

**MONOGRAFÍAS
DE LA UNCTAD
SOBRE
GESTIÓN DE PUERTOS**

*Serie de monografías preparadas por la UNCTAD en colaboración
con la Asociación Internacional de Puertos (AIP)*

8

**Criterios económicos aplicables en la elección
y renovación del equipo**

por

Michael Constantinides

*B. Sc. (Reino Unido), M. Sc. (Estados Unidos), C. Eng. MIMechE
Jefe de los Servicios Mecánicos, Eléctricos y Navales*

Dirección de Puertos de Chipre



**NACIONES UNIDAS
Nueva York, 1991**

NOTA

Las opiniones expresadas en esta monografía son las del autor y no corresponden necesariamente a las de las Naciones Unidas. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

*
* *
*

Otras monografías de esta serie

- N.º 1 Paso del régimen de jornada diurna y horas extraordinarias al trabajo en dos turnos
- N.º 2 Planificación de la utilización de los terrenos en las zonas portuarias: aprovechamiento máximo de la infraestructura portuaria
- N.º 3 Medidas para el mantenimiento eficaz del equipo
- N.º 4 Planificación de operaciones en los puertos
- N.º 5 Gestión de pavimentos de terminales para contenedores, y Suplemento
- N.º 6 Medición y evaluación del rendimiento y de la productividad de los puertos
- N.º 7 Medidas para la gestión eficaz de los tinglados.

UNCTAD/SHIP/494(8)

PRESENTACION DE LA SERIE

En los puertos de los países industrializados, los sistemas de explotación y el perfeccionamiento del personal se basan en conocimientos adquiridos por la experiencia, en la emulación de otras industrias y en la innovación, que tiene lugar con facilidad en los entornos industriales adelantados. En los países en desarrollo no se dispone generalmente de esos medios y sólo se introducen mejoras en los puertos después de muchas deliberaciones y, con frecuencia, tras una serie de ensayos y errores. Se necesitan procedimientos para que los puertos de los países en desarrollo puedan adquirir los conocimientos que se dan por descontado en los países que tienen una larga historia industrial o aprovechar la experiencia de los demás en lo que se refiere a los nuevos adelantos y al modo de adaptarse a ellos.

La capacitación formal es un aspecto de esta cuestión, y la UNCTAD ha dedicado esfuerzos considerables a preparar y realizar cursos y seminarios de capacitación en actividades portuarias para personal directivo de categoría superior, así como a elaborar material de capacitación que permita que instructores locales den cursos al personal directivo de categorías intermedias. Se consideró que otra aportación a ese respecto la constituiría la elaboración de documentos técnicos, redactados en forma clara y dedicados a los problemas corrientes de la gestión y la explotación de los puertos. Para que esos documentos capten la atención de los directivos portuarios de los países en desarrollo tendrán que estar destinados a ese público, y en la actualidad existen muy pocos textos de esa clase.

Tras la aprobación de esa propuesta por la Comisión del Transporte Marítimo de la UNCTAD en su resolución 35 (IX), la secretaría de la UNCTAD decidió solicitar la colaboración de la Asociación Internacional de Puertos, organización no gubernamental reconocida como entidad consultiva de la UNCTAD, a fin de preparar esos documentos técnicos. La presente serie de monografías de la UNCTAD sobre gestión de puertos es el resultado de esa colaboración. Se espera que la difusión de la información contenida en estas monografías contribuya a desarrollar los conocimientos administrativos de que depende en gran medida la eficiencia de los puertos de los países en desarrollo.

(Firmado):

A. BOUAYAD
Director
División del Transporte Marítimo
UNCTAD

PREFACIO

Cuando la UNCTAD decidió solicitar la colaboración de la Asociación Internacional de Puertos para preparar monografías sobre gestión de puertos, esa idea fue acogida con entusiasmo como un nuevo paso hacia el suministro de información a las administraciones portuarias de los países en desarrollo. La preparación de monografías por medio del Comité de Desarrollo Portuario Internacional de la AIP se ha basado en los recursos de los puertos de países industrializados miembros de la AIP y en el hecho de que los países desarrollados se mostraron dispuestos a registrar para beneficio de los demás la experiencia y las enseñanzas obtenidas para alcanzar los actuales niveles de tecnología y gestión portuarias. Por otra parte, el personal directivo superior de los puertos de los países en desarrollo ha prestado una preciosa asistencia evaluando las monografías en curso de redacción.

Confío en que la serie de monografías de la UNCTAD resulte útil a las administraciones portuarias de los países en desarrollo, proporcionándoles indicadores en que puedan basar sus decisiones para introducir mejoras y progresos tecnológicos y utilizar lo mejor posible los recursos existentes.

La Asociación Internacional de Puertos espera seguir colaborando con la UNCTAD en la preparación de otros muchos documentos de la serie de monografías y confía en que esta serie llenará un vacío en la información de que disponen actualmente las administraciones portuarias.

(Firmado):

C. BERT KRUK
Presidente
Comité de Desarrollo Portuario
Internacional
AIP

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Párrafos</u>	<u>Página</u>
RESUMEN	i) - v)	vi
I. ASPECTOS GENERALES DE LA COMPARACION DE OPCIONES	1 - 20	1
A. Introducción	1 - 3	1
B. Consideraciones monetarias	4 - 5	2
C. Comparación de opciones	6 - 7	2
D. Definición del horizonte de planificación ..	8 - 11	3
E. Cálculo de intereses	12 - 18	4
1. Valor del dinero a lo largo del tiempo	12 - 14	4
2. Factor de valor futuro	15	4
3. Tasa de actualización	16 - 18	5
F. Elementos del análisis económico de proyectos del sector público	19 - 20	5
II. EXAMEN DE UN CASO PRACTICO	21 - 35	7
A. Introducción	21 - 22	7
B. Hipótesis	23 - 26	7
C. Cálculos	27 - 30	8
D. Análisis de sensibilidad	31 - 35	10
III. CALCULO DE LA VIDA UTIL	36 - 46	12
IV. REPARAR O RENOVAR	47 - 53	19
V. SISTEMA DE INFORMACION DE LA GESTION TECNICA	54 - 64	21
<u>Anexos</u>		
1. Coeficientes de actualización		25
2. Relaciones típicas entre el costo de mantenimiento y el costo de adquisición		26

RESUMEN

i) El análisis económico de los aspectos técnicos suele efectuarse en relación con diversos proyectos que se excluyen mutuamente y permite establecer entre ellos una comparación basada en algún tipo de medida económica de la eficacia. Con objeto de cuantificar también los factores intangibles, los proyectos estudiados se comparan principalmente desde el punto de vista monetario. El objetivo de este estudio es presentar una metodología analítica para la comparación en términos monetarios de las inversiones en distintos tipos posibles de equipo de manipulación de la carga.

ii) El planteamiento propuesto es el único reconocido generalmente y -por medio del método del flujo de efectivo actualizado- arroja un resultado matemático que, si se interpreta correcta y debidamente, será exacto. La utilización de este método no se reduce al equipo portuario, sino que tiene una aplicación más general. En el capítulo II se estudia un caso práctico a modo de ejemplo del procedimiento, y se examina el análisis de sensibilidad.

iii) En el capítulo III se examina cómo calcular la vida útil del equipo y se dan algunos ejemplos prácticos. Se presenta un gráfico que permite establecer, con respecto a determinadas hipótesis, la relación entre vida útil y costo de mantenimiento.

iv) El capítulo IV versa sobre los problemas que plantea determinar si conviene reparar o renovar el equipo dañado, y se proporciona un ejemplo.

v) El capítulo v) describe los elementos básicos de un Sistema de Información de la Gestión Técnica que son necesarios para que sea posible la evaluación de los distintos tipos de equipo de manipulación de la carga.

