Foto: www.vicomex.gob.pa

Canal de Panamá:
Obra Maestra de la Ingeniería

Luisa Fernanda Castro Patiño
Periodista Metal Actual

15.000 barcos navegan diariamente por la vía marítima.

Debido a la alta congestión que presenta el canal de Panamá, una de mas mega-construcciones más influyentes del siglo XX, en la actualidad, un grupo de ingenieros adelantan su proceso de ampliación, con el fin de disminuir el tráfico y permitir el paso de buques de grandes dimensiones.

Hace aproximadamente cien años, un equipo pionero de ingenieros y constructores realizó una de las operaciones más grandes de la historia que consistió en la remoción de enormes cantidades de tierra en el corte más bajo de la Cordillera Continental, y que condujo a la construcción de lo que hoy en día se conoce con el nombre de "Canal de Panamá".

Se trata de un ingenioso sistema de vía marítima de 82 Km de distancia, formado por tres juegos de esclusas[1] y un lago (Gatún), que permiten que los barcos crucen desde el Pacífico hacia el Atlántico en un período de tiempo de tan sólo diez horas; una ruta de enlace entre ambos océanos que, frente a otras vías alternas como por ejemplo alrededor de Suramérica, resulta ser

muy corta, pues este último trayecto alcanza los 13.000 Km de distancia que equivalen a dos semanas de viaje por el océano.

Una obra visionaria inaugurada en el año 1914 y considerada la más costosa de la historia, no sólo porque para su creación se invirtieron más de 375 mil millones de dólares, sino porque su proceso de construcción tardó cerca de 35 años, pues las condiciones del área panameña –caracterizado por poseer zonas selváticas y montañosas – limitaba las excavaciones de los obreros.

Los buques que sobrepasan los 32.31 metros de ancho y 294.13m de largo, se les denominan Postpanamax, como el carguero que aparece en la foto.

De hecho, constantes derrumbes de terreno e inundaciones trataron de impedir la construcción del canal a nivel del mar en varias oportunidades de la historia, eso sin contar con la propagación de peligrosas enfermedades propias del trópico como la malaria y fiebre amarilla que, durante varios años, cobraron la vida de más de 27 mil trabajadores.

Sin embargo, gracias al esfuerzo mancomunado entre ingenieros y obreros el canal fue un hecho, en la actualidad, éste es uno de los puertos más importantes para el comercio marítimo mundial, no en vano a diario atraviesan por esta vía 40 buques –casi 15 mil por año– llevando turistas y 172 millones de toneladas de mercancías como granos, combustibles, petroquímicos, automóviles y maquinaria.

Precisamente, la alta congestión de barcos que presenta esta vía marítima y las grandes dimensiones que poseen los cargueros construidos hoy en día –los cuales no pueden atravesar el canal, debido a su gran tamaño – son dos situaciones que han motivado al gobierno y al pueblo panameño a tomar la decisión de duplicar la capacidad de las esclusas por donde estos transitan y que actualmente, es de 34 metros de amplitud.

De hecho, casi el 50 por ciento de los buques que se construyen en la actualidad, conocidos con el nombre de barcos "post-panamax", poseen 43 metros de ancho, es decir 10 metros de amplitud por encima del actual tamaño de las esclusas. Situación negativa para el comercio panameño, en la medida que la falta de espacio, disminuye notablemente el tránsito de barcos por el canal y por ende el pago de peajes por este concepto, ingreso que representa el 30 por ciento de la economía total de Panamá.

El proyecto, el cual tendrá una inversión de más de 5000 millones de dólares, consiste en la construcción de un nuevo juego de esclusas de mayores dimensiones que estarán ubicadas al lado de las ya existentes, con los propósitos de disminuir el tráfico y que los barcos de tamaños superiores puedan atravesar el conducto marítimo. Para muchos expertos en el campo de la ingeniería, la ampliación del Canal de Panamá constituye la segunda obra de ingeniería más grande de la historia.

La Megaconstrucción, ¿Cómo Funciona?

