



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POST GRADO
FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS
MAESTRÍA EN DESARROLLO DEL SECTOR MARÍTIMO

**ESTUDIO Y RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS
ESCLUSAS DEL CANAL DE PANAMÁ**

POR
LICDA MARISOL GARRIDO DE HINDS
Céd N° 9-104-789

Tesis presentada como requisito para
optar por el Título de Maestra en
Desarrollo del Sector Marítimo,
Especialidad Puertos y Canales

DIGITALIZADO
DEPTO. DE COMPUTO
SIBIUP

PANAMÁ, 1999



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN

DESARROLLO DEL SECTOR MARITIMO

Título del trabajo de tesis ESTUDIO Y RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO DE LAS ESCLUSAS DEL CANAL DE PANAMA.

Nombre del estudiante Marisol Garrido de Hinds Cédula 9-104-789

Miembros del Jurado:	Calificaciones que otorgan:
a <u>Prof. Héctor Escoffery</u>	<u>96</u>
b <u>Prof. Jorge L. Quijano</u>	<u>96</u>
c <u>Prof. Ernesto Botello Pérez</u>	<u>96</u>
Nota final promedio	<u>96 (A)</u>

Observaciones generales del jurado

La Licenciada Hinds escogió un tema sumamente complejo y extenso para investigar y desarrollar como tesis. El mantenimiento en las esclusas del Canal de Panamá y las inversiones para sustituir las maquinarias obsoletas por maquinarias más modernas y confiables son temas candentes y de actualidad en la Comisión del Canal. La Licenciada Hinds realizó un trabajo extenso de

Firma de los miembros del jurado

a

b

Firma del coordinador del programa

Firma del estudiante

Fecha

26/02/99

Firma del representante de la Vicerrectoría de Inv y Postgrado

Firma del decano
Facultad de Derecho y Ciencias Políticas

T.H

23 JUN 1999

Continúa Informe de Tesis de Maestría
Licda. Marisol Garrido de Hinds

investigación en el campo mediante entrevistas al personal gerencial, administrativo y técnico. Resumió y enfocó en su trabajo los aspectos más significativos que presentan un reto a la función de mantenimiento en las esclusas, para los cuales ha dado recomendaciones acertadas. Su exposición fue clara y demostró dominio del tema. El Jurado Calificador hemos acordado calificarla con 96.

RM del Banco

012100

DEDICATORIA

A mi esposo Jimmy por brindarme todo su amor, comprensión y apoyo incondicional, en todas las fases de mi vida desde que hemos estado juntos Gracias por estar siempre conmigo

A mi hijo James Michael, por constituir la alegría y la razón de mi vida, siendo fuente de inspiración para mi constante superación de forma que pueda brindarle un mejor porvenir

A mis padres, Isolina y Guillermo, a mis hermanos Yaní, Guillermo, Carlos y Rafael, a mis sobrinos Melissa, Katherine, Jerry y en especial a mi querida suegra Lida Betty y demás familiares, quienes han estado cerca de mí, compartiendo los diferentes momentos de mi existir

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial a mis compañeros de clase, por haberme apoyado y estimulado brindándome todas su cooperación en el desarrollo del presente trabajo

Al profesor Héctor Escoffery, director de la tesis, por sus atinadas orientaciones y recomendaciones en la elaboración de este estudio

Al Profesor, Calixto Malcolm, como Coordinador a los Profesores Jorge Quijano y Ernesto Botello por aceptar ser jurados y darme su orientación y apoyo

A todos los demás profesores que impartieron esta maestría por sus novedosas e ilustrativas clases y demás amigos, por el gran interés demostrado en la culminación por mi parte de este trabajo

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XV
SUMMARY	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

CAPITULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
B	IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	4
C	OBJETIVOS	5

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

A	ASPECTOS GENERALES ACERCA DEL MANTENIMIENTO	7
---	--	---

	Página
1 Origen	7
2 Organización	9
3 Instalaciones y Equipos	11

CAPÍTULO III

EL MANTENIMIENTO EN LA DIVISIÓN DE ESCLUSAS

A EQUIPO Y ESTRUCTURAS QUE REQUIEREN MANTENIMIENTO	15
1 Flota de Locomotoras	15
2 Equipo Móvil y de Apoyo	20
a Grúas flotantes o de agua	20
b Vehículos de transporte	21
c Otros equipos flotantes	21
d Remolcadores	22
e Equipo portátil y herramientas de taller	23
3 Maquinaria para Control de Agua	24
a Válvulas cilíndricas	26

	Página
b Válvulas compuertas o de vástago ascendente	31
c Válvulas reguladoras	34
d Compuertas	34
4 Estructuras	41
a Estructuras de concreto de las esclusas	43
b Edificios y talleres	52
c Vías de transporte	53
B ORGANIZACIÓN	53
C ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	57
1 Mantenimiento Predictivo	59
2 Mantenimiento Preventivo	60
3 Mantenimiento Correctivo	66
D ENTRENAMIENTO	67
E TENDENCIAS MODERNAS DE MANTENIMIENTO	69

CAPITULO IV

ASPECTOS METODOLOGICOS

A MÉTODO	83
--------------------	-----------

	Página
1. Método Descriptivo	84
2 Método Inductivo	85
B SUJETO	86
C TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	86
1 Información Secundaria	86
2 Información Primaria	87
D PROCEDIMIENTO	89

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS - DISCUSIÓN

A IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE LAS ESCLUSAS	91
B CONSECUENCIAS NEGATIVAS DE UN MANTENIMIENTO DEFICIENTE	93
1 Efectos de Fallas en la Maquinaria y Equipo de las Esclusas del Canal e Panamá	93

	Página
2 Impacto de mantenimiento defectuoso en la capacidad del Canal	94
C ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE RECURSOS	97
D PROPUESTA DE POSIBLES MEJORAS Y ALTERNATIVAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS ESCLUSAS DEL CANAL DE PANAMÁ	98
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	114
ANEXOS	119
I REACONDICIONAMIENTO DE COMPUERTAS, UN PROCESO COMPLEJO	120
II RESULTADO DE PRUEBAS MODIFICA REHABILITACIÓN DE COMPUERTAS	123
III AUMENTO DE LA CONFIABILIDAD Y SEGURIDAD DE LAS ESCLUSAS MEDIANTE LA MODERNIZACIÓN	128

	Página
IV LA MAXIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS ESCLUSAS	132
V MANTENIMIENTO DE PRIMERA - FACTOR CLAVE DEL ÉXITO DEL CANAL DE PANAMA	138
VI ESTRUCTURA ORGANIZATIVA ACTUAL DE LA DIVISIÓN DE ESCLUSAS	144
VII FUTURA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA DIVISIÓN DE ESCLUSAS	147
VIII CAPÍTULO VI MANTENIMIENTO DEL CANAL LEY DE LA AUTORIDAD DEL CANAL	149
BIBLIOGRAFÍA	152

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	NOMBRE	PÁGINA
1 y 2	Esquema de las válvulas cilíndricas	28 y 29
3	Compuertas	36
4	Mecanismo para mover las compuertas	42
5	Ilustración de un corte diagonal de una esclusa	44
6	Limpieza de alcantarillas	47
7	Diagrama de los túneles de las esclusas de Gatún	49
8	Trabajo de Mantenimiento en los rieles	51
9	Mantenimiento orientado a resultados - Ciclo de mejoramiento de la productividad	73

RESUMEN

Este trabajo se refiere al sistema de administración del mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá, para el desarrollo del mismo fue necesario el uso del método descriptivo para tratar lo relativo al mantenimiento efectuado hasta hoy día, así mismo se acudió al método de Caso y Campo porque fue necesario acudir a las esclusas para observar cómo se lleva a cabo el procedimiento de esclusaje y a la vez ver cuáles son las acciones de mantenimiento más frecuentes y necesarias, igualmente se requirió el apoyo de entrevistas para recabar la información que las personas con experiencia en este campo pudieran proporcionar. Una vez realizado el trabajo se llegó a la conclusión de que el mantenimiento durante toda la vida del Canal de Panamá ha sido muy bueno a tal punto que muchos equipos y partes son de data tan antigua como el mismo canal y su buen estado se debe única y exclusivamente al mantenimiento que han recibido, el único inconveniente que se pudo percibir es que a pesar de que cada tarea, cada operación, cada procedimiento tienen su manual de descripción de funciones, algunos empleados que a pesar de ser "bilingüe" no dominan el inglés escrito encuentran dificultad al acudir a los manuales en caso de requerir alguna consulta, de ahí el interés de incluir los puntos que se han considerado importantes en el mantenimiento de las esclusas, al respecto se habló de esta actividad sólo en las instalaciones, equipos y maquinarias exclusivas para la operación del canal, ya que las máquinas y equipos que son comunes a otras actividades son conocidas por muchas personas, profesionales o no, se trataron las nuevas tendencias de mantenimiento y su posible aplicación en el mantenimiento en estudio.

SUMMARY

This document refers to the Maintenance Management at the locks of the Panama Canal. To develop the above it was necessary to use a descriptive method to cover that relative to the maintenance of the Canal until present day.

Because various trips to the locks were necessary to observe locking procedures and to collect information on the most frequent and necessary maintenance procedures, the use of interviews was also required to procure information from individuals with the most expertise in these matters.

Once the work was done, the conclusion drawn was that the maintenance done to the Canal during its Life Span has been so effective that many parts and equipment date back to the time of its construction and the operational condition of these is testimony of the maintenance they have received, the only fault found was that even though each operation, each procedure has its function description manual, some Personnel, although are bilingual, find it difficult to read the equipment manual when they have problems with a piece of equipment. Will apply these important observations to the maintenance of the locks. We are implementing these procedures only to the equipment and machinery that is relevant to the operation of the Canal and will not be applied to equipment common to other activities, being that their operation and repair is known by many, professional. New tendencies in maintenance and their possible application to the Canal were also covered.

INTRODUCCIÓN

Al término del año 1,999 el Canal de Panamá pasará a los panameños y es crucial para la vida económica y política del país que esta vía interoceánica siga tan eficiente como hasta hoy día, un aspecto de suma importancia para la eficiencia del Canal de Panamá es que todas las instalaciones, equipos y maquinarias estén en óptimas condiciones de funcionamiento

Gran cantidad de estos elementos pueden trabajar en condiciones óptimas y a la hora de que esto no sea así y, si ha cumplido su función por un tiempo determinado previamente, simplemente se envía a la sección que se encarga de su venta al valor de rescate, para después adquirir otro, lo que garantiza que por ser cambiados con frecuencia no se deterioran al punto que presenten fallas difíciles de solucionar. Si se trata de piezas, equipos e instalaciones únicas, que no son de fácil reemplazo, el trabajo para mantenerlas en óptimas condiciones requiere constantes revisiones para prevenir fallas o daños, acciones de ajustes y demás que sean necesarias, es decir, darles mantenimiento

El mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá se caracteriza porque no sólo mantiene los elementos cuya vida útil está determinada sino también a instalaciones, piezas y equipos que no pueden cambiarse tan fácilmente, es más, existen algunas de ellas que están desde que se abrió el canal en 1914, por ello la importancia del mantenimiento en las esclusas de esta vía interoceánica

El tema del presente trabajo ESTUDIO Y REDOMENDACIONES PARA MEJORAR LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS ESCLUSAS DEL CANAL DE PANAMÁ, para su desarrollo se ha dividido en cinco capítulos, en el primero se hace la formulación del problema, se plantea la importancia de la investigación y sus objetivos, en el segundo capítulo se trata la parte teórica, en ella se incluyen los aspectos de mantenimientos en general, luego en el tercer capítulo se trata el mantenimiento en la División de Esclusas en el mismo se hace mención de las estructuras y equipos de las esclusas que requieren mantenimiento, su organización, administración del mantenimiento incluyendo los

diferentes tipos de mantenimiento que existen y que se deben dar a todo tipo de instalaciones y maquinarias, seguidamente se habla acerca del entrenamiento en esa División y, para finalizar el capítulo, se trata lo relativo a la tendencia moderna de mantenimiento

El capítulo cuatro contiene los aspectos metodológicos utilizados para la elaboración del trabajo, en el mismo se detallan los métodos de los que se hizo uso y el porqué, además se describen las técnicas de recolección de información y el procedimiento seguido

El capítulo cinco es la presentación de los resultados, en primer término se la importancia del mantenimiento en las esclusas, luego las consecuencias negativas de un mantenimiento deficiente tales como los posibles efectos que producirían fallas o daños en las maquinarias y equipos de las esclusas del Canal, así como el impacto que en la capacidad del Canal puede ocasionar el mantenimiento deficiente, finalmente se hace una propuesta de posibles mejoras que, en realidad, se reducen a plantear la

necesidad de proveer a los empleados información acerca de todo el mecanismo, funciones, procedimientos y acciones que involucra la operación de mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá en su idioma materno para garantizar que sea comprendido por todos y no sólo por las personas que dominan el inglés escrito. Se planteó la necesidad de aplicar nuevas tendencias de mantenimiento en toda esta operación.

Finalmente se sacaron los puntos importantes de la investigación, se hacen las recomendaciones estimadas convenientes y se inserta la bibliografía consultada.

Para complementar el trabajo se adjuntaron algunos anexos que son de interés para la investigación.

CAPÍTULO I
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Este capítulo contiene el planteamiento del problema, la importancia de la investigación y los objetivos de la misma

A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por el Canal de Panamá, y por ende por las esclusas, transita gran cantidad de barcos que ha venido en aumento desde que se inició el esclusaje, entre los buques que pasan por las esclusas están también los "PANAMAX" (máximo tamaño que cabe en las esclusas) y al igual que todos los buques, éstos tienen la tendencia a aumentar en número, lo que implica que se está imponiendo a la operación en general y a las esclusas mayores esfuerzos tanto a la maquinaria, como locomotoras, a las estructuras de las esclusas como por ejemplo los rieles de tracción, como al equipo de transmisión y distribución eléctrica

Además esta clase de buques, los Panamax, requieren para su esclusaje mayor número de locomotoras, consecuentemente más desgaste de las mismas y menor disponibilidad para su mantenimiento. Igualmente el incremento en el número y tamaño

de los barcos hace más difícil sacar de servicio una vía de las esclusas para efectuar mantenimiento en el equipo sumergido o maquinaria que requiere la vía cerrada para darles mantenimiento. En el pasado se podía cerrar una vía de cualquier esclusa para mantenimiento durante meses mientras que la otra vías se encargaba de pasar los barcos, hoy día, una vía fuera de servicio por unas cuantas horas crea una cola de barcos en espera en ambos océanos.

Por otra parte, como es de conocimiento general, la edad de la maquinaria y las estructuras de las esclusas es alta (84 años), lo que hace necesario la aplicación de mayor y mejor mantenimiento a las mismas.

En todo lo expuesto hasta ahora se puede entrever la necesidad de aumentar los esfuerzos en la función de mantenimiento y mientras más años pasen mayores serán los requerimientos en esta actividad.

En otro orden de ideas, debido a los tratados, la mano de obra calificada del personal estadounidense se ha perdido en un período de tiempo corto, lo que ha dado como resultado que

personal panameño con menor experiencia pase a ocupar puestos de supervisión con las consecuencias negativas para la operación de esclusaje y para el mantenimiento de las esclusas, puesto que esa situación da paso a la posibilidad de mayor cantidad de fallas del equipo y la maquinaria lo cual, sin duda alguna, afecta la eficiencia de la operación del Canal.

B. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Por lo planteado anteriormente se hace imperativo un análisis de recursos, organización y administración de mantenimiento actuales, y así tener una base para hacer los ajustes acordes a las necesidades futuras

De lo contrario, la imagen del Canal se va a deteriorar frente a sus usuarios, esto es, la comunidad marítima internacional

Además las fallas en el equipo, maquinaria y estructuras del Canal afectan la eficiencia de las esclusas, la seguridad de los barcos que transitan por ellas y el personal que allí labora

C. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es hacer un análisis de los recursos humanos, equipo, la organización y administración de la función de mantenimiento en las esclusas del Canal de Panamá, frente a la necesidad creciente de mantenimiento por los motivos mencionados, recomendar los ajustes necesarios para garantizar la continuidad de una operación segura y eficiente que permita que Panamá siga siendo, por mucho más tiempo, la vía interoceánica que hasta el momento ha sido

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

En este capítulo se trata la parte teórica del tema en estudio, es decir del mantenimiento

A ASPECTOS GENERALES ACERCA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una tarea o actividad de suma importancia en toda parte, ya que se tiene que hacer, porque se utiliza herramienta, equipo, maquinaria e instalaciones, que deben estar disponibles y en buenas condiciones para desempeñar segura y eficientemente las funciones para las cuales se adquirieron. A continuación se verá el origen, organización e instalaciones y equipo requeridos para el mantenimiento

1. Origen

El origen del mantenimiento de las máquinas es casi paralelo con el origen de las máquinas, ya que se inició al momento que hubo la necesidad de reparar una máquina dañada o averiada, es

posible que la reparación la haya realizado el mismo operador de la máquina, puesto que éste era quien percibía la falla que se estaba presentando y además era quien estaba familiarizado con la máquina y su funcionamiento. No obstante, esto ha cambiado porque los equipos cada día se hacen más grandes, complejos y más útiles y por ende mayor la importancia del tiempo en que el mismo no se pueda operar.

Hoy en día para hacer una reparación de una máquina se requieren conocimientos, herramientas, materiales y equipo muy especiales. En la mayor parte de los casos, el operador de la máquina no es quien la repara porque no tiene los conocimientos adecuados y sería muy costoso tener un mecánico especializado para operar una máquina. Esta complejidad trae consigo la necesidad de contar con operarios que tengan la capacidad en el manejo, el mantenimiento y la reparaciones esenciales del equipo que opera. Además es necesario contar con las herramientas, instalaciones, equipo y piezas necesarias al igual que con una supervisión apropiada, de manera que se puedan aprovechar las horas de trabajo al máximo.

2. Organización

De acuerdo con el volumen de trabajo y el tipo del equipo que se utiliza, la organización del mantenimiento puede ser sencilla o muy compleja. Una sola persona debe ser la responsable del mantenimiento de equipo y de instalaciones.

En un sistema de supervisión de mantenimiento podría ser que distintos supervisores tuvieran bajo su responsabilidad distintas especialidades concretas, por ejemplo en el caso de las esclusas un supervisor para el sistema eléctrico, otro para el sistema mecánico, otro para las instalaciones, este sistema tiene la ventaja de que los supervisores pueden estar especializados en un tipo de trabajo.

Un sistema diferente es que distintos supervisores tengan la responsabilidad de sectores o tipo de equipo concretos, en este caso un supervisor de la flota de locomotora, supervisor de equipo móvil, otro para maquinaria de control de agua, en este sistema la responsabilidad de todo un sector está en una sola persona.

Estos dos sistemas presentan el inconveniente de que si el trabajo es realizado en varios turnos o siete días por semana, la responsabilidad se diluye y el control se descuida en los periodos en que no esté de servicio un determinado supervisor y, además entre las diversas especialidades y sectores de responsabilidad, puede ser deficiente la coordinación del trabajo

La idea moderna es que el equipo sea satisfactoriamente confiable para no necesitar tres turnos de mantenimiento

Finalmente, otro método es que cada supervisor tenga la responsabilidad de todas las especializaciones y en todos los sectores durante el tiempo que está en su trabajo. La ventaja de este método es que durante el turno de trabajo de cada supervisor no se presentan conflictos en las operaciones en lo relativo a responsabilidades o prioridades. Pero, también tiene sus inconvenientes como los otros métodos y éstos son que el supervisor debe saber algo de cada especialidad y pierde el control de los trabajos que pasen de un turno a otro

Como se dijo anteriormente, el método de cómo llevar a cabo el mantenimiento se elegirá de acuerdo a la dimensión de las

operaciones del mismo, en operaciones pequeñas se puede prescindir de la gestión del equipo e instalaciones y los supervisores pueden informar directamente al jefe de mantenimiento, pero en operaciones muy grandes a veces se requiere la utilización de dos o más métodos de supervisión, uno para el mantenimiento y otro para reparaciones operacionales o de emergencia

3. Instalaciones y Equipos

Instalaciones en que está concentrada la división o sección de mantenimiento deben ser lo más amplias posibles para lograr su cometido, deben disponer de un lugar para almacenamiento de piezas, repuestos, equipo fijo de mantenimiento, lugar para oficinas y estacionamiento para los vehículos que están en mantenimiento. En la medida que sea factible el mantenimiento preventivo y las reparaciones

importantes se deben hacer en estas instalaciones, no obstante, puede ser necesario hacer talleres en las diferentes divisiones

En cada sección, en este caso en cada esclusa, es conveniente tener un taller que disponga de algunas piezas de repuesto y del equipo de mantenimiento necesario, en este taller se hacen las reparaciones pequeñas o de poca importancia y pequeños servicio de mantenimiento preventivo

Las reparaciones de averías y el servicio del equipo montado sobre los carriles, por ejemplo, requieren un taller móvil, para ese fin es conveniente contar con vehículos dotados de todo lo necesario en un taller, esos camiones puede ir de un lugar a otra y reparar en el sitio las avería producidas, las demás reparaciones deben hacerse en talleres donde se logre mayor eficacia y mejor calidad, pero los equipo fijos debe repararse donde se encuentran

En lo relativo al equipo, es importante contar con aparatos como compresores, dispositivos de lubricación, las prensas de banco de taller, elevadores hidráulicos, máquinas para trabajar metales para fabricar piezas, también puede requerir equipo móvil como camión-grúa de gran altura, plataforma móvil, equipo

eléctrico para los casos de corte de energía, compresor de aire para manejo de herramientas neumáticas entre otras para resolver los problemas de reparación que se les presenten

La selección del equipo es la última acción en que se requiere apoyo para la planificación y en este aspecto hay que considerar el mantenimiento de ese equipo THORNTON (s f)

CAPÍTULO III
EL MANTENIMIENTO EN LA DIVISIÓN
DE ESCLUSAS

A. EQUIPO Y ESTRUCTURAS QUE REQUIEREN MANTENIMIENTO

En el caso del Canal, específicamente de las esclusas existe diversidad de equipo y estructuras las cuales requieren mantenimiento para su eficiente funcionamiento

1. Flota de Locomotoras

Las locomotoras son un tipo de vehículos que requieren mantenimiento, las mismas se utilizan para el remolque de los barcos en tránsito por las esclusas, son accionadas eléctricamente, funcionan a velocidades fijas y tienen dos cables cada una con capacidad de 15,900 Kilos por cable

En las esclusas han habido dos tipos de locomotoras trabajando para agilizar el esclusaje. En las tres esclusas están estos vehículos, los cuales han tenido modificaciones desde que inició la operación del canal, inicialmente eran General Electric y después de 1964 hasta el día de hoy son Mitsubishi.