Capítulo I

ASPECTOS GENERALES DE LA COMPARACION DE OPCIONES

A. Introducción

1. El análisis económico de los aspectos técnicos versa principalmente sobre la comparación entre los distintos proyectos posibles basada en una medida económica de su eficacia. Cada proyecto suele llevar aparejados una inversión inicial extraordinaria, unos gastos de explotación periódicos, unos beneficios o ingresos, o ambas cosas, y un valor residual o de reventa. La comparación entre las distintas opciones se efectúa normalmente con arreglo a muchos criterios diferentes, en particular el rendimiento del sistema y el rendimiento económico. Entre las características de rendimiento del sistema que interesan son esencialmente importantes la calidad, la seguridad y el servicio al usuario. Entre las características del rendimiento económico que normalmente se tienen en cuenta son importantes los requisitos de la inversión inicial, el rendimiento de la inversión y el perfil del flujo de efectivo, que comprende los beneficios y los costos. Como los perfiles del flujo de efectivo suelen ser diferentes según las distintas opciones, para comparar su rendimiento económico respectivo es preciso compensar las diferencias cronológicas del flujo de efectivo. Se introduce la idea del valor del dinero a lo largo del tiempo, y se examinan una serie de operaciones matemáticas con miras al trazado de los perfiles del flujo de efectivo.

2. Por lo general, antes de aprobar un proyecto de inversión portuaria hay que proceder a su evaluación financiera y económica. La evaluación financiera es esencialmente un cómputo de la rentabilidad comercial y no es suficiente por sí sola; es la evaluación económica, esto es, la comparación de los costos y beneficios sociales del proyecto para el país, la que determina que se acepte o no un proyecto.

3. Las dos evaluaciones son idénticas en varios aspectos:

- a) Ambas requieren la evaluación de una sucesión de costos y beneficios durante toda la vida útil del proyecto;
- b) En ambas se tiene en cuenta el valor del dinero a lo largo del tiempo, por lo que los costos y beneficios futuros deben actualizarse al momento presente;
- c) En ambas se utilizan para la evaluación de la inversión criterios comunes, entre los que figuran uno o varios de los siguientes 1/:
 - i) la tasa media de rendimiento;
 - ii) el plazo de reembolso;
 - iii) el valor neto actualizado;
 - iv) la tasa interna de rendimiento;
 - v) la relación beneficio-costos.

B. Consideraciones monetarias

4. Aquello de lo que aquí se trata es principalmente de la aplicación de una metodología lógica para elegir un plan de inversión entre la serie de opciones que se ofrecen a la persona o las personas que han tomar la decisión. El criterio de elección será la eficacia económica. Ahora bien: quien haya de tomar la decisión habrá de tener en cuenta varias medidas económicas. Por ejemplo: ante un aumento de la demanda de un servicio determinado, la administración de una empresa puede tener que elegir entre aumentar el importe de las horas extraordinarias pagadas a sus empleados o instalar nuevo equipo para atender ese incremento de la demanda. Es evidente que hay que proceder a una comparación de los costos de cada una de esas opciones con respecto a un período u horizonte de planificación determinado y que uno de los objetivos de la administración debe ser elegir la opción de costo más bajo.

5. Los factores que influyen en una decisión pero no pueden expresarse en términos monetarios se denominan a menudo intangibles. Casi todas las decisiones empresariales tomadas en el mundo de la realidad entrañan factores monetarios e intangibles. Muchos de los factores no económicos que entraña una decisión pueden expresarse en definitiva, aunque sean necesarios mucha investigación y estudio, en términos monetarios. Así, en el ejemplo anterior el costo suplementario de mantenimiento puede expresarse como el costo de capacitación del personal de mantenimiento que requiere la instalación y reparación de la nueva maquinaria. Otros factores, sin embargo, no pueden reducirse tan fácilmente a valores monetarios. Por ejemplo, el hecho de que el personal tenga que trabajar más horas extraordinarias o en turnos tiene un costo social.

C. Comparación de opciones

6. En la evaluación de inversiones intervienen múltiples factores. Por eso, para comparar opciones que se excluyen mutuamente resulta indispensable la expresión de todos los costos y beneficios en términos monetarios. A continuación se resume el método sistemático que puede aplicarse en la comparación de varias opciones de inversión:

- a) Es preciso definir el conjunto de inversiones viables pero mutuamente excluyentes que han de ser comparadas;
- b) Es preciso fijar el período u horizonte de planificación que ha de utilizarse en el estudio económico;
- c) Hay que elaborar los perfiles del flujo de efectivo de cada opción;
- d) Debe especificarse el valor del dinero a lo largo del tiempo;
- e) Hay que comparar las opciones en función de su mérito o eficacia;
- f) Como operación suplementaria, hay que proceder a un análisis de sensibilidad;
- g) Elijase la opción preferida.

7. Los procedimientos de comparación de opciones esbozados tienen por objeto permitir la evaluación de los aspectos cuantitativos de opciones diversas. Es indudable, sin embargo, que unos administradores experimentados, al evaluar las opciones que se les ofrecen, tienen en cuenta asimismo los aspectos no cuantitativos de cada proyecto de inversión, como la seguridad, los aspectos relacionados con el personal y los efectos ambientales.

D. Definición del horizonte de planificación

8. Al comparar opciones de inversión, es importante hacerlo en relación con un período de tiempo común. Ese período de tiempo se define como el horizonte de planificación. En cierto modo, el período u horizonte de planificación determina el tamaño de la "ventana" o encuadre utilizado para considerar los flujos de efectivo generados por una opción. Para que una evaluación sea objetiva, es preciso utilizar el mismo encuadramiento al considerar cada opción.

9. En algunos casos, el horizonte de planificación se puede determinar fácilmente; en otros, la duración de uno o de varios de los proyectos es dudosa y no se sabe muy bien qué período utilizar. Entre los métodos corrientemente utilizados en los estudios económicos para determinar el horizonte de planificación están:

- a) El del mínimo común múltiplo de la duración de cada uno de los proyectos viables y mutuamente excluyentes de inversión;
- b) Entre todos los proyectos, el de duración más corta;
- c) Entre todos los proyectos, el de duración más larga.

10. En las obras sobre análisis económico, el método más corrientemente utilizado en la elección del horizonte de planificación es el del mínimo común múltiplo de la duración de cada uno de los proyectos. Si, por ejemplo, la duración de dos proyectos de inversión fuera de ocho y seis años, respectivamente, el período que habría que utilizar sería de 24 años. En el primer caso el elemento del equipo se repone tres veces (3×8) y en el segundo cuatro veces (4×6), lo que arroja un total de 24 años.

11. Si para definir el horizonte de planificación se escoge el proyecto de duración más corta, será necesario elaborar respecto de las demás opciones de duración más larga estimaciones de los elementos de activo por la parte no utilizada de su vida útil. Si se utiliza el proyecto de duración más larga, será preciso tomar algunas decisiones difíciles concernientes al intervalo entre el proyecto de duración más corta y el de duración más larga. Así, cuando el proyecto de duración más corta llega al final de su tiempo de utilización, hay que proceder a la reposición con algún otro elemento de activo que pueda realizar el servicio requerido.

E. Cálculo de intereses

1. Valor del dinero a lo largo del tiempo

12. Si se ofrecen a alguien 100 dólares hoy o 100 dólares dentro de un año, sin duda elegirá lo primero. Otro quizás opte incluso por recibir 98 dólares hoy en vez de 100 dólares dentro de un año. El uso del dinero es un activo valioso, tan valioso que las personas están dispuestas a pagar a fin de tener dinero a su disposición para su uso. Tener dinero disponible ahora en vez de dentro de un año significa que hay más tiempo para su uso posible.

