



CAPÍTULO 5

Optimización del Canal Actual

5.1 Perspectiva de capacidad del Canal actual

En el capítulo anterior se estableció que el Canal en su condición actual alcanzará su capacidad máxima sostenible entre los años fiscales 2008 y 2009, cuando transiten por él entre 280 y 290 millones de toneladas CPSUAB. Es por esta razón por lo que la prioridad a corto plazo de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) es dotar al Canal de suficiente capacidad para atender la demanda inmediata. La competitividad del Canal y cualquier posibilidad de desarrollar mejoras que aprovechen la demanda a mediano y largo plazo dependerán de la habilidad del Canal de sostener ininterrumpidamente un nivel de servicio competitivo durante los próximos cinco a diez años, hasta el momento en que, de ser aprobada, inicie operaciones la ampliación de capacidad que se propone con el tercer juego de esclusas.

Este capítulo resume el análisis realizado y las iniciativas que propone la ACP para aumentar al máximo la capacidad del Canal actual, aprovechar la demanda potencial inmediata y sostener sin interrupción el nivel de servicio competitivo que brinda actualmente hasta cuando sea posible. Por no formar parte de la ampliación del Canal mediante el tercer juego de esclusas, estos proyectos no necesitan ser aprobados en un referéndum. Por lo tanto, muchos de los proyectos que se detallan en este capítulo ya han sido aprobados como parte del presupuesto de inversión de la ACP, y varios se encuentran actualmente en ejecución. Este programa de mejoras constituye el producto del análisis efectuado como parte del proceso de desarrollo del Plan Maestro, y su acelerada puesta en marcha responde a la inminencia con que el Canal enfrenta la insuficiencia de capacidad.

Aunque algunos proyectos se encuentren actualmente en ejecución, se han incluido en el Plan Maestro para presentar una imagen coherente e integral del análisis de capacidad y de cómo los proyectos a corto plazo encajan en una perspectiva de continuidad y se acoplan a la propuesta de un programa de ampliación con un tercer juego de esclusas que, de ser aprobado, se ejecutaría en paralelo para resolver los retos de capacidad de mediano y largo plazo.

5.2 Objetivo de las mejoras al Canal actual

Durante los últimos 10 años, el Canal ha implementado un programa integral de modernización, actualización y mejoras. Hasta la fecha se han



invertido aproximadamente B/. 1,400 millones en el programa de modernización del Canal, y se continúan haciendo inversiones adicionales para maximizar la capacidad del Canal, con el propósito de ofrecer un mejor servicio y satisfacer la demanda creciente y la rápida migración de los navieros a buques más grandes que maximizan la utilización del Canal.

El programa de mejoras a corto plazo, presentado en este capítulo, da continuidad al proceso de modernización, para permitir que el Canal alcance su máxima capacidad. Este programa está alineado con el objetivo estratégico de la ACP de maximizar el uso de los activos productivos del Canal, lo cual se logrará ejecutando mejoras de capacidad y eficiencia a la infraestructura existente e implementando cambios en las políticas y reglas operacionales, con lo que se reducirán los cuellos de botella existentes y las restricciones de navegación. Estas mejoras tienen como objetivos: (1) aumentar la capacidad del Canal hasta el máximo que sea factible, desde el punto de vista técnico y económico, de tal forma que el servicio se sostenga a niveles competitivos hasta el momento en que, de ser aprobada, se inicie la operación de una ampliación del Canal con un tercer juego de esclusas y (2) asegurar el recurso hídrico para el consumo de la población y el funcionamiento del Canal.

5.3 Estrategias para optimizar la capacidad del Canal actual

La estrategia operacional y de inversiones para lograr el objetivo propuesto de maximizar la capacidad del Canal actual consiste en resolver las principales restricciones que la infraestructura o el régimen operativo imponen a la plena utilización del sistema de tránsito, así como también implementar soluciones que permitan maximizar el uso de los activos existentes, específicamente las esclusas. Se proponen las siguientes estrategias para lograr este objetivo:

- Aprovechar la capacidad nocturna disponible de las esclusas y equilibrar la utilización diurna con la nocturna.
- Incrementar la utilización de las esclusas del lado Pacífico.
- Flexibilizar y hacer más seguro el tránsito por el Corte Culebra.
- Reducir el tiempo de ciclo del tránsito por las esclusas de Gatún.
- Optimizar la programación de los tránsitos para reducir las ineficiencias inherentes a la variabilidad de la mezcla de buques.
- Proveer más calado para aumentar el valor de la ruta por el Canal, de tal forma, que se pueda transportar más carga con menos tránsitos.
- Incrementar el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento útil de agua del lago Gatún.
- Reducir los riesgos de interrupción de tránsito por crecidas del río Chagres.

La ejecución integral de estas estrategias garantizará al Canal la suficiente capacidad para operar con niveles de servicio competitivos a sus usuarios hasta aproximadamente el año fiscal 2012. El programa de aumento de capacidad que se propone en este capítulo se ha concebido para reali-



zar, efectivamente, estas estrategias. Cada proyecto, por sí sólo, aporta al Canal su cuota de capacidad, en alguna medida. No obstante, lo que permitirá el tránsito de 50 millones de CPSUAB adicionales al año, equivalentes a casi 5 tránsitos adicionales al día, o más de 1,800 tránsitos adicionales al año, será la aplicación conjunta e integral de todos estos proyectos.

En el Capítulo 4 se analizaron en forma general los principales factores que limitan la capacidad del Canal. Algunos de estos factores, como el aumento en el tamaño de los buques, escapan de una injerencia significativa por parte del Canal. Otros, como la geografía del Corte Culebra, la configuración de los cauces y las limitaciones físicas de las esclusas existentes presentan importantes desafíos de ingeniería que pueden ser superados. Existe un gran potencial de mejoras en estas áreas. Sin embargo, por el costo elevado que tienen todas las posibles opciones, el análisis se ha realizado minuciosamente y ha buscado garantizar que las inversiones propuestas tengan un nivel de riesgo aceptable y un retorno adecuado sobre la inversión. En otras palabras, las mejoras para optimizar la capacidad del Canal a corto, mediano y largo plazo no sólo deben ser técnicamente factibles, sino que las mismas deben ser rentables y con un nivel aceptable de riesgo. Para un detallado análisis de la rentabilidad del programa de mejoras al Canal, ver el capítulo 9.

5.3.1 La capacidad y utilización de las esclusas existentes definen la capacidad del Canal

Como se estableció en el Capítulo 4, los límites de la capacidad del Canal están definidos por la capacidad individual de las esclusas. Esta capacidad está determinada por los tiempos de operación y condicionantes físicas de cada complejo de esclusas. Todos los buques que transitan por el Canal deben utilizar las esclusas para subir del nivel del mar al nivel del lago Gatún, para poder navegar de un océano a otro a través del Istmo de Panamá (ver figura 5-1). Cualquier mejora realizada en otros componentes del Canal como, por ejemplo, los cauces de navegación o las estaciones de amarre, permitirá aumentar la capacidad del sistema solamente en la medida en que las esclusas puedan manejar mayores niveles de tráfico. En otras palabras, cuando las esclusas existentes alcancen su máxima utilización, se habrá alcanzado la máxima capacidad sostenible del sistema. La premisas anterior sugiere que el análisis de la capacidad y utilización de las esclusas, así como la identificación de los factores que limitan dicha utilización, resultan vita-

Perfil del Canal de Panamá Mostrando sus Lagos y Esclusas



Figura 5-1 Las esclusas del Canal en Gatún, Pedro Miguel y Miraflores definen los límites de tamaño y cantidad de buques que pueden transitar por el Canal.



les para lograr el objetivo de maximizar la capacidad del Canal como un sistema integral. En consecuencia, se ha realizado un análisis de la configuración física de las esclusas y del impacto que esta configuración tiene sobre la capacidad de transitar buques.

El Canal actual consiste de tres complejos de esclusas: las esclusas de Miraflores y Pedro Miguel en el lado Pacífico, y las esclusas de Gatún en el extremo Atlántico del Canal. Estos complejos de esclusas son similares entre sí, en el sentido de que cada uno tiene dos vías paralelas o “carriles”. Por el contrario, estos complejos de esclusas también presentan diferencias entre sí, que resultan importantes porque afectan su capacidad. La configuración física de cada uno de los tres complejos de esclusas existentes tiene un impacto significativo en la capacidad de los mismos, porque define los modos y tiempos de operación. En este sentido, Gatún es una esclusa de tres cámaras o niveles, Miraflores es una esclusa de dos cámaras o niveles, y Pedro Miguel es una esclusa de una sola cámara o nivel.

En el extremo Atlántico, los buques suben del nivel del Océano Atlántico al nivel del lago Gatún mediante una sola operación de esclusaje a través de las esclusas de Gatún. El complejo de esclusas de Gatún tiene tres cámaras o escalones, lo que significa que la operación de esclusaje, a su vez, se divide en tres movimientos secuenciales, a través de las tres cámaras de la esclusa. En el extremo Pacífico del Canal la situación es distinta, pues los buques suben del nivel del Océano Pacífico al nivel del lago Gatún mediante dos operaciones de esclusaje. Primero, los buques suben hasta el nivel del lago Miraflores a través del complejo de esclusas de Miraflores, el cual tiene dos escalones o cámaras, y luego suben hasta el lago Gatún a través del complejo de esclusas de Pedro Miguel, que tiene una sola cámara o escalón (véase figura 5-1).

Actualmente se utilizan dos modos de operación en las esclusas del Canal¹: (1) el esclusaje regular y (2) el esclusaje en modo de relevo (ver figura 5-2). En un esclusaje regular, cada buque es guiado por un mismo grupo de locomotoras, desde el momento en que llega hasta el momento en que sale de la esclusa. En un esclusaje de relevo, el buque es guiado por un primer grupo de locomotoras desde que llega, hasta el punto que representa aproximadamente la mitad de la

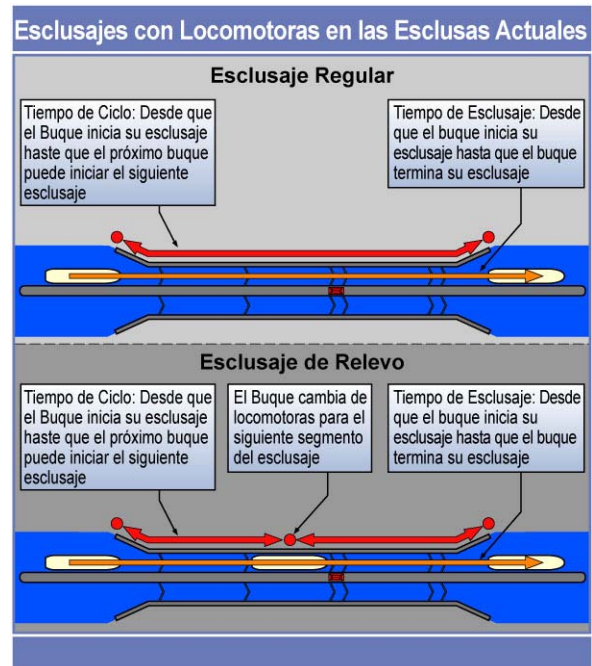


Figura 5-2 Las esclusas pueden operar de distintos modos según como operen las locomotoras. En el esclusaje regular un mismo grupo de locomotoras lleva el buque durante todo el esclusaje. En el modo de relevo se usan dos grupos de locomotoras, ocasionando así reducir el tiempo de ciclo de esclusaje.

¹ Es posible un tercer modo de esclusaje, denominado Carrusel, pero para utilizarlo se requiere hacer inversiones en tornamesas y rieles de locomotoras (Ver sección 5.5.4).



esclusa. En este punto medio el buque se amarra momentáneamente a las paredes de la cámara, y un segundo grupo de locomotoras se encarga de llevar el buque desde el punto medio hasta terminar el esclusaje. Mientras el segundo grupo de locomotoras guía al buque en la segunda mitad del esclusaje, el primer grupo de locomotoras regresa a su punto original para asistir al siguiente buque que espera. El esclusaje en relevo permite que entre un buque a la primera cámara de la esclusa antes de que el buque que lo precede haya salido de la última cámara de la esclusa. Sin embargo, como el esclusaje en relevo requiere amarrar el buque a la pared de la cámara para cambiar de locomotoras, el mismo representa ventajas de ahorro de tiempo sólo en esclusas con más de un escalón.

Los esclusajes de relevo incrementan la capacidad de las esclusas existentes porque permiten el manejo de dos buques simultáneamente en el mismo carril. Mientras un buque completa un esclusaje, otro lo inicia. Esto aumenta la capacidad de la esclusa, a cambio de un aumento en el costo de operación, al requerir el uso de una cuadrilla adicional de locomotoras y de más personal para amarrar los buques en las cámaras de las esclusas. Actualmente, el sistema de relevo se utiliza en las esclusas de Gatún y Miraflores cuando es necesario atender la demanda, dependiendo del número de tránsitos programados y del número de buques en cola. El esclusaje de relevo se utiliza con frecuencia durante y después de los cierres de vías por mantenimiento, para reducir las colas de buques y durante los períodos pico de demanda, cuando el número de tránsitos con restricciones es alto².

El análisis de la configuración física de los complejos de esclusas existentes es importante porque define la capacidad máxima que las mismas podrán alcanzar en función de los distintos tiempos de esclusaje. Para analizar la capacidad de las esclusas se debe distinguir entre dos tiempos: (1) el tiempo que le toma a un buque completar un esclusaje completo, desde que inicia hasta que sale de la esclusa, o “*tiempo de esclusaje*”; y (2) el tiempo que transcurre desde que un buque inicia su esclusaje, hasta que el siguiente buque puede iniciar su esclusaje, o “*tiempo de ciclo*”. En otras palabras, el tiempo de esclusaje se define como el tiempo desde que un buque inicia su paso por las cámaras de las esclusas hasta que lo completa. El tiempo de ciclo se define como el tiempo que transcurre desde que un buque inicia su paso por la esclusa hasta que la primera cámara del complejo de la esclusa está lista para recibir al próximo buque (ver figura 5-2). En este sentido, el tiempo de ciclo es más corto que el tiempo de esclusaje cuando se opera en modo de relevo³, y es más largo cuando se opera en modo regular.

² Los buques más grandes, de dimensiones Panamax, y aquellos con carga de alto riesgo o con restricciones de maniobrabilidad o visibilidad sólo pueden transitar las esclusas de día. Cuando hay muchos de estos buques se debe implementar el modo de relevo para maximizar la utilización de las esclusas.

³ En modo de relevo el buque inicia el esclusaje asistido por un juego de locomotoras y lo completa asistido por un juego de locomotoras deferente. Las locomotoras iniciales se regresan para asistir al siguiente buque. En el modo regular, las locomotoras no regresan a asistir al siguiente buque hasta que el primero hubiese completado el esclusaje.



En un esclusaje regular el tiempo de ciclo es *más largo* que el tiempo de un esclusaje completo, pues se requiere tiempo adicional para que las locomotoras retornen de un extremo de la esclusa al otro para atender al próximo buque. En un esclusaje de relevo el tiempo de ciclo es *más corto* que el tiempo de un esclusaje completo, pues el primer grupo de locomotoras regresa a atender al próximo buque mientras el segundo aún está asistiendo al primer buque en la segunda parte de su esclusaje (ver figura 5-3).

Desde el punto de vista de capacidad, el tiempo de ciclo es más relevante que el tiempo de un esclusaje completo, pues determina cuántos buques puede manejar la esclusa en un día. En un esclusaje regular sólo hay un buque en el complejo de esclusas a la vez, mientras que, en el esclusaje de relevo, puede haber un buque iniciando el esclusaje en la primera cámara mientras hay otro en la última cámara completando el esclusaje. En base a estos tiempos de esclusaje y tiempos de ciclo, la esclusa de Pedro Miguel representa la barrera final de capacidad del Canal.

Por ejemplo, suponiendo que todos los buques fueran de dimensiones Panamax y tuvieran un tiempo nominal de esclusaje promedio de 1 hora y 15 minutos en la esclusa de Pedro Miguel, la misma podría realizar, en promedio, un máximo de aproximado de 38 esclusajes al día. Por otro lado, en las esclusas de Miraflores y Gatún se podría realizar un número mayor de esclusajes al día, mediante el uso de esclusaje de relevo. Sin embargo, los buques adicionales congestionarán la esclusa de Pedro Miguel, sin contribuir a aumentar la capacidad total del sistema. En este caso, la esclusa de Pedro Miguel constituye el cuello de botella del sistema por tener el tiempo de ciclo más largo de los tres complejos de esclusas.

5.3.2 Factores que limitan la utilización de las esclusas existentes

El análisis anterior concluye que las esclusas existentes definirán la capacidad máxima del Canal de Panamá. Por lo tanto, la estrategia fundamental para maximizar la capacidad del Canal consiste en mejorar aquellos factores del sistema de tránsito que de alguna forma impiden la plena utilización de las esclusas, especialmente en la esclusa de Pedro Miguel.