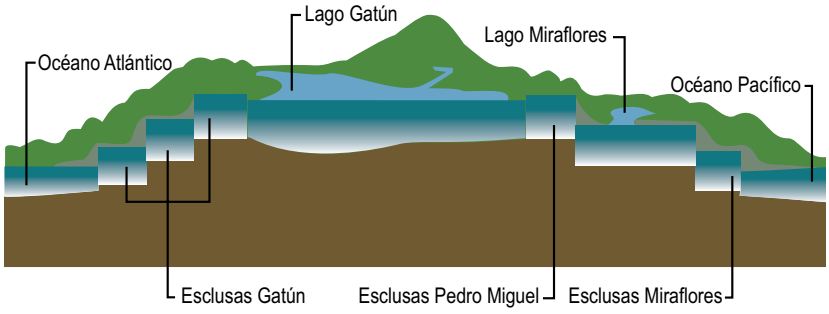
El Canal de Panamá fue construido en la parte más angosta del continente americano y en el punto más bajo del istmo de Panamá y opera como un "conducto" donde el nivel de las aguas sube o baja, a través de un sistema de tres grupos de esclusas: Gatún, Pedro Miguel y Miraflores. (Ver gráfico recorrido del barco)

Cada juego de esclusas se encuentra dividido por compuertas que forman escalones o cámaras, las cuales, mediante el accionamiento de válvulas de agua, también llamados aliviaderos, se encargan de que los barcos naveguen a determinada altura o nivel.

Las compuertas son tablones gruesos de acero que se encuentran ubicadas en el extremo de cada cámara, con el fin de graduar o cortar el paso del agua y su apertura se realiza mediante modernos mecanismos hidráulicos que abren y cierran las compuertas de metal de mas de 600 toneladas de peso.

Cada hoja de la compuerta mide aproximadamente 20 metros de anchura y 2.0 metros de grosor, pero su altura varía según su posición; la más grande, por ejemplo, la de Miraflores con una altura de 25 metros y un peso aproximado de 745 toneladas que le permite soportar la presión del agua del Océano Pacífico con mayor facilidad.

Referente al proceso, el agua que sube y baja los buques dentro de las cámaras, es tomada del lago Gatún [2] y movilizada a las esclusas, mediante un sistema de alcantarillado; luego, a través de 20 orificios abiertos en el fondo de la cámara, el líquido ingresa en ella para iniciar el proceso de elevación del barco. El desagüe se efectúa por un sistema similar de orificios, a fin de que los barcos desciendan.



Vista de los tres juegos de esclusas que actualmente operan en el Canal de Panamá.

Cada cámara almacena alrededor de 52 millones de galones de agua y en un esclusaje o paso de un barco, se usan alrededor de 197 millones de litros de agua dulce, líquido que finalmente, es vertido en el océano. Vale anotar que toda esta operación se dirige desde una caseta de control ubicada en la cámara superior de cada una de las tres esclusas.

En cuanto al recorrido de las naves, uno que transite el canal desde el Atlántico con dirección al Océano Pacífico, entra al cauce desde Bahía Limón –un trecho a nivel del mar en el Atlántico que posee 10 km de largo y 152 metros de ancho– y luego ingresa al primer juego de esclusas (Gatún), donde asciende, a través de sus tres cámaras, unos 26 metros a nivel del lago Gatún.

Posteriormente, la nave ingresa a las esclusas de Pedro Miguel, ubicadas en el extremo sur del Corte Gaillard[3] y desciende 9.0 metros a nivel del lago Miraflores, para luego dirigirse al último juego de esclusas, las cuales poseen más de 1.600 metros de largo; allí el barco baja los dos últimos escalones hasta el nivel del mar (Océano Pacífico).

Aunque los buques utilizan su propia propulsión, en su paso por las esclusas del Canal de Panamá, son asistidos por locomotoras eléctricas que se desplazan sobre rieles y tiran de las naves usando cables de acero. Una nave puede requerir desde cuatro hasta ocho locomotoras dependiendo de su tamaño.