Este equipo es posiblemente el más crítico en la operación del Canal, sin ellas meter un barco dentro, sin protección especial sería una tarea suicida o tomaría mucho tiempo por lo tanto, ya no sería comercial, de ahí que el mantenimiento de este equipo es fundamental, ya que se debe mantener en perfectas condiciones El Canal de Panamá, en la actualidad cuenta con 105 locomotoras, las que necesitan mantenimiento como todo equipo que se utilice pero estas tienen problemas, por su edad tiene componentes obsoletos en el mercado Sin embargo han dado un servicio excepcional durante 30 años en su mayoría

Las locomotoras tienen varios componentes, entre ellos dos unidades de tracción independientes y también dos molinetes independientes, la velocidad disponible es de 1 hasta 9 mhp para las unidades de tracción La corriente eléctrica es enviada a las locomotoras por medio de zapatas colectoras que toman corriente de rieles de cobre que van paralelos a los rieles de las locomotoras bajo el nivel del piso en una zanja de hormigón Estas unidades además de proveer fuerza a las ruedas de la locomotora opera un engranaje que engrana en la cremallera a lo largo de la vía de tracción El

engranaje provee una tracción positiva cuando la locomotora está trabajando un barco o se está moviendo en las pendientes

Los molinetes y sus cables son fundamentales, ya que permiten a las locomotoras que ayuden en el tránsito de los buques. Hay dos molinetes en cada máquina, el cable está entallado en el tambor del cable

La segunda generación de locomotoras a diferencia de las originales tienen los dos alambres en un sólo lado, se hizo necesaria la construcción de plataformas giratorias, para poder cambiar las locomotoras del carril Este al Oeste, o viceversa, en el muro central

Por la importancia de las locomotoras en las operaciones de las esclusas, es fundamental el mantenimiento en estas máquinas, por ello se programan inspecciones de mantenimiento preventivo de la siguiente manera

Quincenalmente se revisan los frenos, lubricación, nivel de aceite, cada mes se revisan la pluma de luces, bocina, puerta, ventanas, molinete, rodillo y engranajes. Cada tres meses se cambia el filtro de aceite, ruedas o llantas de seguridad. Los motores de tracción se revisan quincenal o mensualmente, de acuerdo a las

necesidades. Estos son ejemplos de inspecciones y mantenimiento preventivo que se realizan.

En el Canal de Panamá las locomotoras trabajan en horario riguroso, en ocasiones las 24 horas del día. Por ejemplo en las esclusas de Gatún, que son las más largas de los tres juegos de esclusas del Canal, las locomotoras trabajan más duro, lo que hace necesario un mantenimiento extensivo. Aunque se está contratando el diseño de un nuevo prototipo de locomotora que requiere menos mantenimiento, se debe tener en mente que los equipos en estado óptimo son más productivos, por ello el mantenimiento es fundamental.

El engranaje de tracción debe estar en posición con el carril central cuando los cables están a bordo del barco. En el caso de estar desengranado el engranaje y la locomotora corre suave, sin que los alambres amarren el barco, puede correr a 12 ó 3 m p h dispositivo, pero a velocidades más altas puede correr de 6 y 9 m p h, esto sucede cuando va a recibir otro barco, pero no se usa 9 m p h porque trae como consecuencia el desgaste de los rieles y daños a la locomotora por excesiva vibración.

Para cambiar de velocidad de 3 m p h a 6 m p h o viceversa, a locomotora se debe detener, para evitar el excesivo desgaste en el embrague

Los molinetes y sus cables permiten que la locomotora ayude a los buques al tránsito, dichos cables tienen 500 de largo con una fuerza de rompimiento de 98,000 libras Están hechos de alambre de 6 x 37 para darle mayor flexibilidad y ayudar a reducir “cuerdas de pescar”

El largo de este cable es acortado gradualmente por el uso, durante las operaciones normales, para las máquinas de la pared central el mínimo es 325 y 275 para las locomotoras del muro vertical

Las locomotoras son fundamentales para mantener el barco en posición segura mientras está en las esclusas, es por ello que los alambres de las mismas deben colocarse lo más cerca de la línea de crujía como sea posible, para asegurar el avance para los alambres y en consecuencia mejor control lateral

Las reparaciones de estas dos unidades se hace removiéndolas, pero las locomotoras además tienen alrededor de 350 componentes

más pequeños que involucran más de 3,000 piezas mecánicas y eléctricas

2. Equipo Móvil y de Apoyo

El equipo móvil y de apoyo es muy variado y numeroso en el Canal de Panamá, una de las razones por qué el mantenimiento es una actividad tan importante, entre el equipo móvil se puede mencionar el siguiente

a. Grúas flotantes o de agua

Estos equipos se utilizan para relocalizar boyas o simplemente levantar las boyas y llevarlas a la sección correspondiente para rehabilitarlas, también sirven para trasladar locomotoras, camiones y retroexcavadoras - tractores, compuertas y una variedad de equipos que serían difíciles o imposibles de trasladar por tierra. Estos equipos son mantenidos por la División de Dragado

b. Vehículos de transporte

El mantenimiento de los vehículos de transporte está a cargo de la División de Transporte Motorizado, ésta tiene la responsabilidad de proveer el servicio de transporte de personal y materiales a todas las oficinas y divisiones de la Comisión del Canal Para cumplir con su misión esta división cuenta con una flota de más de ochocientos vehículos de tipo y capacidades diversas como autos, remolques y grúas rodantes

Todos los carros de la Comisión del Canal reciben mantenimiento preventivo programado, cuyo control está computarizado y se basa en las millas recorridas El mantenimiento se lleva a cabo en instalaciones diseñadas especialmente para esta actividad, divididas en ocho talleres cada uno dedicado a una rama o especialidad

c. Otros Equipos Flotantes

Otros vehículos flotantes usados en las esclusas son las lanchas Estos equipos se usan para apoyar la operación de los

buzos de las esclusas y para transferir materiales y equipos a los muros centrales de cada esclusa. También la presa flotante usada para represar el lago o el mar para poder secar las cámaras de las esclusas para trabajos de mantenimiento. Estas presas flotantes poseen bombas para ayudar a secar las cámaras.

d. Remolcadores

Aunque no son responsabilidad de las esclusas, los remolcadores son un equipo muy importante ya que son los que van a apoyar a los barcos para pasar las esclusas. Existen 17 remolcadores son de dos tipos: los convencionales tienen la propela atrás y no tienen maniobrabilidad en 360 grados, y los omnidireccionales, tienen la propela abajo, en la quilla y giran 360 grados con facilidad, éstos son más modernos. Hay remolcadores pesados y potentes, especiales para halar los barcos a través del Canal y remolcadores eléctricos de diesel, más pequeños y de menor potencia y tonelaje, sin embargo son más útiles para la mayoría de los barcos en los puertos.

Las funciones específicas de los remolcadores son asistir a los barcos para entrar en las esclusas, atraque y desatraque de la estación de amarre de Paraíso, ayudar, esto es rescatar a los buques con problemas de estiba y asistir a la navegación de los barcos por el Corte Culebra

Las lanchas y los remolcadores, son responsabilidad de la División de Recursos de Operaciones de la Comisión del Canal, pero su mantenimiento es fundamental para la operación de las esclusas

e. Equipo portátil y herramientas de taller

El equipo portátil es fundamental para el mantenimiento de las esclusas ya que existen muchas instalaciones y equipos que requieren ser mantenidos en el lugar donde se encuentran, por ello, es que en el Canal de Panamá cuentan con varios camiones acondicionados para ser un taller móvil y en ellos se transporta el equipo y herramientas necesarios para cumplir con la tarea de mantenimiento

Este mismo equipo portátil requiere mantenimiento y el mismo lo provee la misma división y la división de Transporte Motorizado

3. Maquinaria para el control de agua

La maquinaria para el control de agua se divide en dos partes maquinaria bajo agua y la otra, maquinaria sobre agua, pero cuando se hace referencia al mantenimiento en gran escala de maquinaria de las esclusas se está hablando de la maquinaria bajo agua, la cual en condiciones normales, no es accesible para reparaciones

Para la actividad de mantenimiento de las esclusas, tres son las maquinarias importantes compuertas, válvulas de vástago ascendente o válvulas compuertas y válvulas cilíndrica

Los equipos sobre agua o expuestos están sujetos a las técnicas tradicionales de mantenimiento preventivo como inspecciones, reparaciones programadas de los daños que pueden detectarse en las inspecciones, rehabilitaciones periódicas que coinciden con el ciclo de servicio del equipo y ya cuando no existe arreglo posible y/o haya cumplido su vida útil, se reemplazan

Los equipos sumergidos, entre los cuales se encuentran las compuertas y válvulas, reciben mantenimiento muy diferente, éste se lleva a cabo mediante inspecciones, rehabilitaciones periódicas

programadas y reparaciones menores que se realizan cuando las cámaras o alcantarillas son desaguadas

En la Comisión del Canal hay mucha experiencia en lo relativo a la duración o vida útil o de servicio de estos componentes de las esclusas, de manera que se programa con alta precisión su reparación

El acceso a esta maquinaria sumergida es restringido a períodos que en ocasiones pueden tomar años, por ejemplo la rehabilitación de las compuertas se efectúa en ciclos de alrededor de 25 años, en tanto que las válvulas compuertas en ciclos de aproximadamente 10 años y que se ha aumentado por mejoras realizadas a este tipo de válvulas

Es importante señalar que los programas de mantenimiento actuales van más allá del año 2,000 e involucran la rehabilitación de cuatro compuertas cada año, con interrupciones para rehabilitar las válvulas Sin embargo existen planes para rehabilitar seis (6) compuertas por año debido a la edad, uso y condiciones de las mismas

Estas dos actividades, rehabilitación de compuertas y de válvulas, requieren atención especial ya que, el cierre de una vía

para la rehabilitación de una compuerta o el cierre de una alcantarilla para reparación de una válvula reducen sustancialmente la capacidad del canal para atender eficientemente las naves que transitan por él

Por lo anterior, es lógico que estos trabajos se deben realizar en el menor tiempo posible

a. Válvulas Cilíndricas

Estas son las que se encuentran instaladas en la unión de una alcantarilla lateral y la alcantarilla principal de un muro central. Esta válvula controla el flujo de agua entre la alcantarilla central y cualesquiera de las cámaras, permitiendo el uso doble de la alcantarilla central.

Las válvulas cilíndricas son de construcción de acero fundido en molde con un porcentaje de níquel. Las mismas comprenden un cilindro fijo o estacionario, unido por pernos a un molde superior en el muro central de la alcantarilla.

El cilindro externo es apoyado por cuatro pedestales, éstos y los cilindros fijos están provistos con guías de bronce en donde el

cilindro interno se desliza en forma vertical. Este cilindro interno tiene un anillo de bronce debajo que hace pareja con un asiento, del mismo material, en la boca de la alcantarilla lateral para sellar el flujo del agua en cualquier dirección. El movimiento vertical del cilindro interno es proporcionado por un eje tubular vertical de 8 pulgadas conectado a través de engranajes a un motor de 7 caballos de fuerza (HP) en el túnel de la maquinaria. Este movimiento es transmitido por un tornillo de acero que gira unido a una tuerca de bronce inserto al final del vástago vertical, el tornillo es conectado al eje del motor mediante un juego de engranajes en ángulo (Ver Figuras 1 y 2)

Como es lógico estas válvulas requieren mantenimiento, como se mencionó anteriormente, y para llevar a efecto esta tarea es necesario aislar y secar los túneles, para aislar los túneles del muro se colocan tres pasamamparos en cada entrada de toma de agua a cada lado del muro central, lado oeste y este. Otros pasamamparos son colocados frente a cada válvula reguladora frente a la salida del muro central. Se utilizan dos bombas para sacar el agua y mantener el túnel relativamente seco.

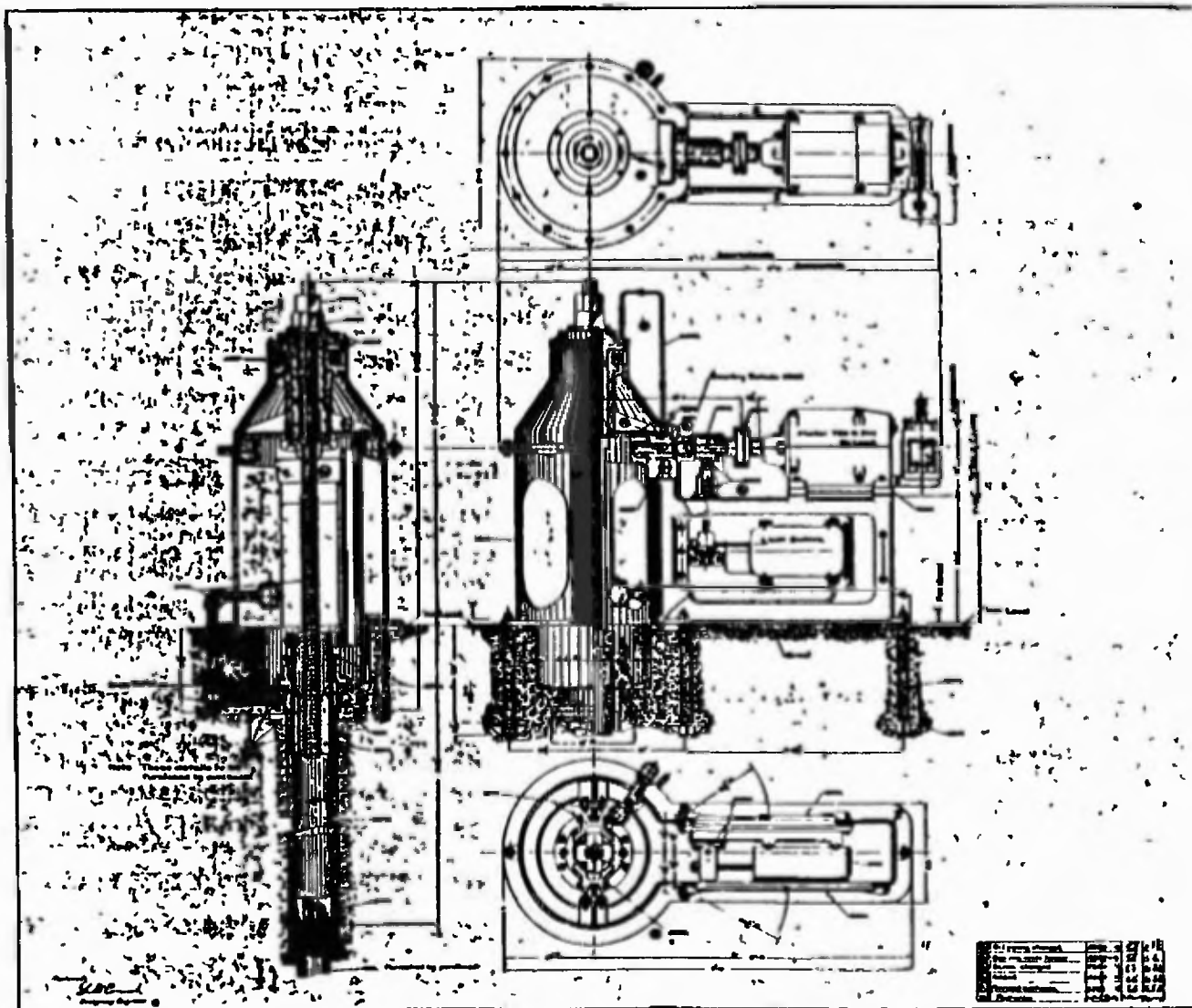


FIGURA N° 2
ESQUEMA DE LAS VÁLVULAS CILÍNDRICAS

El mantenimiento que requieren las válvulas cilíndricas es cambio de aceite, lubricación, revisión de compresión, revisión de los engranajes,, esta válvula es una de las más sencillas En realidad el mantenimiento de este tipo de válvulas no es tan sencillo porque se trata de mecanismos que requieren precisión y efectividad y además se trata de mecanismos de dimensiones muy grandes, de metal expuestos a la acción del agua tanto dulce como salada y por lo tanto deben ser muy bien mantenidos, Aplicando un proceso de protección contra la corrosión

A la estructura del cilindro se le debe hacer limpieza, para lo cual se utilizan trapos limpios, espátulas y solventes adecuados se remueven las partes que no sirven dentro de los agujeros de cada rosca de tornillo, luego se pintan y se coloca un sello de caucho sobre todo el cilindro, los tornillos atraviesan este sello, el cual queda traslapado, se revisan lubrican y limpian todas las otras partes del cilindro externo o cuerpo, de manera, esta revisión se hace para ver si presenta poros y proceder a sellarlos. luego se aplica un inhibidor de óxido

Cada 5 a 7 años se da mantenimiento a las válvulas cilíndricas, reemplazando los sellos de caucho fenolico, el reemplazo de la

válvula se hace cada 50 años o cuando se quiebran durante las operaciones

Este trabajo de mantenimiento por estar planificado se puede hacer menos complejo, pero de todas maneras es un trabajo muy delicado

b. Válvulas compuertas o de vástago Ascendente

Se trata de unas compuertas que están instaladas en par en varios puntos de las alcantarillas principales, para control de los flujos de agua y por ende el nivel de agua en las cámaras de las esclusas

Estas válvulas son de acero, originalmente estaban remachadas pero luego fueron cambiadas por válvulas soldadas, son rectangulares sus dimensiones son 11' x 18' x 2' de grosor

En la cara del cabezal de agua las válvulas compuertas tienen un plato de acero, en el lado contrario el marco de apoyo está hecho de viga de acero

Las válvulas se apoyan y deslizan sobre rieles de 6" x 1" colocados a ambos lados de la válvula. En el diseño original deslizaban sobre un tren de rodillos de bronce.

El sistema original ha sido cambiado con el fin de eliminar las ruedas de bronce que causan la corrosión por acción galvánica. El nuevo sistema consiste en una válvula con rieles de acero inoxidable, los cuales deslizan sobre guías de plástico de polietileno de alta densidad molecular.

Inicialmente las guías eran de un material fenólico que presentaban problemas por absorber agua, hincharse y para evitarlos, han sido reemplazados con Ultra High Molecular Weight Polyethylene, que es un material de plástico que tiene menor coeficiente de fricción, que no absorbe agua y no requiere lubricación.

Las válvulas de vástago ascendente reciben su movimiento de un vástago de 10 pulgadas de diámetro que asciende y baja con la válvula. Éste se conecta a dos tornillos verticales a través de una pieza que sujeta el vástago en el centro y tiene dos tuercas fijas en los extremos que son enroscadas en los tornillos que giran para hacer subir esta pieza con el vástago y la válvula.

Los tornillos giran mediante un motor de 40 caballos de fuerza (HP) conectados a ellos por engranajes en ángulo. Los engranajes, el motor y los tornillos verticales están arriba de la válvula en el túnel de la maquinaria y la válvula vertical se proyecta por un pasamamparo horizontal con empaquetaduras que no permiten que pase el agua.

Las válvulas de vástago ascendente y las cilíndricas están dentro de las alcantarillas, por eso para su mantenimiento lo primero que hay que hacer es secar éstas.

En esta tarea se utilizan dos bombas con capacidad de 15,000 galones por minutos, una bomba de capacidad inferior se usa para sacar el exceso de agua del goteo y mantener el túnel relativamente seco.

Hay un proyecto de cambiar el sistema de las válvulas de vástago ascendente por un sistema hidráulico de manera que el mantenimiento de esta tipo de válvulas consiste en mucha limpieza, tiene que ser completamente limpio, ya que esta es una exigencia del sistema hidráulico, el aceite debe estar completamente libre de contaminantes, los pivotes requieren lubricación, este

mantenimiento que se requerirá con el cambio del sistema será mínimo comparado con lo que hoy día es necesario

c. Válvulas reguladoras

Existen otras válvulas además de las mencionadas y son las reguladoras, son pasamamparo similares a las válvulas de vástago ascendente. Hay tres válvulas en cada lado de la salida del túnel del muro central de este y oeste. Cada válvula está conectada por un cable y una cadena a la válvula correspondiente en el lado opuesto de manera que sus pesos son perfectamente balanceados.

Para elevar y descender las válvulas se utilizan tres motores eléctricos, estos se conectan entre cada par de válvulas, cuando las válvulas del oeste se abren, las del este se cierran y viceversa.

d. Compuertas

Todas las cámaras superiores en las tres esclusas tienen una compuerta operativa y una segunda compuerta de seguridad entre ella y el lago, el propósito de esta última compuerta es que en caso

de que un barco entre a una cámara y por algún motivo no puede detenerse, los primeros pares de compuertas absorberán la energía del impacto mientras que los segundos permanecerán intactas para retener el agua. Esa compuerta de protección evita que en un momento dado en que la primera compuerta estuviese rajada el equivalente de 15,000 esclusajes se pierdan porque se vacía el lago, lo que ocasionaría la detención de las operaciones del canal hasta que se llenase de nuevo y para ello se requiere por lo menos un año.

Estas compuertas de protección también sirven para operar mientras las otras se descuelgan para su rehabilitación.

Las compuertas son láminas de acero estructural, con un alto contenido de níquel, van cubiertas con capas de acero remachadas al marco de la viga maestra, sus dimensiones son de 64' de largo por 7' de grosor y el alto varía de 47' a 82' aproximadamente (Ver Figura N° 3).