13. Supóngase que existen dos series de flujos de efectivo que representan cada uno la misma suma aritmética. Supóngase además que cada uno de esos flujos de efectivo se produce en períodos diferentes o que el flujo del efectivo es diferente a lo largo del mismo período, y que es preciso tomar una decisión sobre cuál es la mejor opción. Para tomar una decisión que tenga sentido, es menester variar los flujos de efectivo a fin de poder compararlos debidamente. Ello puede hacerse mediante una manipulación matemática de los flujos de efectivo, llamada descuento o actualización, en virtud de la cual los flujos de efectivo futuros son objeto de una operación de descuento para obtener su valor presente en relación con cada una de las opciones. Es el método denominado flujo de efectivo actualizado.

14. La relación entre el valor corriente o actual de una suma de dinero y su valor futuro puede expresarse con una fórmula matemática. Suponiendo que el tiempo se mida en años, si el valor actual de una suma de dinero es P , su valor en n años será igual a $F_n = P + In$, donde F_n es el valor acumulado de P a lo largo de n años, o el valor futuro de P , siendo In el incremento del valor de P a lo largo de n años. Se denomina In el interés acumulado en las operaciones de obtención y otorgamiento de préstamos, siendo función de P , n , y el tipo de interés anual, i . El valor actual de una suma de dinero futura es $F_n - In$.

2. Factor de valor futuro

15. Como ejemplo de las operaciones matemáticas que entraña el trazado de los perfiles del flujo de efectivo basándose en el interés compuesto, considérese primero la inversión de una suma de dinero, P , en una cuenta de ahorro por períodos de interés n . Désignese i el tipo de interés por período de interés, y F_n el total acumulado en el fondo por n períodos en el futuro. Entonces, la cuantía del fondo después de n períodos será igual a $P(1+i)^n$. Para calcular los valores de F (valor futuro), si los valores de P (valor actual) están dados, la cuantía $(1+i)^n$ se denomina, para facilitar su designación, factor de valor futuro. Cabe resumir lo que antecede de la manera siguiente:

Siendo P = el valor equivalente a una suma de dinero en el momento cero, o valor actual;

F_n = el valor equivalente a una suma de dinero en el momento n , o valor futuro;

i = el tipo de interés por período de interés;

n = el número de períodos de interés.

Entonces, el valor futuro se relaciona así con el valor actual:

$$F_n = P(1+i)^n$$

ó

$$P = F_n / (1+i)^n$$

3. Tasa de actualización

16. Una etapa importante de la evaluación de las opciones de inversión es la relativa a la especificación del tipo de interés o tasa de actualización que ha de utilizarse. Aunque el proyecto sea financiado en su totalidad con cargo a fuentes de fondos internas, se recomienda la aplicación de un tipo de interés. Ello obedece a la necesidad de tener en cuenta el costo de inversión del dinero en un proyecto determinado en vez de invertirlo en otra cosa y obtener un rendimiento de esa inversión. El costo de renunciar a otras posibilidades de inversión se denomina costo de oportunidad.

17. Salvo en caso de que existan otros beneficios intangibles, la tasa de actualización debe ser mayor que el costo de obtención de capital adicional. Debe ser mayor que el costo del capital en una cuantía que abarque las inversiones no lucrativas que debe realizar una empresa por razones no monetarias. Son ejemplos de tales inversiones las efectuadas en dispositivos de seguridad, material de lucha contra la contaminación e instalaciones recreativas para los empleados.

18. La tasa de actualización que se especifique fija la tasa de rendimiento mínima para que un proyecto esté justificado desde el punto de vista de la empresa. Si el valor actual de un proyecto es negativo, es decir, si el flujo de efectivo actualizado total de los costos y beneficios es negativo, el proyecto no será recomendable. Algunos puertos adoptan una tasa de actualización uniforme en sus estudios económicos mientras que otros mantienen una actitud flexible.

F. Elementos del análisis económico de proyectos del sector público

19. Saber cómo evaluar y elegir proyectos del sector público es actualmente por lo menos tan importante para el especialista como tener esos mismos conocimientos en relación con el sector privado. Los métodos analíticos de los proyectos públicos y privados son muy semejantes, aunque hay algunas diferencias entre ellos. Los métodos más frecuentemente utilizados para evaluar los proyectos públicos nacionales o locales son el análisis costo-beneficio y el análisis costo-eficacia. Los métodos del análisis costo-beneficio exigen que los costos y los beneficios se evalúen en términos monetarios.

20. Cada elemento del beneficio y el costo debe cuantificarse en términos monetarios. Los beneficios, o efectos positivos de una inversión, son sus consecuencias deseables. Los costos son los efectos negativos. Se determinan los costos y beneficios anuales correspondientes a la duración del proyecto y se calcula después el valor actual de las sumas de los beneficios y costos actualizados. Se escoge el sistema de valoración del proyecto. En el análisis costo-beneficio se recurre a menudo a la relación beneficio-costo (B/C) o, con menos frecuencia, a una medida de los beneficios menos los costos (B-C).

Capítulo II

EXAMEN DE UN CASO PRACTICO

A. Introducción

21. Un importante condicionante del éxito o fracaso de una terminal de contenedores es la elección del equipo apropiado. El equipo no es sólo el gasto de capital más importante sino que, en la práctica, determina los métodos de explotación y el rendimiento de la terminal.

22. Ese equipo consiste en grúas-pórtico para la descarga del buque al muelle, material de transbordo y material de manipulación en la zona de apilamiento. Por lo que respecta al material utilizado para el transbordo y la manipulación en la zona de apilamiento existen varias opciones. En el presente capítulo se expone un caso práctico como ejemplo de un método matemático sistemático de elección entre posibles tipos de equipo. En el caso práctico examinado se establece una comparación entre el sistema de grúas-pórtico montadas sobre neumáticos y el de carretillas-pórtico con transbordo entre el muelle y la zona de almacenamiento por medio de unidades de tractor-remolque.

B. Hipótesis

23. En este caso práctico, las hipótesis adoptadas como punto de partida son las siguientes:

- a) Los beneficios de los dos sistemas de apilamiento son idénticos $\frac{2}{3}$;
- b) Se excluyen los costos de mano de obra partiendo del supuesto de que los conductores de carretillas-pórtico, más numerosos, están peor pagados que los maquinistas de grúas-pórtico sobre neumáticos;
- c) Se excluyen los costos del terreno;
- d) Los pagos por mantenimiento anual se efectúan al comienzo de cada año;
- e) Los ingresos en concepto de valor residual se reciben al final del año y se contabilizan a comienzos del año siguiente, salvo que se indique otra cosa.

La moneda utilizada en el análisis es la libra chipriota (£C). Una libra chipriota es aproximadamente igual a dos dólares de los Estados Unidos.

24. Para explicar los cálculos matemáticos realizados pongamos por ejemplo el caso de una terminal de contenedores en la que está prevista la manipulación de 140.000 contenedores al año, aproximadamente, y en la que las dos opciones mutuamente excluyentes de apilamiento en el parque son:

Material A: grúas-pórtico montadas sobre neumáticos (vida útil = 15 años)

Material B: carretillas-pórtico (vida útil = 10 años).

El horizonte de planificación basado en el mínimo común múltiplo del período de vida útil será de 30 años. La tasa de actualización aplicada para la evaluación de las inversiones en la terminal es del 10%. Supóngase asimismo que en este ejemplo no existe ninguna diferencia de costo del pavimento o superficie entre los dos sistemas, y que en ninguna de las dos opciones se necesita equipo suplementario. En la mayoría de los casos, el costo de mantenimiento suele aumentar con la edad del equipo y esta tasa de incremento se denomina factor j.