Actualmente, el Canal de Panamá cuenta con 100 locomotoras que pesan hasta 50 toneladas y operan con dos unidades de tracción de 290 caballos de fuerza cada una, además los barcos utilizan remolcadores o equipos flotantes que asisten a los buques durante su travesía por el canal, principalmente en las entradas y salidas de las esclusas y durante su paso por el Corte Gaillard, donde éstos requieren de gran maniobrabilidad y potencia.

La Ampliación del Canal

La construcción del tercer juego de esclusas está dirigido por la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), entidad gubernamental panameña que también se encarga de la operación, administración, mantenimiento y modernización del canal y que, a su vez, designó a dos equipos de ingenieros para la planeación y ejecución de las obras.

La propuesta de ampliación consiste en la construcción de un tercer carril, conformado por dos complejos de esclusas, una en cada extremo del canal –adyacente a las esclusas actuales– las cuales estarán integradas con tres cámaras o escalones consecutivos y se encargarán de mover los buques a nivel del mar y al del lago Gatún.

Una de las novedades de este nuevo complejo de esclusas consiste en que cada una de las cámaras estará dotada con tres tinas laterales para la reutilización de agua, es decir, nueve tinas por complejo de esclusas y 18 en total; dicho sistema consiste en que el agua que se utiliza para el tránsito de un barco, es reciclada en un tanque de almacenamiento, con el fin de reutilizarla durante el paso de otro buque, en lugar de verterla al mar.

Según los ingenieros encargados del proyecto, este sistema de reciclaje de agua también permitirá que los barcos modernos (pos-panamax) utilicen, durante su paso, la misma cantidad de agua que necesita un carguero de tamaño normal (panamax), lo cual permite un ahorro notable del líquido.

Otra novedad del nuevo sistema de esclusas, es que cada una de sus cámaras –de 427 metros de largo por 55 metros de ancho y 18.3 metros de profundidad– utilizará dos compuertas de tipo rodante ubicadas en cada extremo y fabricadas a partir de láminas de acero con el interior hueco, revertido de barras y láminas del mismo material.

Vale anotar que, para su movimiento, este tipo de compuertas disponen de un carro de acero rodante que se desliza sobre un mecanismo de rieles, que a su vez recorren toda la cámara. Además, integran dos cables ubicados en la parte superior de ambas compuertas que facilitan su apertura y cierre.

El proyecto de ampliación del Canal de Panamá también propone la construcción de nuevos cauces de navegación a fin de conectar las nuevas esclusas con las actuales. En ese sentido, para enlazar las nuevas esclusas del Atlántico con la actual entrada del mar al canal, se construirán dos

cauces de acceso de aproximadamente 3.2 km de largo y para conectar las esclusas del Pacífico con los cursos de agua existentes (Corte Gaillard y entrada al mar Pacífico), se establecerán dos accesos hídricos: el cauce de acceso norte, y el cauce de acceso sur.

Como parte de los estudios del tercer juego de esclusas, la ACP también evaluó, en forma conceptual, la viabilidad técnica, ambiental y económica de desarrollar un cruce vehicular en el extremo Atlántico del canal como un túnel o un puente; sin embargo su construcción sólo se iniciará a finales del año 2014, una vez se haya completado el proyecto de ampliación del canal.

El programa de modernización y mejoras del Canal de Panamá también contempla el ensanche del Corte Gaillard, la modernización de las maquinarias de las esclusas y sus controles, la adquisición de nuevos remolcadores y locomotoras, la rehabilitación de los rieles de remolque, la modernización de los sistemas informáticos y las mejoras a la red de telecomunicaciones.

Las operaciones en el Corte Gaillard consisten en ampliar el tramo a un mínimo de 192 metros en las rectas y hasta 222 metros en las curvas. Esto permitirá el tráfico simultáneo de dos buques de manga ancha, tipo Panamax, sin comprometer la seguridad de la navegación.