La compuerta consta de dos hojas y cada una de ellas se divide horizontalmente en dos compartimientos separados, el inferior está sellado contra el agua, para hacer que la hoja flote en el agua reduciendo el peso en los cojines que la fijan en el muro. Este compartimiento se subdivide verticalmente en tres secciones cada

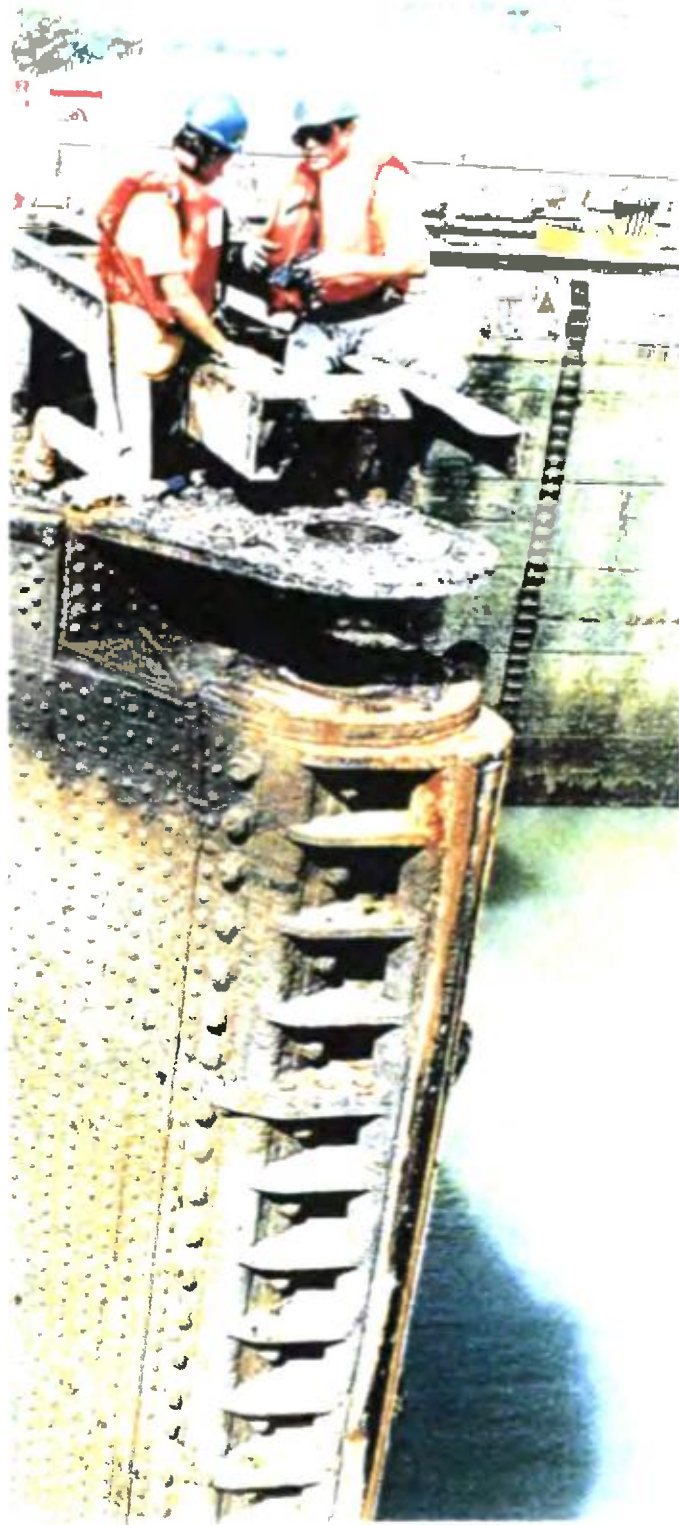


FIGURA N° 3
COMPUERTAS

una sellada para que si la lámina se rompiera por algún motivo y se presentara un escape sólo sea afectada una sección Spillway del Canal de Panamá (1997)

Las compuertas tienen acero en los extremos puntas y caucho abajo que sella contra un batiente de concreto en el piso de la esclusa, los sellos que hay al extremo de la compuerta son los "plato de ingleses" y la punta opuesta "quoin plate" Estos platos de inglete tienen una sección plana cruzada y los platos "quoin" tienen una sección convexa

El soporte de las compuertas es una bola de pivote que va sobre una pieza de fundición en concreto cerca del "quoin"

La parte superior de la compuerta se mantiene por un pasador de acero de 10 pulgadas de diámetro y un casquillo, el cual está ubicado en una pieza de fundición removible que se extiende del muro de la esclusa

Un brazo **arbotante** que se extiende de la fosa o biela en el túnel de la maquinaria es el que opera las compuertas de inglete El brazo arbotante es pivoteado en la periferia de una rueda dentada en la fosa en un extremo y también está conectado por un pasador de

acero y casquillo en la compuerta de inglete, este brazo cuenta con resortes absorbentes

Las compuertas se mueven a través de un sistema mecánico que cuenta con un motor de 40 caballos de fuerza que transmite fuerza a una caja de transmisión, la cual transmite fuerza a un engranaje que a su vez transmite fuerza a otro engranaje cónico de 72 dientes, en el eje de ese engranaje cónico existe un piñón que es el que mueve una rueda enorme a la que está conectado un brazo mecánico que es el que abre y cierra la compuerta, como se explicará al tratar el mecanismo que mueve estas compuertas

En las esclusas de Miraflores están las compuertas más altas, exactamente en la cámara baja. Esto tiene su razón de ser en la gran diferencia de marea que ocurre en el lado pacífico donde hay mareas altas y bajas y por esta razón esta cámara no tienen compuertas intermedias

En el lago permanece el juego adicional de compuertas para la entrada al mar de Miraflores, allí está siempre flotando para ser utilizadas en el mantenimiento

Las demás compuertas del Canal están duplicadas en la misma estructura de esclusas con el fin de que no sean necesarias compuertas adicionales

Existen unas compuertas intermedias las cuales se utilizan para crear una cámara corta de 659' de largo para buques de menos de 500' de largo o eslora como medida para conservar el agua

El mantenimiento de las compuertas requiere un carril fuera de servicio, las mismas son revisadas y puestas fuera de servicio por un tiempo mínimo. Inicialmente las compuertas eran reacondicionadas en la cámara seca, hoy en día son removidas con la grúa Hércules, puestas a flote y llevadas a la división industrial en donde son reacondicionadas y luego se vuelven a instalar con la ayuda de la grúa. Antes de reinstalar las compuerta se reemplazan los sellos de acero en los muros de la esclusa y se renueva el batiente o quicio de hormigón en el piso de la cámara. Para esto se requiere cerrar la vía correspondiente por unos 5 días para realizar este trabajo

Una de las tareas más pasadas es la remoción de la compuerta de inglete, la cual se lleva acabo con la grúa Hércules, que tiene una capacidad de 250 toneladas, pero si se considera que cada hoja de compuerta pesa entre 375 y 670 toneladas, es obvio que la sola grúa

no puede con su peso muerto, por esto se apoya la operación en la flotabilidad para reducir el peso

Para que este apoyo sea efectivo las hojas de las compuertas deben ser preparadas, se les instala platos de cierres y el compartimiento de flotación se forma para aumentar el comportamiento de mamparos que existe en cada hoja

Otra fase de la preparación de las compuertas es la remoción del codo flexible SIP-3, la remoción del camino (footroalk), remoción de mamparos y anexos al camino además de la prueba de bomba donde sea necesario

Para que la compuerta cierre herméticamente tanto en la parte de abajo, como en la parte lateral con la otra hoja, hay una serie de sellos de acero, estos sellos son los que generalmente se llaman o denominan bisagras y están a lo largo de la compuerta (verticalmente) y de la estructura de la cámara. Al reacondicionar las compuertas, estos sellos son reemplazados y al sacar esos sellos de la pared la estructura (castin) se modifica o cambia, por lo cual se debe rellenar el orificio en que estaban, de manera que puedan sellar perfectamente una vez que cierra la compuerta

Anteriormente este relleno se hacía con plomo fundido a temperaturas de 760°C, actualmente, el castin se rellena con Norback epóxico que es un compuesto de una parte de resina y otra parte de endurecedor que al mezclarse se convierte en un material muy resistente (Ver Anexo I)

En cuanto al mecanismo para mover las compuertas, el mismo consta de tres partes diferentes la maquinaria que abre y cierra las compuertas, las máquinas para trancar las compuertas cuando están cerradas y los motores para operar estas máquinas (Ver Figura N° 4)

4. Estructuras

Dentro de las estructuras de las esclusas hay muchos elementos de trabajo e instalaciones que requieren mantenimiento o reparaciones periódicas de manera que se pueda subsanar el deterioro natural y asegurar que funcionen debidamente, entre éstas están las estructuras de concreto de las esclusas, los edificios y talleres y las vías de transporte

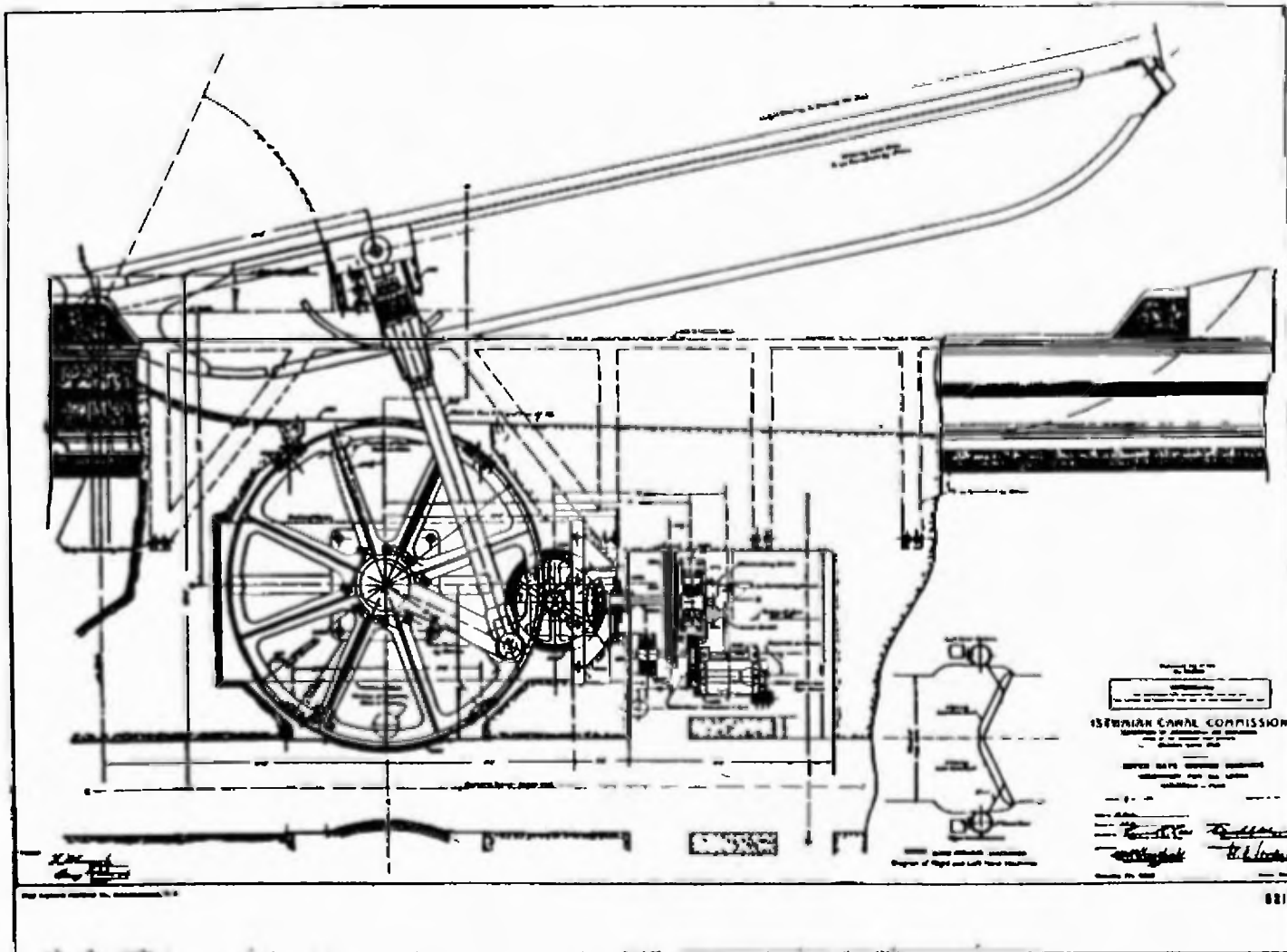


FIGURA N° 4
 MECANISMO PARA MOVER LAS COMPUERTAS

a. Estructuras de concreto de las esclusas

Las esclusas son el conjunto de cámaras, componentes y accesorios ubicados en cualquiera de estos tres sitios Miraflores, Pedro Miguel y Gatún, que están diseñadas para elevar o descender los barcos a determinado nivel sobre el mar

Las cámaras son otras estructuras de las esclusas que requieren mantenimiento, éstas son los sitios donde se encajan los barcos dentro de las esclusas. Cada cámara contribuye a subir o descender una porción definida de la altura total correspondiente a la esclusa (Ver Fig N° 5)

El mantenimiento también se hace a las cámaras y consiste en prepararlas para recibir las compuertas rehabilitadas, se destruye el sello de concreto y se construye otro con las dimensiones de las compuertas reacondicionadas, así mismo el plato de sello de ángulo de las paredes se remueve usando cargas explosivas, se hace la reparación o recubrimiento de rajaduras, luego con las medidas de la compuerta reacondicionada se establecen las posiciones de los platos del sello cóncavo, la nueva bola pivote es puesta en posición de manera que se pueda hacer el trabajo en 4½ días, en este trabajo

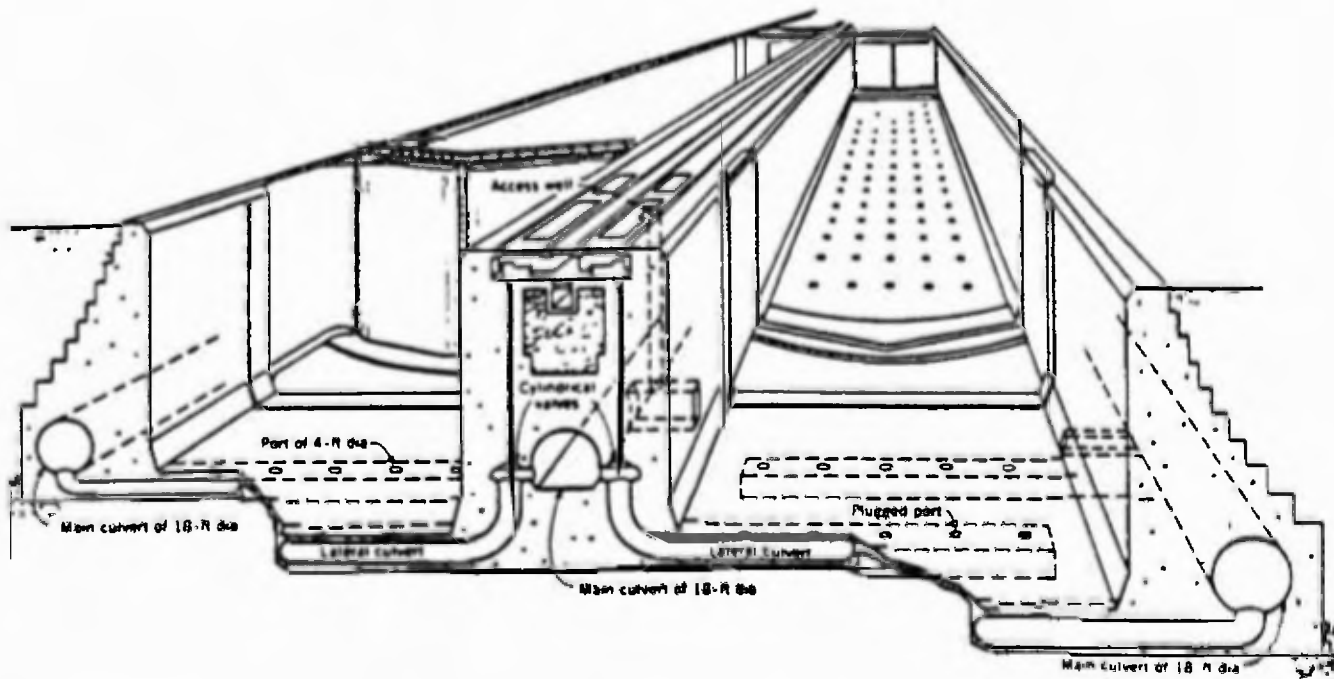


FIGURA N° 5
ILUSTRACION DE UN CORTE DIAGONAL DE
UNA ESCLUSA

interviene mucha gente para lograr terminar en el tiempo establecido

Las alcantarillas son los medios por donde el agua entra y sale de las cámaras y también son sujeto de inspección y mantenimiento de manera que estén siempre en estado óptimo para la operación de las esclusas

El quicio de las compuertas también entra en el trabajo de reacondicionamiento, éste es el punto tope de la compuerta donde debe sellar perfectamente, al demolerlo y restaurarlo se establece un nuevo punto de referencia con las nuevas dimensiones, esto es lo que se llama reconstrucción de umbrales

Para el establecimiento del nuevo nivel, un equipo de topógrafos y agrimensores alinea los siete (7) platos, perpendicularmente, ese alineamiento se hace con ayuda de un colismador el cual da el punto de referencia partiendo de un ángulo central en el quicio, las medidas para el alineamiento de platos deben ser muy exactas, se trabaja en milésimas de pulgada para que la compuerta reacondicionada selle herméticamente

Este trabajo de alineamiento se debe hacer de noche porque es más preciso ya que en la luz del día, por la expansión térmica, se

puede presentar otra lectura equivocada y los platos no quedarían como se espera que queden

El triángulo formado por la punta de las compuertas es el punto donde nace toda la operación

Las alcantarillas son los conductos por los que pasa el agua hacia y desde las cámaras. Cuando se desea llenar la esclusa, se abren las válvulas superiores y se cierran las del fondo o inferiores. El agua fluye desde la cámara con mayor elevación, a través de las alcantarillas principales, a través de pequeñas alcantarillas laterales, y desde éstas por los pozos del piso, para vaciar la esclusa se cierran las válvulas superiores y se abren las inferiores y así el agua va hacia la cámara inferior. Noriega, (1986)

Para emprender los trabajos de mantenimiento en las alcantarillas, las mismas se cierran en los extremos y luego se saca el agua, la limpieza de las alcantarillas se lleva a cabo mediante chorro de arena que se hace con ayuda de un compresor que recibe fuerza de un motor de gasolina (Ver Figura 6)

Además dentro de las alcantarillas existen muchas estructuras y mecanismos metálicos que están expuestos a la corrosión por lo que se requiere darle protección contra ésta

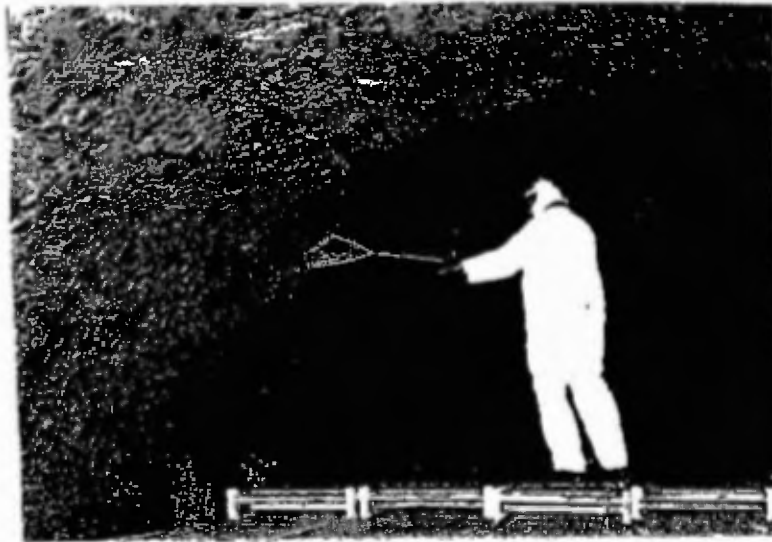


FIGURA N° 6
LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS

El proceso de protección contra la corrosión, de los componentes metálicos ubicados en las alcantarillas se hace para retardar la acción corrosiva del agua. Se usa un sistema de protección catódica y protección por ánodos de sacrificio de zinc en agua salada y magnesio en agua dulce.

En cada esclusa hay tres túneles a los lados y al centro de las cámaras. En el túnel central se encuentran ubicadas las válvulas cilíndricas que son veinte (20) por nivel, colocadas en pares una a cada lado del túnel, los cuartos de transformadores, están las válvulas reguladoras y válvulas de vástago ascendente.

En los túneles tanto del Este como del Oeste están los cuartos de interruptores, válvulas de vástago ascendente, y cuartos de transformadores.

En la Figura 7 se muestra un esquema de los túneles de las esclusas de Gatún en la que se ven todas las clases de motores y maquinarias que en ellos permanecen.