Tiempos de Esclusaje y Capacidad de las Esclusas Existentes para un Buque Pánamax Típico de Contenedores con Calado Máximo				
		Miraflores	Pedro Miguel	Gatún
Tipos de Esclusajes Posibles		Regular y Relevo	Regular	Regular y Relevo
Esclusaje Regular	Tiempo de Esclusaje	75 mins	65 mins	120 mins
	Tiempo de Ciclo	85 mins	75 mins	135 mins
Esclusaje en Relevo	Tiempo de Esclusaje	80 mins	no se puede	115 mins
	Tiempo de Ciclo	65 mins	no se puede	75 mins
Número máximo de esclusajes Panamax en un día (asumiendo uso continuo las 24 horas del día y ninguna otra restricción o ineficiencia)		44 esclusajes	38 esclusajes	38 esclusajes
Número máximo de esclusajes Panamax en un día (tomando en cuenta el tiempo de inutilización debido al cambio de dirección)		44 esclusajes	35 esclusajes	38 esclusajes

Fuente: División de Tránsito Marítimo de la ACP

Figura 5-3 Los tiempos de esclusaje y la capacidad de las esclusas, están definidos por la configuración física de cada esclusa y su modo de operación. La esclusa de Pedro Miguel representa la mayor limitación de capacidad por no poder tomar ventaja de esclusajes en relevo.



Esta estrategia también tomará en cuenta el desequilibrio actual en la utilización de las esclusas entre el día y la noche. En la práctica, debido a que actualmente los buques más grandes sólo pueden transitar las esclusas con luz del día, la capacidad del Canal está segregada en dos periodos: (1) la capacidad diurna, que permite el tránsito de los buques grandes cuyas características de tamaño los restringen a transitar las esclusas de día; y (2) la capacidad nocturna, que permite el tránsito de buques más pequeños sin restricciones respecto a cuándo y cómo transitar en las esclusas.

La tendencia actual de los usuarios del Canal de utilizar buques de mayor tamaño acentúa aceleradamente el creciente desequilibrio entre la utilización diurna y nocturna del Canal, de tal manera que la capacidad de atender un mayor número de buques restringidos a esclusajes diurnos se encuentra en un nivel crítico de saturación, próximo a la utilización máxima. En la actualidad, el Canal utiliza la capacidad diurna muy cerca del máximo sostenible. En cambio, todavía mantiene cierta holgura en la capacidad nocturna de las esclusas.

Aunque la esclusa de Pedro Miguel pudiera realizar hasta un máximo teórico de 38 esclusajes diarios, la misma realiza actualmente 33 esclusajes diarios en promedio. Esto se debe a que existen factores inherentes a la mezcla de buques que reducen la utilización de las esclusas y limitan la cantidad de esclusajes que éstas pueden realizar. A continuación se analizan estos factores:

- **Limitaciones de capacidad impuestas por buques restringidos a esclusajes diurnos.**

Actualmente los buques más grandes que pueden transitar por el Canal están restringidos a hacer esclusajes durante el día por causa de una menor visibilidad durante la noche, lo que aumenta los riesgos de seguridad en la operación. Esto resulta en la subutilización de las esclusas durante el periodo nocturno, pues sólo los buques pequeños, de menor capacidad de carga, pueden hacer esclusajes con seguridad durante la noche. La causa principal de esta limitación es que los sistemas de iluminación existentes son insuficientes para proveer adecuada visibilidad que permita a los buques de mayor tamaño efectuar maniobras de esclusaje nocturnos, de acuerdo con los estándares y normas de seguridad. En la última década el incremento acelerado del uso de buques de mayor tamaño ha causado que el espacio entre el casco del buque y la pared de la cámara de la esclusa sea cada vez

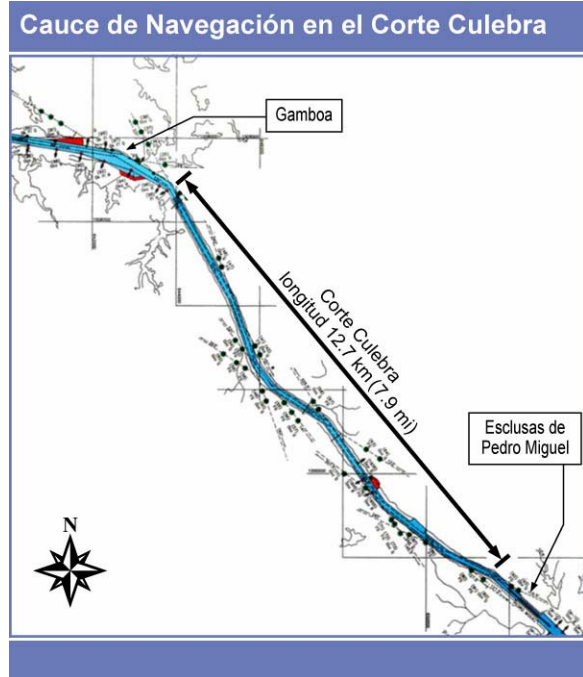


Figura 5-4 El Corte Culebra es el cauce de navegación más angosto del Canal. Se extiende a través de la división continental por aproximadamente 12.7 Km. desde la esclusa de Pedro Miguel hasta el poblado de Gamboa.



más angosto⁴. El sistema de iluminación actual de las esclusas es insuficiente, ya que no permite maniobrar con seguridad los buques más anchos dentro de las cámaras⁵.

Actualmente las reglas operacionales del Canal establecen que los buques con restricciones deben iniciar y terminar sus esclusajes con luz del día, por causa de la insuficiencia de iluminación en las esclusas. En este sentido, el Canal podría incrementar la utilización de las esclusas durante la noche, en la medida en que mejore la iluminación de éstas y pueda permitir el esclusaje de noche de buques que hoy son restringidos a efectuar los esclusajes con luz del día. Esta estrategia tiene por objeto equilibrar la utilización nocturna con la diurna, dando mayor flexibilidad a la programación de los tránsitos. Será eficaz como medio para aumentar la capacidad del Canal mientras exista holgura durante el periodo nocturno. Es una estrategia orientada a balancear la línea de producción.

- **Limitaciones de capacidad causadas por buques restringidos a navegar el Corte Culebra sin encontrarse (cruzarse) con buques en la dirección opuesta.**

El Corte Culebra es el cauce más angosto del Canal⁶. Tiene 192 metros de ancho en las rectas y hasta 230 metros de ancho en las curvas (ver figura 5-4). Como regla general, los buques más grandes están restringidos a no poder encontrarse o cruzarse con otro buque navegando en la dirección opuesta en el Corte Culebra. Esto significa que el Canal programa su tráfico por el Corte Culebra de tal forma que los buques con esta restricción naveguen, uno detrás del otro, agrupados en un *convoy*, en una dirección primero y en la otra después. Este modo de operación se denomina en el Canal como de *semiconvoy* y permite maximizar la utilización del sistema. Transitan más buques por el Corte Culebra cuando pasan primero todos los buques restringidos en una dirección y luego pasan los buques restringidos en la otra dirección. Esta es la forma más eficiente para que los buques transiten por el corte culebra, si comparamos esta opción con la de transitar los buques alternados de uno en uno.

⁴ El espacio entre el casco del buque y la pared de la cámara es de aproximadamente 60 centímetros (24") en esclusajes de buques Panamá de ancho máximo que tienen 106' de manga.

⁵ El actual sistema de iluminación de postes altos (*High Mast Lighting*) se instaló en las esclusas en la década de los 70s y reemplazó al sistema original de bombillos de bajo poder originales del Canal.

⁶ El Corte Culebra también es denominado en inglés como *Gaillard Cut* en honor al ingeniero norteamericano que dirigió una parte sustancial de su construcción original.



El modo de operación *semiconvoy* consiste en iniciar el día con el tráfico de buques restringidos en dirección norte⁷ principalmente durante la mañana; seguido del tráfico de buques restringidos en dirección sur principalmente durante la tarde y, finalmente, el tráfico de embarcaciones más pequeñas en ambas direcciones, principalmente en horas de la noche (ver figura 5-5).

El modo de operación *semiconvoy* requiere un cambio en la dirección de la navegación en el Corte Culebra durante las horas del día. Cuando el último buque restringido en dirección norte sale del Corte Culebra hacia el cauce del lago Gatún⁸, inicia su tránsito el convoy de buques restringidos por el Corte Culebra hacia el sur. Los buques se programan de tal forma que el convoy sur esté listo para entrar al Corte Culebra tan pronto el último buque restringido del convoy norte salga. Durante este cambio de dirección se crea un periodo de inactividad en ambos complejos de esclusas del Pacífico, que corresponde al tiempo que le toma al último buque restringido en dirección norte completar su tránsito del Corte Culebra, seguido del tiempo que le toma al primer buque restringido en dirección sur atravesar el Corte Culebra para llegar a la esclusa de Pedro Miguel. En la práctica se observan periodos en que no se utiliza la esclusa de Pedro Miguel (alrededor de 2 horas), y las esclusas de Miraflores (hasta 3 horas o más). Existen varias posibles opciones para reducir la subutilización de las esclusas del Pacífico, entre ellas la construcción de una estación de amarre al norte de la esclusa de Pedro Miguel, y el ensanche del Corte Culebra para permitir encuentros selectivos de buques Panamax durante el día.

- **Limitaciones de capacidad causadas por**

Modo Operativo de Semi-Convoy Diagrama Esquemático

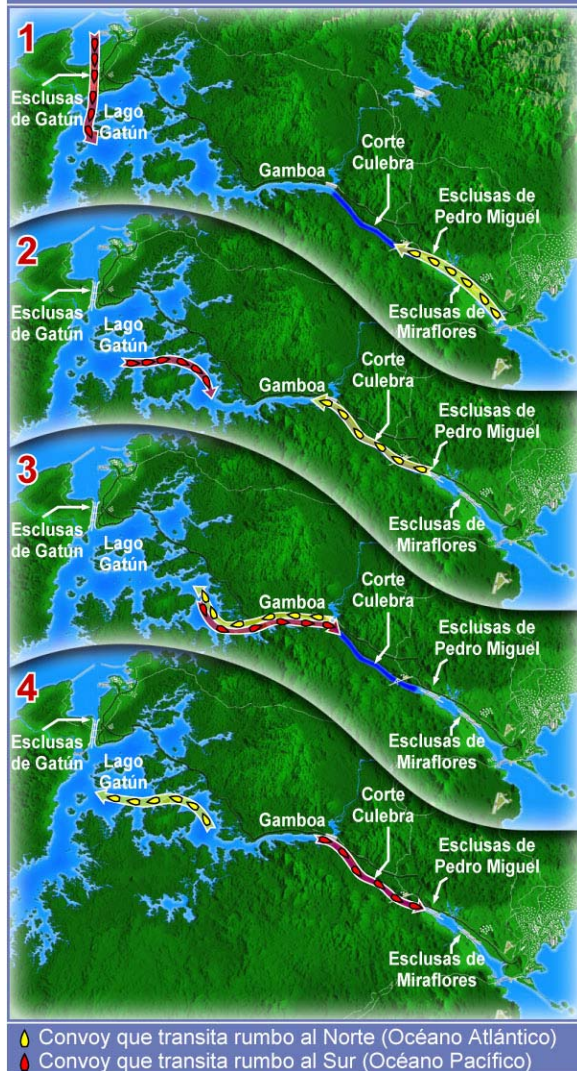


Figura 5-5 Se muestra la operación del Canal con el modo *semiconvoy*. La etapa 1 muestra el convoy Norte llegando a la entrada del Corte Culebra y el convoy sur atravesando el lago Gatún. En la etapa 2 el convoy Norte atraviesa el Corte Culebra y en la etapa 3 se cruza con el convoy sur en el Lago Gatún. En la etapa 4 el convoy sur atraviesa el Corte Culebra y llega a la esclusa de Pedro Miguel. Los convoyes no se pueden cruzar en el Corte Culebra. La esclusa de Pedro Miguel queda inactiva desde que pasa el convoy Norte hasta que le llega el primer buque del convoy sur.

⁷ Los buques en dirección norte transitan desde el Océano Pacífico hacia el Océano Atlántico y los buques en dirección sur lo hacen del océano Atlántico al océano Pacífico.

⁸ El cauce del lago Gatún entre Gamboa y las esclusas de Gatún es lo suficientemente ancho para que buques Panamax puedan encontrarse y cruzarse en dirección contrarias con seguridad.



buques restringidos a transitar el Corte Culebra durante el día.

Como se ha visto, algunos buques tienen que transitar obligatoriamente el Corte Culebra a la luz del día por causas de su tamaño, tipo de carga o características de maniobrabilidad y visibilidad. Estos mismos buques tampoco pueden encontrarse con algún otro buque durante su tránsito en el Corte Culebra. Estas restricciones tienen por objeto lograr que los buques naveguen en la forma más segura posible dado el ancho y conformación del cauce en el Corte Culebra. Consecuentemente, estas restricciones inciden adversamente sobre la capacidad del Canal, pues reducen el tiempo en que los buques pueden transitar por las esclusas. Sin embargo, en la práctica, el efecto de esta restricción sobre la capacidad integral del Canal no es tan significativo como las dos anteriores, pues el Corte Culebra tiene mayor capacidad para permitir el tránsito de buques que las esclusas existentes.

- **Limitaciones de capacidad impuestas por restricciones de visibilidad causadas por niebla en el Corte Culebra.**

Algunas condiciones climáticas recurrentes, como la niebla en el Corte Culebra, también afectan la capacidad del Canal. Aunque puede ocurrir en cualquier momento del año, la mayor ocurrencia de niebla en el Corte Culebra se da durante septiembre, octubre y noviembre, y, típicamente, aparece después de la medianoche y se extiende hasta poco después del amanecer. La niebla tiene un impacto tan significativo en la capacidad que, durante periodos de niebla, no permite la navegación en cauces donde la visibilidad sea menos de 305 metros (1,000'). En consecuencia, esta restricción por falta de visibilidad reduce significativamente la capacidad, no sólo del Corte Culebra, sino también de la esclusa de Pedro Miguel, pues la misma está ubicada en el extremo sur del Corte Culebra y, para continuar operando, depende de un tráfico constante en el Corte Culebra.

Dado que el Canal difícilmente puede controlar la incidencia de niebla en el Corte Culebra, la ACP ha concentrado sus esfuerzos en maximizar la utilización del Corte en los periodos en que es transitable. En este sentido, la estrategia para mitigar el efecto de la niebla, y operar el Canal a su máxima capacidad posible, consiste en continuar transitando buques por las esclusas incluso en periodos de niebla. Los buques que transiten la esclusa de Pedro Miguel se posicionan al norte de la misma, justo antes del Corte Culebra, de forma que estén listos para proseguir su tránsito a través del Corte Culebra cuando este no esté restringido por falta de visibilidad. De esta forma se logra maximizar la utilización de la esclusa de Pedro Miguel.

5.3.3 Mejoras al calado y a la confiabilidad del servicio del Canal

Existen factores que afectan al valor del servicio que el Canal presta a sus clientes. Uno de estos factores es el calado máximo que el Canal



ofrece, pues este calado máximo afecta la capacidad de carga de los buques que transitan por el Canal y, por lo tanto, contribuye a definir el valor económico de la ruta marítima por Panamá.

El Canal ofrece actualmente a sus clientes un calado máximo de 12 metros (39.5') en agua dulce tropical (ADT). Sin embargo, existen buques que pueden aprovechar un calado adicional si el Canal así lo ofreciera. Una gran mayoría de los buques Panamax, por su diseño, tienen ya la capacidad de aprovechar un mayor calado. Sobre la base de estos análisis, la ACP ha identificado como una prioridad la maximización del valor que el Canal brinda a sus clientes a través del incremento del calado máximo.

5.4 Programa para aumentar la capacidad y el valor del Canal actual

De acuerdo con los resultados del análisis de la capacidad del Canal y con la identificación de los factores que la limitan, se ha diseñado un programa integral para aumentar la capacidad del Canal con miras a permitir el tránsito ininterrumpido, sostener el nivel de servicio competitivo y garantizar el suministro de agua. Este programa tiene el propósito de maximizar la utilización de las esclusas, especialmente la de Pedro Miguel. En adición a los proyectos que maximizan la utilización de las esclusas, se han identificado otros proyectos que complementan el aumento de capacidad, mejorando el calado máximo que el Canal podría brindar a sus clientes y la confiabilidad hídrica del sistema.

Para incrementar la utilización nocturna de las esclusas se implementará un sistema mejorado de iluminación en las esclusas, que permitirá que más del 80% de los buques hagan esclusajes irrestrictos las 24 horas del día.