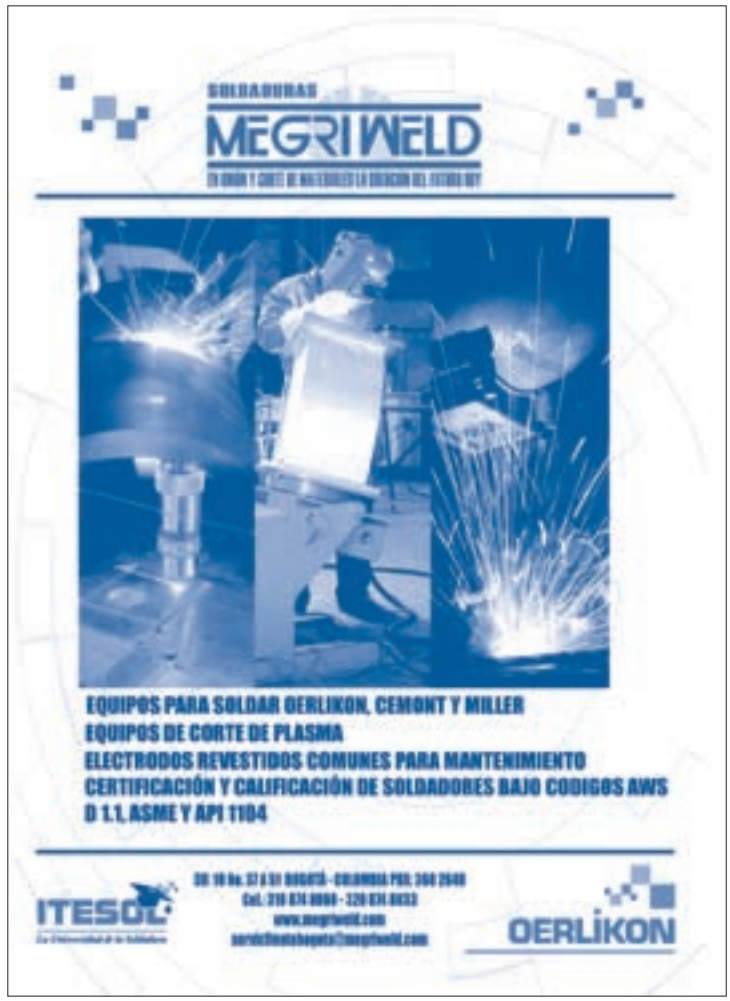
La modernización de las maquinarias y los controles de las esclusas es otro de los proyectos de la ACP y consiste en integrar tecnología de punta las nuevas maquinarias hidráulicas, y que será extendida a los mecanismos de las compuertas actuales, con el fin de lograr una operación más segura y confiable.

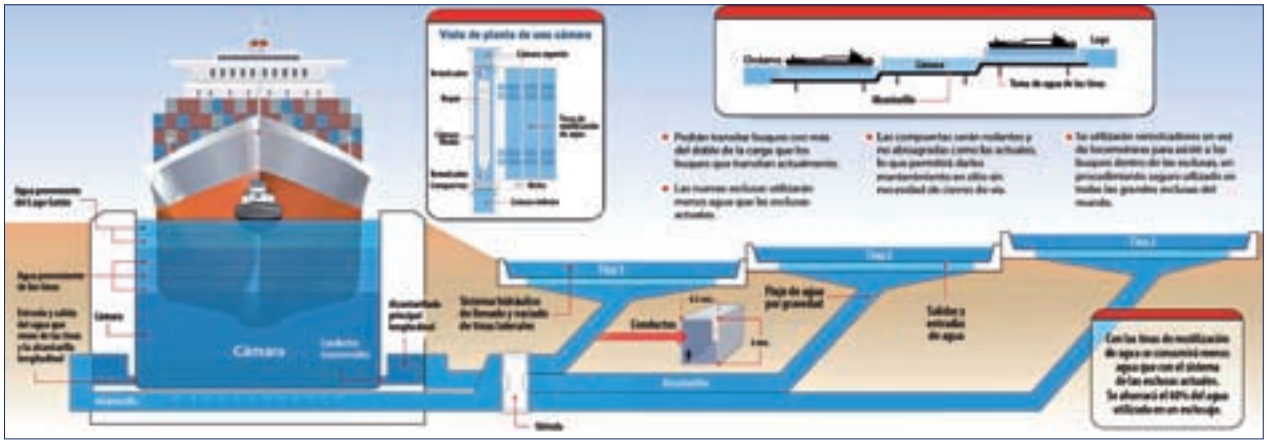
Actualmente, la maquinaria electromecánica ha sido convertida al sistema hidráulico en las 54 compuertas. Además, la ACP autorizó la construcción de dos laboratorios, los cuales cuentan con equipos hidráulicos especiales para que los técnicos realicen pruebas, ensayos sobre el funcionamiento de las compuertas y en general, se brinde capacitación a todo el personal.