El mantenimiento en los túneles es muy diverso ya que comprende por una parte, el mantenimiento del túnel mismo, esto es, limpieza, pintura, demarcación o señalización de dónde están ubicados cada uno de los motores, transformadores, o válvulas,

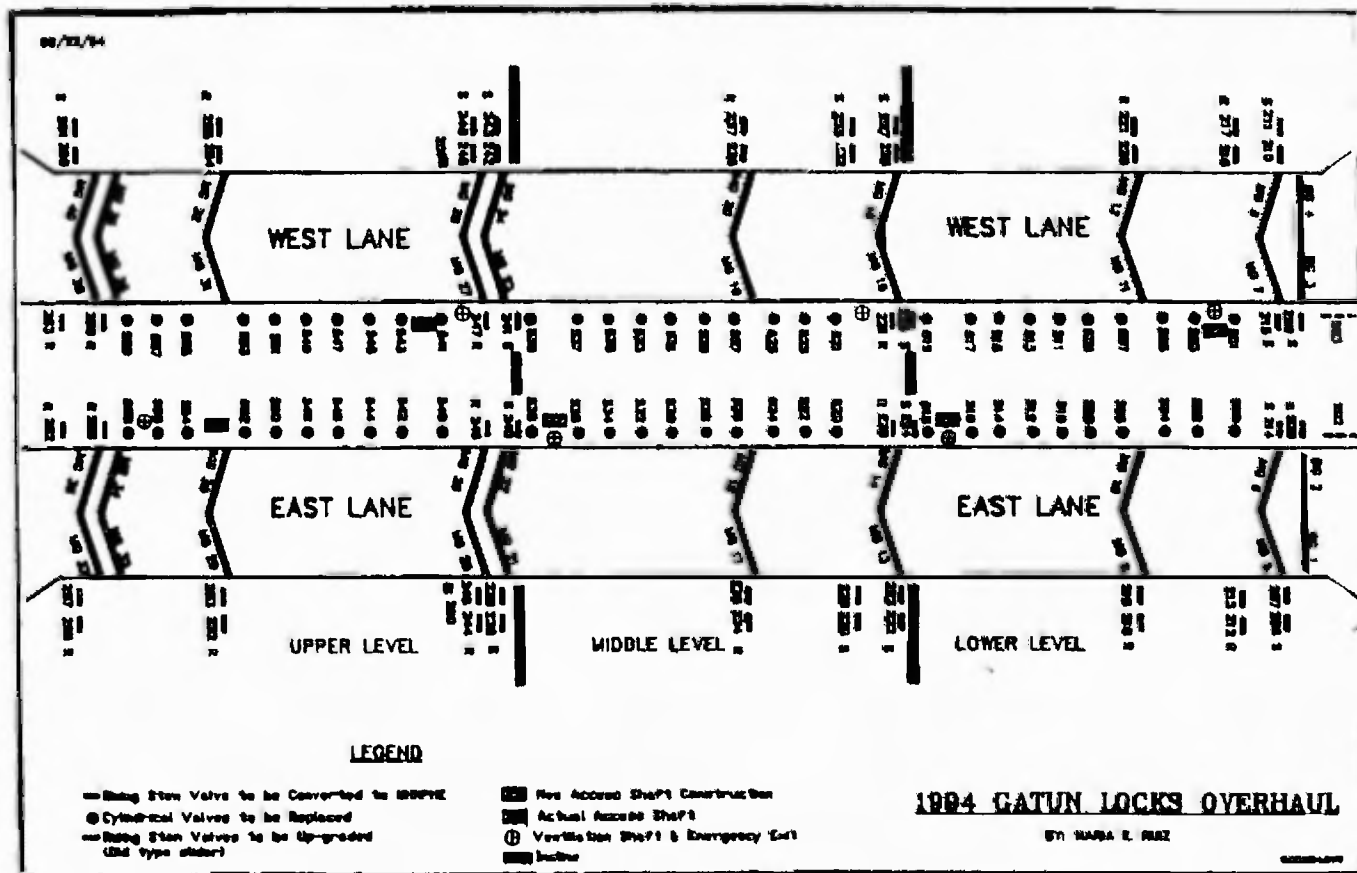


FIGURA N° 7
 DIAGRAMA DE LOS TÚNELES DE LAS ESCLUSAS DE GATÚN

revisión y mantenimiento de la electricidad, de la plomería del lugar, y por otra parte, el mantenimiento de todos y cada uno de los equipos que en ellos están ubicados

Los motores que se encuentran entre los túneles ascienden a 951, los mismos son de todo tamaño, descripciones y funcionamiento, entre éstos están incluidos los que se utilizan para operar bombas y máquinas de bombeo Spillway (1996)

Los rieles son las líneas por donde pasan las locomotoras Como hay un proyecto de adquisición de nuevas locomotoras, se complementa la actividad de estas máquinas haciendo mejoras importantes al sistema rieles de las locomotoras

El mantenimiento de este paso de las locomotoras se lleva a cabo con cuadrillas reforzando y renovando los 53,000, pies de rieles de locomotoras mientras se mantiene el tráfico de naves sin interrupciones Comisión del Canal de Panamá (1997)

Para la demolición de los rieles se utiliza un sistema que permite demoler grandes longitudes del sistema de rieles, manteniendo la operación de la vía durante la ejecución de todos los trabajos (Ver Figura 8)

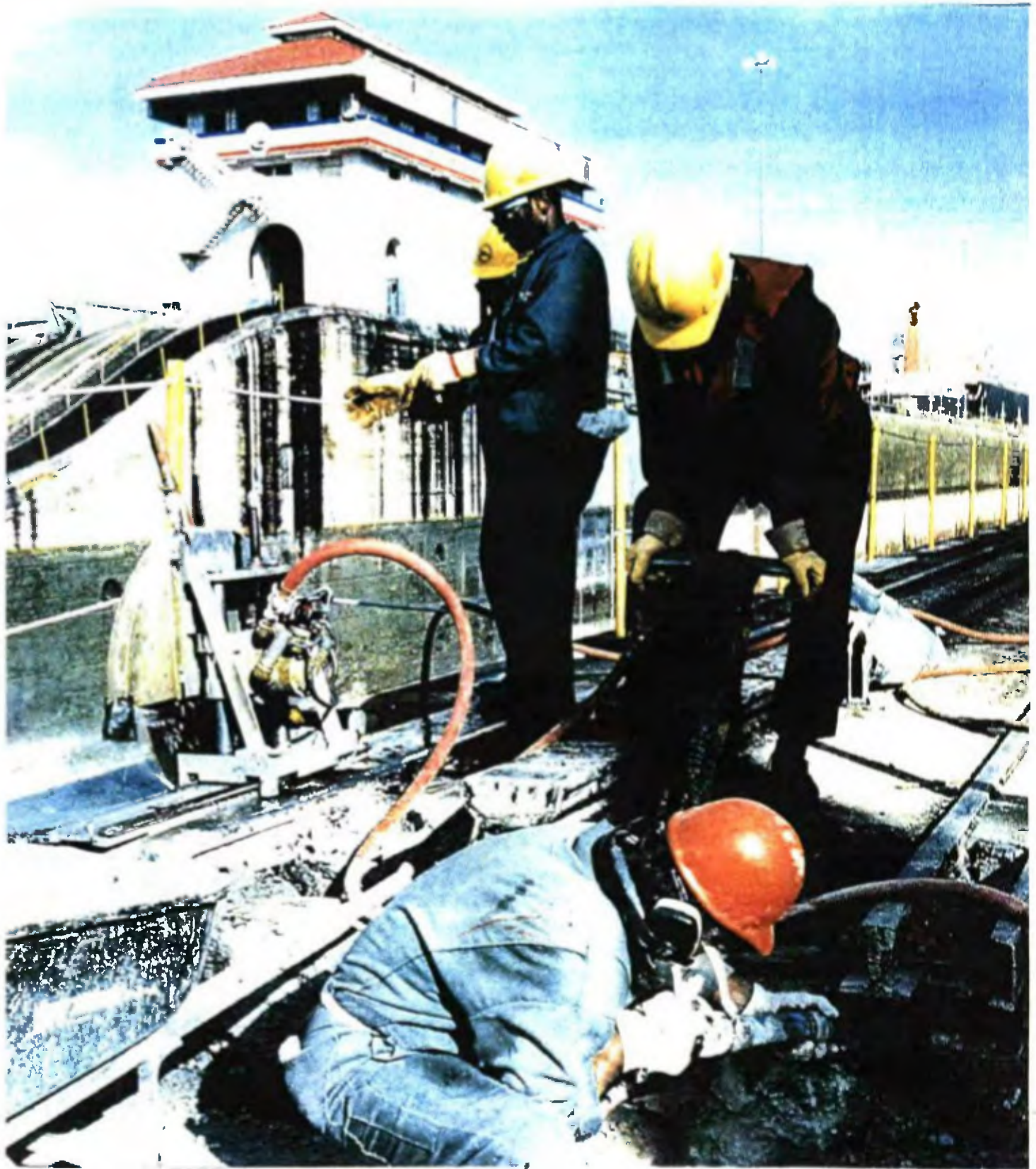


FIGURA Nº 8
TRABAJO DE MANTENIMIENTO EN LOS RIELES

Una vez demolidas las partes de rieles se coloca el acero de refuerzo para vaciarse el concreto, se colocan las secciones prefabricadas de 39 pies donde están las cremalleras y los rieles puestos y donde se colocan las camisas anclaje que ayudan a la adherencia entre el concreto antiguo y el recién puesto Lasso I (1997)

b. Edificios y talleres

Dentro del área de las esclusas existen edificios que tienen que ser constantemente mantenidos, entre ellos están los talleres de mantenimiento y edificios aledaño utilizados para oficinas y en el caso de Miraflores para exhibiciones al público, estas construcciones son constantemente revisadas y reparadas y con frecuencia se pintan de manera que las estructuras de madera no sean atacadas por el comején, igualmente sus instalaciones eléctricas y de plomería son sujetas a riguroso mantenimiento preventivo

c. Vías de transporte

Entre las vías de transporte de las esclusas, las más importantes son los carriles sobre los cuales transitan las locomotoras, éstos son carril de remolque y carril de regreso, los mismos son líneas de carril en cada muro de esclusa y se extienden paralelamente a la cara del muro de la esclusa a unos 9 15 metros

Sobre el carril de remolque se mueven las locomotoras adyacentes al borde del muro de las esclusas, cuando ayudan al movimiento de las naves. Cuenta con una cremallera en toda su longitud. Por este mismo carril retornan las locomotoras en esclusajes normales y de relevo.

El carril de regreso tiene cremalleras en los sitios inclinados, por lo general lo utilizan las grúas y las locomotoras o mulas en servicio general.

B. ORGANIZACIÓN

La misión del Canal de Panamá es dar paso expedito y seguro a barcos, cruceros y toda clase de naves entre los océanos Atlántico

y Pacífico, para ello cuenta con una organización y coordinación eficaz de modo que no se presente problemas o si se presentan sean mínimos

Cuando un barco inicia la travesía, por ejemplo en el Atlántico empieza el fondeadero de Cristóbal, allí un practico aborda y toma el mando de la nave. El barco navega al nivel del mar 6 5 Km hasta llegar a las esclusas de Gatún, donde el barco asciende 26 metros en tres escalones consecutivos, para alcanzar el nivel del lago Gatún. Por la acción de la gravedad, agua dulce del lago entra y sale de las cámaras de las esclusas bajando hacia el mar a razón de 11,000 metros cúbicos por minuto por alcantarillas construidas a base de hormigón, estas alcantarillas son tan grandes que podría pasar por ellas un tren.

Cuando el barco está en las esclusas, es asistido por las locomotoras, las cuales brindan seguridad durante el esclusaje, ayudando a las naves a entrar y salir y controlando la posición de las mismas dentro de las cámaras.

Saliedo de las esclusas de Gatún, el barco sigue navegando 38 kms por el lago Gatún, al llegar a Gamboa el barco pasa frente a la desembocadura del Río Chagres y comienza el recorrido por Corte

Culebra que son 13 Kms al terminar el tránsito por corte Culebra el barco desciende 9 metros en las esclusas de Pedro Miguel, atraviesa el Lago Miraflores y luego desciende los dos niveles de las esclusas de Miraflores para quedar al nivel del mar, continua su recorrido hasta la dársena del Balboa, navega por un cauce dragado y entra en el Océano Pacífico

Las operaciones de abrir y cerrar las compuertas y válvulas las realiza el operador de la casa de control, está situado en la pared central del nivel más alto de cada esclusa, desde allí tiene una vista libre de obstrucción. El operador trabaja frente a un juego de esclusas en miniatura, que son una réplica de las originales y cualquiera cosa que ocurre en la maquinaria de las esclusas se duplica en esa réplica

El operador puede ver la posición de las válvulas, compuertas, el nivel del agua en las cámaras porque el modelo responde inmediatamente a lo que está ocurriendo en las esclusas, todos estos controles están unidos entre sí mecánicamente, los mismos se mueven en secuencia, de lo contrario, los controles siguientes no podrán ser operados. Para ilustrar un ejemplo la válvula de vástago ascendente entre la cámara central y la inferior en Gatún no puede

ser abierta (a menos que sea intencionalmente) mientras las válvulas que conectan la cámara central y la inferior están abiertas

Un ejemplo de desvío intencional es cuando a un buque se le da asistencia hidráulica para sacarlo de la cámara. Durante esta operación, las válvulas de vástago ascendente localizadas en las compuertas intermedias en la pared lateral se cierran. Luego de que el buque ha sido remolcado para que su popa pase esta compuerta, las válvulas de vástago ascendente ubicadas al final superior de la cámara son abiertas y el agua es admitida detrás del buque que sale.

Hay que esperar que la popa del barco haya pasado este punto para que el agua que entra no ponga al buque sobre la pared. Admitiendo el agua detrás del barco, permite una salida rápida y segura. De lo contrario el barco demora mucho más tiempo en salir debido al poco espacio que hay entre la cámara y el casco del barco para desalojar el cabezal de agua que se forma delante del barco al tratar de salir de la cámara.

C. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Todos los equipos y maquinarias de las esclusas contribuyen a la eficiente operación de esclusaje, pero es importante anotar que dicha contribución depende en gran medida del apoyo de la actividad que es fundamental en cualquier operación industrial el mantenimiento

La administración de la Comisión del Canal ha aplicado los principios de mantenimiento, ya que reconoce que esta acción no significa un gasto sino por el contrario, una inversión que diariamente rinde sus beneficios

Un objetivo del Canal de Panamá es la utilización a máxima capacidad de los equipos originales, sin necesidad de introducir cambios sustanciales en los mismos, lo cual no quiere decir que no se aplican nueva tecnología, por el contrario el Canal siempre está en constante búsqueda y aplicación de nuevas tecnología, lo cual ha traído como resultado los programas de mejoras que hoy en día se siguen, los cuales han ayudado a los equipos originales a resistir las inclemencias del tiempo y que después de casi un siglo de operación aún hoy día están funcionando

En el Canal de Panamá, el concepto de mantenimiento ha logrado su máxima expresión en los diferentes niveles de aplicación, en la Comisión se aplica el mantenimiento preventivo, el correctivo y rehabilitaciones periódicas, estos conceptos se aplican en la medida que se considere necesario y adecuado

El esfuerzo de la elaboración y aplicación de programas de mantenimiento es evidente en la conservación de las esclusas, las mismas reciben atención especial porque desempeñan el rol crítico dentro de la operación del Canal. La mínima falla en las esclusas altera significativamente el tránsito de las naves programadas para ese día, lo cual afecta tanto al Canal como a los usuarios de sus servicios

Los programas de mantenimiento constan de, por lo menos, tres tipos de mantenimiento: mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo o reparaciones requeridas, a cada uno de éstos se hace referencia, en esta parte, por otro lado, según la revista "Results Orient Maintenance Management", hay un monitoreo continuo que es el que designa las rehabilitaciones a realizar

1. Mantenimiento Predictivo

Este mantenimiento es el que no espera que sucedan los problemas o se presenten fallas para entrar en acción, se trata de predecir qué puede ocurrir en una maquinaria o equipo en la cotidiana operación

Para emprender un programa de mantenimiento predictivo, que es la base para el mantenimiento preventivo, lo primero que se desearía tener es una lista de los trabajos a incluir en el mantenimiento, pero esto es un poco complejo, ya que una sola persona no puede hacerlo

Un buen programa de mantenimiento debe incluir la mayor parte de los bienes de la organización, por lo cual se debe efectuar una inspección que involucre edificios, tanques, cercas, techos, elevadores grúas, servicios sanitarios, iluminación, plomería, equipo móvil, los equipos de seguridad, etc

Desde otro punto de vista, señala que para decidir qué se inspecciona se debe considerar si

- El elemento es crítico
- Hay repuestos en caso de que se presente una falla

- El costo del mantenimiento preventivo excede los gastos de tiempo ocioso y los costos de reparación
- La vida útil del equipo sin mantenimiento sobre pasa las necesidades de producción

La mayoría de los puntos de inspección se pueden determinar mediante los esfuerzos conjuntos de mantenimiento, no hay que olvidar que una pieza importante en esta inspección es el técnico que normalmente conserva el equipo Thornton (s f)

En la Comisión del Canal, como se ha podido ver, existe el mantenimiento predictivo, ya que como se ha dicho es la base del preventivo y éste si que es evidente en esta organización

2 Mantenimiento Preventivo

Es importante saber que un programa de mantenimiento preventivo bien elaborado produce beneficios que superan con creces su costo, es cierto que no en todos los casos se pueden esperar beneficios iguales, los procedimientos y los métodos son factores que influyen en el alcance de los resultados de dicho mantenimiento

De acuerdo con lo expuesto en el punto anterior, para realizar mejor el mantenimiento preventivo se debe elaborar una lista de los renglones que lo requieran tomando en consideración la causa por la que se debe inspeccionar. Es importante que quien inspecciona sepa exactamente qué partes inspeccionar, de lo contrario puede echar a perder los planes de prevención.

La decisión de la frecuencia de las inspecciones está relacionada con los costos y economías de un programa de mantenimiento preventivo, las inspecciones excesivas son un gasto innecesario y puede involucrar mucho más tiempo ocioso que una falla en algún equipo. Por otro lado, la falta de inspecciones puede ocasionar paros mientras se reemplazan piezas o se repara el equipo, es por ello que se requiere un buen equilibrio para producir un número de inspecciones adecuado con las necesidades.

El mantenimiento preventivo tiene ventajas como

- Disminuye el tiempo ocioso, porque disminuye los paros imprevistos
- Disminuye los pagos de horas extraordinarias al personal de mantenimiento en reparaciones urgentes
- Las reparaciones en gran escala son menor en número

- Disminuye los costos de reparaciones de los imperfectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos
- Aplazamiento o eliminación de los desembolsos por reemplazo prematuro de plantas o equipo
- Reducción de costos en mantenimiento

De acuerdo con la revista "Results Orient Maintenance Management", el mantenimiento preventivo involucra

Los cuidados esenciales, (lubricación, limpieza, alineamiento y ajustes, esto es operaciones prácticas) y monitoreo de las condiciones (inspecciones subjetivas y objetivas) en las inspecciones objetivas se tiene trabajos básicos y herramientas y en las subjetivas trabajadores especializados

Tiempo requerido para ejecutar el trabajo de mantenimiento y reparación "Results Orient Maintenance Management" (s f)

Es importante tener en consideración que "Solamente la falta de mantenimiento preventivo es visible, el buen mantenimiento preventivo es invisible" Es decir, que cuando todo funciona bien no se ve porque hay mantenimiento preventivo pero si se presentan fallas por falta de éste si se ve claramente Loc Cit

Al programar el mantenimiento preventivo se evita el “Análisis del por qué”, para ello es necesario a cambio de preguntar por qué se dañó esto o lo otro, antes de emprender una tarea cualquier se debe establecer y conocer el equipo que se requiere, las herramientas necesarias y los recipientes adecuados y usar todo lo que sea óptimo para la tarea

Es común desperdiciar el tiempo en reparaciones repetitivas a cambio de buscar la causa del mal y evitarlo “Results Orient Maintenance Management” (s f)

Igualmente, es fundamental establecer qué tipo de material, maquinaria adecuada se usa para un trabajo determinado y acorde al uso que se el está dando al equipo

La programación del mantenimiento preventivo está encaminado a disminuir

- el daño del medio ambiente
- las lesiones del personal
- pérdidas en la producción ya sea en calidad o en volumen
- los costos excesivos de mantenimiento
- El deterioro de las instalaciones físicas Loc Cit
- El tiempo ociosos de la planta por fallas y reparaciones

Otro aspecto importante en la implementación de un programa de mantenimiento preventivo es la identificación del equipo, para lo cual se debe utilizar dígitos de 5 a 6 letras, determinar una base para identificar un tipo de herramienta por ejem

xx destornillador

xx a destornillador estrella

También se debe tomar en cuenta el área, línea de proceso, edificios etc para la identificación de las herramientas Esta identificación es sólo para usar en mantenimiento aunque también puede servir para contabilidad

El sistema eléctrico, mecánico e instrumentación deben tener sistemas de identificación separados, porque al retirar o cambiar el equipo es menos costoso hacer los cambios en la cuenta en contabilidad y en la cuenta de mantenimiento

El mantenimiento correctivo es el resultado de las condiciones de monitoreo, muchos sistemas computarizados trabajan en módulos para el mantenimiento preventivo bajo el sistema de órdenes de trabajo El sistema imprime órdenes de trabajo, muchos de los reacomodamientos o rehabilitaciones generales o reemplazo de

componentes son sistematizados. Cualquier mantenimiento pequeño puede ser considerado como orden de trabajo.

Los sistemas modernos son capaces de generar vistas para condiciones de monitoreo todo viene de una inspección que se realiza por operadores para predecir el mantenimiento y las medidas a implementar. Algunas pruebas y análisis de vibración pueden presentarse en la vista.

Estas vistas son de mucha importancia ya que la mayoría del personal que labora en mantenimiento no le gusta mucho papeleo que requiere mucha lectura y escritura. Les es más fácil las gráficas y son convenientes ya que en éstas aparece una vista de dibujos del equipo.

Las gráficas contienen símbolos para las actividades de mantenimiento preventivo, nombre y número del equipo, los números, categoría de personas incluyendo operadores, mecánicos, etc. que van asignados para las diferentes áreas descritas.

Otra forma de simplificar los reportes y verificar cualquier actividad como lubricación, o supervisión que se requiera es mediante los códigos de barra.

Pero pronto una técnica llamada Touch Memory quizás reemplace muchos códigos de barra. En un pequeño "chip" sobre la máquina se almacena información sobre la misma.

Para terminar es fundamental que los códigos de identificación sean fáciles de leer y de cambiar. (Mantenimiento preventivo parte IV) "Results Orient Maintenance Management"

Las esclusas, tema de este estudio, son sujeto de un buen programa de mantenimiento preventivo, como se deduce de todo lo expuesto a lo largo de este capítulo, estos programas abarcan períodos bastante largos, ya que unos son programados hasta para 25 años.

3. Mantenimiento Correctivo

Las reparaciones requeridas son el producto de fallas por el desgaste normal por el uso cotidiano de los equipos, maquinarias e instalaciones, o como resultado de las inspecciones del programa de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento correctivo implica planear y ejecutar, además requiere un período de prueba, para verificar como va a funcionar el equipo reparado, en un período determinado

A las esclusas del Canal de Panamá, se les practican las reparaciones que de acuerdo con el programa de mantenimiento preventivo, se hayan proyectado y las que surjan en el desarrollo de las operaciones de esclusaje

D. ENTRENAMIENTO

Para evitar que las esclusas presenten fallas que van a entorpecer la actividad de esclusaje se las ha dotado de una fuerza laboral altamente calificada de aproximadamente 1,600 empleados, de los cuales la mitad se dedican al mantenimiento

Una parte importante del personal de operaciones tiene su origen en el grupo de mantenimiento, es por ello que se ha logrado que el personal de operación y mantenimiento se apoyen mutuamente en sus funciones

Entre la fuerza laboral dedicada al mantenimiento deben haber personas entrenadas en diferentes especialidades o disciplinas

La eficiencia en el funcionamiento del Canal de Panamá, se ha logrado por la fuerza laboral calificada con que cuenta, gracias a que ha creado una infraestructura a través del Centro de Entrenamiento Industrial

La Comisión del Canal lleva a cabo programas de adiestramiento para desarrollar en sus empleados destreza en el desempeño de sus funciones. La Dirección de Planes y Programas se encarga de estudiar, desarrollar, planificar y evaluar todos los programas y efectuar proyecciones de las necesidades de personal futuras

El personal de mantenimiento es adiestrado de acuerdo a las tareas que desempeña. El ramo de adiestramiento industrial es responsable de la evaluación de las necesidades de adiestramiento en esa área y administra programas que se requieran, esto es, adiestramiento en talleres y salones de aprendices y artesanos en diferentes disciplinas

Es importante señalar que los programas de aprendices abarcan muchas especialidades o disciplinas de las cuales muchas son puestas en práctica y utilizadas en las esclusas

El entrenamiento del artesano o técnico continúa en el área de trabajo ya que el personal es rotado por las diferentes áreas de las esclusas. Así adquiere conocimiento y destreza sobre toda la maquinaria y equipo. También se contratan técnicos/instructores para dictar seminarios sobre el mantenimiento y reparación de equipo nuevo. Los técnicos que así lo deseen son seleccionados en forma competitiva para ser entrenados como buzos. De tal forma que los buzos realizan inspecciones y reparaciones del equipo y maquinaria sumergidos.