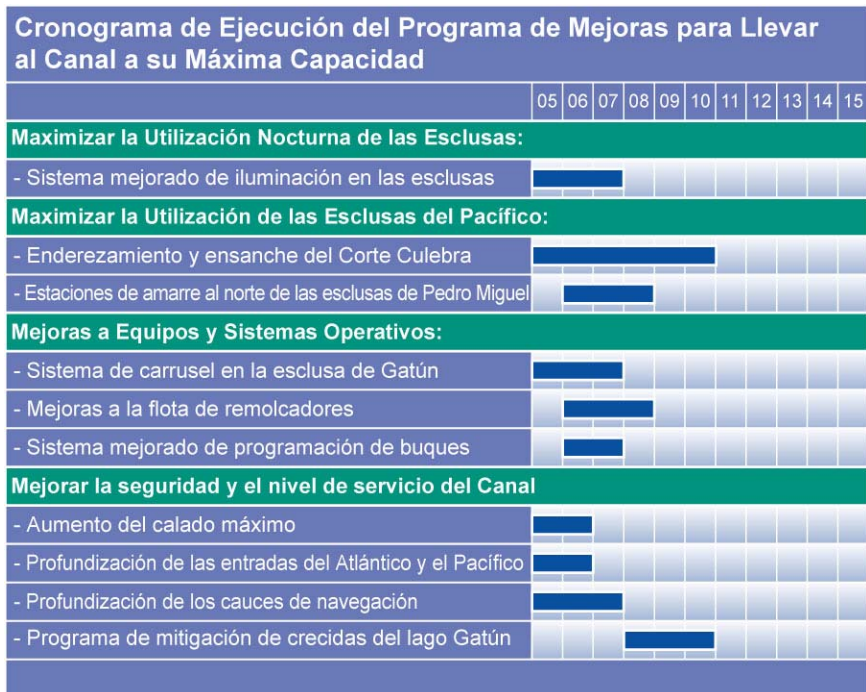


Figura 5-6 El programa de ejecución de mejoras para aumentar la capacidad del Canal actual al máximo posible e incrementar el valor que éste aporta a la ruta marítima por Panamá se completará en el año fiscal 2010.



Para maximizar la utilización de las esclusas del Pacífico, se propone el enderezamiento y ensanche del Corte Culebra para facilitar la navegación y cumplir con los requisitos de código de Seguridad de la Vida en el Mar (SOLAS) (siglas en inglés de *Safety Of Life At Sea*) sobre la visibilidad en cauces de navegación. También se propone la construcción de estaciones de amarre al norte de la esclusa de Pedro Miguel.

Para mejorar el servicio a los clientes desde el punto de vista de calado y confiabilidad, se proponen mejoras que permitirán ofrecer a los clientes un mayor calado. Además, se propone la profundización de los cauces de navegación para mejorar el rendimiento hídrico de la cuenca y aumentar la confiabilidad del calado que el Canal brinda a sus clientes. Finalmente, se propone la construcción de un nuevo vertedero en el Atlántico para el lago Gatún, como parte de un programa de mitigación de crecidas que mejore la seguridad hídrica del sistema y permita garantizar la confiabilidad del Canal.

Estimado de Costos del Programa de Mejoras para Llevar al Canal a su Máxima Capacidad		
	Efecto en Capacidad y Servicio	Inversión
Maximizar la Utilización Nocturna de las Esclusas:		
- Sistema mejorado de iluminación en las esclusas	Eliminar las restricciones de día en las esclusas	7
Maximizar la Utilización de las Esclusas del Pacífico:		
- Enderezamiento y ensanche del Corte Culebra	Maximizar la utilización de las esclusas del Pacífico	215
- Estaciones de amarre al norte de las esclusas de Pedro Miguel	Maximizar la utilización de las esclusas del Pacífico	22
Mejoras a Equipos y Sistemas Operativos:		
- Sistema de carrusel en la esclusa de Gatún	Aumentar la capacidad de las esclusas del Atlántico	6
- Mejoras a la flota de remolcadores	Eliminar las restricciones de día en las esclusas	48
- Sistema mejorado de programación de buques	Permitir la máxima utilización de la capacidad disponible	2
Mejorar la seguridad y el nivel de servicio del Canal		
- Aumento del calado máximo	Mejorar el valor de la Ruta para los clientes	1
- Profundización de las entradas del Atlántico y el Pacífico	Mejorar el valor de la Ruta para los clientes	28
- Profundización de los cauces de navegación	Mejorar la confiabilidad de calado	77
- Programa de mitigación de crecidas del lago Gatún	Mejorar la confiabilidad de calado y evitar inundaciones	90
Inversión Total		496M*
*Millones de Balboas		

Figura 5-7 El programa de optimización del Canal actual representa una inversión de aproximadamente B/. B/. 496 millones.

Este programa integral de mejoras atiende las principales limitaciones actuales identificadas y permite aumentar al máximo la capacidad del Canal, mientras se mejora continuamente el nivel de servicio que el mismo brinda a sus clientes.

5.5 Descripción detallada del programa para aumentar al máximo la capacidad del Canal

El programa de mejoras para aumentar al máximo la capacidad del Canal lo conforman diez proyectos específicos agrupados en cuatro grandes áreas de maniobra estratégica: (1) maximizar la utilización nocturna de las esclusas, (2) maximizar la utilización de las esclusas del Pacífico, (3) mejorar equipos y sistemas operacionales, y (4) mejorar la seguridad hídrica y la confiabilidad de calado. Los proyectos incluidos en este pro-



grama se concluirán para del año fiscal 2010 y tendrán un costo total estimado de B/.496 millones⁹ (ver figuras 5-6 y 5-7). Varios de estos proyectos ya han iniciado, por lo que el monto pendiente por ejecutar asciende a aproximadamente B/. 444 millones.

El programa de extensión de capacidad del Canal se ha diseñado para responder oportuna y eficazmente a las necesidades impuestas por las proyecciones de demanda. Por tanto, los distintos proyectos de mejoras se han programado de forma escalonada, de manera que la capacidad adicional se desarrolle en paralelo con el crecimiento anticipado de la demanda.

Este programa comprende los siguientes diez proyectos:

- Mejorar el sistema de iluminación en las esclusas.
- Enderezar y ensanchar el Corte Culebra a 218m (715') en las rectas.
- Construir estaciones de amarre al norte de la esclusa de Pedro Miguel.
- Implementar un modo operativo de carrusel en las esclusas de Gatún.
- Actualizar e incrementar la flota de remolcadores.
- Mejorar el sistema de programación de buques.
- Aumentar el calado máximo del Canal a 40.5'.
- Profundizar las entradas del Atlántico y el Pacífico.
- Profundizar los cauces de navegación del lago Gatún al nivel 10.4 (34') PLD.
- Mitigar el riesgo de crecidas en el lago Gatún, mediante la construcción de un vertedero adicional.

A continuación se hace una descripción detallada de los proyectos individuales que conforman este programa de mejoras.

5.5.1 Mejorar el sistema de iluminación en las esclusas

Se propone instalar un nuevo sistema de iluminación en las esclusas y en sus cámaras, que incrementará la visibilidad para hacer más seguras las condiciones de tránsito durante la noche. Este proyecto tiene por objetivo permitir en forma segura el esclusaje nocturno de buques Panamax, que actualmente están restringidos a tránsitos de día por las esclusas, mejorando la visibilidad nocturna en el espacio entre el casco del buque y las paredes de la cámara de las esclusas y entre el buque y las compuertas de la cámara.

El nuevo sistema de iluminación para las esclusas consistirá en nuevas lámparas de postes altos (*high mast lights*) que reemplazarán al sistema

⁹ En balboas reales del 2005.



actual, complementadas por un sistema de iluminación interna en las cámaras de las esclusas (ver Figura 5-8).

Este proyecto de iluminación les permitirá transitar por las esclusas de noche a la mayoría de los buques que en la actualidad, por su tamaño, características de maniobrabilidad y visibilidad, están restringidos a transitar las esclusas durante el día. Esta inversión permitirá que más del 95% de los buques transiten por las esclusas en cualquier momento durante las 24 horas del día.

El programa tendrá como resultado una reducción del tiempo en aguas del Canal para buques de más de 800' de eslora, un mejor equilibrio entre la utilización de la capacidad diurna y nocturna del Canal, y permitirá aumentar la cantidad de cupos de reservación que el Canal pudiese ofrecer diariamente para buques mayores de 27.7 (91') de manga.

El nuevo sistema de iluminación no producirá ningún impacto ambiental adverso. El sistema propuesto no afecta negativamente las especies asociadas a las áreas del proyecto, pues las esclusas ya cuentan con sistemas de iluminación instalados. Se ha estimado que este proyecto costará B/.7 millones¹⁰, y se ejecutará en dos años. Su construcción se inició en el año fiscal 2004 y está programada para completarse en el año fiscal 2006.

5.5.2 Enderezar y ensanchar el Corte Culebra a 218m (715') en las rectas

El Corte Culebra es la sección más angosta del cauce de navegación del Canal que tiene una longitud de 12.7 kilómetros (7.9 millas¹¹) (ver figura 5-4). El mismo ha sido constantemente mejorado desde la construcción original del Canal. El ancho original del cauce de navegación del Corte Culebra era de 92 metros (300'). Los trabajos de ensanche en varias secciones del Corte Culebra a 152 metros (500') se iniciaron en la década de 1930 y se completaron en el año 1971. Un segundo programa de ensanche se realizó entre el año fiscal 1992 y el año fiscal 2001, cuando se ensancharon las rectas a 192 metros (630') y las curvas a 222 metros (730'). El ancho existente del Corte Culebra de 192 metros (630') permi-

Sistema Mejorado de Iluminación de las Esclusas

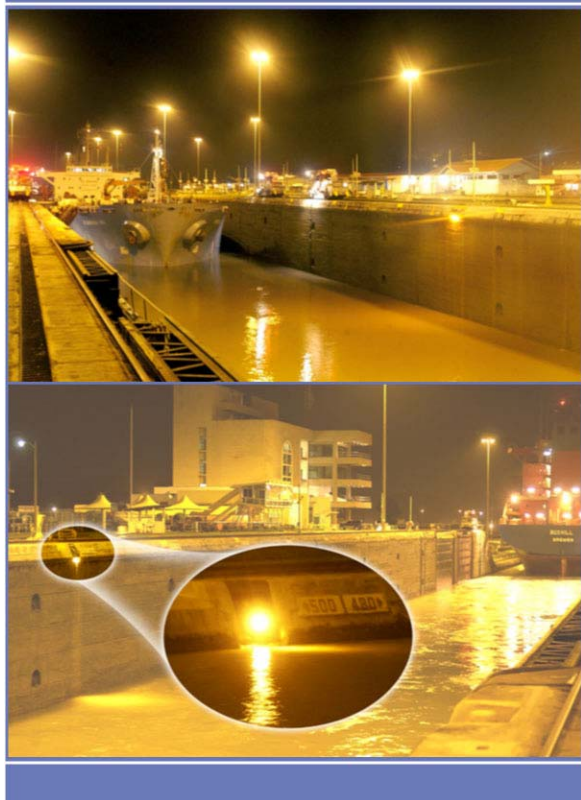


Figura 5-8 El sistema mejorado de iluminación de las esclusas permitirá a la mayoría de los buques realizar esluasajes nocturnos.

¹⁰ Balboas reales del 2005.

¹¹ Equivale a 6.85 millas náuticas.



te tránsitos más seguros y expeditos, y reduce el riesgo de que un derrumbe pueda obstruir el tráfico del Canal¹².

El proyecto de enderezamiento y ensanche del Corte Culebra que se propone tiene por objeto mejorar la seguridad de la navegación en el Corte Culebra, especialmente para buques Panamax, y permitir el encuentro o cruce selectivo de dos buques Panamax navegando en dirección opuesta durante el día. Este proyecto consiste de dos componentes: el primer componente es el enderezamiento de las curvas del cauce de navegación del corte culebra y el segundo componente es el ensanche de los cauces de navegación del Corte Culebra a 218m (715') en las rectas.

El primer componente tiene como propósito el enderezamiento de las curvas de Bas Obispo, La Pita, Lirio y Gold Hill, que son las más cerradas del Corte Culebra (ver Figura 5-9). Este enderezamiento permitirá al Canal cumplir con los requisitos internacionales de visibilidad del código SOLAS¹³. El mismo reducirá los ángulos de desviación o curvatura entre bordadas del Corte Culebra. Para el diseño del enderezamiento, la ACP se fundamentó en las guías del código SOLAS y en otras normas internacionales aceptadas por la industria marítima, tomando como base los requerimientos de seguridad para la navegación de buques portacontenedores Panamax de 294 metros (965) de eslora y 32 metros (106') de manga con un calado máximo de 12.3 metros (40.5'). Estas son las dimensiones máximas del buque que puede transitar por las esclusas del Canal. La figura 5-10 lista los parámetros relevantes utilizados para conformar el proyecto de enderezamiento del Corte Culebra.

El segundo componente consiste en el ensanche de las partes rectas del cauce de navegación del Corte Culebra a 218 metros (715'), para permitir en forma segura encuentros o cruces de algunos buques Panamax en el Corte durante el día¹⁴. Actualmente el Canal está ejecutando un programa de pruebas de encuentro de buques en el Corte Culebra, el cual se inició ensayando encuentros de buques Panamax con otros buques de menor

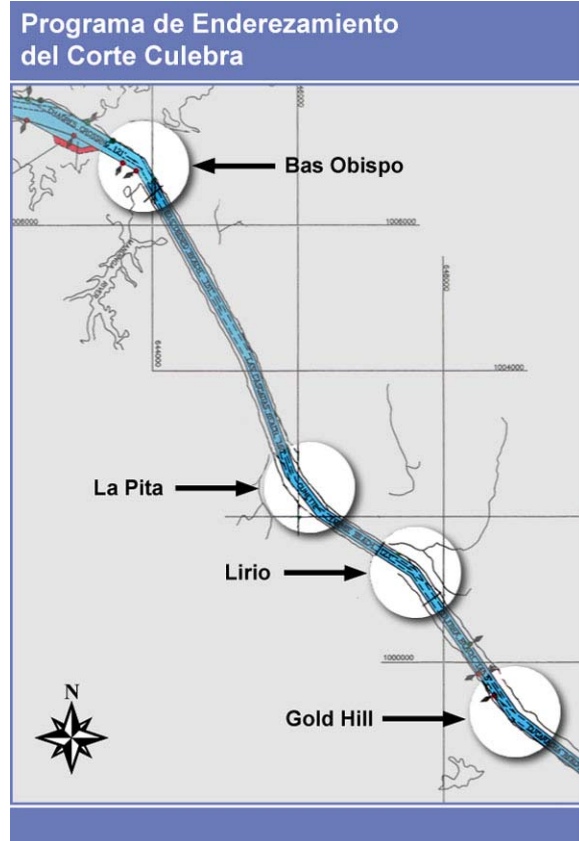


Figura 5-9 El programa de enderezamiento del Corte Culebra incluye mejoras a las curvas de Bas Obispo, La Pita, Lirio y Gold Hill principalmente.

¹² Como el derrumbe ocurrido en 1986.

¹³ SOLAS establece que todo buque requiere de una visibilidad de 2 esloras o 500 metros (1,640') como mínimo desde el puente para una navegación segura.

¹⁴ Se refiere al cruce en direcciones contrarias de buques de diferentes anchos donde la suma de las mangas de los dos buques no exceda valores considerados seguros.



tamaño en muy variadas combinaciones de anchos de mangas. Estas pruebas están diseñadas para determinar la viabilidad de los encuentros de estos buques desde el punto de vista de seguridad de navegación, de tal forma que se puedan determinar las combinaciones posibles de encuentros que maximicen la capacidad del Corte Culebra, al menor costo de inversión.

Sobre la base de estas pruebas se identificaron varias alternativas que permiten reducir las restricciones de navegación que actualmente se aplican a buques de dimensiones Panamax en el Corte Culebra. Por ejemplo, se han estudiado alternativas que incluyen aumentar el ancho de los cauces del Corte Culebra a 218 metros (715'), 225 metros (738') y 245 metros (804') en las rectas (ver figura 5-11). Estos anchos responden al análisis de visibilidad y seguridad de navegación, de variadas mezclas de buques. Según los análisis operacionales realizados, las distintas alternativas de ensanche permitirán distintos niveles de reducción de las restricciones existentes, lo cual permitirá el encuentro de dos buques Panamax en el Corte Culebra, con ciertas restricciones basadas en la configuración de los buques y la suma combinada de las mangas¹⁵.

Con el ensanche del Corte Culebra a 218 metros (715') será posible realizar encuentros entre buques Panamax que cumplan con ciertas características de tamaño, seguridad y maniobrabilidad, lo que a su vez permitirá alcanzar la máxima capacidad sostenible de las esclusas, particularmente la esclusa de Pedro Miguel. En consecuencia, éste es el nivel de ensanche que propone el Plan Maestro como parte del programa de optimización del Canal. Se estima que este ensanche a 218 metros será necesario antes del año fiscal 2011 para manejar los niveles de tráfico de buques Panamax proyectados, maximizando así la capacidad de las esclusas existentes y reduciendo significativamente los periodos de inactividad de las esclusas del Pacífico.

Parámetros de Diseño para el Enderezamiento Propuesto del Corte Culebra

Ancho Mínimo del Cauce en Rectas	192 m (630')
Ancho Mínimo del Cauce en Curvas	222 m (730')
Radio de Curvatura	2,058 m (6,755') o 7 Esloras de Radio
Distancia entre Dos Curvas Adyacentes	1,470 m (4,825) o 5 Esloras de Distancia
Zona de Transición entre un Ancho de Cauce de 222m a 192m y Viceversa	10:1
Fondo del Cauce Según Diseño	10.4 m (34') PLD
Elevación de Excavación Seca de la Primera Banqueta	27.4 m (90') PLD
Elevación Bajo Agua de Perforación y Voladura	6.71 m (22') PLD
Elevación de Tierra de Perforación y Voladura	6.71 m (22') PLD

Figura 5-10 Los parámetros utilizados para el diseño del proyecto de enderezamiento del Corte Culebra se basan en estándares internacionales.