25. Los costos de la compra y explotación de las grúas-pórtico montadas sobre neumáticos son los siguientes:

Unidades necesarias:	6
Gastos de capital (GC):	6 x 320.000 = £C 1.920.000
Valor residual (20% de GC):	£C 384.000
Costo anual de mantenimiento/reparación/ combustible (10% de GC), incluido el costo de las piezas de recambio:	£C 192.000/año y una tasa de incremento anual del 8% (factor j)

26. En el caso de las carretillas-pórtico esos costos son los siguientes:

Unidades necesarias:	8
Gastos de capital (GC)	8 x 200.000 = £C 1.600.000
Valor residual (20% de GC):	£C 320.000
Costo anual de mantenimiento/ reparación/combustible (18% de GC):	£C 288.000 y un factor j = 8%.

C. Cálculos

27. En el cuadro 1 figuran los flujos de efectivo actualizados y reales correspondientes a los dos tipos de equipo. Ese cuadro se ha elaborado utilizando una hoja de cálculo en microordenador. Los costos de mantenimiento se sitúan a su nivel más bajo el año siguiente a la compra del material y alcanzan su punto máximo el año en que éste se renueva. El valor actualizado de cada año se determina multiplicando el costo por el coeficiente de actualización que se calcula según la fórmula:

$$1/(1 + \text{tasa de actualización})^{N^\circ \text{ de años} - 1}$$

El anexo 1 contiene una tabla de coeficientes de actualización. El flujo de efectivo correspondiente a cada año se indica según el valor real y el valor actualizado. Por ejemplo, en el caso del material A el costo de mantenimiento ha aumentado de £C 192.000 en el año 1 a £C 261.200 ($192.000 \times 1,08^4$) en el año 5. El valor actualizado es de £C 178.400 ($261.100 \times 0,6830$ (coeficiente

Quadro 1

Comparación del material por el método del flujo de efectivo actualizado, en miles de libras chipriotas
(Tasa de actualización = 10%)

MATERIAL A Costo actualizado total: 5 414,8										
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo del capital	1 920.0									
Costo de mantenimiento	192.0	207.4	223.9	241.9	261.2	282.1	304.7	329.1	355.4	383.8
Valor residual										
Total	2 112.0	207.4	223.9	241.9	261.2	282.1	304.7	329.1	355.4	383.8
Valor actualizado	2 112.0	188.5	185.1	181.7	178.4	175.2	172.0	168.9	165.8	162.8
Año (cont.)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costo del capital						1 920.0				
Costo de mantenimiento	414.5	447.7	483.5	522.2	563.9	192.0	207.4	223.9	241.9	261.2
Valor residual						384.0				
Total	414.5	447.7	483.5	522.2	563.9	1 728.0	207.4	223.9	241.9	261.2
Valor actualizado	159.8	156.9	154.1	151.3	148.5	413.7	45.1	44.3	43.5	42.7
Año (cont.)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Costo del capital										
Costo de mantenimiento	282.1	304.7	329.1	355.4	383.8	414.5	447.7	483.5	522.2	563.9
Valor residual										384.0*
Total	282.1	304.7	329.1	355.4	383.8	414.5	447.7	483.5	522.2	179.9
Valor actualizado	41.9	41.2	40.4	39.7	39.0	38.3	37.6	36.9	36.2	13.5
MATERIAL B Costo actualizado total: 6 339,4										
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo del capital	1 600.0									
Costo de mantenimiento	288.0	311.0	335.9	362.8	391.8	423.2	457.0	493.6	533.1	575.7
Valor residual										
Total	1 888.0	311.0	335.9	362.8	391.8	423.2	457.0	493.6	533.1	575.7
Valor actualizado	1 888.0	282.8	277.6	272.6	267.6	262.8	258.0	253.3	248.7	244.2
Año (cont.)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costo del capital	1 600.0									
Costo de mantenimiento	288.0	311.0	335.9	362.8	391.8	423.2	457.0	493.6	533.1	575.7
Valor residual	320.0									
Total	1 568.0	311.0	335.9	362.8	391.8	423.2	457.0	493.6	533.1	575.7
Valor actualizado	604.5	109.0	107.0	105.1	103.2	101.3	99.5	97.7	95.9	94.1
Año (cont.)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Costo del capital	1 600.0									
Costo de mantenimiento	288.0	311.0	335.9	362.8	391.8	423.2	457.0	493.6	533.1	575.7
Valor residual	320.0									320.0*
Total	1 568.0	311.0	335.9	362.8	391.8	423.2	457.0	493.6	533.1	255.7
Valor actualizado	233.1	42.0	41.3	40.5	39.8	39.1	38.3	37.6	37.0	18.0

* Fondos residuales recibidos al final del año.

de actualización correspondiente a una tasa del 10% y 5 años)). El flujo de efectivo actualizado total o valor actual es la suma acumulada de los valores actualizados.

28. El valor actual es la suma de dinero necesaria actualmente para pagar todos los costos futuros de adquisición y explotación del equipo durante el período de planificación. Así pues, debe utilizarse el flujo de efectivo real en vez del contable. Si para la compra del equipo se utilizan los fondos propios de la empresa, todo el flujo de efectivo se produce en el año de adquisición. Si para la compra se recurre a financiación externa, los flujos del costo son el pago inicial en el año de adquisición y los ulteriores pagos en concepto de amortización e intereses en los años siguientes. La depreciación sólo habría de tenerse en cuenta en el análisis costo-beneficio en el que se utilizaría para disminuir los impuestos y reducir así la carga fiscal.

29. La opción aconsejable en relación con los dos tipos de material es la de costo actualizado total más bajo, es decir:

A. En el caso de las grúas-pórtico montadas sobre neumáticos =
£C 5.414.800

B. En el caso de las carretillas-pórtico = £C 6.339.400

Como el costo total de A es menor que el costo total de B, debería elegirse la opción A.

30. En cualquier comparación es importante incluir todos los costos. Por ejemplo, al elegir diferentes sistemas de manipulación de contenedores deben tenerse en cuenta todos los costos de cada sistema, incluidas las diferencias de material de transbordo y los requisitos de pavimento. A efectos de la comparación, se pueden excluir los elementos comunes de los distintos sistemas. Por último, las circunstancias locales y los resultados de explotación desempeñan una función importante, por lo que los administradores también deben estudiarlos atentamente.

D. Análisis de sensibilidad

31. En el ejemplo anterior se partía de la hipótesis de que todos los valores de los parámetros de los modelos económicos eran conocidos con certeza. En particular, se daba por supuesto que se conocían las estimaciones correctas de los valores correspondientes a la duración del horizonte de planificación, la tasa de actualización, los costos, es decir cada uno de los flujos de efectivo. A menudo esos valores no se conocen con certeza, por lo que conviene estudiar ese efecto de incertidumbre. En relación con las inversiones portuarias, no se conocen exactamente el tonelaje de mercancías, la composición de la carga ni las previsiones de productividad. Esta incertidumbre de la oferta y la demanda de servicios portuarios origina un factor de riesgo en las inversiones portuarias. El efecto de incertidumbre puede estudiarse mediante el análisis de sensibilidad.

32. El análisis de sensibilidad puede revestir dos formas principales. El método más simple consiste en volver a efectuar varias veces los análisis fijando cada vez uno de los parámetros en un valor correspondiente a una "posición de riesgo". En relación con la evaluación del equipo, esto arrojará una serie de flujos de efectivo actualizados correspondientes a diferentes casos.