E. TENDENCIAS MODERNAS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento tiene ahora tendencias nuevas las cuales son interesantes de aplicar o de evitar, según sea el caso, en primer lugar, la tendencia de las personas a no ver cosas nuevas, actitud que les hace perder oportunidades de cambiar, de innovar o de mejorar las actividades del mantenimiento, en la revista "Results Orient Maintenance Management", a estas personas que no se interesan en sacar cosas importantes, enseñanzas o experiencias por su iniciativa propia son denominadas personas "Nada Nuevo", al

respecto el mencionado Artículo titulado de esa misma manera señala

La persona "Nada Nuevo" no toma muchas iniciativas en cambiar o mejorar las cosas porque no ven la necesidad de hacerlo. Es muy costoso para su organización tener una persona "Nada Nuevo", ellos detienen todo intento de mejorar las cosas. Es común oírlos decir "yo hice esa sugerencia hacía muchos años y he leído muchos artículos sobre cómo trabajar

Realmente, casi nada es nuevo, lo que sí es verdad es que la aplicación puede ser novedosa, es posible que la balinera tenga alrededor de 2,000 años, una balinera de madera que se utilizó en una galera romana por dar un ejemplo de la Revista Results, lo que indica que probablemente tiene más de 20 siglos de antigüedad, sin embargo, hace más de cien años, en una planta textil de Suecia, un ingeniero de mantenimiento tenía problemas con una balinera en un eje, porque la planta estaba construida sobre terreno suave lo que ocasionaba que el eje se torciera y dañara la balinera, el ingeniero resolvió ese problema diseñando e implementando una balinera esférica

La creatividad y la visión del ingeniero lo llevó a rediseñar una balinera que ya existía y que era “Nada Nuevo” pero que adaptándola a las circunstancias fue la solución, el ingeniero quizás pensó al ver la balinera romana que sería una buena idea utilizarla y por supuesto no dejó pasar la oportunidad, lo que le permitió no solo subsanar la dificultad sino que dio origen a lo que más tarde fue una empresa prestigiosa

La gente que no se interesa por sacar algo nuevo de las experiencias, por lo general tiene organizaciones que no posee ninguna clase de rendimiento, con frecuencia no existen los elementos esenciales de mantenimiento y si se les hace una observación al respecto, ellos consideran que esa recomendación no es nada nuevo y que ya la han usado años antes, en esas organizaciones es frecuente encontrar que los motores no están limpios, no existe planeamiento diario, ni siquiera lo hacen el día anterior, no utilizan órdenes de trabajo

Otro aspecto importante de la tendencia moderna de mantenimiento es la medición de su eficiencia, ya que el mismo es manejado por los contadores en términos de costo, en tanto que los

ingenieros lo tratan en términos técnicos, claro está que no hay entendimiento de cómo medir la eficiencia del mantenimiento

Con el avance de la tecnología en el equipo, el número de operarios tiende a bajar mientras que el mantenimiento se mantiene igual o aumenta. Este es un indicador más que el mantenimiento está ligado a una esperada productividad. En el futuro la inversión de capital en equipo de producción continuará exigiendo eficiencia en el campo como medio de bajar los costos (el Factor de Productividad futura, Parte I)

La productividad debe ser compartida entre las operaciones y mantenimiento, la función de mantenimiento es responsable de proporcionar un equipo de trabajo eficiente a un costo razonable. En la Figura N° 9 se muestra el ciclo de mejoramiento de la productividad a través de mantenimiento orientado a resultados.

Con este propósito el mantenimiento debe ser realizado a lo largo de toda la vida útil del equipo, para optimizar los recursos se debe adoptar un enfoque que involucre el costo del ciclo de vida y la ganancia en el ciclo de vida, aquí hay que tomar en cuenta los costos de mantenimiento y los costos de operación y de capital. La

diferencia entre el ingreso total producido por el equipo y el costo del ciclo de vida es la ganancia en el tiempo productivo del equipo

La ganancia en el ciclo de vida tiene gran impacto, por lo que se debe contar con un tipo de mantenimiento orientado hacia resultados, así el costo de mantenimiento se reducirá y la eficiencia del equipo aumenta

La relación costo de ciclo de vida y ganancia en el ciclo de vida debe ser implementada lo más pronto posible, entre más rápido se haga más ganancias se obtendrán

El departamento de mantenimiento deberá estar involucrado en la etapa de planeamiento de un proyecto ya que ellos tendrán un gran impacto en el costo del ciclo de vida. Una modificación en la selección del equipo o en su diseño puede costar 1000 veces más que si se hubiera hecho al comenzar el proyecto. En muchas ocasiones al personal de mantenimiento se le consulta demasiado tarde para que su ayuda sea efectiva o puede ser que se les consulte pero que ellos carecen de entrenamiento

El concepto costo del ciclo de vida/ganancia en el ciclo de vida permite que la empresa compre el equipo que considere más

rentable durante su tiempo de vida (El Factor de Productividad Futura Parte I) "Results Orient Maintenance Management"

La productividad futura del equipo depende no sólo de su diseño, capacidad, especificación sino del rendimiento del mantenimiento. Por ello es importante señalar que la eficiencia total del equipo es un concepto que debe ser totalmente entendido, los especialistas en mantenimiento deben estar bien entrenados en diagnóstico, reparaciones en sitio, y técnicas de reacondicionamiento debido a que estos métodos tienen un gran impacto en un plan de mantenimiento económicamente viable. El rendimiento total de una sistema es la cantidad de un producto o servicio de cierta calidad durante determinado período de tiempo a un determinado costo. Seguidamente se presenta un diagrama de los resultados del mantenimiento orientado en la productividad.

Por su parte, los factores de rendimiento de una operación son el planeamiento de la producción y la operación del equipo mientras que la capacidad de rendimiento la determina el tamaño físico y el diseño del sistema técnico, la maquinaria o equipo y su habilidad para producir a un nivel de aceptación mínima de un producto o servicios. La confiabilidad de rendimiento es determinada por el diseño del sistema técnico y la selección del equipo o maquinaria.

El número de horas que una máquina opera sin sufrir un desperfecto mecánico lo determina el promedio de las propiedades cualitativas del equipo. Esto se mide en “Tiempo ante de una avería” o a largo plazo en “Promedio de tiempo entre averías”. De allí que el mantenimiento para determinada máquina o equipo, depende en gran medida del diseño del mismo, lo que determina el tiempo que se necesita para hacer el mantenimiento, esto es el “Tiempo de reparación” y a largo plazo es el “promedio de tiempo de reparación”, esto poco tiene que ver con la calidad del personal de mantenimiento, depende de lo accesible de la máquina, la necesidad de usar herramientas especiales etc.

Un aspecto fundamental en el mantenimiento es el apoyo, esto es, lo relativo a los repuestos, libros, documentos, herramientas, planificación supervisión, lo cual se puede expresar en “tiempo de espera desde el momento en que se detecta un problema hasta que se empieza a reparar”. Esta es la medida de la eficiencia del apoyo y a largo plazo se toma como “Promedio de tiempo de espera”.

Es fundamental saber que la eficiencia del equipo depende del mantenimiento y de la operación, la disponibilidad del equipo es mayor cuando el mantenimiento se hace correctamente, el tiempo se

puede utilizar mejor aumentando así la productividad, es por esto que el mantenimiento debe ser minuciosamente planificado, para que se haga en el momento adecuado y el personal idóneo, con el debido apoyo de toda la organización que debe estar diseñada para tal efecto y, además contar con un inventario de repuestos y piezas que esté de acuerdo con la empresa y su actividad

No hay que dejar nada al azar, se debe involucrar, como se dijo antes, al personal de mantenimiento en la planificación del mismo, lo cual garantiza que esta actividad sea eficiente, que se trabaje rápidamente, que se disminuyan los problemas y las interrupciones (El factor de productividad, parte II)

Como se ha visto es fundamental incluir el mantenimiento al empezar cualquier propuesta, para así analizar la confiabilidad del equipo, la facilidad de su mantenimiento y la confiabilidad del soporte. Mediante la disponibilidad se puede medir la confiabilidad, porque ésta se determina por el tiempo que la maquinaria está disponible en óptimas condiciones para ser usada. A su vez la confiabilidad se mide en "Promedio de tiempo entre averías" y "promedio de tiempo de máquina averiada" este último depende en gran medida, del tiempo de reparación y de la eficiencia del

departamento de mantenimiento, y se expresa en “promedio de tiempo de espera”, porque el departamento de mantenimiento depende de la eficiencia del apoyo del resto de la organización

La confiabilidad y mantenibilidad son aspectos que deben ser analizados cuando el equipo o maquinaria para un proyecto está siendo diseñado, porque el promedio de tiempo entre averías y el promedio de tiempo de reparación dependen grandemente del diseño del sistema técnico, mientras que el promedio de tiempo de espera depende en su totalidad de cómo esté organizado, entrenado y equipado el departamento técnico

Aun hoy día se ensamblan plantas sin tomar en consideración un análisis de mantenimiento y confiabilidad, pero ello trae inconvenientes en el futuro

En mantenimiento es esencial desarrollar una estrategia basada en la idea que es más importante “Hacer lo correcto” que “hacerlo correctamente”, esto lleva al personal a tratar de hacer o probar nuevos procedimientos, sin temor a equivocarse y tarde o temprano encontrarán la mejor manera de hacer las cosas

Esto debe ser así, porque el equipo cada vez es más complejo, opera a mayor velocidad y rinde más con menos operarios, a medida

que la automatización se va incrementado, la producción depende más de la tecnología y de la productividad del mantenimiento

Antes, por lo general se medía el trabajo, por el porcentaje de personal de mantenimiento con “herramientas en las manos” en un momento dado. Esto es un ejemplo de “Hacer lo Incorrecto”, porque una persona ocupada no necesariamente es una persona productiva, esta es una manera equivocada de ver las cosas y además puede crear antipatías entre el personal de trabajo, la mejor manera es mantener la maquinaria produciendo el mayor número de productos en la producción. “Hacer lo correcto” es combatir las pérdidas en la producción.

Se obtiene mayor productividad si se proyectan los resultados que se propone conseguir y así la disponibilidad es mayor. La productividad del mantenimiento se puede incrementar a través de la eficiencia del personal y como una guía para determinar cuál es el promedio de tiempo de espera antes de empezar la reparación que hay en la empresa se debe ver el porcentaje de mantenimiento que es imprevisto. Con mantenimiento planeado se disminuye el imprevisto y por ende hay mayor disponibilidad del equipo. Una regla general es que el mantenimiento imprevisto debe ser menor al 5%.

Existen tres grandes pérdidas de producción

- tiempo en que la máquina está averiada,
- tiempo en que la máquina no trabaja a máxima velocidad, y
- productos que no pasan la inspección de calidad

La lucha para eliminar estas pérdidas y aumentar la eficiencia no es sólo responsabilidad de mantenimiento sino una colaboración de mantenimiento y operaciones. Lo que se debe procurar es

- Reducir las paradas del equipo o imprevistos, lo cual aumenta la disponibilidad,
- Reducir el tiempo que la maquinaria no trabaja al máximo, y así se obtiene un incremento del tiempo de máxima utilidad del equipo,
- Reducir los productos rechazados, cuyo resultado es aumento de productos aprobados

Por todo lo anterior hay que visualizar el aspecto de mantenimiento tomando en cuenta la eficiencia en el desempeño total de la maquinaria y plantear un plan para reducir los enemigos de la eficiencia en producción, hacer lo correcto y luego ver los costos de mantenimiento

De esta manera se ha planteado la parte teórica de la presente investigación, con esta base en el capítulo siguiente se presentan los aspectos metodológicos

CAPÍTULO IV
ASPECTOS METODOLÓGICOS

Al tratar los aspectos metodológicos de este trabajo es importante, en primer lugar, conocer qué es metodología, para ello se incluye la siguiente definición

Metodología es el modo de hacer o decir una cosa. La técnica "es un sistema de normas y principios que sirven para aplicar los métodos; la técnica funcionaliza el método, por eso es particular" (Beltrán M , (1979)

Entre los aspectos metodológicos a tratar en una investigación están el método, el sujeto, las técnicas de recolección de información y el procedimiento, a ellos se hace referencia a continuación

A. MÉTODO

Para el desarrollo de una investigación, la forma como se investiga, como se recolectan, ordenan y clasifican los datos, es necesario un método. Con el uso de un método se encauzan mejor los esfuerzos de manera que se aprovechan mejor las energías y el

tiempo y además se obtienen resultados que de otra manera es imposible lograr

De acuerdo con lo anterior, en este trabajo se hizo uso de más de un método el descriptivo y el deductivo

1. Método Descriptivo

Este método es aquel que describe una situación o área de interés específica Castillo de Miranda, (1990)

Con la ayuda de este método se hace un recuento a grosso modo de las operaciones del canal y se hace la descripción del equipo e instalaciones de las esclusas del Canal de Panamá, que requieren mantenimiento, asimismo se detalla, el mantenimiento en la División de Esclusas, la organización de las mismas y además la administración del mantenimiento en el cual se trata cómo se programa el mantenimiento preventivo y las reparaciones de acuerdo con las circunstancias sean requeridas También se utiliza este método para señalar las tendencias modernas de mantenimiento, mismas que deben ser aplicadas en las esclusas para lograr mayor eficiencia.

Otro método al que se recurre es el histórico, ya que se incluye en la investigación el recuento del origen del mantenimiento y la forma cómo se ha venido organizando esta actividad a lo largo del tiempo

2. Método Inductivo

También se puede mencionar el método inductivo que es el que "Establece un principio general una vez realizado el estudio y análisis de hechos y fenómenos en particular" Bavaresco de Prieto (1979)

Este método que es el que va de lo particular a lo general, es esencial en esta investigación porque se está estructurando la actividad de mantenimiento en las esclusas del Canal de Panamá y de los resultados que se obtengan se pueden establecer principios o procedimientos aplicables a otras empresas e instituciones

B. SUJETO

El sujeto de investigación en el presente trabajo son las esclusas del Canal de Panamá, específicamente su mantenimiento, del mismo se hace un estudio considerando sus aspectos generales, los elementos que requieren mantenimiento y lo relacionado con su programación

C. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas de recolección de información son diversas y están de acuerdo con las fuentes de información que se utilicen

1. Información Secundaria

La información secundaria es aquella que se generó para la realización de un estudio diferente a la investigación en curso, es decir es la ya existente y ha sido utilizada para otros estudios, entre

esta información está la que se encuentra en libros revistas, documentos, publicaciones etc

A esta clase de información se acudió para la realización de este trabajo, ya que se consultaron libros, folletos, documentos, publicaciones relativas a toda la operación del Canal de Panamá, además alguna literatura acerca de la tendencia moderna del mantenimiento en general

El instrumento utilizado para la recolección de esta información fue la consulta

2. Información Primaria

La información primaria es la que se recolecta directamente para el estudio que se está efectuando, es primaria porque es de primera mano y se recolecta para llenar las necesidades de la investigación en curso

Esta información se hace necesaria cuando la secundaria no llena las expectativas de la investigación

Para el presente estudio fue poca la información primaria que se recolectó, mediante la observación y entrevistas No fue

necesaria mayor información primaria ya que la Comisión del Canal tiene muy buenos informes de todas las operaciones que allí se realizan

La observación puede clasificarse en directa e indirecta, en la primera

" el investigador observa, tiene la experiencia de acontecimientos o fenómenos de primera mano, en tanto que en la observación indirecta, confía en su interpretación de las expresiones sensoriales de los informadores (Sjoberg y Roger (1980)

En este estudio la observación se utiliza en los dos modos directa e indirecta ya que se acudió a las esclusas a observar directamente y además se hizo uso de la entrevista

Las entrevistas fueron informales, con personas versadas en la materia, no se elaboró un cuestionario que sirviera de instrumento para recabar la información que surgía de las entrevistas porque, como se anotó anteriormente, fueron informales y se desarrollaron de acuerdo con las circunstancias

C. PROCEDIMIENTO

El procedimiento seguido para el desarrollo de la presente investigación fue Inicialmente se procedió a recolectar la información teórica relacionada con el mantenimiento en general y con el mantenimiento específicamente en las esclusas del Canal de Panamá

Luego se ordenó, clasificó la información recabada y se procedió a elaborar la parte teórica, seguidamente se redactó esta parte de los aspectos metodológicos considerando todas las técnicas, instrumentos y procedimientos de que se había hecho uso

Con esa base se inició el desarrollo del capítulo III es decir de la parte del aporte personal del trabajo, y se presenta la propuesta de alternativas para la administración del mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá

CAPÍTULO V
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS - DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación y se hace una propuesta de posibles mejoras alternativas para la administración del mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá

A. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE LAS ESCLUSAS

El mantenimiento es de suma importancia para todo los instrumentos, aparatos, maquinarias, equipos, artefactos, edificios e instalaciones que se utilicen en cualquier actividad

Las esclusas como una obra de tanta importancia como la tiene para la comunidad marítima internacional, debe ser sujeto de mantenimiento, máxime si se trata de unas instalaciones tan antiguas, las cuales no son fáciles de “cambiar”

El mantenimiento es un arma con la que se puede luchar contra el deterioro y desgaste de todos los equipos, aparatos e instalaciones involucrados en las esclusas del Canal de Panamá, de ahí la importancia que tiene esta actividad

La clave del buen funcionamiento de las esclusas es la conservación de cada uno de sus componentes, mantener el Canal en óptimas condiciones, de modo que se prevenga cualquier contratiempo que atrase o impida el paso de barcos, y todo esto se logra gracias al mantenimiento

Muchas, casi todas, las instalaciones del Canal de Panamá son antiguas, la mayoría son las originales, por lo que se requiere sumo cuidado en su conservación porque es responsabilidad de los panameños que su funcionamiento tan eficiente hasta hoy día, continúe después del año 2000, es por esto que es necesario conocer cada requerimiento de arreglo, actualización, verificación, reacondicionamiento de cada una de sus partes, para que no se dañen y ocasionen pérdidas de tiempo

En otras palabras, debe haber una detallada planificación de manera que se anticipen los posibles problemas o daños, aplicando mantenimiento predictivo y preventivo y así garantizar la eficiencia de la vía acuática en la prestación de su servicio

Tan importante es el mantenimiento para las esclusas que desde que se iniciaron sus operaciones se asignaron recursos y

acciones de mantenimiento atendiendo a las características del diseño del Canal y los resultados saltan a la vista porque a pesar de su antigüedad, las esclusas trabajan como el primer día

B. CONSECUENCIAS NEGATIVAS DE UN MANTENIMIENTO DEFICIENTE

El deficiente mantenimiento siempre va a traer consecuencias negativas, tanto en el sistema de esclusaje del Canal de Panamá como en cualquier actividad

1. Efectos de Fallas en la Maquinaria y Equipo de las Esclusas del Canal de Panamá

Las fallas en la maquinaria trae efectos negativos en el funcionamiento de las esclusas del Canal de Panamá, si algún equipo presenta desperfecto en su funcionamiento esto conlleva retrasos en el esclusaje porque si por ejemplo, un motor falla va a dejar de funcionar cualquier válvula, compuerta u otra instalación,

lo cual evita el paso expedito de los buques por la vía acuática, lo que debe ser sin contratiempos para seguir siendo la vía más importante en el transporte marítimo

2. Impacto de mantenimiento defectuoso en la capacidad del Canal

La capacidad del Canal se verá afectada por las deficiencias en el mantenimiento, por qué? Porque si por falta de mantenimiento, una máquina, un equipo, un motor o cualquier componente del sistema de operación del Canal falla, esta falla hace que se deba detener el proceso de esclusaje para reparar o para cambiar el elemento que presenta fallas, esta detención en el proceso va a repercutir en el tiempo que un barco va a requerir o gastar en hacer el tránsito del Canal, lo que ocasiona que el siguiente barco que estaba programado para realizar el cruce del Canal, lo inicie después de la hora prevista y así sucesivamente se van atrasando todos los barcos y con ello la operación total del canal

Y si el mantenimiento es defectuoso estas fallas se repetirán con frecuencia. Los resultados serán los mencionados con el agravante que cada vez será mayor la demora en el cruce de los barcos por el Canal. No podrían pasar los barcos programados para cada día sino que se tendrían que dejar para el siguiente y los de éste para más tarde y así la capacidad del Canal iría disminuyendo. La confiabilidad en el funcionamiento se disminuiría entre la comunidad marítima internacional con los consecuentes problemas.

La importancia que para la comunidad marítima internacional tiene el Canal de Panamá, como una vía rápida para el comercio, no se puede perder. La tecnología ha avanzado de tal manera que ya no es, como hace 50 - 70 años, tan difícil buscar otro medio de tránsito interoceánico. Por ello si se llegara el caso de que el Canal presente deficiencias que conlleven a largas esperas para hacer el cruce de un océano al otro, los países afectados junto con los del Istmo pueden buscar una ruta alterna de manera que no requieran tanto tiempo de espera.

De lo anterior se infiere que el impacto de mantenimiento defectuoso en la capacidad del Canal es muy negativo y con consecuencias que no le convienen a Panamá. Máxime en estos tiempos cuando se están realizando los trámites para pasar la administración de la vía a manos panameñas.

Los panameños debemos trabajar con mayor interés en el mantenimiento del Canal de Panamá. Enfrentamos una situación que pone la atención del mundo entero en el funcionamiento de la vía interoceánica y es precisamente porque en el año 2000 la administración de esta ruta pasa a manos panameñas. Por ello debemos demostrar que seguirá funcionando con la misma eficiencia con que trabajó a lo largo de los años que fue dirigida por los norteamericanos.

Es importante tomar en consideración que la posición del Canal como alternativa de tránsito interoceánico está fundamentada no sólo en su personal capacitado sino también en el mantenimiento adecuado que se le ha dado. En consecuencia, este aspecto no debe ser descuidado porque ahora que va a iniciar la administración panameña, las instalaciones y gran parte del equipo

ya no son nuevos. Por el contrario, tienen tanto tiempo de uso que están quedando obsoletos con los nuevos adelantos, situación muy diferente a la que se dio al inicio de la administración norteamericana, cuando se contaba con todo, instalaciones y equipos nuevos y en ese tiempo lo más avanzado en materia de esclusaje. Ahora no sólo son viejos sino que en algunos casos son únicos, de manera que no se pueden cambiar algunas piezas sino repararlas.

C. ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE RECURSOS

En relación a los requerimientos de recursos, es muy difícil para nosotros, estudiantes, hacer estimaciones porque la información relativa al personal está muy diseminada puesto que en el mantenimiento de las esclusas no sólo interviene el personal de mantenimiento de esa división sino que además otras divisiones cuya labor coadyuva al mantenimiento en cuestión. Sería materia

para otra tesis estimar el recurso humano necesario para el mantenimiento de las esclusas

En cuanto al costo aproximado, tampoco se puede plantear algo cercano a la realidad, por razones similares

D. PROPUESTA DE POSIBLES MEJORAS Y ALTERNATIVAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS ESCLUSAS DEL CANAL DE PANAMÁ

El mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá, como se ha demostrado a lo largo de los años que lleva funcionando, es bueno, muy bueno, en trabajo de campo y en entrevistas se ha podido constatar que todo funciona casi sincronizadamente y que el mantenimiento es adecuado y se adelanta a los hechos. Es decir, que las supervisiones periódicas y el mantenimiento preventivo no dan la oportunidad a que se presenten fallas que puedan ser previsibles, claro está que, como en todo proceso se pueden presentar daños inesperados y donde nunca se hubiera

imaginado, pero si esto sucede el personal está tan capacitado y especializado en sus funciones que es bastante rápida la solución de problemas repentinos

En este sentido, la especialización (electricistas, mecánicos) se puede tomar como una ventaja para mantener todo el equipo funcionando óptimamente. No obstante, esa misma especialización puede resultar ineficiente a la hora de presentarse un daño en algún aspecto referente a un equipo o maquinaria. Hasta que se conozca el motivo de la falla, tiene que acudir un mecánico y un electricista ya que no hay todavía técnicos multidisciplinarios.