Los Retos

Sin duda, uno de los primeros retos al que se enfrenta el equipo de ingenieros para la construcción del tercer juego de esclusas, en el canal, es la inestabilidad del terreno, el cual se encuentra formado principalmente por roca, astilla y picarro, materiales que, en épocas de lluvia, genera derrumbes, deslizamientos de tierra y lodo, razón por la cual se deben intensificar a mayores niveles las operaciones de limpieza o dragado en cada uno de los sedimentos y cursos de agua que conforman el canal.

"Los constantes deslizamientos de tierra en el istmo también son generados por las voladuras que se han hecho en la zona para quitar terreno, sin duda esto genera que





se intensifiquen las operaciones de dragado, pues de lo contrario sería muy difícil ensanchar y profundizar el canal para que pasen barcos grandes y de mayor calado", afirma Leo. J. Cain Jr, ingeniero de la Armada de Los Estados Unidos y uno de los encargados de la construcción de las esclusas del Atlántico.

Otro reto al que se enfrentan los ingenieros para la ampliación y modernización del canal, está relacionado con el tipo de roca presente en Istmo y que determina el diseño de las esclusas. Según el ingeniero Leo. J. Cain, Panamá se caracteriza por poseer terrenos de roca blanda e inestable, así como de roca muy dura, lo cual obliga a los ingenieros a diseñar una estructura de esclusa o presa especial.

Por esta razón, el cuerpo de ingenieros estudia la posibilidad de fabricar la presa en mojado, es decir, en lugar de crear un enorme dique seco en el río, se prefabrican en concreto las secciones de la estructura gigante en tierra para luego ser ensambladas en el agua. Con este sistema de construcción las piezas que conforman la esclusa flotan sobre el cause, lo que genera que su peso se reduzca diez veces, facilitando así su proceso de ensamble, sobre todo de las partes más pequeñas.

Un último reto de ingeniería es el diseño y construcción de las compuertas sobre todo las que se encuentran ubicadas en la presa del Océano Pacífico, pues esta zona presenta a diario potentes mareas que incluso durante dos veces en el día suben y bajan 6.0 metros y medio, ejerciendo una enorme presión sobre las puertas de las esclusas.

Para compensar esa presión los primeros ingenieros construyeron en esta zona específica compuertas más altas y resistentes que las ubicadas en Gatún; sin embargo, el equipo de ingenieros europeos opina que, para un mejor diseño y seguridad, las puertas de las nuevas presas deben ser el doble de grandes que las actuales y casi tan altas como un edificio de diez pisos.

El diseño actual del sistema de apertura y cierre de las compuertas funciona como una ventana abatible [5]. Sin embargo, para el nuevo proyecto, José De Regge –ingeniero estructural encargado del diseño de las esclusas del Pacífico– eligió un modelo de compuertas correderas que se caracterizan por ser las más grandes del mundo, más gruesas, resistentes y que soportan de una manera eficaz la presión del agua.

"La mayor ventaja de una compuerta corredera es que los trabajadores pueden ocuparse de su mantenimiento sin cerrarla, ya que disponen de una puerta de refuerzo que puede cerrarse, mientras los operarios eliminan el agua de la puerta principal", afirma De Regge.