33. Otro método, en el análisis costo-beneficio, consiste en calcular hasta qué punto tendrán que variar los factores de insumo para que el valor actual neto del proyecto descienda a cero. Si se utiliza el método de la tasa interna de rendimiento (TIR), esto es, si se determina la tasa de actualización que arroja un valor neto actualizado nulo, el cálculo indicará hasta qué punto tienen que variar los factores de insumo para que la TIR del proyecto descienda al nivel mínimo aceptable 3/.

34. En materia de evaluación de proyectos de inversión en equipo se puede elaborar y utilizar fácil, para evaluar las diversas posibilidades un modelo de hoja de cálculo informatizada que permite variar hasta lo infinito cualquier parámetro o combinación de parámetros que influyan en la situación y estudiar después los resultados. Para evaluar la incertidumbre en relación con la elección del equipo, se propone que se introduzcan variaciones en el costo del equipo, los costos anuales de mantenimiento/repación/combustible y el incremento anual de los costos de mantenimiento/repación para determinar las condiciones en que un tipo de material resulta más ventajoso que otro.

35. Por lo que respecta al caso práctico examinado, un aumento del 17% del precio del material A o una disminución del 15% del precio del material B haría que la elección de este último fuera más ventajosa. Análogamente, un aumento del 30% del costo de mantenimiento/repación/combustible del material A (aumentos de costo del 10 al 13% del costo inicial) o una disminución del 25% de esos costos en el caso del material B haría que la elección del material B fuera más ventajosa (disminuciones de costo del 18 al 13,5%). Si se ha sobrestimado el número necesario de carretillas-pórtico (material B) y sólo se necesitan 6, el costo actualizado total de esta opción sería de EC 4.754.500 y, por lo tanto, el sistema de carretillas-pórtico constituiría la opción recomendable. Esos límites ayudarán al órgano encargado de decidir a elegir el equipo que haya de adquirirse.

Capítulo III

CALCULO DE LA VIDA UTIL

36. Para determinar la vida útil de un elemento del equipo es preciso calcular el valor actualizado de todos los costos futuros inherentes a cada plan de renovación. En general, los costos que han de incluirse son todos aquellos que dependen de la edad de la máquina. No es necesario tener en cuenta los costos que no varían en función de la edad de la máquina, como son los costos de mano de obra y de energía. Los costos corresponden a un determinado período de tiempo, y su valor actual debe calcularse en la forma ordinaria.

37. En el caso de los elementos del equipo que se deterioran se supone para el cálculo de la vida útil que los costos van aumentando de año en año debido al aumento de los costos de mantenimiento. Son aplicables las siguientes reglas para minimizar los costos:

Regla 1: Si el costo de reemplazar un elemento cada $n+1$ años es inferior al costo de hacerlo cada n años, no hay que reemplazar ese elemento.

Regla 2: Si el costo de reemplazar un elemento cada $n+1$ años es superior al costo de hacerlo cada n años, hay que reemplazar ese elemento.

38. Podemos tomar un período i de un año, siendo C_i los costos durante ese período. Podemos suponer que cada costo se paga al principio del período en que se produce, que el costo inicial del equipo nuevo es A , y que el costo del dinero o tasa de actualización es r .

39. El valor actualizado K_n de los costos futuros correspondientes a un plan de renovación del equipo cada n años viene dado por la suma del costo actualizado del primer elemento del equipo más el del segundo, y así sucesivamente. Los tratados de investigación operativa 4/ señalan que el valor actualizado K_n viene dado por:

$$K_n = \frac{A + \sum_{i=1}^n C_i / (1+r)^{i-1}}{1 - 1 / (1+r)^n}$$

Así pues, si K_n es inferior a K_{n+1} , entonces es preferible reemplazar el equipo cada n años y no cada $n+1$ años. K_n es la suma de dinero necesaria actualmente para pagar todos los costos futuros de adquisición y explotación del equipo cuando se renueva cada n años.

40. Los pagos anuales o costo medio ponderado de los distintos períodos de renovación viene dado por:

$$\text{Costo medio ponderado} = \frac{A + \sum_{i=1}^n C_i / (1+r)^{i-1}}{\sum_{i=1}^n 1 / (1+r)^i}$$

El costo medio ponderado mínimo dará entonces el período de renovación óptimo, o sea, el período que minimizará el flujo de efectivo actualizado de explotación de la máquina. La vida útil puede definirse como el período que transcurre hasta el momento en que el costo medio ponderado se sitúa en su punto mínimo.

41. El cálculo de la vida útil puede aclararse mediante un ejemplo. El costo medio ponderado mínimo es el factor utilizado para determinar la vida útil del equipo. En el cuadro 2 se parte de la hipótesis de que los flujos de efectivo en él indicados se producen en los 15 años siguientes. El incremento anual del costo de mantenimiento del equipo es del 8%. La última columna presenta el costo anual medio de los distintos períodos de renovación; así, si el equipo se sustituye cada 5 años, el costo anual medio será de Cf 42.113. En este caso, y siempre que los demás factores permanezcan invariables, la vida útil del equipo será de 11 años (puesto que ese año arroja el costo medio ponderado más bajo de Cf 36.150). Por consiguiente, el equipo debe ser renovado al final de su undécimo año.

42. El gráfico 1 indica el costo medio ponderado del equipo con un costo inicial de 1.000 unidades monetarias y unos costos de mantenimiento del 15% del costo inicial. Comprende cuatro curvas correspondientes a diversas tasas de incremento de los costos de mantenimiento. La tasa de actualización utilizada es del 10%. Los cálculos se basan en la hipótesis de que el equipo es reemplazado por equipo semejante. En la práctica, muchas veces se introducen mejoras técnicas y las mejoras de productividad resultantes justificarían que el equipo se renovase antes.

43. Tomando diferentes valores de mantenimiento en porcentaje del precio de compra $\frac{5}{j}$ y diferentes factores j , es posible calcular una serie de curvas para determinar la vida útil del equipo. La tasa de actualización utilizada para el cálculo de esas curvas es del 10%. Dichas curvas figuran en el gráfico 2. Se parte de la hipótesis de que el equipo no tiene valor residual. Para una relación entre el costo de mantenimiento y el costo de compra y un factor j dados, la vida útil puede determinarse a partir de este gráfico. Por ejemplo, supongamos que un elemento del equipo tiene un costo de 350.000 dólares de los EE.UU. y un costo de mantenimiento estimado en el primer año de 35.000 dólares de los EE.UU. La relación entre el costo de mantenimiento y el costo de compra es de 0,1. Supongamos asimismo que el costo de mantenimiento aumentará en un 12% anual. Basándose en la curva del gráfico 2, la vida útil de ese elemento del equipo es de diez años.