Esta es una deficiencia que se ha podido detectar ya que un empleado está capacitado en una sola disciplina y no en disciplinas complementarias que se permita analizar solamente la causa de la falla y hacer las reparaciones necesarias con su ayudante pero sin la ayuda de otro técnico.

Otro problema detectado es el idioma, porque como es sabido, por la razón que sea, no todos los empleados de la Comisión del Canal de Panamá dominan perfectamente el idioma inglés así es que si llegado el caso un empleado requiere

responsabilizarse de una situación que no conoce perfectamente el procedimiento, de nada le sirve que existan infinidad de manuales de descripción de puestos, de actividades, de tareas, si no domina el inglés (lectura), está incapacitado para actuar

Es verdad que para ingresar como empleado de la Comisión del Canal de Panamá, es requisito deseable pero no obligatorio ser “bilingüe”, se sabe que existen personas que hablan el inglés porque lo han aprendido en su casa como lengua “materna” o por práctica hablada pero que su dominio en la lectura y comprensión de este idioma no es satisfactorio Sin embargo, la Comisión del Canal dicta cursos de inglés de distinto nivel para los empleados dentro y fuera de las horas laborales

En consecuencia, lo que se plantea aquí es una descripción detallada en español (que es lo que le permite aun empleado ser eficaz en su consulta) de lo que involucra el mantenimiento de las esclusas, en él se integra toda acción tendiente al reacondicionamiento, mantenimiento y arreglo de las esclusas, actividades que se llevan a cabo en la misma área de la esclusa y el mantenimiento de compuertas que, aunque se realice en la

División Industrial es parte importante y directa de dicho mantenimiento

Desde el principio, mantener el Canal en condiciones de funcionamiento óptimas ha sido una tarea no sólo fundamental sino muy compleja por el hecho de que la maquinaria es muy original y casi exclusiva en algunos casos, además de ser unos equipos muy vulnerables al clima tropical por los materiales de que están compuestos. Estas condiciones tan singulares han determinado la clase y frecuencia de mantenimiento que requiere la vía acuática, para ser una ruta competitiva

Las esclusas del Canal de Panamá hacen la función de elevadores para llevar las naves desde el nivel del mar hasta la División Continental, para luego bajarlas al nivel del otro océano, las mismas cuentan con compuertas, numerosas válvulas con las que se controla el movimiento del agua

En las esclusas hay 80 compuertas, 116 válvulas de vástago ascendente, 120 válvulas cilíndricas, alcantarillas para el paso del agua, sistemas de rieles para el paso de las locomotoras de remolque, o sea las que se denominan "mulas", motores eléctricos,

además el Canal de Panamá tiene tres represas, dos de las cuales fueron construidas simultáneamente con el Canal y la tercera se construyó en 1935 con el propósito de garantizar el agua adicional requerida por el proyectado aumento del tráfico Quijano, (1993), todos estos elementos son los sujetos en este estudio

La tarea de mantenimiento más importante, más visible y además compleja que se efectúa en la vía acuática es el reacondicionamiento de las esclusas, el cual involucra la revisión, arreglo o si es el caso, el cambio de todas las válvulas de vástago ascendente y cilíndricas que se usan para el control del agua en las cámaras y entre los diferentes niveles, reacondicionamiento o el cambio de los carriles de las locomotoras de remolque de las esclusas, la rehabilitación de los sistemas de distribución eléctrica y el reacondicionamiento de las compuertas y la rehabilitación de la flota de locomotoras

Oportunidades como la que aprovechó el ingeniero sueco, al tratar de utilizar una balinera que quizás tenía varios lustros de vida y adaptarla a su necesidad, son las que se deben aplicar en el mantenimiento de equipos y maquinaria que quizás no tienen como

ser sustituidas sino que se deben adaptar a las necesidades y las condiciones en que se encuentran; el mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá hoy día requiere de personas recursivas, que apliquen su creatividad ya que en muchos casos no se pueden cambiar fácilmente ya que los costos son prohibitivos en algunos equipos existentes y con una edad muy avanzada

Ahora que el Canal va a pasar a manos de los panameños es importante tener claro un enfoque correcto para mantener la eficiencia De acuerdo con las tendencias modernas de mantenimiento, la productividad debe ser compartida entre las operaciones y mantenimiento, en el caso de las esclusas este aspecto se cumple ya que las operaciones de esclusaje no se reducen en tal volumen que se pueda considerar que el mantenimiento implica pérdida de tiempo productivo y, es más, la función de mantenimiento se ocupa de proveer el equipo de trabajo eficiente Esto se puede corroborar en las esclusas ya que continuamente se encuentran en estado óptimo para operar

En las esclusas del canal por la clase de equipo, el soporte debe ser eficaz para que el mantenimiento sea adecuado, con el fin

de que sea menor el tiempo transcurrido de la aparición de una falla o problema hasta el momento de su reparación para no afectar la continuidad de las operaciones de esclusaje, porque es importante señalar que la eficiencia de las máquinas, equipo e instalaciones no sólo depende de su efectiva operación sino del mantenimiento que reciban

De acuerdo con la clase, diseño y tipo de equipo que componen las esclusas, debe ser planificado su mantenimiento, en la actualidad se sigue un plan pero como la idiosincrasia del panameño es esperar que se presenten los problemas para resolverlos sobre la marcha, es imperativo que se cambie esa mentalidad y se planifique el mantenimiento tomando en consideración, en primer lugar, la naturaleza del equipo y en segundo lugar su edad, lo cual hace necesario que cada vez sean con mayor frecuencia las acciones de mantenimiento

Si al personal de mantenimiento se le participa e involucra en el proceso de planificación y programación de rehabilitación o reacondicionamiento de las esclusas, esta actividad resultará

mucho mejor que si se planifica sin tener en cuenta su opinión y experiencia y sólo se les ordena ejecutar planes

Al construir las esclusas es posible que se hubiera planificado lo de su mantenimiento, pero en ese entonces no se consideró, pues no era lo común y ni siquiera existía lo que hoy en día la tendencia de mantenimiento aconseja y es que se involucre en el proyecto al personal de mantenimiento, no obstante es el momento de actuar bajo la filosofía de las nuevas tendencia de esta actividad y hacer partícipes a los empleados encargados de mantener las esclusas, de modo que se sientan más comprometidos con su trabajo e inicien su participación con mayor interés

Al iniciar la construcción y operación de las esclusas el análisis de la confiabilidad del equipo, la dificultad o facilidad de su mantenimiento se consideró para un volumen y tamaño de barcos muy por debajo de lo que son hoy

Al iniciar la administración panameña del Canal deberá efectuarse este análisis de manera que se cuente con una base real para la planificación del mantenimiento que requieren las esclusas a partir del año 2000

Siendo este un concepto relativamente antiguo, hay empresas que no toman en consideración el costo del ciclo de vida, la Comisión del Canal de Panamá debe establecer este costo aunque sea de este momento en adelante

En las esclusas, por ser ya un proyecto en marcha desde hace muchos años se puede mejorar el promedio de tiempo entre averías con mantenimiento preventivo y con monitoreo constante. El monitoreo de cerca permite encontrar fallas o posibles fallas cuando el daño es aun mínimo y corregirlos durante la próxima sesión de mantenimiento, ya sea la misma planificada o imprevista. No sobra repetir que la limpieza y la lubricación deben ser parte integral de su mantenimiento preventivo.

Igualmente, el promedio de tiempo en reparación se mejora mediante un análisis continuo y modificaciones a la maquinaria para facilitar lo siguiente

- Acceso
- Recambio de repuestos
- Diseño de herramientas especiales. Equipo para levantar y remover la maquinaria

- Equipo para el monitoreo constante y acceso a puntos de medición (Confiabilidad del soporte de mantenimiento)

En la actualidad lo que puede garantizar la operación de las esclusas del Canal de Panamá es el mantenimiento, y mejor será si se aplican las nuevas filosofías y principio modernos de esta disciplina, de manera que los operarios en vez de estar únicamente encausados por los manuales de procedimientos puedan aplicar su pericia, creatividad y experiencia buscando nuevos caminos, métodos procedimientos que les permita ser más eficientes y desarrollarse como profesionales

Como Anexos VI y VII se presenta, el organigrama de la División de Esclusas del Canal de Panamá y seguidamente la propuesta de organización de mantenimiento de las Esclusas, introduciendo un asistente del jefe, quien ha de ser una persona idónea en las actividades que se deben ejecutar para asegurar un esclusaje eficiente y productivo mediante un óptimo mantenimiento, esto con el fin de que haya una persona que conozca en su totalidad lo relativo al mantenimiento de manera que en todo momento haya una persona con los conocimientos

suficientes para resolver cualquier duda relacionada con el mantenimiento de toda el área

CONCLUSIONES

Una vez culminado el trabajo de investigación se ha podido llegar a las siguientes conclusiones

- 1 En el Canal de Panamá, el mantenimiento ocupa un puesto de suma importancia ya que es considerado como el mecanismo que permite que las operaciones que se efectúan en él, y en especial el esclusaje se realicen eficientemente
- 2 A pesar de que el Canal de Panamá está ya casi concluyendo su reversión a Panamá y que los empleados en su mayoría son panameños, no existen manuales en español
- 3 Las acciones de mantenimiento son tan especializadas que ninguna persona conoce todo el procedimiento de mantenimiento de las esclusas, tampoco existe un documento que contenga todas las acciones a seguir para llevar a cabo esta tarea
- 4 El Canal de Panamá por su naturaleza y características ha requerido acciones de mantenimiento que no son comunes a

otros equipos e instalaciones, ya que los mismos no se utilizan en otras partes. Por lo tanto la asignación de recursos y el entrenamiento para mantenimiento también es particular.

- 5 El trabajo de mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá es muy complejo. No sólo por el tamaño de las instalaciones y lo singular de sus equipos, sino también porque opera en ambiente tropical bajo condiciones de humedad, situación que es muy propensa para la corrosión de las instalaciones.

- 6 La importancia del Canal de Panamá es fundamental, por ello se hace necesario e imperativo que el mismo opere con la máxima eficiencia posible. De ahí que la Comisión del Canal de Panamá siempre esté trabajando para mejorar los programas de mantenimiento, una muestra de estos es el hecho de que aprobó acelerar el plan a largo plazo para modernizar e incrementar su capacidad.

- 7 El mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá está muy bien concebido y programado, lo único fundamental es que los panameños tomen conciencia de que esto debe seguir así para obtener los resultados que hasta ahora, bajo la administración norteamericana, se han logrado, esta situación es un poco difícil (pero no imposible) debido a la idiosincrasia del panameño de planificar sobre la marcha y no adelantarse a los problemas que se puedan presentar

- 8 El mantenimiento en las esclusas del Canal, hoy en día es eficiente, no obstante dista mucho de estar a la vanguardia de esa disciplina, según se ha podido inferir del análisis de las nuevas tendencias de mantenimiento

- 9 El soporte de mantenimiento es esencial para la eficiencia de éste, por ello si es adecuado este soporte el mantenimiento rendirá mejores frutos que los que puede producir sin ese apoyo

- 10 Involucrar desde el principio de cualquier proyecto a las personas de mantenimiento es fundamental ya que de esa manera se sienten participes y trabajan mejor

- 11 La edad del Canal y el aumento en el volumen y tamaño de los barcos hace necesario reforzar el mantenimiento del equipo/maquinaria y estructuras de las esclusas

- 12 La demanda actual de tránsito disminuye la disponibilidad de la maquinaria y equipo para su mantenimiento

- 13 Al acercarnos al año 2000 una gran parte del personal entrenado y con experiencia en mantenimiento se jubilará afectando considerablemente la calidad y la eficiencia del mantenimiento en las esclusas

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados de la investigación, seguidamente se incluyen algunas recomendaciones que se consideran pertinentes

- 1 Es importante que ahora que el Canal de Panamá va a ser administrado por los panameños, se empiece a confeccionar manuales en español ya que si bien es cierto que esta es una vía internacional donde se debe tratar con naves de todo el mundo, también es cierto que las operaciones que se desarrollan para el mantenimiento de la vía interoceánicas son realizadas por panameños quienes comprenden mejor las instrucciones en su idioma

- 2 Aparte de los folletos que se elaboren para describir cada operación referente al mantenimiento de las esclusas, debe haber un documento general que involucre todas las operaciones relativas al mantenimiento en cuestión

- 3 Se sugiere que los empleados de mantenimiento aparte de su especialidad, tengan conocimientos generales de mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá
- 4 Los panameños debemos estar consciente que el mantenimiento ha sido un arma importante y que de ahora en adelante es necesario que siga siendo así para bien del Canal y de la vida económica del país
- 5 El mantenimiento que se ha de dar a las esclusas del Canal de Panamá ahora que su administración pase a manos panameñas debe estar orientado a anticipar el trabajo, hacer revisiones periódicas y detectar posibles fallas de modo que se puedan sanar antes de que acarreen un daño y demoras en la prestación del servicio de esclusaje
- 6 La administración del mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá debe continuar y reforzar el mantenimiento preventivo, ya que los arreglos de emergencia resultan

costosos y afectan mayormente la disponibilidad de las vías de las esclusas

- 7 Es importante que los panameños, encargados de la administración del mantenimiento de las esclusas del Canal de Panamá apliquen y sigan el procedimiento que se ha venido utilizando para desarrollar esta tarea, que no dejen que ocurra lo que en otras instalaciones que han revertido a Panamá, las cuales se han deteriorado por falta de mantenimiento
- 8 En la Comisión del Canal de Panamá se debe procurar que el soporte de mantenimiento sea efectivo de manera que en ninguna ocasión se presenten demoras en la provisión de piezas, repuestos, herramientas, partes, información o cualquier otro elemento que requiera la actividad de mantenimiento y así asegurar el incremento en la efectividad del mismo

- 9 La División de Mantenimiento de las Esclusas del Canal de Panamá debe hacer parte de todo proyecto a los operarios de mantenimiento así los mismos estarán comprometidos y rendirán mejor
- 10 Para mayor eficiencia y control del mantenimiento en la División de Esclusas esa función se debe reorganizar para
 - a) Tener supervisión y responsabilidad del mantenimiento por equipos y maquinarias y no por especialidad Para este fin se requiere formar cuadrillas multidisciplinarias
 - b) Preparar técnico multidisciplinarios para el mantenimiento del equipo y maquinaria de las esclusas
 - c) Usar técnicas modernas de mantenimiento como el monitoreo de las condiciones de la maquinaria por instrumentos (condition monitoring) y el mantenimiento orientado hacia resultados (result oriented maintenance management)

ANEXOS

ANEXO I

REACODICIONAMIENTO DE COMPUERTAS, UN

PROCESO COMPLEJO

Susan Harp
Spillway del Canal de Panamá
Panamá, diciembre de 1997

Qué se hace exactamente con una compuerta que llega a la División Industrial para ser reacondicionada? Primero, se posiciona horizontalmente fuera del agua, como si fuera una barcaza de meta de 7 pies de grosor. Seguidamente el trabajo es cortar agujeros de ventilación y acceso en la compuerta, la cual está dividida en más de 100 cámaras herméticas y flotantes adentro. Los encargados remueven la pintura vieja externa con agua rociada a una presión de 32,000 libras por pulgada, pero deben raspar la parte de adentro mecánicamente para controlar las partículas de polvo que son un peligro para la seguridad y la salud. Luego aplican un anticorrosivo y una capa de esmalte de alquitrán especial que protege el metal de la corrosión.

Luego los trabajadores de la División Industrial comienzan a hacer reparaciones estructurales, que incluyen el reemplazo de defensas y pasillos de madera a lo largo de la parte superior de las compuertas y cambiar sellos de caucho en la parte inferior de

las compuertas. Se instalan nuevas válvulas de drenaje y anodos para la protección catódica. Finalmente, se reemplazan los apoyos de la clavija superior.

Completar la instalación de los platos requiere del trabajo de una cuadrilla de ocho empleados de la División Industrial y seis del Ramo de Levantamiento y Mapas en cinco turnos. El trabajo se realiza en la noche porque el metal de las compuertas se ve afectado por el calor del día. La precisión es imperativa, pues cada sección del plato de 9 pies de largo debe alinearse con una precisión de 1/2000 de pulgada.

El reacondicionamiento de un par de compuertas toma como cinco meses en completar. Antes de recolocar las compuertas en su sitio en las esclusas, son probadas para asegurar que sean herméticas. Cada compuerta debe ser parcialmente flotante para aligerar su peso de 750 toneladas.

ANEXO II

RESULTADO DE PRUEBAS

MODIFICA REHABILITACIÓN DE COMPUERTAS

(Extracto del artículo)

Susan Harp
Spillway del Canal de Panamá
Panamá, diciembre de 1997

Los resultados de una prueba que se inició hace 30 años en un par de compuertas de las Esclusas de Miraflores están cambiando la forma en que se realizarán los reacondicionamientos de compuertas en el futuro. Cambios en los materiales y la tecnología permiten al personal de la Comisión del Canal de Panamá mejorar la resistencia de las compuertas a los elementos y eventualmente reducir la magnitud del trabajo requerido durante los reacondicionamientos.

La división de esclusas inició en el año fiscal de 1997 un programa de reacondicionamiento intensivo y a largo plazo. Se removieron tres pares de compuertas de las esclusas durante el año y se enviaron a la División Industrial para pintarlas y hacer reparaciones estructurales. De acuerdo con el ingeniero de reacondicionamiento, las compuertas están expuestas a estrés físico y elementos corrosivos al abrir y cerrar 24 horas al día, 365

días al año. En el pasado el problema ha sido la corrosión de los platos de metal que forman sellos herméticos importantes entre una compuerta y el muro de las esclusas y entre un par de compuertas cuando están cerradas. Otro problema ha sido el peligroso y difícil trabajo de fijar las placas de metal al muro de las esclusas, que requería que los trabajadores vertieran metal fundido mientras trabajaban en un andamio.

Se iniciaron pruebas para resolver estos problemas en diciembre de 1964 cuando, por primera vez en la historia de la vía acuática, la grúa Hércules removió por completo un par de compuertas de su posición original en las Esclusas de Miraflores y las llevó flotando hasta el dique seco de Balboa para ser reacondicionadas. Todas las compuertas habían sido construidas en su lugar antes de la apertura de la vía acuática en 1914 y se habían reacondicionado en su lugar, lo cual requirió el cierre de una vía de tráfico de 3 a 7 semanas consecutivas.

Durante el reacondicionamiento de las compuertas de Miraflores completado en 1965, se introdujeron dos innovaciones: platos revestidos de acero inoxidable y mortero epóxico.

Los consultores del Cuerpo de Ingeniería del Ejército de los Estados Unidos, recomendaron utilizar platos revestidos de acero inoxidable, o platos de níquel y acero cubiertos con acero inoxidable resistente a la corrosión. También recomendaron utilizar un mortero epóxico en vez de metal fundido como sellante al fijar los platos al muro de las esclusas. Al contrario del metal fundido, el epóxico no requiere calentamiento, no emite gases tóxicos y es más fácil de remover que el metal fundido.

Ambas pruebas fueron exitosas. Los platos revestidos en acero inoxidable se consideraron superiores al final de la década de los 80 y ya se han estandarizado. El epóxico también trabajó bien, pero no se usó hasta 1997, cuando se tuvo un sistema adecuado de bombeo. Durante el reacondicionamiento de julio de 1997 en las

Esclusas de Miraflores, el nuevo sistema de bombeo fue un éxito, y se discontinuó el uso del metal fundido

El uso de ambos métodos reducirá los dos trabajos en lo que antes eran los dos proyectos más intensos durante el cierre de una vía. Aunque pintar y reparar las estructuras de las compuertas siguen siendo las partes más laboriosas de un reacondicionamiento, pero ya no se requiere cerrar una vía

ANEXO III

AUMENTO DE LA CONFIABILIDAD Y

SEGURIDAD DE LAS ESCLUSAS MEDIANTE LA

MODERNIZACIÓN

Uno de los principales elementos del impulso general de modernización del Canal de Panamá es el de actualizar la maquinaria y controles de sus esclusas con el fin de mejorar la confiabilidad del sistema, la seguridad de las operaciones, y la efectividad del mantenimiento, logrando a la vez aumentos modestos en la cantidad de tránsitos y reducciones en las operaciones y en los requerimientos de mano de obra para el mantenimiento. Se espera que todo esto se traduzca en un servicio superior para nuestros clientes con costos menores de operación.

Para comprender mejor el valor de estas inversiones, permítanme proporcionarles ciertos detalles sobre el papel importante que este viejo equipo tiene en la operación diaria de las esclusas del Canal de Panamá, en su diseño original, y en sus problemas inherentes. También les hablaré sobre el diseño conceptual y la operación de los sistemas nuevos y sobre su impacto en la operación y las prácticas de mantenimiento.

El Canal de Panamá utiliza esclusas, que en esencia son escalones de agua que elevan a los barcos de alta mar desde el nivel del mar en el Lago Gatún cruzando la División Continental, hasta bajarlos al mar al otro lado del Istmo.

Para lograrlo, se alimenta agua mediante gravedad a las esclusas para subir y bajar las naves desde el Lago Gatún, que es uno de los cuerpos de agua artificiales más grandes del mundo. Durante un esclusaje, la nave entra en la cámara de la esclusa, las compuertas se cierran y luego permiten que el agua se recoja en la cámara o se desagüe en el Canal. El agua entra cuando las válvulas de las compuertas se elevan en el extremo superior de las alcantarillas principales. Desde estas alcantarillas principales se extienden ductos laterales por debajo de las cámaras de las esclusas desde el muro central y el muro lateral para elevar el nivel del agua. Con cada barco que transita el canal las esclusas utilizan alrededor de 197 millones de litros de agua fresca dulce que eventualmente van a dar al mar. Los Lagos de Gatún y Madden proporcionan toda el agua dulce que el Canal requiere para su operación. La operación de todas las válvulas y las compuertas está centralizada en la caseta de control de cada esclusa. Con cada barco que transita el Canal, las esclusas utilizan alrededor de 197 millones de

litros de agua dulce que eventualmente van a dar al mar. Los Lagos de Gatún y Madden proporcionan toda el agua dulce que el Canal requiere para su operación. El control de todas las válvulas y las compuertas está centralizado en la caseta de control de cada esclusa.