¹⁵ Con excepciones determinadas principalmente por el tipo de carga, visibilidad o maniobrabilidad de los buques.



La ejecución del proyecto de enderezamiento y ensanche del Corte Culebra requiere de dragado y excavación seca. Adicionalmente, se requieren trabajos de estabilización de taludes, drenajes, reforestación y restauración de ambientes naturales. El material proveniente de la excavación seca será depositado en varios sitios terrestres ubicados a lo largo del Corte Culebra dentro de las áreas de operación del Canal. El material de dragado será depositado en sitios acuáticos localizados en el lago Gatún¹⁶.

La excavación seca está siendo ejecutada principalmente por contratistas locales. La ACP ejecuta con recursos propios los trabajos de dragado, usando la draga de corte succión Mindi y la draga mecánica de cucharón Christensen, actividad en la que también participan equipos de apoyo como remolcadores, botes de trabajo, barcazas, lanchas de hidrografía y lanchas de pasajeros, entre otros. Además, la ACP ejecuta la perforación y voladura subacuática utilizando las barcazas de perforación y voladura Thor y Barú¹⁷: La ACP también está en capacidad de realizar trabajos de perforación y voladura terrestre con sus propios recursos, pero evaluará la posibilidad de utilizar a contratistas locales.

La ACP llevó a cabo una evaluación ambiental de las áreas que serán afectadas por el enderezamiento y ensanche del Corte Culebra, y ha determinado que este proyecto no tendrá impactos ambientales significativos, especialmente debido a que el proyecto sólo afecta áreas que ya han sido intervenidas durante ensanches anteriores del Corte. Los principales impactos ambientales identificados incluyen el posible aumento de las partículas suspendidas en el agua de los lagos en las áreas cercanas a donde se realizan los trabajos de construcción, casos aislados y temporales de contaminación de agua y aire, y aumentos temporales en los niveles de ruido y vibraciones. Además, los sitios de depósito de material de excavación y dragado han sido evaluados a través de estudios de impacto ambiental desarrollados por la ACP, los cuales están sujetos a un programa de seguimiento y observación constante. Basado en lo expuesto, no se prevén impactos significativos o irreversibles al ambiente.

El Corte Culebra se ha ensanchado en varias ocasiones, por lo que ya existe un cúmulo de información ambiental pertinente. La ACP ha realizado las evaluaciones ambientales requeridas para este tipo de proyecto y

Opciones de Ensanche del Corte Culebra para Permitir Encuentros Selectos de Buques Panamax			
	218 metros (715 pies)	225 metros (738 pies)	245 metros (804 pies)
Restricciones Aplicables a la Navegación de Buques Panamax	Encuentros selectos restringidos a ciertas bordadas y sólo de día	Encuentros irrestrictos sólo de día	Encuentros irrestrictos día y noche
Duración del Proyecto	4 años	7 años	por evaluar
Monto de la Inversión	95 millones	232 millones	por evaluar

Figura 5-11 La tabla muestra las distintas opciones que se están estudiando para reducir y eliminar las restricciones de navegación que impone el Corte Culebra a los buques Panamax.

¹⁶ Los sitios acuáticos de depósito de material de excavación ubicados en el lago Gatún han sido intervenidos anteriormente, y no tienen un impacto significativo en la capacidad hídrica del lago.

¹⁷ Barcaza de perforación y voladura actualmente siendo construida por la División de Astilleros Industriales de la ACP.



ha determinado que no existen impactos ambientales significativos. Dentro de los costos estimados del proyecto, la ACP ha incluido recursos para ejecutar las medidas de seguimiento y mitigación ambiental requeridas. La evaluación ambiental realizada previamente para el ensanche iniciado en el año fiscal 1992 fue utilizada como base para estudios ambientales subsiguientes, como el de la profundización de los cauces y el del enderezamiento del Corte Culebra, ya que describe los sitios de depósito y de material de excavación que actualmente se utilizan y que se usarán para cualquier ensanche adicional. Además, la ACP ha actualizado las evaluaciones ambientales de estos sitios, realizadas anteriormente en cuanto a flora, fauna y acciones de mitigación, que deberán implementarse. También se han inspeccionado los sitios lacustres designados para depositar el material producto del dragado y se ha determinado que se pueden seguir utilizando para este proyecto.

El proyecto de enderezamiento y ensanche del Corte Culebra tendrá un costo total de aproximadamente B/. 215 millones¹⁸. Este proyecto inició en el año fiscal 2003, y se encuentra actualmente en ejecución. El mismo estará terminado para el año fiscal 2010.

5.5.3 Construir estaciones de amarre al norte de la esclusa de Pedro Miguel

Uno de los objetivos del programa para aumentar al máximo la capacidad del Canal actual es incrementar la utilización de las esclusas del Pacífico, en particular la de Pedro Miguel. La esclusa de Pedro Miguel mantiene diariamente periodos de inactividad de hasta dos horas mientras espera que el último buque del convoy norte navegue el Corte Culebra hacia el Lago Gatún, y que el primer buque del convoy sur navegue del Lago Gatún a las esclusas. Este periodo de inactividad, que usualmente ocurre cerca del mediodía, es causado por el modo de operación *semiconvoy*, el cual requiere un cambio de dirección de norte a sur en la navegación por el Corte Culebra (ver figura 5-5). Debido a las restricciones de navegación, los buques Panamax que navegan en dirección sur no pueden entrar al Corte Culebra hasta que el último buque Panamax en dirección norte haya salido del Corte. El Canal opera con el modo de *semiconvoy* debido a que el cauce del Corte Culebra no es lo suficientemente ancho para permitir el encuentro seguro de dos buques de dimensiones Panamax en direcciones opuestas. En este sentido, el tránsito



Figura 5-12 Para maximizar la utilización de las esclusas del Pacífico, especialmente en el caso de la esclusa de Pedro Miguel, se requerirá de nuevas estaciones de amarre en el extremo sur del Corte Culebra.

¹⁸ Balboas reales del 2005.



to por el Corte Culebra es principalmente en una sola dirección durante el día, cuando el Canal programa los tránsitos de buques de mayor tamaño; y es principalmente en dos direcciones durante la noche, cuando el Canal programa los tránsitos de buques de menor tamaño.

Para mantener la operación de la esclusa de Pedro Miguel, en forma constante e ininterrumpida, se propone el desarrollo de dos estaciones de amarre ubicadas justo al norte de Pedro Miguel (ver figura 5-12). En estas estaciones de amarre se posicionarían temporalmente buques en dirección sur que iniciarían su tránsito durante la noche o la madrugada. Estos buques continuarían su tránsito hacia el sur a través de las esclusas de Pedro Miguel después que el último buque del convoy norte termine su esclusaje y mientras el convoy en dirección norte completa su tránsito por el Corte Culebra. De esta forma, la esclusa de Pedro Miguel se mantendrá en uso continuo con buques que iniciaron su tránsito durante la noche, mientras llega el convoy de buques Panamax en dirección sur.

La construcción de estas estaciones de amarre dará como resultado una reducción sustancial del tiempo de inactividad de las esclusas de Pedro Miguel, al poder acomodar hasta dos buques Panamax en la estación de amarre. Estos buques podrán transitar por las esclusas en dirección sur durante los cambios de dirección, de forma que las esclusas del Pacífico, en particular la de Pedro Miguel, podrán continuar operando de forma ininterrumpida durante el cambio de dirección. Este proyecto tendrá un costo de B/.22 millones¹⁹, y se ejecutará en tres años.

5.5.4 El sistema de carrusel en las esclusas de Gatún

Como se explicó anteriormente, las esclusas actuales utilizan dos modos de operación: *regular* y *relevo*. Un tercer modo de operación, denominado modo de operación de *carrusel*, permitirá aumentar aún más la capacidad sostenible de uno de los carriles de las esclusas de Gatún al reducir el tiempo de ciclo. El proyecto del sistema de carrusel tiene el propósito de habilitar el complejo de esclusas de Gatún para que opere las locomotoras en una de las dos vías en el modo de carrusel.

En el modo de operación de carrusel, las locomotoras se moverán alrededor de las esclusas como una banda transportadora sin fin para asistir a los buques, eliminando la necesidad de amarrar los buques a la pared de la esclusa como se hace durante el esclusaje en el modo de relevo, y agilizando así la operación de esclusaje (ver figura 5-13). Cuando una de las vías de las esclusas de Gatún esté operando en modo de carrusel, la otra vía continuará operando en modo de relevo o en modo regular según fuese apropiado de acuerdo con los niveles de demanda.

¹⁹ Balboas reales del 2005.



Para el modo de operación en carrusel se necesitarán tres grupos de locomotoras para el tránsito de dos buques simultáneamente por un carril de las esclusas. Con este modo de operación cada grupo de locomotoras asiste a un buque desde el inicio hasta el final del esclusaje. Después de terminado un esclusaje, el primer grupo de locomotoras regresa a su punto de partida por un riel de retorno para asistir al siguiente buque, mientras que otros dos grupos de locomotoras asisten a los siguientes dos buques.

Esclusaje en Modo de Carrusel Propuesto para la Esclusa de Gatún

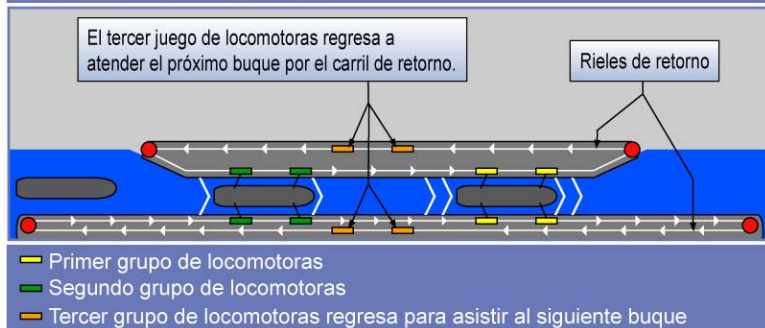


Figura 5-13 El diagrama ilustra los tres grupos de locomotoras operando en modo de carrusel en el complejo de esclusas de Gatún.

Con el modo de carrusel no se requiere amarrar el buque a los muros en las cámaras de las esclusas durante el cambio de locomotoras, reduciendo así los riesgos, variabilidad y demoras inherentes de esta maniobra. Con este modo de operación se reduce el tiempo que un buque debe esperar para ser asistido por las locomotoras y así poder iniciar el esclusaje.

Los análisis de capacidad realizados por la ACP confirman que el modo de carrusel tiene el potencial para reducir en varios minutos el tiempo de ciclo del esclusaje de un buque Panamax, cuando se le compara con el modo de esclusaje de relevo. Esta reducción en el tiempo del ciclo de esclusaje en Gatún, logrará que en esta esclusa transiten entre uno y dos buques más por día con un potencial sostenible de más de 500 buques adicionales al año. La reducción en el tiempo de ciclo de esclusaje tendrá un mayor beneficio al poder sostener niveles de tráfico más intensos durante los periodos de cierre de vía por mantenimiento en las esclusas de Gatún. Esto es de particular importancia para mantener la calidad de servicio a medida que el Canal opere cada vez con menos holgura, atendiendo buques de mayor tamaño, y acercándose a su límite de máxima capacidad.

Este programa propone el modo de carrusel sólo para las esclusas de Gatún debido a que en estas esclusas, por ser de tres niveles, el modo de carrusel ofrece los mayores rendimientos operacionales. Además, las esclusas de Gatún son las únicas que ya tienen rieles de retorno en operación. El complejo de esclusas de Miraflores, por

Tornamesa en las Esclusas de Gatún



Figura 5-14 Las tornamesas existente en las esclusas de Gatún deberán ser actualizadas para operar en forma continua durante operaciones en modo de carrusel.



tener dos niveles, también podrá beneficiarse con la implementación del sistema de carrusel; pero este complejo de esclusas no tiene rieles de retorno. Sin embargo, el Canal continuará evaluando la factibilidad técnica y económica de implementar el modo de carrusel en el complejo de Miraflores en el caso de que el volumen de tráfico lo justifique. El complejo de esclusas de Pedro Miguel, por tener un solo nivel, no se beneficiará de operar en modo de carrusel por las mismas razones por las que en estas esclusas tampoco es eficiente hacer esclusajes en modo de relevo.

El complejo de esclusas de Gatún cuenta ya con la infraestructura de rieles, tornamesas e intercambiadores de vía (ver figura 5-14). El modo de operación de carrusel requiere el uso continuo e intenso de los rieles de retorno, los tornamesas y los intercambiadores de rieles en la vía de retorno. Sin embargo, estos equipos no fueron diseñados para operar en forma continua. Tanto el riel de retorno existente, como las tornamesas y los intercambiadores de rieles han sido utilizados principalmente para transferir esporádicamente las locomotoras a los talleres de mantenimiento. Estos rieles no fueron construidos para ser sometidos a un régimen operativo intenso e ininterrumpido y, por lo tanto, este proyecto supone adecuarlos para operar con la confiabilidad necesaria que exigen las operaciones regulares de esclusaje.

La inversión requerida para implementar el modo de operación de carrusel en las esclusas de Gatún será de aproximadamente B/.6 millones²⁰ y tendrá un periodo de implementación de dos años, por lo que estará en operación en el año fiscal 2007. El uso de este modo de operación resultará en mayores costos de operación por la necesidad de cuadrillas adicionales de operadores de locomotoras y de pasacables. Además, también podrían requerirse locomotoras adicionales para lograr maximizar las ventajas que ofrece el modo de carrusel, dependiendo del plan operacional que se adopte finalmente, del volumen e intensidad del tráfico, y del tamaño promedio de los buques²¹. Según el volumen de tráfico, el Canal podría optar por operar en modo de carrusel ya sea en uno, dos o tres turnos, mientras que en los otros turnos puede mantener el modo de relevo o el modo regular de operación.

5.5.5 Mejorar la flota de remolcadores

El Canal necesita remolcadores con características de desempeño que sean apropiadas para asistir a los buques que hoy transitan por la vía acuática. Con esto en mente, la ACP evaluó los criterios operacionales con los que debe cumplir su flota de remolcadores, luego del aumento experimentado recientemente en el tamaño y calado de los buques que transitan por el Canal, y tomando en cuenta las tendencias presentadas en el Capítulo 3. Sobre la base de este análisis se ha definido un estándar con el que deben cumplir los remolcadores para que puedan asistir a los

²⁰ Balboas reales del 2005.

²¹ Los buques de menor tamaño son asistidos en el esclusaje usualmente por sólo cuatro locomotoras mientras que los buques Panamax son asistidos por hasta ocho locomotoras.



buques más grandes que transitan cada vez con mayor frecuencia por el Canal. Además, la ACP adoptó los requisitos más recientes de la Organización Marítima Internacional (OMI) para control de emisiones y sistema de tratamiento de aguas servidas y oleosas.

El nuevo estándar requiere un remolcador con una capacidad de tiro (*bollard pull*) mayor de 36 toneladas, con una potencia motriz superior a los 3,000 caballos de fuerza (HP), con motores de cuatro tiempos que cumplan con los requisitos de la OMI, y con sistemas de tratamiento de aguas servidas y oleosas. En la actualidad, sólo el 70% de la flota de remolcadores del Canal cumple con estas características, siendo los remolcadores con más años de servicio los que presentan el mayor número de deficiencias. Esto, aunado a los altos costos de mantenimiento que tienen los remolcadores de más antigüedad, hace evidente que se necesita actualizar la flota de remolcadores como un elemento indispensable para lograr sostener la operación de tránsito a los altos niveles de utilización requeridos.

Este programa tiene por objeto el reemplazo de remolcadores que evidencian altos costos de mantenimiento; que no tienen la fuerza ni la potencia para brindar asistencia eficaz a un creciente número de barcos tipo Panamax y que carecen de los sistemas de mitigación ambiental exigidos por los organismos internacionales. Los nuevos remolcadores serán construidos de acuerdo con las especificaciones mejoradas de las últimas unidades adquiridas por la ACP, específicamente los remolcadores Coclé, Colón, Herrera y Los Santos. Estos remolcadores incluyen todos los sistemas ambientales requeridos y tienen una capacidad de tiro de más de 50 toneladas, y potencia motriz de más de 4,000 HP.

Como parte de este programa se planea reemplazar los remolcadores Parfitt, Walker, Burgess, Trinidad II, Schley, Morrow, Harding y Mehafey. Se estima que el reemplazo de estos remolcadores tendrá un costo total de B/.48 millones²², y que los reemplazos se llevarán a cabo gradualmente entre los años fiscales 2006 y 2007.

5.5.6 Mejorar el sistema de programación de buques

El aprovechamiento de la plena capacidad de la vía acuática no depende exclusivamente de la implementación de mejoras a la infraestructura y de cambios a las reglas y restricciones operacionales. En adición a lo anterior, la estrategia de programación de buques juega un papel muy importante para maximizar la capacidad y rendimiento de los activos existentes. Sólo a través de una estrategia adecuada y una optimización rigurosa de la programación de los buques que transitan por el Canal se logrará maximizar la utilización del sistema.