Cuadro 2

Cálculo de la vida útil del equipo nuevo

(Sin valor residual y a una tasa de actualización del 9%)

Vida	Capital	Mantenimiento	Total	Tasa 0.09	Costo actualizado	Factor costo actualizado acumulado	Suma de los factores	Costo medio ponderado
1	100 000	16 000	116 000	1.000	116 000	116 000	1.000	116 000
2	0	17 280	17 280	0.917	15 853	131 853	1.917	68 766
3	0	18 662	18 662	0.842	15 708	147 561	2.759	53 481
4	0	20 155	20 155	0.772	15 564	163 125	3.531	46 194
5	0	21 768	21 768	0.708	15 421	178 546	4.240	42 113
6	0	23 509	23 509	0.650	15 279	193 825	4.890	39 640
7	0	25 390	25 390	0.596	15 139	208 964	5.486	38 091
8	0	27 421	27 421	0.547	15 000	223 964	6.033	37 124
9	0	29 615	29 615	0.502	14 863	238 827	6.535	36 547
10	0	31 984	31 984	0.460	14 726	253 554	6.995	36 247
11	0	34 543	34 543	0.422	14 591	268 145	7.418	36 150
12	0	37 306	37 306	0.388	14 457	282 602	7.805	36 207
13	0	40 291	40 291	0.356	14 325	296 927	8.161	36 385
14	0	43 514	43 514	0.326	14 193	311 120	8.487	36 659
15	0	46 995	46 995	0.299	14 063	325 183	8.786	37 011

44. En el caso del equipo que tenga un valor residual, la fórmula del valor actualizado de todos los costos futuros relacionados con la renovación del equipo después de cada n años viene dada por:

$$K_n = \frac{A + \sum_{i=1}^n C_i / (1+r)^i - S_n / (1+r)^n}{1 - 1 / (1+r)^n}$$

donde S_n es el valor residual del equipo al final del enésimo año.

45. El cuadro 3 presenta un ejemplo hipotético. La columna correspondiente al epigrafe "Suma" indica el valor del costo inicial más el mantenimiento actualizado acumulado menos el valor residual actualizado. En este ejemplo, el valor actualizado mínimo se produce a los diez años y, por consiguiente, la mejor solución es renovar el equipo cada diez años.

Gráfico 1

Costo de renovación en función de la edad

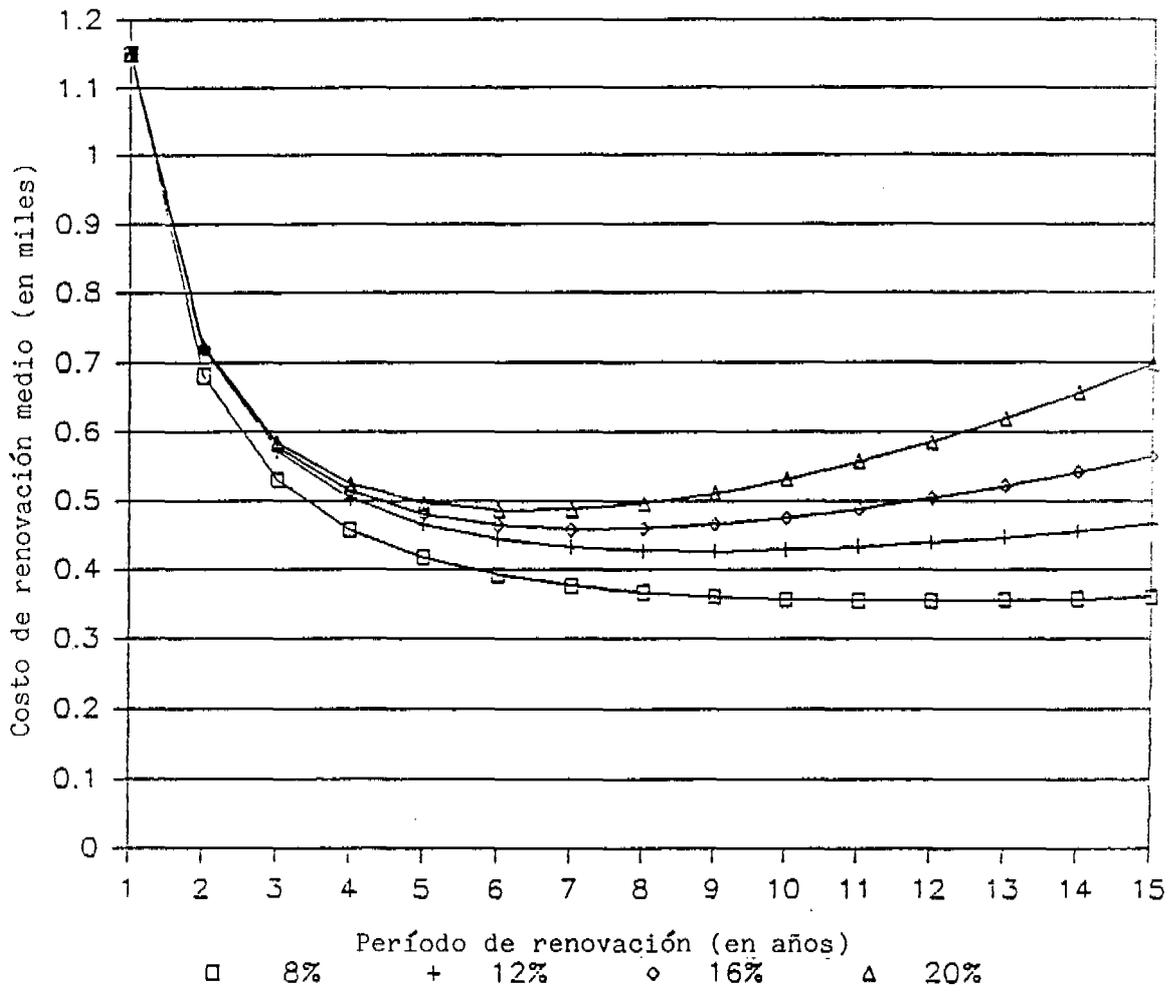
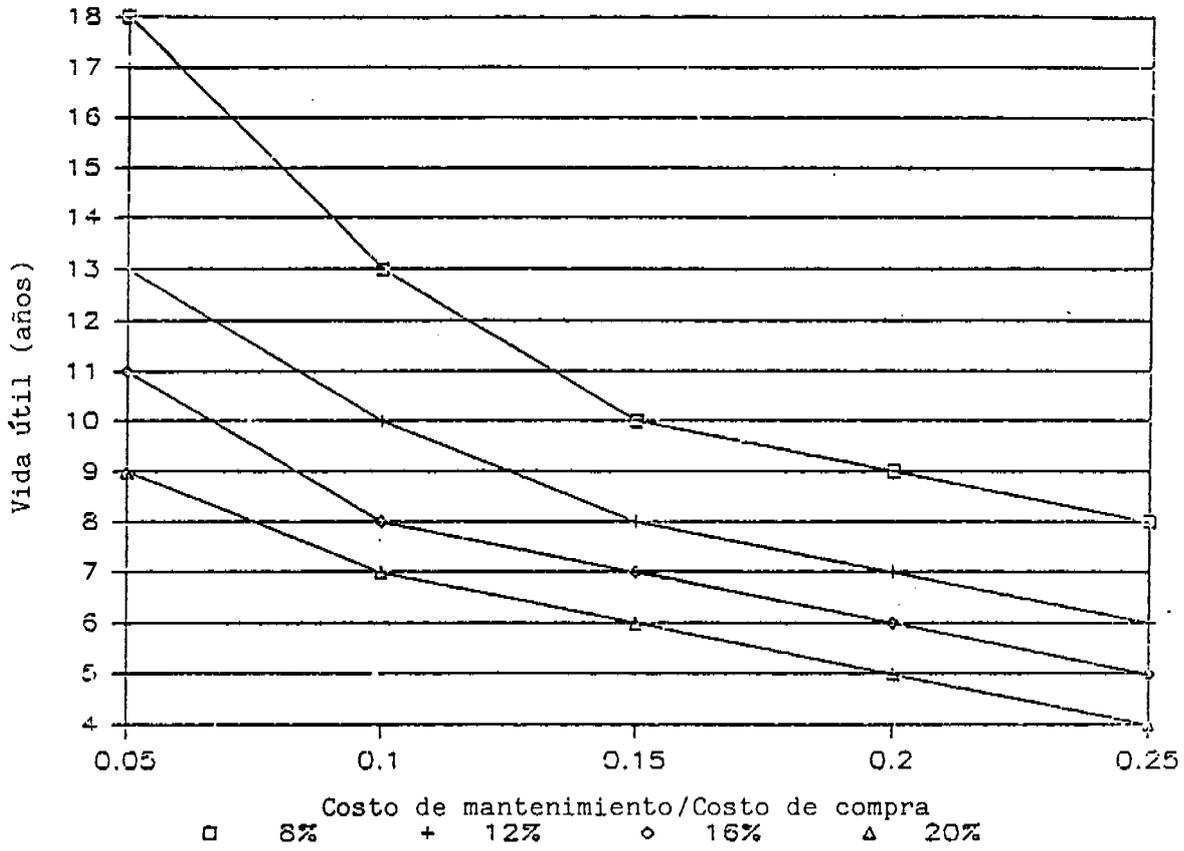