Durante las dos últimas décadas ha habido un aumento en los requisitos de mantenimiento de la maquinaria, principalmente debido a la fatiga de los componentes mecánicos principales. Sus reemplazos se han vuelto más difíciles de obtener debido a su diseño tan viejo. Algunos no se pueden fabricar utilizando las normas y prácticas de fabricación más recientes, y todavía hay que producir piezas con las tolerancias requeridas para que se ajusten a los elementos existentes. Esto es especialmente cierto en el caso de los engranajes, que son los componentes principales de toda la maquinaria del Canal de Panamá. Esta situación también ha causado aumentos exponenciales en el costo de reemplazo de los componentes. También ha aumentado significativamente su tiempo de entrega. Aun cuando se pueda obtener un fabricante, la compra no está exenta de problemas. Por lo tanto, hemos tenido que contratar servicios independientes para verificar la calidad, que sólo añaden al costo. Los períodos más largos de obtención de estas piezas también exigen que mantengamos más piezas en existencia para asegurar que estén disponibles localmente mientras se lleva a cabo el largo proceso de su compra, esto también se traduce en mayores costos. Además, los sistemas viejos exigen un mantenimiento con mucha mano de obra, y es difícil instalarles instrumentos para vigilar su estado con el fin de reducir los requisitos de su mantenimiento y reforzar su confiabilidad.

Desde 1989, el Canal de Panamá ha estado contemplando la posibilidad de instalarle tecnología hidráulica a los viejos sistemas mecánicos. Se hicieron viajes de investigación para averiguar cuáles son las aplicaciones hidráulicas que se utilizan en otras esclusas del mundo. Se examinaron muchos sistemas de las esclusas del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos mientras las mismas estaban en operación. En 1992, una visita al Canal de Kiel en Alemania aumentó nuestra confianza en convertir los operadores de las compuertas y las válvulas a sistemas hidráulicos. Ese mismo año

también se trajo al tapete la aplicación de cilindros de válvulas hidráulicas. En 1994 se le adjudicó un contrato a Rexroth Corporation para el diseño, fabricación y supervisión de la instalación en las esclusas de Miraflores del primer operador de válvulas hidráulicas. El equipo se entregó y se instaló en 1996. Desde entonces el equipo ha funcionado sin falla alguna.

Posteriormente el mismo año se le adjudicó a Rexroth Corporation otro contrato por dos operadores hidráulicos de las compuertas. Este contrato abarcó el diseño, fabricación y supervisión de la instalación que fue hecha por el personal técnico de la División de Esclusas de la Comisión del Canal. El sistema se instaló parcialmente en mayo de 1997 y terminó finalmente hace sólo una semana después de la instalación de las compuertas rehabilitadas.

El sistema hidráulico consta de una unidad motriz y un tablero de controles ubicado en el túnel de la maquinaria, conectado mediante tuberías y mangueras a un cilindro hidráulico en el pozo de operaciones. El cilindro está montado sobre un cardán, y está anclado en el lugar original del eje del engranaje de manivela. El extremo de la varilla del pistón está conectado directamente a la compuerta. A medida que el cilindro se extiende, la compuerta se cierra hasta su posición de inglete, cuando el cilindro se retrae la compuerta se abre hasta su posición retraída.

Para los sistemas hidráulicos de válvulas así como los de las compuertas hay instaladas pantallas electrónicas que muestran la posición de los cilindros y el porcentaje de la abertura tanto en el tablero de controles como en la caseta de control de las esclusas.

Muchos de los engranajes de manivela de las 92 compuertas datan de 1914 y están mostrando serios problemas de fatiga del material, por lo que hay una necesidad crítica de reemplazarlos. El solo costo de un nuevo juego de engranaje de manivela y piñón de mando es el mismo que el de un sistema hidráulico completo. La entrega de los engranajes de manivela de las compuertas toma por lo menos dos años, en comparación con seis meses en el caso de un sistema hidráulico completo. Estos factores significativos han motivado la actualización progresiva de toda la maquinaria de opera-

ción de las esclusas, de sistemas mecánicos a sistemas hidráulicos. Los dos sistemas de prototipo hidráulico han probado ser confiables, tienen menos componentes, y también son de operación más tranquila y requieren menos mantenimiento. Hay piezas de repuesto que son fáciles de obtener a un costo razonable y en poco tiempo.

Ahora explicaré lo que visualizamos serán los controles modernos de la maquinaria de las esclusas, y los beneficios que esperamos lograr de este extraordinario proyecto. Antes de explicar el sistema nuevo y sus virtudes, debo hacerles algo de historia.

El sistema original de control de la maquinaria de las esclusas incorporaba los conceptos y el equipo más moderno que había en aquella época. Constaba de un centro de control para operación remota que tenía hasta 200 piezas de equipo mayor ubicadas a una distancia de hasta 3,000 pies de la caseta central de control. Para una simulación de la posición del equipo en el campo, tenía el prestigio de valerse de la primera aplicación industrial de los motores selsyn. También incorporaba entrecierres mecánicos de los que se usan para cambiar las agujas de ferrocarril para reducir los errores en las operaciones.

Hoy día, la División de Esclusas de la Comisión del Canal de Panamá propone un proyecto de la tecnología más moderna que proporcionará los siguientes beneficios.

- Menor posibilidad de error humano
- Operación más sencilla y confiable
- Mayor exactitud de la condición del equipo
- Una indicación más completa de la condición del sistema
- Mayor capacidad del Canal mediante una operación más precisa
- Una reducción en los niveles de personal

El proyecto será implementado conforme a los estándares y tendencias actuales de la industria. Integrará los más recientes conceptos de mantenimiento tales como la detección temprana de fallas en los componentes y en el sistema, la capacidad de mantener el sistema, la seguridad de las operaciones y una mayor confiabilidad mediante sistemas típicamente fuertes de control de procesos industriales.

El esclusaje automatizado típico se visualiza como un proceso en el que un Práctico del Canal entra la nave en las esclusas en coordinación con el Maestre de Esclusas u operador de la Caseta de Control. Este tendrá auxiliares visuales adicionales tales como cámaras de televisión de circuito cerrado. Una vez que la nave se detiene, el Maestre de Esclusas inicia el procedimiento automatizado del esclusaje. Esto incluye las operaciones correspondientes de las compuertas, seguidas de las secuencias de las operaciones de las válvulas para mover el agua por las alcantarillas y las cámaras. Todas las secuencias se llevan a cabo automáticamente hasta lograr igualar el nivel del agua, y las compuertas correspondientes se abren automáticamente para permitir que la nave salga de la cámara de la esclusa. Una vez que el barco sale de la cámara se ejecuta el procedimiento de cierre de las compuertas, lo que automáticamente prepara la cámara para el siguiente esclusaje.

El Sistema de Control de la Maquinaria de las Esclusas puede ayudar a la auditoría del mantenimiento, brindando una vigilancia continua del mismo. El Sistema estará conectado al Sistema Computarizado de Administración del Mantenimiento, cuya responsabilidad es administrar los recursos de mantenimiento como la mano de obra, las piezas de repuesto, las órdenes de trabajo, etc. Cuando un problema se diagnostica, el Sistema de Control de la Maquinaria de las Esclusas podrá generar automáticamente una orden de trabajo a través del Sistema Computarizado de Administración del Mantenimiento. Luego el supervisor responsable asigna y despacha una cuadrilla para que haga la inspección o la reparación.

El Sistema de Control de la Maquinaria de las Esclusas llena claramente las brechas de seguridad que el sistema actual tiene en las áreas de falla del equipo, las acciones no autorizadas, y los errores de los operadores. Cuando surge una falla del equipo o un comportamiento anormal, la maquinaria se apaga con seguridad dependiendo del tipo de evento, mediante lógica de emergencia que está contenida en su controlador local. El sistema puede programarse para inutilizar la operación no autorizada de la maquinaria y reducir al mínimo los errores de los operadores comparando todos sus comandos de los operadores con las reglas estable-

cidas de operación antes de permitir su ejecución. Aunque es posible que el operador pueda eliminar la protección si una situación de emergencia lo exige, es él quien debe dar cuenta de todas sus acciones u omisiones, ya que todos los eventos se registrarán con la hora y la fecha.

Se ha hecho una extensa investigación a las encuestas de mercado, se han revisado las tendencias y los estándares de la industria y se ha investigado la tecnología más avanzada, los nuevos conceptos de mantenimiento, y el diseño del proceso de control. Al compararlas con otras esclusas tales como las de Barkley, Kentucky, y Wheeler en el Distrito de Nashville y de Mel Price y la Esclusa 27 en el Distrito de St. Louis, hemos aprendido de sus experiencias.

Como resultado de esto se ha desarrollado una aplicación experimental en pequeña escala exclusivamente para fines de prueba en el nivel inferior de la vía este de las esclusas de Miraflores. También nos proporcionará información valiosa y datos de campo que se utilizarán para preparar las especificaciones de desempeño del Sistema de Control de la Maquinaria de las Esclusas de Pedro Miguel, que será abierto a licitación en el año fiscal de 1999.

El programa de modernización de la máquina y los controles de las esclusas se llevará a cabo progresivamente mediante compras y un calendario para su instalación a partir del año fiscal de 1998, que continúa hasta el año fiscal de 2007.

** El Ing. Jorge L. Quijano es jefe de la División de Esclusas de la Comisión del Canal de Panamá*

ANEXO IV

LA MAXIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE

LAS ESCLUSAS

A principios de siglo, los diseñadores del Canal de Panamá tomaron una decisión fundamental que le dio al Canal una característica que no tiene ningún otro canal de esclusas. Decidieron que los barcos de alta mar necesitarían asistencia mecánica para pasar las macizas cámaras de las esclusas, y crearon una familia de locomotoras de remolque y rieles eléctricos. El motivo de utilizar este sistema radica tanto en las características del Canal como en las de su clientela de alta mar.

En los estudios se llegó a la conclusión de que los barcos no debían avanzar por las esclusas con su propia propulsión debido al riesgo inaceptablemente alto de que los barcos chocaran contra las estructuras de las esclusas. Entre las principales peculiaridades del Canal que hacen difícil las maniobras de las naves están las corrientes creadas al mezclarse el agua dulce y el agua de mar, y el movimiento de las naves debido a las operaciones para llenar de agua las cámaras de las esclusas. Por otro lado, los delgados cascos de las naves, sus protuberancias y las partes altas de los cascos sobre la línea de flotación fueron las principales preocupaciones de los diseñadores de nuestro Canal.

Una vez que los diseñadores llegaron a la conclusión de que los barcos necesitarían un sistema independiente para maniobrarlos, se establecieron los requisitos básicos. El sistema debía ser capaz de colocar el barco en una buena posición respecto a la esclusa y mantener su rumbo; acelerarlo y reducir su velocidad; evitar los cambios de líneas entre un nivel y otro de la esclusa y usar un pequeño número de operadores especializados, y no un gran número de hombres sin especialización para realizar estas tareas.

El sistema de remolque fue diseñado por el señor Edward Schildhauer, un ingeniero de electromecánica de la Comisión del Canal Istmico. El sistema combinaba las tecnologías ya comprobadas de las locomotoras de tren y los molinetes utilizados para introducir los barcos en los diques secos. Dicho de forma muy simple, la locomotora de remolque no es otra cosa que un molinete que viaja sobre rieles usando su propia fuerza. Por otro lado, el sistema completo de remolque hace el papel de una correa transportadora en una línea de producción que hace pasar los barcos por las esclusas.

Para asistir a las naves, las locomotoras deben viajar de un lado al otro de los muros de las esclusas, subiendo pendientes inclinadas y maniobrando por curvas verticales y horizontales. Para lograr la tracción necesaria se instaló un riel central de cremallera. Además de proporcionar tracción, el riel es un medio de asegurar la locomotora a los rieles. Un par de rieles conductores corren paralelos a los rieles de las locomotoras subterráneamente y proporcionan energía eléctrica a la locomotora. Estos elementos constituyen lo que conocemos como los rieles de remolque.

Las locomotoras originales, o mulas, como a menudo se les conoce, fueron fabricadas por la General Electric Company. Eran capaces de halar hasta 25,000 libras con un sólo cable de molinete de remolcar a una velocidad de 2 millas por hora y viajar a 5 millas por hora cuando no estaban remolcando. Para la apertura del Canal se mandaron a construir 40 locomotoras a un costo de \$13,000 cada una.

El Sistema de Posicionamiento de Naves original satisfacía, con un amplio margen, la mezcla y la demanda de las naves que se proyectaba para la primera década del siglo. En aquel tiempo, el 90 por ciento de las naves del mundo medía menos de 600 pies.

Al principio, la mayoría de los barcos que transitarían las esclusas eran asistidos por cuatro locomotoras, una a cada lado de la proa, y una a cada lado de la popa. Con el pasar de los años, fue creciendo el número y el tamaño de los barcos y en consecuencia, la demanda de locomotoras aumentó. Para 1951 se necesitaban hasta 10 locomotoras para asistir a algunas naves, y el tamaño de la flota había aumentado de 40 a 67 unidades.

Después de más de 30 años de servicio, las locomotoras originales comenzaron a dar muestra de severo deterioro y limitaciones para satisfacer los volúmenes de tráfico. Su reemplazo fue aprobado en 1956, después de haber analizado diversas alternativas, tales como la rehabilitación de las locomotoras originales, métodos alternos para colocar las naves en las esclusas y la eliminación de las locomotoras. En cuanto a realizar los esclusajes sin el apoyo de las locomotoras, un informe afirmó que "la eliminación aumentaría el tiempo requerido para cada esclusaje y por ende reduciría la ca

por hora respectivamente. Estas nuevas velocidades resultaron de un análisis de los efectos de la velocidad de las locomotoras sobre el rendimiento de las esclusas. Las nuevas locomotoras deberán ajustar su rendimiento para trabajar con las locomotoras existentes sobre los mismos rieles.

Las locomotoras se diseñarán no solo para tener un mayor rendimiento, sino también para alcanzar un mayor índice de disponibilidad, o sea, para que exijan menos mantenimiento. Las nuevas locomotoras tendrán un sistema integrado de control, un dispositivo automático para recoger el cable, dispositivos para evitar su operación incorrecta y posiblemente un sistema para centrar el barco automáticamente. Estas locomotoras también le ofrecerán a sus operadores un mejor ambiente de trabajo.

Debido al tiempo que toma diseñar, fabricar y probar una locomotora totalmente nueva, el programa de compra iniciado bajo la administración de los Estados Unidos terminará bajo la administración del gobierno panameño. El programa, incluso la invitación para recibir propuestas, contiene todos los elementos necesarios para apoyar plenamente los requisitos legales y financieros muy especiales del caso.

Además de comprar locomotoras adicionales, la Comisión está realizando otros importantes esfuerzos para garantizar la calidad del apoyo que ofrece el Sistema de Posicionamiento de Naves en las Esclusas. El volumen y los ciclos siempre crecientes de trabajo que se le imponen a los rieles de las locomotoras han dejado muestras de deterioro en sus diversos segmentos. La Comisión proyecta la reconstrucción total del sistema de rieles de las locomotoras de las esclusas en los próximos cuatro a seis años, y ha estado desarrollando y probando los esquemas que utilizará para demoler y reconstruir los rieles. Recientemente se adjudicó un contrato para el diseño conceptual para el reemplazo de los rieles en las esclusas de Gatún.

La Comisión también realiza un programa vigoroso para rehabilitar la flota de locomotoras existentes, que incluye la ejecución de numerosas mejoras. En estos momentos, las locomotoras se están rehabilitando a seis por año. La intención de este programa es mantener en buen estado de fun-

cionamiento a la flota de la segunda generación hasta que sea reemplazada por la tercera generación.

Después de repasar la evolución y los planes futuros para el sistema de posicionamiento de naves en las esclusas, me gustaría compartir con ustedes algunas últimas ideas antes de finalizar esta presentación.

Hay a quienes les parece obsoleto, demasiado complicado, o innecesario el concepto actual para colocar las naves en las esclusas. Sin embargo, al analizar las alternativas, se encontró que eran o demasiado arriesgadas o demasiado lentas para el ritmo del Canal de Panamá. El proyecto del Tercer Juego de Esclusas brindará la mejor oportunidad para evaluar otras alternativas sin las limitaciones actuales. También ofrecerá la oportunidad de desarrollar un nuevo sistema para colocar las naves en las esclusas en el que las estructuras, maquinaria y procedimientos se complementen unos a otros en su propia filosofía para lograr el éxito del funcionamiento de las esclusas.

• El Ing. Hernán Acevedo es Gerente de Posicionamiento de Naves en las Esclusas de la Comisión del Canal de Panamá.

En relacion a la adquisicion de nuevas locomotoras de remolque, se menciona que se han efectuado extensas consultas con varios de los posibles vendedores para diseñar las especificaciones de las nuevas locomotoras. A los vendedores se les exhorta incluir en sus diseños una manera de mantener el barco centrado al transitar las esclusas y mantener esa posicion con un mínimo de intervencion del operador para asegurar la eficiencia y mayor seguridad del transito.

ANEXO V

MANTENIMIENTO DE PRIMERA - FACTOR

CLAVE DEL ÉXITO DEL CANAL DE PANAMÁ

El éxito del Canal, medido por su confiabilidad, se debe, no solo a su magnífica construcción, sino también a nuestro programa de mantenimiento profesional y completo, que nos permite afirmar orgullosamente que el Canal de Panamá ha proporcionado y continuará proporcionando servicio ininterrumpido a la comunidad marítima mundial. Permítanme compartir con ustedes algunos de los principales elementos de nuestra gestión de mantenimiento.

La mayoría de nuestro equipo es único en su género, ya que ha sido diseñado y fabricado específicamente para el Canal de Panamá. Aun funcionamos con muchos de los diseños originales que datan del tiempo de la construcción del Canal y que exigen extraordinarios esfuerzos de mantenimiento para garantizar un servicio continuo y confiable.

Para nosotros el buen mantenimiento produce un servicio continuo y confiable. Es importante porque rinde el máximo en la disponibilidad y rendimiento del equipo, extiende la vida útil del equipo, reduce al mínimo los costos de mantenimiento, y optimiza la utilización del personal. En suma, nos permite ser una organización competitiva que brinda servicio de primera.

Hay cinco áreas principales en las que concentramos nuestra gestión de mantenimiento y mejoras.

Las represas - Tenemos tres represas principales que regulan la cantidad de agua requerida para el funcionamiento del Canal y administran los niveles de agua para controlar las inundaciones. Sin una fuente confiable y adecuada, el Canal tendría que cesar sus operaciones.

El cauce de navegación - Utilizamos equipo tanto terrestre como acuático para mantener la profundidad y el ancho del cauce del Canal, que es de 83.5 kilómetros de largo. Los trabajos regulares de dragado virtualmente garantizan un calado mínimo de 39.5 pies durante todo el año, aún durante las épocas secas.

Las esclusas - Hay tres juegos de esclusas: Gatún, Pedro Miguel y Miraflores. Cada una tiene varios componentes principales, tales como los tableros de control, las locomotoras de remolque, los motores eléctricos, las alcantarillas, las compuertas, las maquinarias de control de las esclusas y las válvulas. Regularmente se programan obras de re-

habilitación de estos componentes para mantener el equipo de las esclusas en perfecto estado de funcionamiento.

El equipo flotante - Para apoyar el mantenimiento y funcionamiento del Canal, es esencial mantener y preservar el equipo acuático, tales como los remolcadores, las lanchas, las gruas flotantes, las dragas, las barcasas de desechos, las barcasas de perforación y las señales de navegación.

Los servicios públicos y las comunicaciones - El Canal mantiene una planta de energía termoeléctrica y dos hidroeléctricas y sus instalaciones conexas. También mantenemos dos plantas potabilizadoras de agua y sus correspondientes sistemas de distribución a través del área del Canal. El exceso de electricidad y agua se vende a las instalaciones militares de los Estados Unidos y al Gobierno de Panamá.

La Comisión también mantiene una amplia red de telecomunicaciones que se utiliza para vigilar las actividades de tránsito a lo largo de la vía acuática. Este sistema incluye conmutadores telefónicos, equipos de radar y microondas, transmisores, y sistemas de televisión por circuito cerrado.

Para nosotros el mantenimiento a todas las horas del día y la noche es crítico para que la Comisión del Canal brinde un servicio confiable y seguro a nuestros usuarios, en el año fiscal de 1996 gastamos el 25 por ciento de nuestro presupuesto, o sea, \$160 millones, en esas actividades de mantenimiento.

Nuestro esfuerzo actual de mantenimiento se lleva a cabo con lo siguiente: (a) un amplio programa de mantenimiento preventivo que va apoyado por un Sistema Computarizado de Administración de Mantenimiento; (b) el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos procedimientos de mantenimiento; (c) evaluaciones del mantenimiento de nuestra infraestructura y (d) programas avanzados de adiestramiento de nuestra fuerza laboral.

Un personal altamente especializado da mantenimiento periódico al equipo del Canal con el apoyo del Sistema Computarizado de Administración del Mantenimiento, que ayuda al personal a dar un seguimiento y control eficaz a las obras de mantenimiento y la condición de los equipos.

Estamos actualmente reemplazando nuestra infraestructura y sistemas con las tecnologías y pro-

cedimientos más modernos, seguros y confiables, tales como (a) técnica más velozes para el reemplazo de los rieles de las locomotoras de las esclusas con el fin de reducir el tiempo en que el equipo permanece fuera de servicio y mantener al mínimo los trastornos en las operaciones normales, (b) mejores sistemas automatizados de información modernizando nuestro "mainframe" o sistema central de computadoras, a tecnología de cliente y servidor, y (c) la conversión de la maquinaria de las esclusas a un sistema más sencillo cuyo rendimiento será mayor, menos mantenimiento, y mayor confiabilidad.

El aumento en el número y tamaño de los buques, aunado a la edad del Canal, impulsó una evaluación total de la infraestructura y equipo. El estudio fue realizado por el Cuerpo Ingenieros de los Estados Unidos en el año fiscal 1996 en coordinación con el Comité de Auditor, que es un grupo de ingenieros panameños.

Su conclusión conjunta fue que la condición general del Canal es buena, y reafirmó el plan de la administración de la Comisión del Canal de automatizar y modernizar los elementos y procesos originales. Se desarrolló un plan maestro para facilitar la vigilancia misma por parte de la administración del proceso de implementación.

El aumento significativo en el tráfico por el Canal registrado en los años fiscales de 1995 y 1996 igualmente impulsó la decisión administrativa de acelerar la ejecución de los proyectos para aumentar la capacidad del Canal e importantes obras de mantenimiento. Para asegurar que todas las obras de aumento de capacidad se terminen coincidiendo con la finalización del ensanche del Corte Culebra, el Administrador del Canal solicitó el desarrollo de un Plan de Integración de Programas. Este Plan está ayudando a la administración a vigilar el progreso y dirigir 23 importantes proyectos de mantenimiento y mejoras que representan una inversión total de \$907 millones desde ahora hasta el año 2008.