Sin embargo, la selección y refinamiento de la estrategia de programación de buques y la optimización de la programación diaria para maximizar

²² Balboas reales del 2005.



zar la utilización del sistema es un proceso que consume mucho tiempo. Además, la programación diaria de buques tiene que ser constantemente revisada debido a cancelaciones, cambios de los tiempos estimados de llegada (*ETA*) de los buques, o cambios en las condiciones operacionales o climáticas. Por esta razón, en la actualidad, el Canal opera con una programación de buques que abarca 48 horas, e incluye las 24 horas del día en curso y las 24 horas del día siguiente. Esta metodología no es lo suficientemente proactiva, ya que no permite prever el impacto de la demanda en el nivel de servicio y no facilita la toma de acciones correctivas.

El sistema de programación de buques que se propone consistirá de un sistema computarizado que automática y dinámicamente actualizará y optimizará la programación de tránsitos de buques por el Canal en la medida en que la información de arribos esté disponible, dentro de un horizonte de planificación de varios días. El sistema permitirá prever, en tiempo real, cuál será el nivel de servicio y la utilización del sistema de acuerdo con los niveles pronosticados de tráfico. También permitirá a la ACP asignar recursos o tomar acciones correctivas antes de que los clientes experimenten un deterioro significativo en el nivel de servicio.

Así mismo, el sistema automatizado de programación de buques permitirá al Canal brindar retroalimentación a sus clientes de forma electrónica e informarles de forma expedita sobre las fechas estimadas de tránsito y tiempos de espera aproximados para aquellos que opten por transitar según el orden de llegada. Además, brindará a los clientes retroalimentación sobre cupos de reservación disponibles para que puedan hacer mejor uso de ellos, lo cual es un requisito para lograr que el Canal actual alcance su máxima capacidad. Se estima que el costo del sistema mejorado de programación de buques será de aproximadamente B/.1 millón²³, y se ejecutará en dos años. La ACP planea tener este sistema implementado para el año fiscal 2007.

5.5.7 Aumentar en 0.3m (1') el calado máximo que el Canal brinda a sus usuarios (de 12m a 12.3m o de 39.5' a 40.5')

²³ Balboas reales del 2005.



La flota actual de buques que transitan regularmente por el Canal cuenta con un número significativo de buques Panamax que pueden operar con un calado mayor que el que les permite el Canal²⁴. Por ejemplo, un buque Panamax portacontenedores con capacidad de 4,500 TEU puede operar con un calado de hasta 13.3 metros (44') en agua dulce tropical (ADT)²⁵, pero la configuración física del Canal limita el calado de los buques que transitan a un máximo de 12 metros (39.5') ADT. La consecuencia de esta limitación es que muchos de los buques deben transitar con menos carga, resultando en una subutilización de la capacidad del buque y en menores rendimientos para los navieros. Por lo tanto, una forma de fortalecer el valor comercial que ofrece la ruta del Canal de Panamá consiste en incrementar el calado máximo permitido, especialmente porque el Canal cobra sus peajes en función de la capacidad de carga del buque y no en función de la cantidad de carga que realmente lleva cuando transita.

El calado máximo permitido por el Canal actual está limitado por el nivel del quicio en el piso de la cámara de la esclusa de Pedro Miguel, específicamente la batiente ubicada en su extremo sur (ver figura 5-15), y en su parte superior por el nivel operativo más alto del lago Miraflores. Por seguridad en la navegación, el Canal estableció que los buques deben transitar con un espacio no menor a 60 centímetros (24") entre el fondo del buque y el piso del batiente de la esclusa de Pedro Miguel. El nivel más alto al que puede llegar el lago Miraflores está limitado por el borde de las aberturas de los brazos que abren y cierran las compuertas en las esclusas de Miraflores y Pedro Miguel. Si el agua del lago Miraflores sobrepasa ese nivel el agua entrará a través de las aberturas, inundando los túneles y cuartos de máquinas de las esclusas. Con 60 centímetros de espacio bajo la quilla del buque y el lago Miraflores a su nivel máximo de 16.6 metros (54.5') PLD, el calado máximo posible es de 12 metros (39.5') en agua dulce tropical, constituyéndose éste en el calado operativo de todo el sistema de tránsito del Canal.

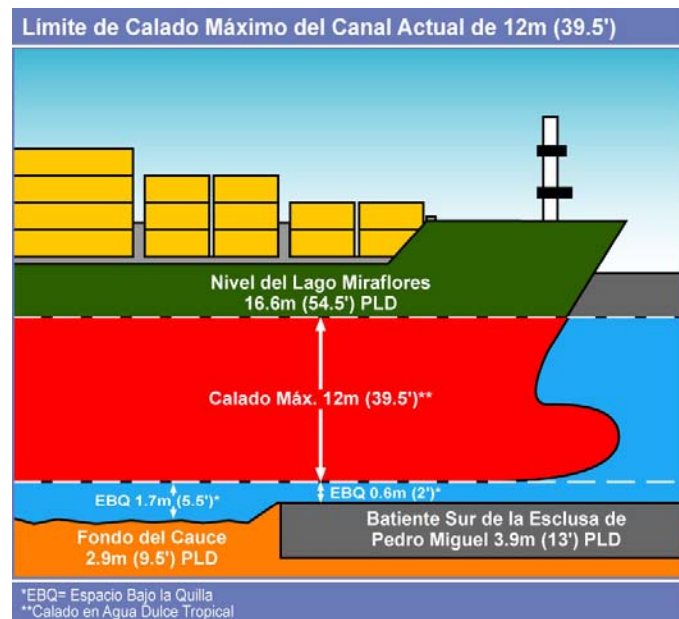


Figura 5-15 El calado máximo que puede ofrecer el Canal de Panamá está definido arriba, por el nivel de operación del lago Miraflores y abajo por la batiente sur de la esclusa de Pedro Miguel, la cual limita el calado a 12m (39.5'). Si se sube el nivel del lago entonces se puede dar más calado.

²⁴ Con base a la información publicada por el *Lloyd's Ship Register*.

²⁵ Un buque Panamax de 4,500 TEUs está diseñado para navegar con un calado de 13 metros (43') en agua salada tropical, lo cual se traduce a aproximadamente 13.3m (44') en Agua Dulce Tropical (ADT). El agua dulce es menos densa que el agua salada y el buque se hunde ligeramente más en esta última.



Para aumentar el calado más allá de los 12 metros (39.5') actuales, se estudiaron tres posibles estrategias: (1) reducir el espacio bajo la quilla de los buques, (2) bajar el quicio de la esclusa de Pedro Miguel, y (3) subir el nivel del lago Miraflores. Los análisis operacionales de seguridad en la navegación determinaron que no era recomendable reducir el espacio bajo la quilla más allá del mínimo que se permite actualmente en las esclusas²⁶. Igualmente, se determinó que bajar el nivel del quicio de la esclusa de Pedro Miguel requiere extensos y complejos trabajos con la cámara de

la esclusa seca y alteraciones a las compuertas de la esclusa. Se concluyó que el elevado costo de esta alternativa y el alto riesgo de implementación no justificaban los beneficios, especialmente cuando se toma en cuenta que cerrar la cámara por varias semanas generará un grave congestionamiento de buques en espera para transitar, con la consecuente reducción de la calidad del servicio. Sin embargo, se determinó que sí resulta factible, desde el punto de vista técnico y económico, subir el nivel del lago Miraflores. Para lograr este fin, se requiere sellar las cámaras donde operan los brazos hidráulicos que abren y cierran las compuertas de las esclusas y adecuar estos brazos hidráulicos para que operen mientras estén inmersos en el agua. De esta forma es posible subir el nivel del lago Miraflores hasta un máximo de 30 centímetros (12"), sin incurrir en costos excesivos ni requerir modificaciones sustanciales a las compuertas, muros y otras estructuras de las esclusas (ver figura 5-16). Aumentar el calado del Canal actual más allá de los 12.3 metros (40.5') ADT exigiría inversiones y modificaciones mayores a la infraestructura de las esclusas, que involucrarían largos cierres de la vía. Esto afectaría adversamente la calidad del servicio que el Canal brinda a sus clientes.

Antes de la instalación de brazos hidráulicos en las esclusas, no era factible subir el nivel máximo del lago

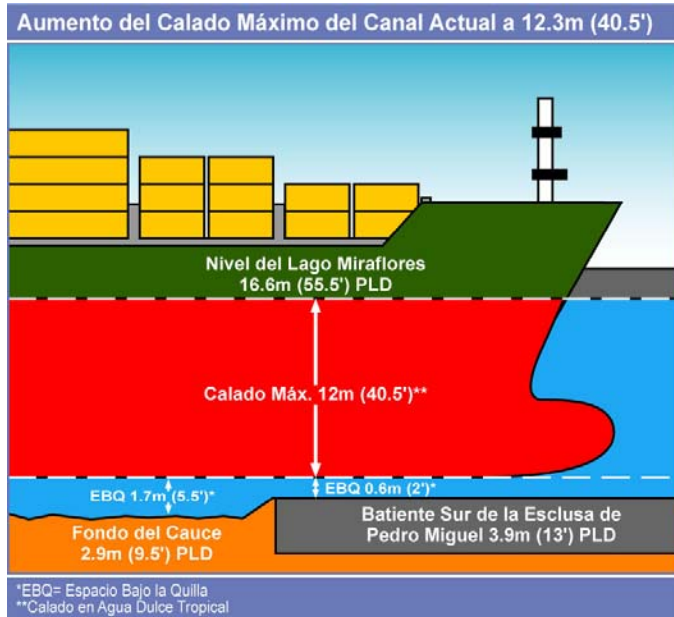


Figura 5-16 Subir el nivel de lago Miraflores permitirá al Canal aumentar el calado máximo del Canal en 0.3 metros (1')

²⁶ El espacio mínimo que se permite bajo la quilla, está, principalmente en las esclusas, el espacio bajo la quilla puede ser menor que en los buques que navegan en la esclusa.

Brazo Hidráulico de las Exclusas Operando con la Cámara a su Máximo Nivel



Figura 5-17 Brazo hidráulico que opera las compuertas con el sello para prevenir la entrada de agua por la elevación del nivel del lago Miraflores.



Miraflores, pues originalmente las esclusas utilizaban un sistema electromecánico de engranajes y bielas para abrir y cerrar las compuertas, que requería de lubricación constante, siendo este sistema, además, incapaz de operar inmerso en agua. Los brazos hidráulicos, instalados en la década de los 90 para reemplazar el sistema original de engranajes y bielas, permiten subir el nivel del lago Miraflores, pues estos sistemas hidráulicos pueden ser adaptados para operar en ambientes donde estén expuestos al agua o inmersos en ella, siempre y cuando se evite la penetración de agua en los túneles y cuartos de maquinarias de las esclusas de Miraflores y Pedro Miguel.

Para prevenir la inundación de los cuartos de maquinarias de las esclusas se han diseñado, fabricado e instalado sellos especiales en las aberturas de los brazos hidráulicos como parte de un plan piloto de prueba. Estos sellos consisten en botas de caucho flexibles colocadas en las aperturas de los brazos hidráulicos que permiten el movimiento del brazo e impiden la entrada de agua a los túneles donde se encuentran los cuartos de máquina (ver figuras 5-17 y 5-18). Las evaluaciones técnicas realizadas por la ACP en las pruebas de campo concluyen que no serán necesarias otras modificaciones estructurales para permitir el aumento de calado, ya que las otras esclusas y cámaras pueden acomodar el calado adicional. Las compensaciones en los otros dos complejos de esclusas se harán operativamente, ajustando los niveles de agua para el aumento de calado en el buque. Las compuertas de la cámara superior de Miraflores y las compuertas vehiculares de Pedro Miguel estarán sujetas al nuevo nivel del lago Miraflores. Los análisis indican que no habrá utilización significativa adicional de agua por efecto de operar el lago Miraflores a un nivel más alto. Por el contrario, subir el nivel operativo del lago Miraflores reducirá en algunos casos la necesidad de proporcionar asistencia hidráulica a los buques que no transiten al calado máximo, lo cual podría economizar agua²⁷.

Para permitir un calado máximo de 12.3m (40.5') también es necesario profundizar las entradas del Canal, tanto en el Atlántico como en el Pacífico. Como los cauces de las entradas del Canal son agua de mar, los buques que navegan en estos cauces lo hacen con un calado menor al que tendrán una vez que entren en los cauces de agua dulce del Canal. El calado en agua salada tropical es menor que el calado en agua dulce tropical debido a la mayor densidad del agua de mar

²⁷ El Canal hace lo que se denomina asistencia hidráulica (*Hydraulic assistance*) consiste en verter agua en el área de la popa del buque. Los buques más grandes tienen poco espacio entre ellos y un efecto de succión que ofrece resistencia al movimiento del buque.

Sistema de Sellado para el Brazo Hidráulico de las Esclusas



Figura 5-18 El sistema de sellado para los brazos hidráulicos de las esclusas consiste en una bota de caucho que impide el ingreso de agua a los túneles donde se ubican los cuartos de máquina y equipos de las esclusas.



con relación al agua dulce. Sin embargo, los buques que navegan en los cauces de las entradas del Canal también están expuestos a las variaciones de las mareas, especialmente en las entradas del Pacífico, donde el nivel del mar puede tener una variación de hasta 6 metros (20') entre marea baja y marea alta. Por esta razón se propone profundizar las entradas del Canal para permitir un calado de 12.6 m (41.5') en agua salada tropical, incluso durante los periodos de mareas más bajas²⁸. Los puertos terminales del Canal también se beneficiarán con el incremento de calado, ya que los buques podrán navegar desde y hacia estos puertos con calados mayores de 12 metros de agua dulce tropical.

Las evaluaciones de impacto ambiental realizadas por la ACP indican que el área que rodea el lago de Miraflores no se afectará por el aumento del nivel del agua. Esto lo confirma el hecho de que históricamente el lago Miraflores ha alcanzado niveles similares, aunque por periodos cortos de tiempo, sin producir impactos adversos. El estimado total de inversión para este proyecto es de B/. 1 millón para la modificación de las estructuras de las esclusas y de B/. 28 millones para la profundización de las entradas del Canal²⁹, y su periodo de implementación es de 2 años, el cual inició en el año fiscal 2004.

5.5.8 Profundizar en 0.90 metros (3') el cauce de navegación del lago Gatún hasta el nivel de 10.4 metros (30') PLD

Los pronósticos de demanda de agua estiman que las necesidades totales de agua, incluyendo agua para consumo de la población y para la operación del Canal, superarán el rendimiento máximo del sistema hídrico del Canal antes del año fiscal 2016³⁰ en el escenario más probable (ver figura 5-19). Para resolver la brecha de necesidad que se anticipa se consideraron dos posibles estrategias: (1) reducir la uti-

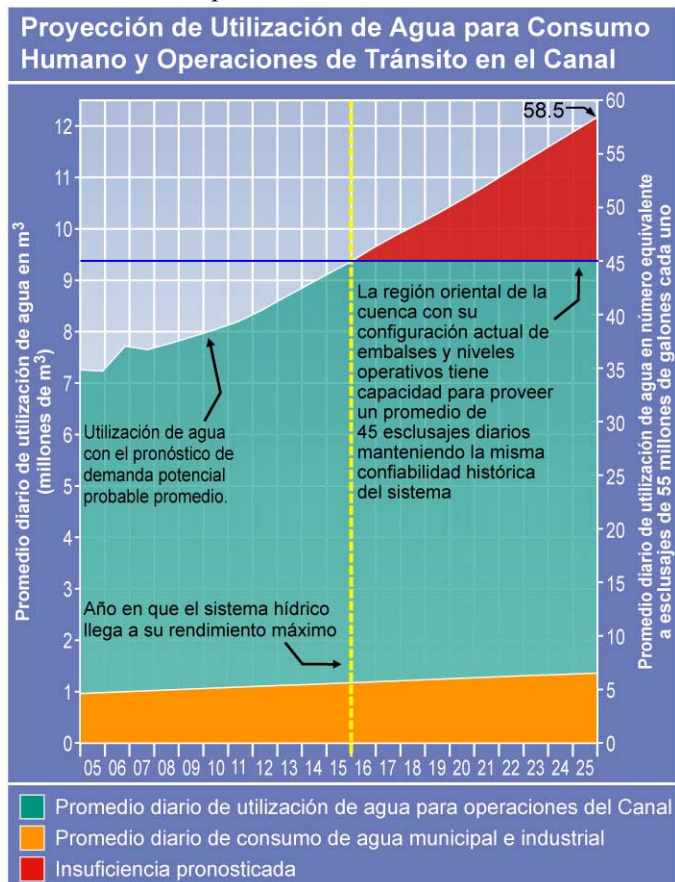


Figura 5-19 Según los pronósticos de tráfico y consumo de agua más probables, las necesidades totales de agua superarán el rendimiento del sistema hídrico del Canal en el año fiscal 2011.

²⁸ Estas mareas son conocidas como mareas bajas de sicigia o "mareas vivas" (*mean low water spring*). Estas mareas bajas se producen cuando la luna y el sol están en conjunción (luna nueva) o en oposición (luna llena). En este caso los efectos de ambos astros se suman y es por ello que las pleamares de sicigias son más altas que las pleamares promedio y las bajamares son más bajas que las bajamares promedio.