Gráfico 2

Período de renovación óptimo



Cuadro 3

Tabla de costos actualizados del equipo nuevo

(Con valor residual y a una tasa de actualización del 9%)

Vida	Capital	Mantenimiento	Valor residual	Tasa 0,09	Mantenimiento actualizado	Costo de mantenimiento actualizado acumulado	Valor residual actualizado	Suma	K_n
1	100 000	16 000	80 000	1.000	16 000	16 000	73 394	42 606	516 000
2	0	18 000	60 000	0.917	16 514	32 514	50 501	82 013	518 020
3	0	20 000	52 000	0.842	16 843	49 347	40 154	109 194	479 306
4	0	22 000	44 000	0.772	16 988	66 335	31 171	135 165	463 568
5	0	24 000	36 000	0.708	17 002	83 398	23 398	159 940	456 882
6	0	26 000	28 000	0.650	16 898	100 236	16 695	183 540	454 609
7	0	28 000	20 000	0.596	16 695	116 931	10 941	205 991	454 760
8	0	30 000	12 000	0.547	16 411	133 342	6 022	227 320	456 343
9	0	32 000	10 000	0.502	16 060	149 402	4 604	244 798	453 689
10	0	34 000	8 000	0.460	15 655	165 057	3 379	261 677	453 051
11	0	36 000	6 000	0.422	15 207	180 263	2 325	277 938	453 801
12	0	38 000	4 000	0.388	14 726	194 990	1 422	293 567	455 521
13	0	40 000	2 000	0.356	14 221	209 211	652	308 559	457 924
14	0	42 000	1 000	0.326	13 700	222 911	299	322 611	460 378
15	0	44 000	0	0.299	13 167	236 077	0	336 077	463 260

46. En la realidad, sin embargo, los puertos tienen que analizar situaciones en que ya existen instalaciones y equipo en explotación, con lo que la cuestión estriba en determinar si las instalaciones y el equipo existentes deben mantenerse o reemplazarse. Para calcular el tiempo restante de vida del equipo existente hay que tener en cuenta el precio de compra inicial y los costos de mantenimiento de los años anteriores además de los futuros costos de mantenimiento previstos. Entonces se puede calcular la vida útil, y el tiempo restante de vida será la vida útil menos la edad del equipo. Cuando se efectúe ese cálculo probablemente se comprobará que algunos elementos del equipo son más viejos que su vida útil. Ese equipo, cuya explotación es más costosa que el equipo nuevo, debe reemplazarse.

Capítulo IV

REPARAR O RENOVAR

47. Este capítulo presenta una versión simplificada de un problema con el que todo administrador y técnico se enfrenta con mucha frecuencia, es decir, la alternativa entre reparación y renovación. El deterioro del equipo es un fenómeno bastante corriente en las operaciones portuarias. Teniendo presentes la necesidad de la continuidad del servicio y el interés de la administración portuaria o la empresa explotadora en minimizar el costo y, según el alcance del deterioro, a menudo el órgano competente tiene que decidir rápidamente si un elemento de equipo deteriorado debe ser reparado o renovado.

48. Para dar una idea de los elementos que han de tenerse en cuenta se recurrirá a un ejemplo hipotético. Supóngase que durante las operaciones portuarias se ha deteriorado un elemento del equipo cuya edad es de cinco años. Después del accidente, el equipo vale sólo £C 15.000, principalmente en forma de piezas de recambio. Se reciben licitaciones para las obras de reparación y la oferta más baja aceptable es de £C 80.000. Después de la reparación, el tiempo restante de vida útil será de seis años.

49. Al mismo tiempo, la administración estudia la posibilidad de reemplazar el elemento del equipo deteriorado mediante la compra de uno nuevo a un costo de £C 130.000. Se estima que la vida útil del equipo nuevo será de 12 años. Aunque la productividad de las dos posibilidades sea idéntica, se estima que el costo de mantenimiento del equipo reparado será mayor que la del equipo nuevo, a causa de su mayor edad, y que representará aproximadamente £C 1.000 más al año.

50. El plazo de entrega del nuevo equipo es de diez meses, y el tiempo estimado de reparación del equipo deteriorado de tres meses. Entretanto, la administración debe sustituir el elemento del equipo deteriorado mediante el alquiler de otro a un costo mensual de £C 2.000. Si la tasa de actualización es del 9%, ¿cuál es la mejor solución para la administración?

51. Es evidente que los horizontes de planificación de las dos opciones no son idénticos: seis años en el caso del equipo reparado y 12 años en el del equipo nuevo. Un método para comparar esas dos opciones consiste en estimar el valor residual del equipo nuevo después de seis años, que se supone que será de £C 50.000, y calcular el flujo de efectivo actualizado. Este valor residual se percibe al final del sexto año (comienzo del séptimo año).

52. En este caso también se utiliza una tabla para indicar los costos correspondientes a los seis años y comparar las dos opciones, a saber, proceder a la reparación del equipo deteriorado o a su renovación. Esa tabla figura en el cuadro 4. En ambos casos se entiende que la tasa de incremento de los costos de mantenimiento es del 8% anual. Se han descontado los gastos de alquiler, de £C 6.000 en la opción de reparación y de £C 20.000 en la opción de renovación.

Cuadro 4

Comparación entre reparación y renovación por el método del flujo de efectivo actualizado, en miles de libras chipriotas

(Tasa de actualización = 9%)

REPARACION Flujo de efectivo actualizado total: 162,7						
Año	1	2	3	4	5	6
Costo del capital	80.0					
Costo de alquiler a/	5.9					
Costo de mantenimiento	10.5	15.1	16.3	17.6	19.0	20.6
Valor residual						
Total	96.4	14.0	16.3	17.6	19.0	20.6
Valor actualizado	96.4	13.7	13.5	13.3	13.0	12.8
RENOVACION Flujo de efectivo actualizado total: 169,7						
Año	1	2	3	4	5	6
Costo del capital	130.0					
Costo de alquiler a/	19.3					
Costo de mantenimiento	2.2	14.0	15.2	16.4	17.7	19.1
Valor residual	15.0					50.0
Total	136.4	14.0	15.2	16.4	17.7	-30.9
Valor actualizado	136.4	12.8	12.5	12.3	12.1	-16.4

a/ Se han actualizado los costos.

53. El flujo de efectivo actualizado total es de £C 162.700 en el caso de la opción "Reparación", y de £C 169.700 en el de la opción "Renovación". En este caso concreto, resulta más económico reparar el equipo deteriorado que reemplazarlo. Se recomienda encarecidamente, sin embargo, que se efectúe un análisis de sensibilidad variando los valores de los diversos parámetros para comprobar cómo ello influye en los resultados. Por ejemplo, si el elemento del equipo nuevo estuviera disponible en un plazo de dos meses, la opción de renovación resultaría más económica.