Entre las principales mejoras a la vía acuática tenemos (a) la compra de remolcadores y locomotoras adicionales para dar servicio al creciente tráfico y mayor tamaño de los barcos, (b) la instalación de una plataforma de transferencia que aumentará la cantidad de compuertas que pueden re-

habilitarse en un año, (c) la instalación de tecnología de avanzada en el Centro de Control de Tráfico Marítimo que automatizará las funciones principales, mejorará la programación de los horarios de tránsito de los barcos y hará más segura la navegación, y (d) la aceleración del ensanche del Corte Culebra, permitiendo el tráfico seguro de dos vías para naves de manga ancha. Una vez terminados todos estos proyectos, la capacidad del Canal habrá aumentado en un 20 por ciento, permitiéndole así a la organización canalera satisfacer la demanda futura de tráfico.

Las extensas instalaciones y la diversidad del equipo del Canal de Panamá requieren de una muy especializada y dedicada fuerza laboral para lograr la excelencia en el mantenimiento. En consecuencia, la Comisión invierte anualmente \$13 millones para garantizar que nuestros empleados reciban adiestramiento continuo en los campos técnicos, administrativos y gerenciales. Dichos programas ponen a disposición de nuestros técnicos y profesionales las últimas técnicas y sistemas industriales, información básica de sus oficios, y el adiestramiento variado.

Hemos identificado ciertas acciones en el campo del mantenimiento que en el futuro nos ayudarán a reducir nuestros costos de mantenimiento tales como (a) el desarrollo de un mantenimiento económicamente efectivo; (b) el cambio a un sistema computarizado de administración del mantenimiento que se ajuste a la empresa y (c) las mejoras en las metodologías de mantenimiento.

En la Comisión del Canal ya funcionan de forma independiente varios Sistemas Computarizados de Administración de Mantenimiento. El cambio a un sistema de empresa proporcionará el medio para hacer cumplir las disciplinas de mantenimiento, capacidades más rápidas y exactas para mantener archivos y registros, un análisis sumario de la información del mantenimiento; y un método para integrar el mantenimiento con los demás sistemas de información.

El Canal de Panamá está consciente de la necesidad de adoptar mejores metodologías de mantenimiento, tales como el mantenimiento que se puede pronosticar y la vigilancia del mismo según las condiciones del equipo. Tales técnicas nos permitirán pronosticar los desperfectos antes de que

Conferencista:

Ing. Alexander Gianareas
Jefe, División de Estudios de Administración y Productividad, Oficina de Planificación Ejecutiva, CCP

Panelistas:

Sr. Christer Idhammar
Presidente y Jefe Ejecutivo, IDCON, Inc
Ing. John Gribar
Jefe, Ramo de Diseño, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos
Ing. Enrique Sánchez
Subdirector Interno, Dirección de Ingeniería y Construcción, CCP
Ing. Roberto Roy
Presidente, Comité de Ingeniería «Blue Ribbon»

Moderadora:

S.E. Lic. Olga Bósquez Poveda

Las preguntas que surgieron durante la sesión enfocaron los beneficios que obtendrían los clientes del mantenimiento de categoría mundial, el efecto que el posible incremento en el mantenimiento del Canal pudiese tener sobre los clientes del Canal, el programa de mantenimiento bajo administración panameña, y los programas de modernización proyectados para el Canal, incluyendo el calendario de ejecución de estos proyectos. Los panelistas respondieron señalando que el beneficio principal que se ofrecería a los usuarios del Canal como resultado de este programa de mantenimiento de categoría mundial se reflejará en un incremento en la eficiencia y en tránsitos más seguros de la vía acuática, menos demoras, menos daños a las naves y tiempos menores de tránsito, con la consiguiente baja en los costos de usar el Canal, lo que, consiguientemente, se trasladará a los armadores.

En relación a la pregunta sobre el posible aumento del mantenimiento y su efecto sobre los usuarios, el panel ofreció un vistazo a la génesis del estudio de mantenimiento realizado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos y algunos de sus resultados. El estudio fue una iniciativa de la Junta Directiva para determinar la condición actual de la vía acuática antes de su transferencia a fines de siglo. La decisión de seleccionar al Cuerpo de Ingenieros se basó en su amplia experiencia con canales, esclusas, represas y vías acuáticas en los Estados Unidos, así como en su vieja relación con el Canal de Panamá desde su construcción original. El estudio del Cuerpo de Ingenieros fue intenso y abarcó cada aspecto del tránsito por el Canal y de las operaciones de mantenimiento, incluyendo las esclusas, la maquinaria de operaciones, las locomotoras, lanchas, vertederos, dragas y muchas otras áreas. El estudio fue bien recibido y ofrece la base para los amplios programas de mantenimiento actualmente en ejecución. Cuando las obras de mantenimiento planeadas sean terminadas, los clientes del Canal deberán recibir un servicio de tránsito seguro y eficiente, con una reducción significativa del tiempo de tránsito y un mínimo de interrupciones.

Como resultado del estudio, el programa de ensanche del Corte Gaillard fue acelerado para terminarlo en el año 2002, con doce años de adelanto con respecto al calendario original

La clave para un mantenimiento de alta calidad del Canal bajo administración panameña es el efectivo reclutamiento y adiestramiento de sus recursos humanos. El canal tiene un proceso dinámico de reclutamiento para seleccionar a los mejores candidatos de trabajadores calificados y de mantenimiento de la vía acuática. A partir de este extensivo proceso de reclutamiento, los empleados pasan por varios años de adiestramiento diseñado para desarrollar un alto nivel de competencia y aprendiendo a resolver los problemas en la vía acuática. Funcionarios de la Comisión y representantes de los empleados también se reúnen en forma periódica para discutir temas de interés común. Los programas de reclutamiento y adiestramiento de los empleados del Canal siempre han sido la clave del éxito del Canal, y lo seguirán siendo en el futuro.

Los casi \$1,000 millones que están siendo invertidos en el programa de expansión, modernización y mejoras del Canal garantizarán el tránsito eficiente e ininterrumpido de las naves por la vía acuática en el futuro previsible. Los principales proyectos incluidos en estos programas son el ensanche del Corte Gaillard, el mejoramiento del sistema de administración del tráfico de naves, la compra de doce nuevas locomotoras de remolque, la adquisición de siete remolcadores, el ensanche de la entrada Atlántica del Canal, la terminación de la rehabilitación de 82 locomotoras, la reparación de los túneles, la rehabilitación de las compuertas de las esclusas, la compra de diez locomotoras de reemplazo, la rehabilitación del sistema de rieles de las esclusas, el reemplazo de una compuerta portátil de esclusas, el dragado del fondeadero de Cristóbal, la rehabilitación de dos compuertas SIP de emergencia, la modernización del equipo de control de las esclusas, la modernización de varios edificios y otras tareas misceláneas de dragado.

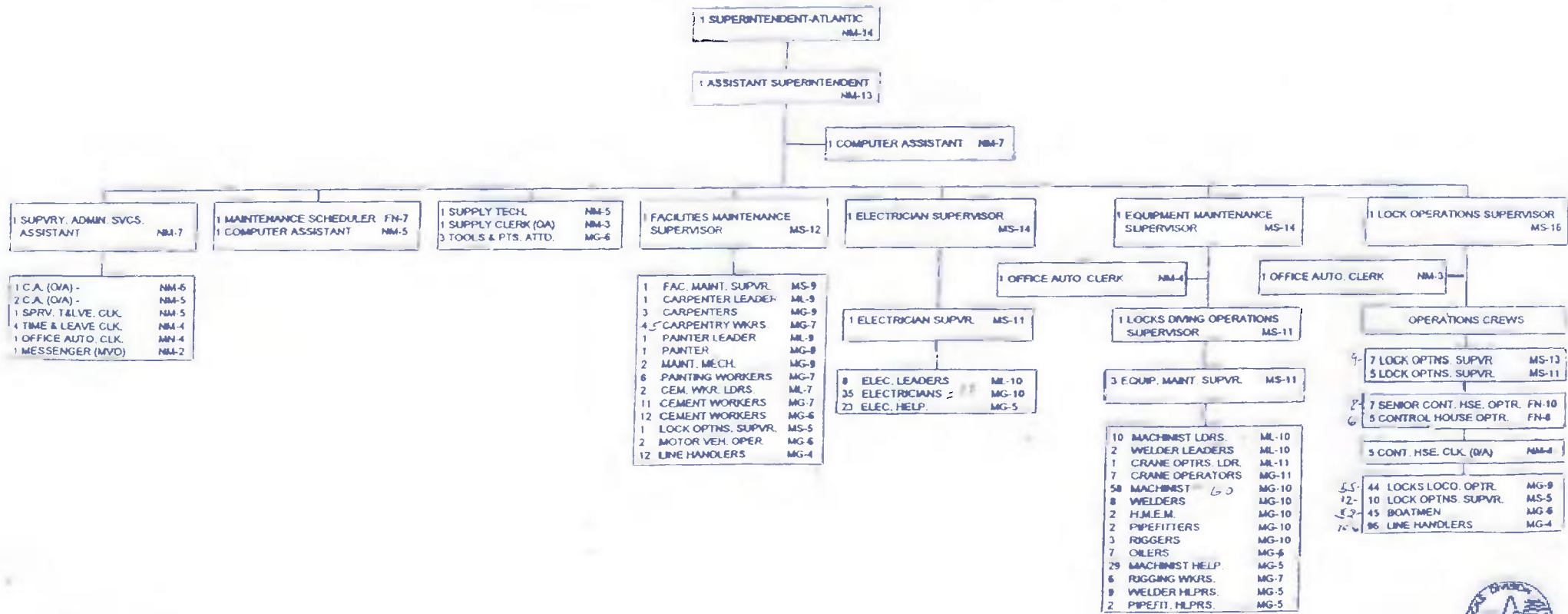
Con más de 800,000 naves transitadas desde que abrió en 1914 y otras 13,000 naves pasando por la vía acuática todos los años, el Canal se acerca a su máxima capacidad operativa. La Comisión está trabajando intensamente para modernizar y mejorar el Canal, a fin de garantizar un servicio de la más alta calidad a sus clientes.

ANEXO VI

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA ACTUAL DE LA

DIVISIÓN DE ESCLUSAS

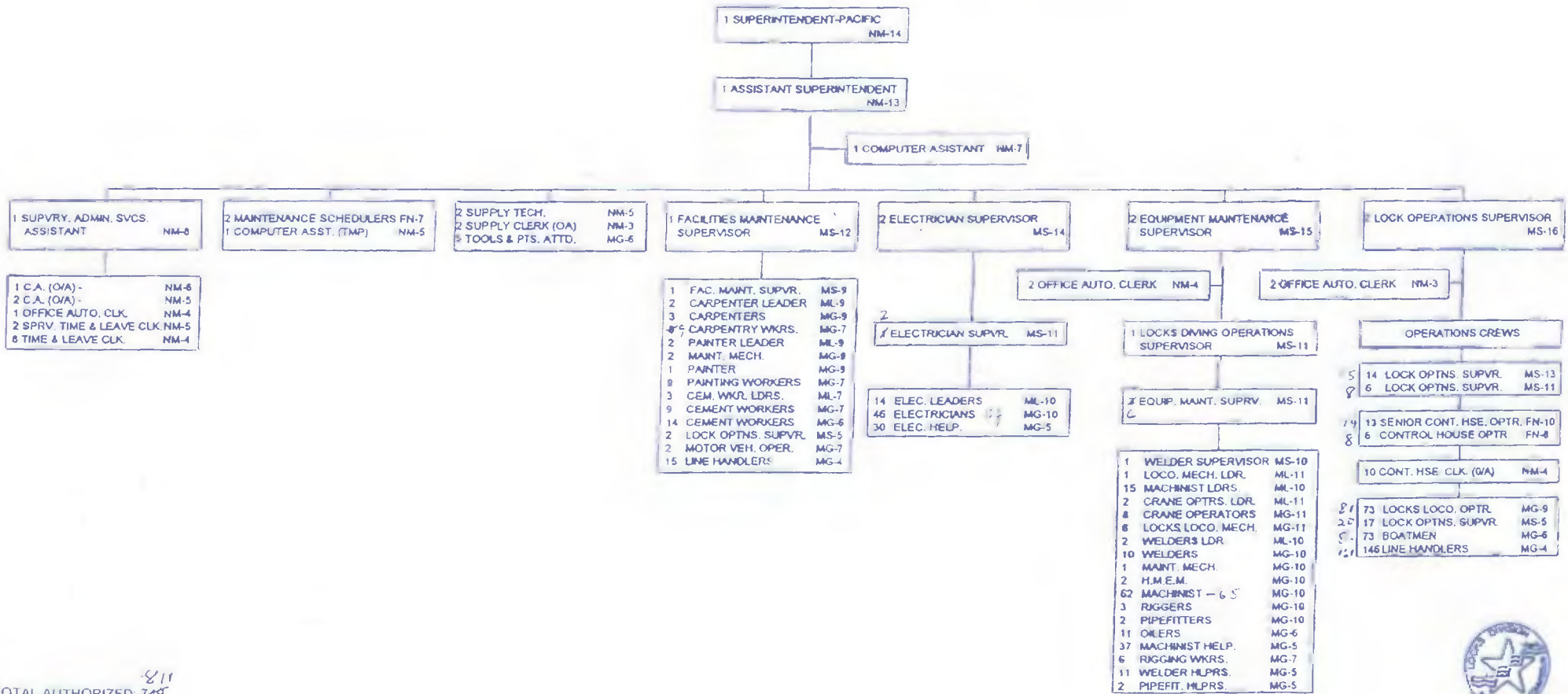
LOCKS DIVISION ORGANIZATIONAL CHART - ATLANTIC BRANCH (GATUN Locks)
 OCTOBER 1, 1994
 (FY-95)



TOTAL AUTHORIZED: 527
 REVISIONED: 10/95



LOCKS DIVISION ORGANIZATIONAL CHART - PACIFIC BRANCH (PEDRO MIGUEL & MIRAFLORES Locks)
 OCTOBER 1, 1994
 (FY-95)



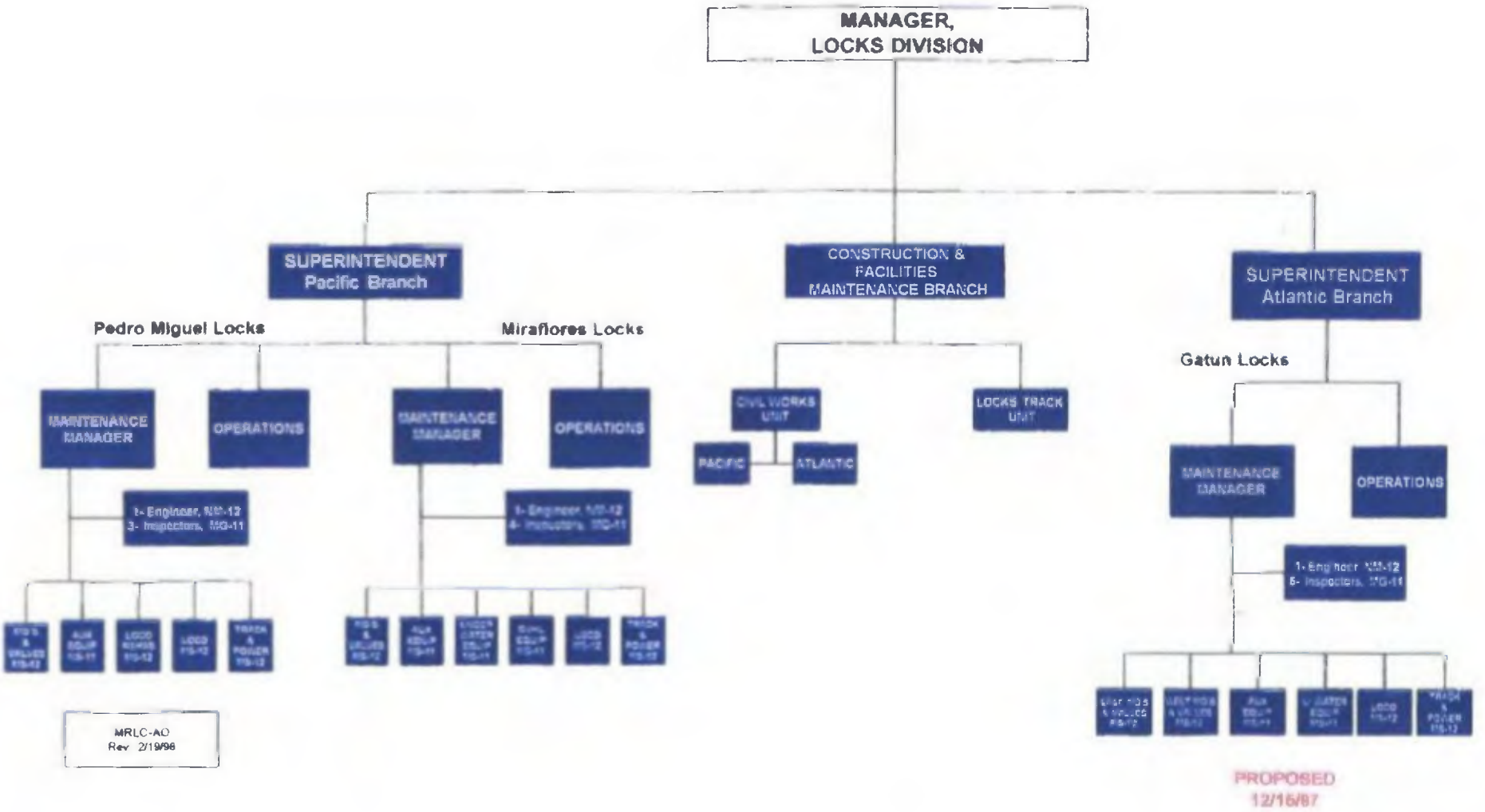
TOTAL AUTHORIZED: 749
 REVISED: 3/7/85



ANEXO VII

FUTURA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA

DIVISIÓN DE ESCLUSAS



ANEXO VIII

CAPÍTULO VI. MANTENIMIENTO DEL CANAL.

LEY DE LA AUTORIDAD DEL CANAL

CAPITULO SEXTO

MANTENIMIENTO DEL CANAL

Artículo 117 La Autoridad adoptara los programas de mantenimiento, mejoramiento y reposición necesarios para el funcionamiento seguro, continuo, eficiente y rentable del canal, que asegure el tránsito de naves durante las veinticuatro (24) horas del día y todos los días del año, así como para la prestación de los servicios que se lleven a cabo y el desarrollo de las actividades que la Autoridad organice

Artículo 118 Los programas de que trata el artículo anterior se fundarán en los siguientes principios y criterios

- 1 La alta calidad del servicio ofrecido a los usuarios del canal, que permita el tránsito de las naves de la manera más segura, expedita y eficiente
- 2 La minimización las interrupciones de dicho tránsito como consecuencia de daños en los equipos
- 3 Las políticas y prácticas que permitan adoptar y ejecutar programas de mantenimiento de carácter dinámico, susceptibles de ser, ajustados periódicamente, conforme a las necesidades reales
- 4 El señalamiento de la periodicidad necesaria para programas de corto, mediano y largo plazo, conforme a la naturaleza de las técnicas aplicables, así como la revisión, evaluación y modificación de éstas
- 5 La supervisión permanente con la finalidad de optimizar el mantenimiento en general, mediante inversión en equipos modernos que aumenten la confiabilidad de los usuarios
- 6 La adecuación de tales programas a estándares aplicables a la actividad industrial
- 7 El análisis de la factibilidad y de la eficacia de los programas
- 8 La creación de fondos de reserva para la rehabilitación de equipos e instalaciones, fondos de capital para la adquisición y el reemplazo de equipos, fondos para la construcción o mejora de instalaciones o infraestructuras, fondos de mantenimiento en general, y fondos para el financiamiento de los mencionados programas

BIBLIOGRAFÍA

NORIEGA, Julio O El Canal de Panamá Aspectos históricos e Ingenieriles Panamá Servicios Gráficos Profesionales, 1986

Noticias del Overhaul 1995 Reacondicionamiento de Compuertas - Gatún 1995 Edición N° 95-1, Panamá 3 de enero de 1995

QUIJANO, Jorge El Mantenimiento es clave para la eficiente operación del Canal Conferencia en Estados, 1993

Spillway del Canal de Panamá "Directiva aprueba plan para acelerar modernización y mejoras al Canal" Panamá, viernes 26 de enero de 1996

Spillway del Canal de Panamá "Diseño de esclusas contribuye al éxito del Canal" Panamá, 15 noviembre de 1996, pág. 6

Spillway del Canal de Panamá "Historia Canalera" Construcción de compuertas constituyó un proyecto, formidable, Panamá, viernes 17 de enero de 1997, págs 5 y 6

Spillway del Canal de Panamá "Ingenieros del Canal concibieron mecanismo operativo de las esclusas" Panamá, 31 de enero de 1997, pág 5

Spillway del Canal de Panamá "Reacondicionamiento de compuertas, un proceso complejo" Panamá, viernes 5 de diciembre de 1997 Susan Harp

Spillway del Canal de Panamá "Resultados de pruebas modifica rehabilitación de compuertas" Panamá, viernes 5 de diciembre de 1997 Susan Harp

CABALLERO, Anabel, La administración de personal en la Comisión del Canal de Panamá y sus proyecciones en el año 2,00 (trabajo de graduación) Universidad de Panamá, Facultad de Administración de Empresas, 1994

Comisión del Canal de Panamá El Canal de Panamá Una visión para el futuro, Congreso Universal del Canal de Panamá, Panamá, Septiembre de 1997

Comisión del Canal de Panamá Congreso Universal del Canal de Panamá "Compendio" Panamá, Centro de Convenciones ATLAPA, 7 - 10 Septiembre - 1997

ESCOFFERY, Héctor Ingeniería y Planificación de Canales, Panamá, mayo de 1994, material mimeografiado

ESCOFFERY, Héctor Introducción a Canales de Navegación Panamá, s f, material mimeografiado

GOLDMANRK, Henry Lock gates, Chain fenders and lock entrances cassons (from the Panama Canal Transactions of the International Engineering Congress, 1915, San Francisco, Neal Pub Co , 1916

INDCON, INC "RESULTS ORIENTED MAINTANANCE MANAGEMENT", 1995 Third Edition

LASSO, Ivan Reacondicionamiento de los Rieles Super-intendente encargado de esclusas de Pacífico Comisión del Canal de Panamá

MARTINEZ, Esteban L, Fermin Vásquez, Said Díaz La Administración de los Recursos Humanos de la Comisión del Canal de Panamá Universidad de Panamá, Facultad de Administración de Empresas, 1985