar la cámara inferior de las esclusas hacia el reservorio inferior. La conclusión es que el sistema de bombeo no reducirá la cantidad de buques que transita, ya que los tiempos de llenado y vaciado son más cortos que los tiempos sin el sistema de bombeo.

El problema del martilleo de agua en los conductos también se ha investigado. Es obligatorio instalar una válvula aguas arriba de las bombas para evitar el flujo de retorno en caso de algún daño.