Es importante mencionar que, actualmente, los ingenieros continúan en etapa de diseño de las nuevas esclusas y compuertas que conformarán el complejo del canal; mientras que la ACP, a través de diferentes contratistas, finaliza las primeras etapas del megaproyecto como la remoción de tierra, las operaciones de dragado, entre otras mejoras técnicas y operativas para modernizar y optimizar el servicio de las esclusas existentes.

Los Costos

Hasta el momento, las inversiones realizadas en la modernización del Canal de Panamá alcanzan los mil 111 millones de dólares. Según la Autoridad del Canal (ACP), ese dinero se ha destinado al mejoramiento de las operaciones y a otros aspectos que optimicen el servicio a los usuarios que transitan por esta vía marítima.

Estos fondos se ven reflejados en diversas obras, entre ellas el proyecto de profundización y ensanche del Corte Gaillard, que alcanzó un costo de 413.5 millones de dólares y en la compra de locomotoras que demandó una inversión cercana a los 210 millones de dólares; remolcadores, con gasto de 191 millones de dólares y lanchas a un costo total de 30 millones de dólares, además de los 7 millones de dólares que fueron destinados para iluminación.

Las operaciones adelantadas en el Canal de Panamá se ven reflejadas, además, en los crecientes indicadores de seguridad, capacidad operativa, confiabilidad y eficiencia de la

vía marítima; el tiempo promedio que utilizan los barcos para transitar el canal, por ejemplo, disminuyó fuertemente, pues pasó de 31.6 horas en el 2008 a 23.1 horas en el 2009.

En cuanto al costo de construcción del tercer juego de esclusas la Autoridad del Canal de Panamá, estima aproximadamente un total de 5,250 millones de dólares, inversión en la que se encuentran incluidos los costos directos e indirectos de diseño, administración, construcción, pruebas, mitigación ambiental y puesta en marcha del canal.

El costo más relevante del proyecto corresponde a la construcción de los dos nuevos complejos de esclusas – uno en el Atlántico y el otro en el Pacífico – con costos estimados de aproximadamente 1,110 millones de dólares y 1,030 millones de dólares respectivamente, más una provisión de 590 millones para posibles contingencias durante su construcción.

La construcción de los cauces de acceso a las nuevas esclusas tendrá un costo total estimado de 820 millones de dólares que incluye 400 millones de excavación seca y 250 millones para trabajos de perforación, voladura y dragado, más una provisión de 170 millones para posibles contingencias.

Finalmente, las mejoras a los cauces de navegación existentes tendrán un costo total estimado de 290 millones, que incluye 90 millones para el ensanche de los cauces de navegación del lago Gatún y 150 millones para la profundización y ensanche de las entradas del canal, más una provisión de 50 millones para contingencias.

Citas

1) Las esclusas son obras hidráulicas que permiten vencer desniveles concentrados en canales navegables, elevando o descendiendo los navíos que se encuentran en ellas. Pueden formar parte de las estructuras complementarias de una presa, cuando ésta se construye sobre ríos navegables.
2) El lago Gatún, una masa de agua artificial con 163.38 millas cuadradas que fue construido por una represa de tierra a través del Río Chagres (adyacente al lago), es el gran motor que mueve el canal, pues bombea casi 200 millones de litros de agua al interior de las esclusas para elevar y bajar cada barco que los cruza, además de proveer de agua potable a un millón de panameños.
3) Se trata de la sección más angosta del Canal de Panamá con una longitud total de 12.7 km (7.9 millas) ubicada entre el norte de las esclusas de Pedro Miguel y el Cruce de Chagres (Chagres Crossing) e incluye la División Continental de Panamá.

Fuentes

- www.pancanal.com
- Documentales "El Nuevo Canal de Panamá", "Mega-Construcciones: El Canal de Panamá" Discovery Channel, Canal de Panamá" History Channel.

Fotos

- Autoridad del Canal de Panama - ACP.