²⁹ Balboas reales del 2005.

³⁰ Este es el rendimiento hídrico del sistema con una confiabilidad volumétrica de 99% (ver Capítulo 7).



lización de agua del Canal y (2) aumentar el rendimiento del sistema hídrico. El consumo de las esclusas está dictado por su configuración física y la demanda de esclusajes. Se determinó que no es técnica ni económicamente viable implementar sistemas de reciclaje o ahorro de agua en el sistema de esclusas existentes.

Actualmente, la hidrografía de la región oriental de la cuenca del Canal, que incluye los lagos Gatún, Alhajuela y Miraflores, produce durante la estación lluviosa más agua que la que se puede almacenar para su uso posterior en la estación seca. En otras palabras, una porción de la escorrentía que llega a los lagos de la cuenca del Canal debe ser vertida al mar sin ser utilizada por la población o para la operación del Canal por insuficiencia de capacidad para almacenarla³¹. Por lo tanto, se identificó incrementar la capacidad de almacenamiento del lago Gatún como la mejor estrategia para aumentar el rendimiento del sistema hídrico del Canal y garantizar el suministro de agua en las cantidades necesarias.

La capacidad de almacenamiento útil del Lago Gatún está definida por sus niveles máximos y mínimos de operación. El lago Gatún, además de servir para el almacenamiento de agua, también es un lago de navegación por donde pasan los cauces del Canal, por lo que no se le puede extraer toda el agua para realizar esclusajes. Se debe mantener siempre un nivel mínimo de agua en el Lago Gatún, suficiente para que los buques puedan navegar con el calado apropiado. Por lo tanto, para poder aprovechar una mayor cantidad del agua almacenada en el lago Gatún sin afectar el calado de los buques se deben profundizar los cauces de navegación.

Con su configuración actual, el sistema hídrico del Canal puede generar de forma confiable unos 3,400 MMC de agua por año, lo cual es suficiente para efectuar en promedio hasta 45 esclusajes diarios o su equivalente, incluyendo agua para abastecer las necesidades de consumo de la población y de la operación del Canal³². Sin embargo, el sistema hidrográfico de la región oriental de la cuenca del Canal ha producido, en promedio, una escorrentía anual utilizable de aproximadamente 4,800 MMC de agua, lo cual es suficiente para un promedio de 63 esclusajes diarios. De esta escorrentía total utilizable, unos 1,400 MMC resultan inutilizables para consumo de la población o para la operación del Canal por la insuficiencia de almacenaje en el sistema de lagos, equivalente a aproximadamente 18 esclusajes diarios³³.

La subutilización del potencial hídrico de la región oriental de la Cuenca del Canal ha sido irrelevante mientras el agua disponible fuese suficiente

³¹ En promedio, durante los últimos 20 años aproximadamente el 12% de la escorrentía utilizable es vertida al mar por falta de capacidad de almacenamiento, mientras que el 88% restante es aprovechada para consumo de la población o para la operación del Canal (ver Capítulo 6).

³² Actualmente se extrae del sistema hídrico del Canal el equivalente de un promedio de 4 esclusajes por día para consumo de la población en la región metropolitana.

³³ Parte de esta agua que no se puede utilizar para consumo de la población o para la operación del Canal podría aprovecharse para generación eléctrica, pero este es el uso menos prioritario y menos rentable del agua en la actualidad (ver Capítulo 7).



para abastecer las necesidades durante todo el año. Sin embargo, a medida que la demanda de agua aumenta se hace evidente la necesidad de mejorar la utilización del potencial hídrico del sistema, lo cual se puede lograr ampliando el rango operativo del lago Gatún³⁴. Para lograr esto se propone profundizar los cauces de navegación del lago Gatún y del Corte Culebra en 0.9 metros (3 pies). Esta profundización permitirá reducir el nivel mínimo de operación del lago Gatún del nivel actual de 24.8 m (81.5') PLD a un nivel de 23.9m (78.5') PLD, manteniendo el calado máximo actual de 12 metros (39.5') y el espacio mínimo bajo la quilla de los buques de 1.5 metros (5'), como se muestra en la figura 5-20. Con estas condiciones operacionales del lago Gatún, la profundización del cauce garantizaría aproximadamente 400 millones de metros cúbicos de agua adicionales, por año, suficiente para el equivalente de más de 5 esclusajes diarios adicionales. Con esta mejora, la capacidad total del sistema hídrico del Canal sería de aproximadamente 3,800 MMC de agua por año, lo que equivale a decir que el sistema podrá suministrar agua suficiente para el equivalente de aproximadamente 50 esclusajes al día.

La profundización de los cauces de navegación a 10.4m (34') PLD también permitirá ofrecer 0.3m (1') de calado adicional en los periodos en que el nivel de operación del lago Gatún sea superior a los 24.2m (79.5') PLD, como se muestra en la figura 5-21. Además, durante los periodos extensos de sequía, la profundización también mejoraría la confiabilidad del sistema, reduciendo la necesidad y la frecuencia de restricciones de calado.

La ACP inició la ejecución de este proyecto utilizando recursos propios, tales como las barcazas de perforación, las dragas y sus equipos de apoyo. El dragado del lago Gatún y Corte Culebra comprende una longitud de 52 kilómetros (33 millas), que van desde el sur de las esclusas de Gatún, hasta el norte de las esclusas de Pedro Miguel; y bajará el fondo del cauce de 11.3 metros (37') PLD a 10.4 metros (34') PLD. La profundización del cauce del lago Gatún y el Corte Culebra requiere de la perforación y

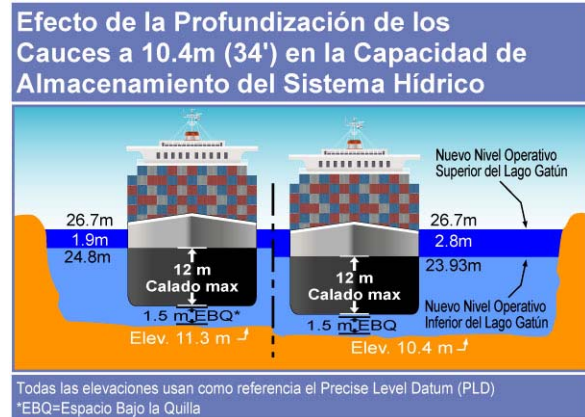


Figura 5-20 Con la profundización del cauce de navegación del lago Gatún a 10.4m (34') PLD se aumentará la capacidad hídrica del lago Gatún, permitiendo operar el lago inicialmente hasta una elevación mínima de 23.9 metros PLD (78.5').

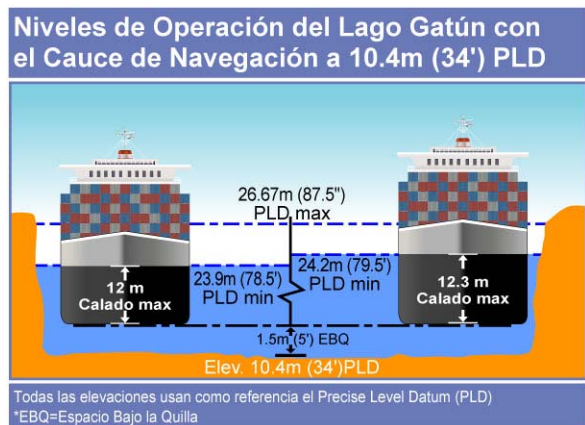


Figura 5-21 Para un calado máximo de 12.3m (40.5') los niveles de operación del lago Gatún serán de 24.2m a 26.6m (79.5' a 87.5') con un fondo de navegación de 10.4m (34') PLD.

³⁴ La ACP también estudió la posibilidad de incrementar la capacidad de almacenamiento del Lago Alhajuela y se determinó que el limitado potencial adicional no justificaba el costo y los impactos ambientales.



voladura para fragmentar el material y, también, de su posterior dragado y acarreo a los sitios de depósito designados. Actualmente, sólo se está perforando y volando aquellas áreas que lo requieren, como lo son la mayor parte del Corte Culebra y algunas áreas del lago Gatún. Además, la draga de corte succión Mindi ya ha removido material del fondo de navegación del lago Gatún en aquellas áreas donde no se requiere perforación y voladura previa.

El material de desecho extraído del Corte Culebra y del lago Gatún será almacenado en las áreas designadas para depósito, localizadas en el lago Gatún y en las riberas del Corte Culebra, respectivamente, dependiendo de dónde provenga el material de las dos dragas. Los impactos ambientales y sociales de este proyecto serán mínimos, ya que el dragado se ejecutará en áreas que han sido intervenidas por las operaciones previas y presentes del Canal. Además, la ACP ha ejecutado este tipo de proyectos anteriormente, para la profundización de los cauces existentes y los diferentes trabajos de ensanche del Corte Culebra, sin impactos ambientales ni sociales significativos. Para la profundización del cauce de navegación a 10.4m (34') PLD, la ACP realizó una evaluación ambiental con el apoyo del Centro de Recursos Bióticos de la Universidad de Panamá³⁵. Para este estudio se establecieron estaciones de muestreo de calidad de agua, fauna y flora acuática y terrestre a lo largo del área del proyecto, con el objetivo de determinar los posibles impactos y desarrollar los planes de manejo ambiental y de seguimiento durante y después de la implementación del mismo. Los impactos de este proyecto incluyen posibles aumentos temporales en la turbiedad del agua en las áreas de dragado y los sitios de depósito, además de la posible afectación de las riberas del lago en aquellos lugares que sean utilizados para colocar material extraído con la draga de corte succión. Estos impactos son temporales y reversibles. Además, los impactos a la fauna acuática son limitados, ya que el proyecto se lleva a cabo principalmente a lo largo del cauce de navegación y en los sitios de depósito que se han utilizado por muchos años. Tampoco se prevén impactos sociales significativos, ya que no existen comunidades cerca de estas áreas.

Este proyecto tiene un costo estimado de B/. 77 millones (en balboas del 2005), y se ejecutará en cinco años, a partir del año fiscal 2002. Se ha programado completarlo para el año fiscal 2007.

Vertedero del Lago Gatún

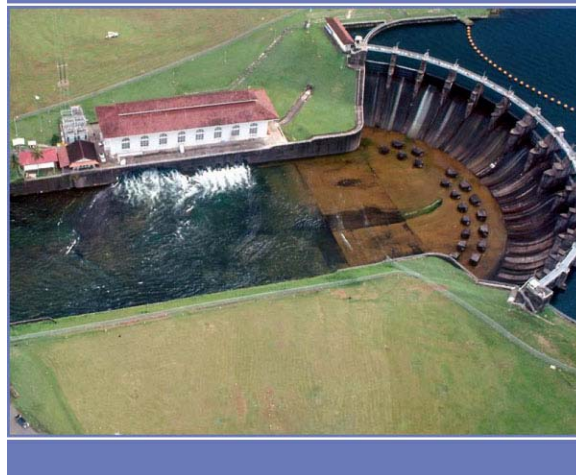


Figura 5-22 El vertedero del lago Gatún, diseñado en 1908, carece de capacidad suficiente para permitir la descarga de la crecida máxima probable, de acuerdo con la información hidrológica más reciente.

³⁵ Evaluación de impacto ambiental de la profundización de los cauces de navegación a 30' PLD.



5.5.9 Proyecto de mitigación de crecidas del lago Gatún

El control de inundaciones y de crecidas en los cauces de navegación del lago Gatún es vital para la operación segura, eficiente e ininterrumpida del Canal. El manejo inadecuado de las crecidas acarrea el riesgo de causar serios daños a las infraestructuras claves del Canal, especialmente a las esclusas, lo que podrá afectar adversamente las operaciones de tránsito. El mecanismo principal de control de crecidas en el lago Gatún es el vertedero de la represa de Gatún (ver Figura 5-22). El diseño de este vertedero se hizo en 1908, sobre la base de la información hidrológica disponible en el momento y de acuerdo con los estándares de seguridad de represas vigentes en esa época. Hoy se cuenta con 90 años de datos hidrológicos de la cuenca y los estándares internacionales para el diseño de embalses y represas son más estrictos³⁶.

Los estándares internacionales establecen que las represas deben diseñarse para que sus vertederos permitan la descarga segura de la crecida máxima probable³⁷. Esto es necesario para evitar daños a las instalaciones y no afectar significativamente la operación del sistema. De conformidad con las normas del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos³⁸, el Canal recibe la clasificación de riesgo más alta – el Standard No. 1 – puesto que las pérdidas económicas en caso de fallo de la represa de Gatún pueden considerarse catastróficas. Además, el estándar considera a la represa de Gatún como una infraestructura de alto riesgo, categoría 4³⁹, en términos de: (1) pérdida directa de vidas, (2) amenazas indirectas que puedan producir pérdida de vidas debido a la interrupción de servicios vitales, (3) impacto económico directo y (4) pérdidas en el medio ambiente. Esta clasificación establece, como se menciona anteriormente, que el reservorio debe-

Capacidad del Vertedero de Gatún Existente para Pasar la Crecida Máxima Probable (PMF)

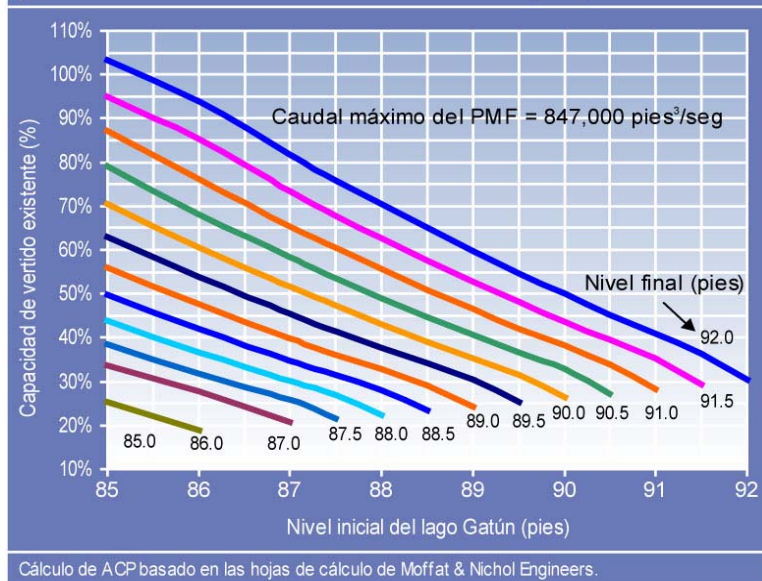


Figura 5-23 En el caso de que el lago Gatún esté a un nivel de 87.5' PLD al momento de la crecida máxima probable, el vertedero actual solo podrá evacuar el 21.5% del agua de la crecida y todavía no exceder el lago de su máximo nivel operativo.

³⁶ The British Dam Society: Flood estimation Handbook (FEH) and the Flood Studies Report (FSR) (2) DEFRA Research Contract, XU0168 Detr Research Contract Reservoir Safety Reports/Mile 6-final Report, Vol. 2, Appendix F: Estimation of Floods and other External Threats

³⁷ PMF o *Probable Maximum Flood* es la crecida o avenida máxima probable que puede ocurrir en el reservorio

³⁸ U.S. Army Corps of Engineers, ER 1110-8-2(FR), Inflow Design Floods For Dams And Reservoirs, 1 March 1991

³⁹ U.S. Army Corps of Engineers, EP 1110-2-1155; Dam Safety Assurance Program, 12 September 1997



rá tener vertederos capaces de resistir la crecida máxima probable. Estudios de la ACP han demostrado que el vertedero existente en Gatún no es capaz de manejar la crecida máxima probable (*Probable Maximum Flood* o PMF), por lo que es necesario aumentar la capacidad de vertido⁴⁰.

Para determinar la capacidad que debe tener el vertedero de Gatún para ser seguro, se utilizó la crecida máxima probable calculada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) en julio de 1979. Utilizando herramientas de simulación elaboradas por expertos internacionales⁴¹ se determinaron los porcentajes de la capacidad que tiene el vertedero existente, respecto a la capacidad de vertido que será necesaria, con el fin de manejar exitosamente la crecida máxima probable (PMF) bajo diversas combinaciones de niveles iniciales y finales del lago Gatún (ver gráfica 5-23). Por lo tanto, se concluyó que la capacidad del vertedero existente es insuficiente para manejar adecuadamente la crecida máxima probable manteniendo el lago Gatún a niveles seguros. Estudios de la ACP concluyeron que no es técnicamente viable modificar el vertedero actual para dotarlo de la capacidad adicional necesaria, por lo que es necesario construir otro vertedero.

En 2005 la ACP analizó 7 alternativas para ubicar un posible vertedero nuevo⁴². Se seleccionó el estribo oeste de la represa de Gatún como el sitio más adecuado (ver figura 5-24). El nuevo vertedero estará localizado en el margen suroeste de la presa de Gatún, en la falda del cerro Gatún, aproximadamente a 1 kilómetro del vertedero actual. Al igual que el vertedero existente, este nuevo vertedero descargará las aguas hacia el cauce del río Chagres. Como la localización del vertedero propuesto interrumpirá la carretera hacia Escobal, se requerirá incorporar al programa un nuevo puente sobre el canal de descarga, adicional al

Vertedero Propuesto para el Lago Gatún

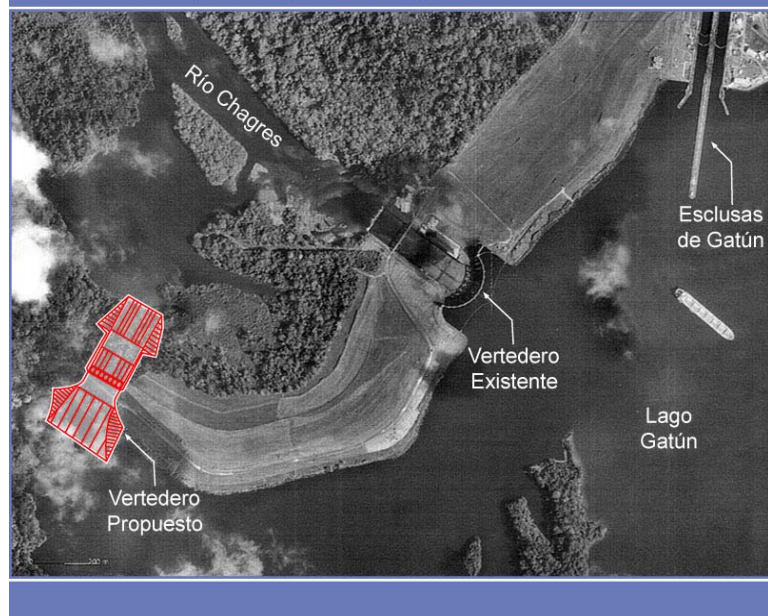


Figura 5-24 Se muestra la ubicación siendo estudiada para el vertedero propuesto.

⁴⁰ El Cuerpo de Ingenieros de EUA en su informe: *Development of Probable Maximum Flood and Review of Flood Routing Procedures, Phase III and Phase IV Studies*, U.S. Army Corps of Engineers, Mobile District, February 1979, determinó la crecida máxima probable (PMF) para la Cuenca del Canal de Panamá.

⁴¹ Moffat & Nichols Engineers, "Modelo de Mitigación de Crecidas del Lago Gatún"

⁴² Moffat & Nichols Engineers, "Flood Mitigation Program for Gatún Lake"



puente actual que se encuentra sobre el canal de descarga del vertedero existente.

La estructura de control del vertedero nuevo será de concreto, de 110.6 metros (363 pies) de longitud y 22 metros (72 pies) de altura. Tendrá 7 compuertas radiales de 12.8 metros (42 pies) de ancho. La cara inferior de las compuertas estará a 53 pies de elevación PLD. Se construirá un puente vehicular sobre la parte superior del vertedero nuevo o en un punto que cruce el canal de descarga. El costo estimado del nuevo vertedero es de B/. 90 millones, y el desarrollo del mismo se calcula que tomará 2 años.

5.6 Análisis de capacidad del Canal actual mejorado

El análisis de capacidad presentado en el Capítulo 4 concluyó que el Canal, en su condición actual⁴³, tiene una capacidad sostenible de entre 280 y 290 millones de toneladas CPSUAB anuales, lo que representa de 12,500 a 12,800 tránsitos anuales. Esta cifra se alcanzará entre los años fiscales 2008 y 2009, según el pronóstico de demanda más probable

En esta sección se utiliza el mismo análisis de frontera de capacidad y nivel de servicio para determinar cuál será la capacidad máxima sostenible y el nivel de servicio del Canal una vez concluido el programa de mejoras propuesto para incrementar su capacidad al máximo sostenible.

5.6.1 Efectos del programa de mejoras en la operación del Canal

La implementación de las mejoras propuestas para incrementar al máximo la capacidad del Canal actual tendrá como resultado la reducción o eliminación de algunas restricciones operacionales que actualmente limitan la capacidad del Canal. Esta reducción de las restricciones operacionales permitirá maximizar la utilización de elementos del Canal que hoy no se utilizan a su máxima capacidad. A continuación se describe como el programa de mejoras propuesto reducirá algunas de las restricciones operacionales que actualmente limitan la capacidad del Canal:

Restricción de luz de día en las esclusas. En el año fiscal 2003, la restricción de tránsito diurno en las esclusas afectó al 54% de los buques Panamax, y limitó significativamente la cantidad de buques con estas restricciones que pudieron transitar diariamente por el Canal. La implementación de un sistema mejorado de iluminación en las esclusas permitirá que más del 90% de los buques Panamax puedan transitar en las esclusas sin restricciones durante el día o la noche. Con esta mejora sólo estarán restringidos a esclusajes diurnos los buques de pasajeros (cruce-

⁴³ Los análisis de capacidad del Canal actual se basan en configuración física y operacional del Canal a inicios del AF 2005.



ros)⁴⁴ y los buques con carga peligrosa o de alto riesgo, que representan menos del 10% de los buques Panamax.

Restricción de encuentros en el Corte Culebra. La restricción de encuentros de buques Panamax en el Corte Culebra crea la necesidad de que el Canal opere en *semiconvoy*, donde primero transitan por el Corte Culebra los buques restringidos en una dirección (típicamente los que transitan en dirección norte) y, posteriormente, los buques restringidos en la dirección opuesta. La operación en *semiconvoy* no sería una restricción relevante si afectara solamente al Corte Culebra, pues la capacidad del Corte, aún en este modo de operación, es significativamente mayor que la capacidad de las esclusas existentes. Por esta razón, no es ventajoso ni necesario ensanchar el Corte Culebra para permitir el tránsito irrestricto por este cauce en ambas direcciones.

Sin embargo, la operación *semiconvoy* del Corte Culebra, combinada con su proximidad a las esclusas del Pacífico, da como resultado un periodo de inactividad en estas esclusas, que corresponde al intervalo entre la partida del último buque restringido en dirección norte y la llegada del primer buque restringido en dirección sur. El enderezamiento y ensanche del Corte Culebra y la construcción de una estación de amarre al norte de la esclusa de Pedro Miguel tendrán como resultado la reducción significativa de estos periodos de inactividad en las esclusas del Pacífico, principalmente en la esclusa de Pedro Miguel. Esta condición de inactividad temporal no ocurre en las esclusas de Gatún debido a la proximidad de los fondeaderos del lago Gatún y del Océano Atlántico, que permiten que por estas esclusas continúen transitando buques ininterrumpidamente las 24 horas del día.

El efecto agregado de este programa de mejoras al Canal será la optimización y maximización del uso de las esclusas, tanto de día como de noche, y la eliminación de los periodos de inactividad de las mismas. Después de la implementación del programa de mejoras de extensión de capacidad, la esclusa de Pedro Miguel definirá en gran medida la capacidad máxima del Canal como sistema integrado de tránsito.

5.6.2 Frontera de capacidad del Canal mejorado

El programa de mejoras propuesto para maximizar la capacidad del Canal actual está orientado a eliminar algunas de las restricciones que, por seguridad, se le imponen al tránsito de los buques más grandes. Por lo tanto, el impacto de estas mejoras en la capacidad del Canal es altamente sensible a la mezcla de buques y, como es de esperarse, tendrá un efecto mucho mayor bajo mezclas de buques que incluyan una proporción mayor de buques grandes que deben transitar con más restricciones en el Canal actual.

⁴⁴ Los buques de pasajeros que operan como cruceros tienen al Canal como uno de sus destinos y deben transitarlo de día para que los pasajeros lo puedan apreciar como parte de la experiencia.



Para analizar con mayor exactitud el impacto del programa de mejoras al Canal actual se determinó cuál será la frontera de capacidad del Canal una vez implementadas estas mejoras. La frontera de capacidad del Canal se define como el máximo volumen de toneladas CPSUAB que pueden transitar por el Canal de forma sostenida, con diferentes mezclas de buques, y manteniendo niveles de servicio competitivos. Como se describe en la sección 4.6, para este análisis se definen diferentes mezclas de

buques de alto calado en función de su manga, distinguiendo entre buques pequeños, con mangas menores de 27.7 m (90'), los cuales típicamente no están sujetos a restricciones operacionales, y buques grandes, con mangas mayores de 27.7 m (90'), los cuales típicamente sí están sujetos a restricciones operacionales (ver figura 5-25). De esta forma, si más buques pequeños transitaran por el Canal, entonces menos buques grandes podrían hacerlo, y viceversa. Para cada combinación de buques grandes y pequeños, el Canal tiene una capacidad máxima sostenible. La mezcla óptima entre buques pequeños y grandes es aquella que maximiza el tonelaje CP- SUAB que puede transitar por el Canal.

Del análisis de la frontera de capacidad del Canal actual mejorado se concluye que si todos los buques fueran pequeños, con pocas o ninguna restricción operacional, por el Canal podrían transitar cerca de 23,000 buques por año, o un promedio de 63 buques por día en forma sostenida. Esto equivale a una capacidad de aproximadamente 200 millones de toneladas CPSUAB al año. Por otro lado, si todos los buques fuesen grandes y con muchas restricciones operacionales, podrían entonces transitar en forma sostenida alrededor de 8,700 buques por año, o un promedio de aproximadamente 24 buques por día por el Canal mejorado. Esto equivaldría a una capacidad de aproximadamente 315 millones de toneladas CPSUAB por año.

El análisis de frontera de capacidad concluye que la capacidad máxima del Canal mejorado en términos de toneladas CPSUAB se logra con una mezcla de aproximadamente 40% de buques pequeños y 60% de buques grandes. Con esta mezcla de buques, por el Canal podrían transitar unos

Frontera de Capacidad del Canal Extendido

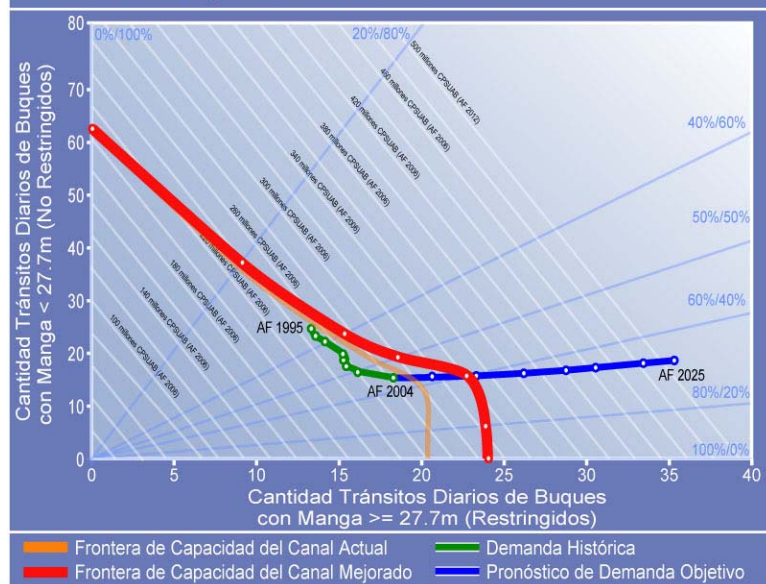


Figura 5-25 La frontera de capacidad del Canal actual mejorado indica que la capacidad del sistema varía de acuerdo a la mezcla de buques, alcanzando una capacidad máxima con una mezcla de 60% de buques grandes con restricciones (manga > 27.7m o 90') y 40% de buques pequeños sin restricciones (manga < 27.7m o 90').



13,800 buques por año, o un promedio de casi 38 buques por día, lo que representa una capacidad máxima de entre 330 y 340 millones de toneladas CPSUAB por año (ver figura 5-26).

Las tendencias de tráfico de los últimos años y las proyecciones de tráfico a largo plazo indican que la mezcla de buques que arriban al Canal está convergiendo con una mezcla cuya proporción es de 60% de buques grandes y 40% de buques pequeños, es decir, la mezcla óptima para maximizar la capacidad sostenible del Canal. Estos resultados señalan el importante efecto que continúa teniendo la mezcla de buques en los beneficios que puede generar el programa de mejoras y en la capacidad máxima sostenible del Canal actual. Además, se continúa observando una relación no lineal entre el número de tránsitos y el tonelaje a medida que la mezcla cambia a buques más grandes que deben transitar con restricciones más estrictas.

Porcentaje de Buques No-Restringidos (Manga < 27.7m)	Porcentaje de Buques Restringidos (Manga ≥ 27.7m)	Capacidad Máxima del Canal	
		Número Promedio de Tránsitos por año	Toneladas Anuales (CP-SUAB)*
100%	0%	21,900	200 - 210
80%	20%	16,790	230 - 240
60%	40%	14,600	270 - 280
50%	50%	14,235	305 - 315
40%	60%	13,870	330 - 340
20%	80%	10,950	320 - 330
0%	100%	8,760	315 - 320

*En Millones

Figura 5-26 Con una mezcla óptima de 60% de buques grandes y 40% de buques pequeños el Canal actual mejorado podrá alcanzar una capacidad máxima sostenible de entre 330 y 340 millones de toneladas CPSUAB por año.

5.6.3 Impacto de la demanda en la capacidad del Canal mejorado

El análisis de frontera de capacidad del Canal mejorado permite evaluar en forma general el efecto que distintas combinaciones de tamaños de buques podrían tener en la capacidad del Canal, pero no es apropiado para evaluar en detalle el efecto que tendrán los pronósticos de demanda y otros factores operacionales en el nivel de servicio y, por ende, en la capacidad operacional sostenible del Canal.

Para analizar en detalle los niveles de servicio que brindará el Canal actual mejorado y determinar con mayor exactitud su capacidad operacional sostenible a largo plazo se utilizó el modelo de simulación de capacidad del Canal. Utilizando este modelo se analizó el efecto que tendrá la proyección de demanda potencial probable en el nivel de servicio del Canal. Este análisis permitió determinar cuál es el volumen de tráfico que puede transitar por el Canal actual mejorado de forma sostenible manteniendo un buen nivel de servicio, y en que año se alcanzará este nivel de tráfico, de forma análoga a como se hizo con el análisis del Canal actual sin mejoras (ver sección

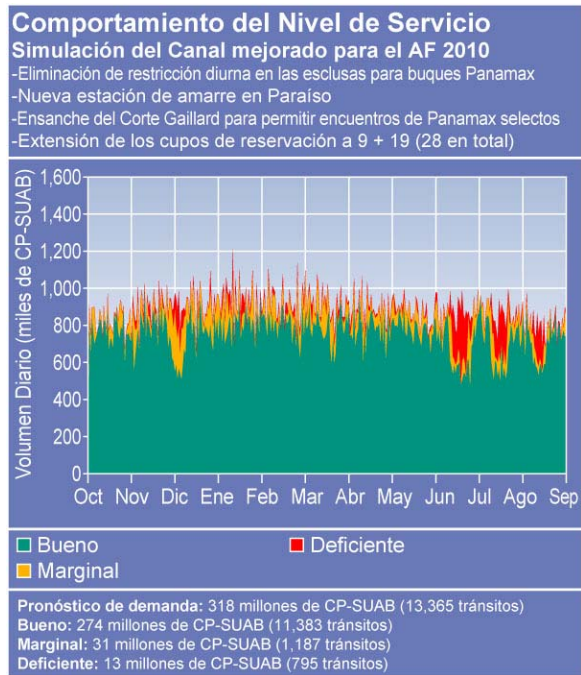


Figura 5-27 Tonelaje diario transitado en el año fiscal 2010 por el Canal mejorado de acuerdo con el nivel de servicio obtenido por cada cliente.



4.7). Este análisis se hizo simulando el tráfico diario para todos los años dentro del horizonte de planificación, considerando la ejecución de las mejoras propuestas según el cronograma de implementación de estas inversiones. El resultado de este análisis se comparó con el efectuado previamente para la demanda del Canal sin mejoras analizada en el Capítulo 4.

Los resultados del análisis de capacidad y nivel de servicio del Canal actual mejorado se presentan como histogramas del tonelaje CPSUAB que transitará por el Canal diariamente con diferentes niveles de servicio, de forma análoga a como se presentaron los resultados del análisis de capacidad del Canal actual en el capítulo 4. De esta forma se puede apreciar cómo el programa de inversiones propuesto permitirá mejorar el nivel de servicio que el Canal brindará a sus clientes, resultando en un aumento de la capacidad sostenible del sistema.

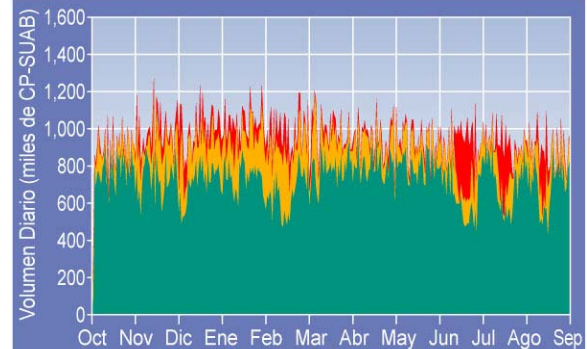
Según la proyección de demanda potencial probable, en el año fiscal 2010 la demanda será de 318 millones de toneladas CPSUAB, transportadas en 13,365 buques aproximadamente. Además, para este año se habrá concluido la implementación de todas las mejoras operacionales propuestas, brindando mayor flexibilidad operacional al Canal y maximizando la utilización de las esclusas existentes. La figura 5-27 muestra los resultados del análisis de capacidad y nivel de servicio para este año.

Con la implementación de estas mejoras el Canal logrará transitar unos 274 millones de toneladas CPSUAB con buen servicio, lo que representa el 86% de la demanda. Esto se puede comparar con los 250 millones de toneladas CPSUAB que transitarían con buen servicio este mismo año si no se efectuaran las mejoras propuestas, lo que solo representa el 79% de la demanda potencial proyectada (ver capítulo 4). Sin las mejoras propuestas en este capítulo el Canal habría alcanzado en el 2010 su máxima capacidad, y a partir de ese momento se incrementaría el ritmo de deterioro

Comportamiento del Nivel de Servicio

Simulación del Canal mejorado para el AF 2012

- Eliminación de restricción diurna en las esclusas para buques Panamax
- Nueva estación de amarre en Paraiso
- Ensanche del Corte Gaillard para permitir encuentros de Panamax selectos
- Extensión de los cupos de reservación a 9 + 19 (28 en total)



■ Bueno ■ Deficiente
■ Marginal

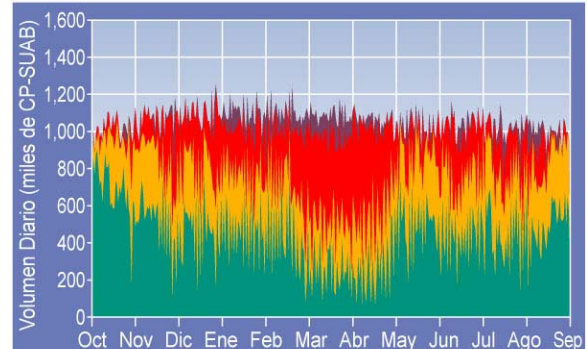
Pronóstico de demanda: 344 millones de CP-SUAB (14,129 tránsitos)
Bueno: 267 millones de CP-SUAB (11,018 tránsitos)
Marginal: 56 millones de CP-SUAB (1,986 tránsitos)
Deficiente: 21 millones de CP-SUAB (1,125 tránsitos)

Figura 5-28 A pesar de todas las mejoras propuestas para el Canal, en el año 2012 menos del 80% de la demanda potencial podrá transitar con un buen nivel de servicio.

Comportamiento del Nivel de Servicio

Simulación del Canal mejorado para el AF 2015

- Eliminación de restricción diurna en las esclusas para buques Panamax
- Nueva estación de amarre en Paraiso
- Ensanche del Corte Gaillard para permitir encuentros de Panamax selectos
- Extensión de los cupos de reservación a 9 + 21 (30 en total)



■ Bueno ■ Inaceptable (TAC > 7 días)
■ Marginal ■ Deficiente

Pronóstico de demanda: 385 millones de CP-SUAB (15,331 tránsitos)
Bueno: 169 millones de CP-SUAB (10,480 tránsitos)
Marginal: 112 millones de CP-SUAB (2,947 tránsitos)
Deficiente: 88 millones de CP-SUAB (923 tránsitos)
Inaceptable (TAC > 7 días): 16 millon de CP-SUAB (981 tránsitos)

Figura 5-29 En el año fiscal 2015 menos del 50% del volumen transitará con buen servicio, lo que significa que el Canal está operando muy por encima de su máxima capacidad sostenible.



del nivel de servicio del Canal, en la misma medida en que aumente la demanda. Sin embargo, las mejoras propuestas permiten extender la capacidad del Canal para manejar la demanda proyectada algunos años más.

Para el año fiscal 2012 se proyecta una demanda potencial probable de aproximadamente 344 millones de toneladas CPSUAB, equivalentes a unos 14,900 tránsitos (ver figura 5-28). El análisis de nivel de servicio indica que, a pesar de todas las mejoras implementadas, el tráfico con niveles de servicio marginal o deficiente ascenderá a 77 millones de CPSUAB o unos 2,600 tránsitos, para este año, lo que representa más del 20% del tonelaje transitado. Es decir, que menos del 80% del volumen de tráfico recibirá buen servicio.

Además, por primera vez en el año fiscal 2012 se observa que a pesar de que la demanda aumenta, el volumen que transitará por el Canal con buen servicio disminuirá de 280 millones de toneladas CPSUAB, en el año fiscal 2010, a 275 millones de toneladas CPSUAB en el año fiscal 2012. Estos son claros indicios de que entre los años 2011 y 2012 el Canal estará alcanzando su máxima capacidad sostenible y de que, a partir de este momento, se manifestará un deterioro cada vez más rápido del nivel de servicio.

De una proyección total de tráfico de 385 millones de toneladas CPSUAB, en el año fiscal 2015, se estima que 216 millones de toneladas CPSUAB transitarán con mal servicio, entre marginal, deficiente e inaceptable (ver figura 5-29). Esto supone que más del 50% de la demanda proyectada transitará sin recibir un buen servicio. Además, se observan buques que transitarán con tiempos de espera de más de siete días, incluso durante periodos sin cierres de vía por mantenimiento. El análisis de nivel de servicio indica que más de 900 buques al año se verán afectados de esta forma, equivalentes a unos 16 millones de toneladas CPSUAB. Es claro que este grado de deterioro del nivel de servicio empezará a afectar significativamente la competitividad de la ruta del Canal.

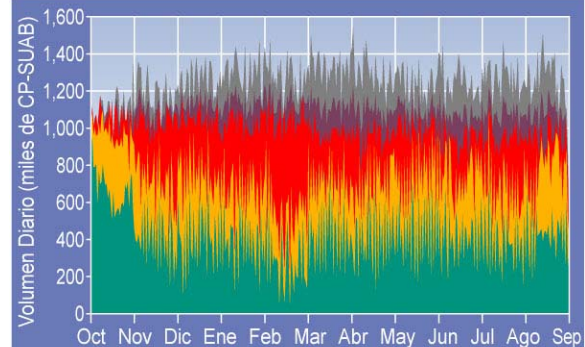
Sobre la base de estos resultados, se estima que el Canal actual mejorado tendrá una capacidad máxima sostenible de entre 330 y 340 millones de toneladas CPSUAB anuales, que equivalen a entre 13,800 y 14,000 tránsitos.

De acuerdo con los resultados de este análisis, el deterioro en el nivel de servicio continuará en forma exponencial, observándose que para el año

Comportamiento del Nivel de Servicio

Simulación del Canal mejorado para el AF 2020

- Eliminación de restricción diurna en las esclusas para buques Panamax
- Nueva estación de amarre en Paraíso
- Ensanche del Corte Gaillard para permitir encuentros de Panamax selectos
- Extensión de los cupos de reservación a 9 + 21 (30 en total)



- Bueno
- Marginal
- Deficiente
- Inaceptable (TAC > 7 días)
- No Pudieron Transitar

Pronóstico de demanda: 451 millones de CP-SUAB (17,307 tránsitos)
 Bueno: 145 millones de CP-SUAB (7,924 tránsitos)
 Marginal: 105 millones de CP-SUAB (3,233 tránsitos)
 Deficiente: 120 millones de CP-SUAB (2,902 tránsitos)
 Inaceptable (TAC > 7 días): 30 millones de CP-SUAB (1,510 tránsitos)
 No Pudieron Transitar: 51 millones de CP-SUAB (1,738 tránsitos)

Figura 5-30 Incluso con las mejoras para aumentar al máximo la capacidad del Canal, el Canal solo podrá manejar el 34% de la demanda potencial con buen servicio.



fiscal 2018 el volumen de tráfico que no recibirá buen servicio aumenta a casi 250 millones de toneladas CPSUAB, o más del 60% de la demanda total. Además, por primera vez, en el año fiscal 2018 se observan buques que no podrán transitar por el Canal, sin importar cuánto tiempo estuvieran dispuestos a esperar. Para el año fiscal 2018 habrá casi 650 tránsitos (8 millones de CPSUAB) que no podrán transitar el Canal a pesar de esperar indefinidamente, debido a que las colas se harán literalmente interminables.

Para observar el efecto de continuar sirviendo a la demanda potencial más allá del límite de capacidad, a continuación se presentan los resultados del análisis de nivel de servicio para los años fiscales 2020 y 2025. Las figuras 5-30 y 5-31 muestran los resultados del análisis de nivel de servicio para estos años.

En el año fiscal 2020 la demanda potencial probable será de aproximadamente 451 millones de toneladas CPSUAB al año, equivalente a unos 17,300 tránsitos. El análisis de nivel de servicio indica que para este año el volumen que transitará con buen servicio será de sólo 145 millones de CPSUAB, o sea que sólo el 32% de la demanda transitará con buen servicio. Además, 51 millones de CPSUAB, o 1,700 buques, no podrán transitar por el Canal.

Para el año fiscal 2025, último año del horizonte de planificación del Plan Maestro, la demanda potencial más probable será de alrededor de 525 millones de toneladas CPSUAB o alrededor de 19,500 tránsitos. El análisis indica que, con esta demanda, el Canal solo podrá brindar niveles de servicio adecuados a aproximadamente 120 millones de toneladas CPSUAB, que representan menos del 25% de la demanda total proyectada, y habrá 3,700 tránsitos anuales que no podrán transitar el Canal, lo que equivale a más de 100 millones de toneladas CPSUAB.

La figura 5-32 muestra un resumen de los resultados de este análisis donde se grafica el porcentaje del volumen de demanda que transitará con buen servicio. La gráfica muestra información histórica de los años fiscales 2003 y 2004. Además, muestra los resultados simulados del año fiscal 2005 al año fiscal 2025.

Históricamente el Canal ha brindado buen servicio a más del 80% de sus clientes. A partir del año fiscal 2003 el servicio se empieza a deteriorar significativamente, debido a que el Canal en ese año operaba ya a más

Comportamiento del Nivel de Servicio Simulación del Canal mejorado para el AF 2025

- Eliminación de restricción diurna en las esclusas para buques Panamax
- Nueva estación de amarre en Paraiso
- Ensanche del Corte Gaillard para permitir encuentros de Panamax selectos
- Extensión de los cupos de reservación a 9 + 21 (30 en total)

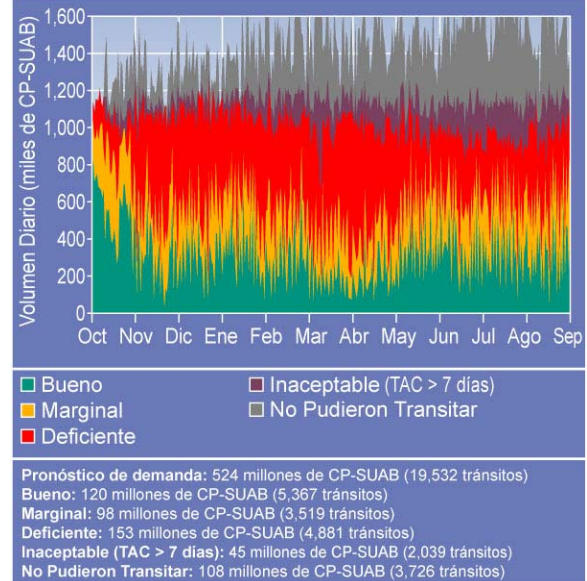


Figura 5-31 Tonelaje transitado por día en el Canal mejorado para el año fiscal 2025 simulado de acuerdo con el nivel de servicio obtenido por cada cliente.



del 90% de su máxima capacidad operacional sostenible, calculada entre 280 y 290 millones de toneladas CPSUAB anuales. Con las mejoras propuestas, la capacidad sostenible del Canal podrá aumentarse a entre 330 y 340 millones de toneladas CPSUAB. Aún con estas mejoras se estima que la demanda saturará la capacidad máxima sostenible del Canal alrededor del año fiscal 2012, y a partir de este año el nivel de servicio del Canal se deteriorará progresivamente.

5.7 Prognosis de la capacidad del Canal Mejorado

La competitividad del Canal de Panamá dependerá en gran medida de poder brindar un servicio rápido, confiable y seguro. Para esto, y ante la demanda creciente, es evidente que el Canal necesita capacidad adicional para poder atender la demanda futura. Los análisis de capacidad y nivel de servicio que se han realizado indican que la capacidad del Canal depende en gran medida de la mezcla de buques que transita por el mismo, la variabilidad diaria de esta mezcla y la sensibilidad que tiene cada segmento de mercado a los niveles de servicio que brinda el Canal. Con la demanda pronosticada, el Canal llegará a su frontera de capacidad entre el año fiscal 2011 y 2012.

Los proyectos de inversión propuestos en este capítulo tienen como meta aumentar la capacidad del Canal actual, a través de diversas soluciones, tales como: (1) Reasignar buques Panamax de tránsito diurno a tránsito nocturno por el Corte y las esclusas, (2) agilizar el proceso de tránsito de buques en las esclusas, (3) lograr encuentros selectivos de buques Panamax en el Corte y (4) intensificar el uso de las esclusas del Pacífico, a través de una mayor utilización. En la medida en que el Canal avance hacia la posibilidad de un programa de ampliación, estas soluciones de corto plazo ayudarán a optimizar la capacidad y las operaciones del Canal, en general, como respuesta al incremento de demanda.

Pronóstico de Nivel de Servicio del Canal Extendido a su Máxima Capacidad

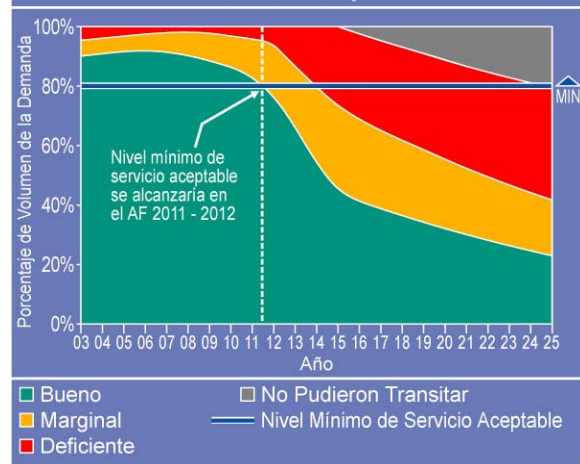


Figura 5-32 Resumen del tonelaje transitado para los años fiscales 2003-2015, para el Canal mejorado a su máxima capacidad, según el modelo de simulación de capacidad del Canal de acuerdo con el nivel de servicio obtenido por cada cliente.



Una vez que el Canal haya implementado estas mejoras, el principal factor que limitará la capacidad del Canal será la capacidad de las esclusas, principalmente la esclusa de Pedro Miguel. Llegado ese momento, será poco factible obtener beneficios de capacidad significativos de alguna otra mejora y el Canal actual habrá alcanzado su máxima capacidad operacional sostenible.

Con el programa de mejoras descrito en este capítulo el Canal aumentarán su capacidad en un 20% adicional, hasta un volumen de tráfico sostenible de entre 330 y 340 millones de toneladas CPSUAB anuales, equivalente a un rango entre 13,800 y 14,000 tránsitos (ver figura 5-33). El pronóstico más probable indica que la demanda del Canal podrá alcanzar estos niveles entre el año fiscal 2011 y el año fiscal 2012. El nivel de servicio del Canal se deteriorará exponencialmente, después de alcanzar su máxima capacidad sostenible, afectando adversamente y de manera significativa la ventaja competitiva de la ruta.

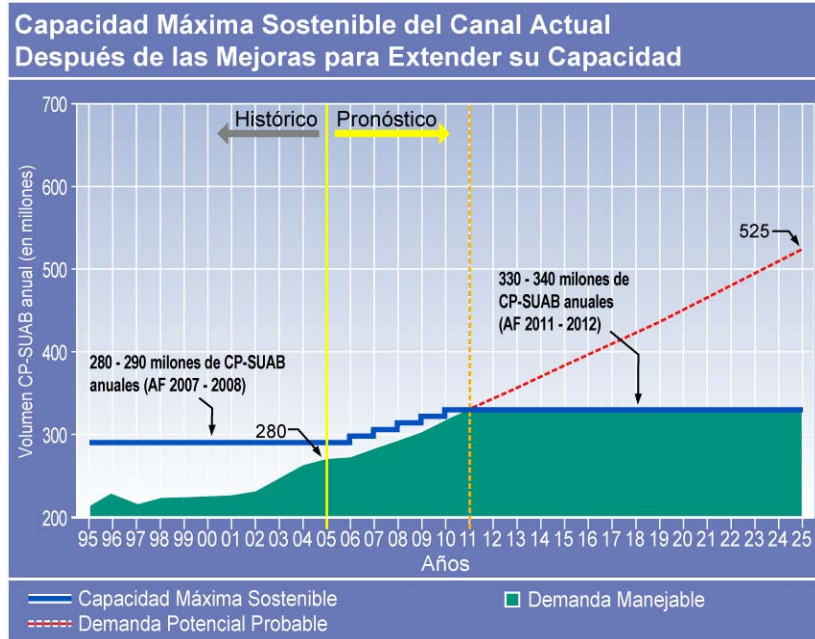


Figura 5-33 El Canal extendido a su máxima capacidad podrá manejar entre 330 y 340 millones de toneladas CPSUAB anuales, las cuales se podrán alcanzar entre el año fiscal 2012 y año fiscal 2013.