Capítulo V

SISTEMA DE INFORMACION DE LA GESTION TECNICA

54. Para determinar la vida útil del equipo y elaborar así un plan de renovación es indispensable disponer de información exacta y completa referente a esa cuestión. La planificación del equipo es casi imposible sin dicha información. En los párrafos siguientes se describen los componentes de un Sistema de Información de la Gestión Técnica (SIGT) 6/.

55. El elemento básico de este sistema de información es la hoja de trabajo, llamada también orden de trabajo, que consiste en la aceptación y autorización por la dirección del Departamento de Servicios Técnicos de una tarea de mantenimiento o reparación. Contiene una descripción de la tarea que ha de realizarse, y, al final se consignan en ella los recursos empleados para llevarla a cabo.

56. La hoja de trabajo es una tarjeta impresa en la que el planificador del Departamento de Servicios Técnicos ha consignado los datos siguientes:

- número del activo y descripción de la máquina o instalación que ha de ser revisada;
- fecha de recibo de la petición de revisión;
- fecha de emisión de la hoja de trabajo;
- nombre del empleado que ha extendido la hoja y de la persona encargada de la reparación;
- indicación de la naturaleza de la tarea que ha de realizarse (por ejemplo, "revisión mensual"; "reparación de faro averiado");
- espacio en blanco para que el técnico encargado acuse recibo de la tarea encomendada y anote su terminación;
- espacio en blanco para que el supervisor firme la aprobación de la tarea terminada.

Para que la hoja sea más completa es necesario que el técnico encargado incluya al terminar su tarea los datos siguientes:

- hora de inicio de la tarea;
- hora de terminación de la tarea;
- indicación del número de trabajadores adscritos a esa tarea, su categoría profesional respectiva y horas de inicio y terminación de la labor de cada uno de ellos;
- piezas de recambio y materiales fungibles utilizados.

Estos datos servirán de base para el cálculo de los costos de mano de obra y material.

57. Las instrucciones detalladas relativas a las tareas de mantenimiento preventivo deben indicarse claramente en hojas de instrucciones separadas, con las que se acompañará la hoja de trabajo, o en un manual. Esas instrucciones deben especificar todas las fases de la tarea, que se irán punteando a medida que queden terminadas.

58. La hoja de trabajo debe dejar espacio para las anotaciones que posteriormente se efectúen a efectos del cálculo de costos. Ello permitirá consignar el costo de todos los materiales, tanto fungibles como recambios, y los datos del costo relativos al elemento de mano de obra de la tarea.

59. La hoja de trabajo es evidentemente el componente básico de entrada de datos del sistema. La hoja es utilizada por los empleados de talleres, almacén, finanzas y personal (para el cálculo de los salarios y el pago de las horas extraordinarias). Seguidamente la hoja se devolverá al Departamento de Servicios Técnicos para analizar la fiabilidad, posibilidad de mantenimiento y futuro de ese elemento del equipo.

60. Otro componente esencial del SIGT es el sistema de programación que establece el plan de mantenimiento de la semana o el mes siguientes. En su forma más simple, el programa de mantenimiento se traza en una pizarra o se inscribe en una hoja mural preimpresa. Los intervalos de revisión del equipo recomendados por el fabricante constituyen la base del programa, pero con el tiempo y la experiencia se pueden modificar esos intervalos para tener en cuenta las necesidades y circunstancias del puerto. La sección de organización planifica las líneas generales de la labor de cada taller o grupo de talleres para la semana siguiente emitiendo las hojas de trabajo y los pedidos de los materiales necesarios. Los planificadores finalizarán el programa el día anterior, modificando en lo que sea necesario el plan preliminar, y entregarán las hojas de trabajo y hojas de instrucciones y manuales a cada técnico. El programa de mantenimiento es el instrumento básico del planificador para la asignación de recursos técnicos y lograr que los trabajos de mantenimiento preventivo o de reparación de urgencia se efectúen conforme al orden de prioridad que se ajusta a las necesidades de la empresa.

61. El SIGT requiere también una serie de registros permanentes y completos que reúnan información sobre las distintas máquinas y grupos de máquinas y sus componentes y sistemas constitutivos. En conjunto, esos registros constituyen la base de datos del SIGT en que se fundan los planes y decisiones.

62. El primero de esos registros es el Registro del Activo Fijo, que contiene la lista de las instalaciones, el equipo, los edificios y otros elementos de activo material del puerto. En él figuran enumerados todos los elementos del equipo con que cuenta el puerto junto con su correspondiente número de código para su identificación y su descripción completa (por ejemplo, tipo de equipo, capacidad, fabricante, fecha de adquisición, ubicación o lugar de almacenamiento en el puerto). Anexo al Registro tiene que haber un archivo de las hojas de servicio de los elementos de activo material. Estas contienen una reseña acumulativa de la vida útil de cada elemento, por ejemplo, las horas de actividad de una máquina de manipulación de la carga, sus períodos de mantenimiento preventivo, sus reparaciones por averías y roturas, etc. Cada

tarea de mantenimiento realizada sobre ese elemento de activo debe anotarse en la correspondiente hoja del archivo, especificando todas las piezas de recambio utilizadas, los elementos fungibles sustituidos, el combustible empleado, etc.

63. El último componente esencial del SIGT es una actividad o función en vez de una cosa material, a saber, el análisis de los datos reunidos y su disposición ordenada para que puedan servir en las diversas actividades de adopción de decisiones subsiguientes. La actividad central es el cotejo de los datos conexos y su reunión en grupos adecuados, seguida de la interpretación de los datos y cifras disponibles y la comunicación de esa interpretación a los administradores correspondientes. Los datos analizados se utilizan para controlar la labor de mantenimiento, modificar programas y usos, definir los problemas, controlar los costos y determinar la vida útil.

64. En resumen, es posible organizar un SIGT basándose en los elementos antes descritos: hojas de trabajo (entrada de datos), programas de mantenimiento (marco organizativo de las actividades), registros (base de datos y cifras constantemente actualizadas) y análisis (interpretación y organización de los datos y comunicación de la información).

Notas

1/ Los métodos de evaluación se examinan con más detalle en las publicaciones de la UNCTAD tituladas Evaluación de inversiones portuarias (TD/B/C.4/174) y Desarrollo portuario. Manual de planificación para los países en desarrollo (TD/B/C.4/175/Rev.1).

2/ Las carretillas-pórtico permiten una mayor rapidez y flexibilidad, mientras que las grúas-pórtico sobre neumáticos permiten aprovechar mejor el terreno y la utilización de lechos de grava para el apilamiento de los contenedores.

3/ En las publicaciones de la UNCTAD tituladas Evaluación de inversiones portuarias (TD/B/C.4/174), párrs. 90 a 95, y Desarrollo portuario. Manual de planificación para los países en desarrollo (TD/B/C.4/175/Rev.1), párrs. 195 a 196, figura un estudio más detallado del análisis de sensibilidad.

4/ Véase, por ejemplo, Churchman, C. W., Ackoff, R. L. y Arnolf, E. W., Introduction to Operations Research, John Wiley y Sons, Inc., Nueva York, 1964, págs. 484 a 488.

5/ En el anexo 2 se indican las relaciones típicas correspondientes a diferentes tipos de equipo, basadas en la publicación de la UNCTAD titulada Operating and Maintenance Features of Container Handling Systems (UNCTAD/SHIP/622), Naciones Unidas, Ginebra, marzo de 1988.

6/ Esta cuestión se examina más a fondo en el informe titulado Management of Port Maintenance - A review of current problems and practices, que puede obtenerse escribiendo a HMSO Publication Centre, PO Box 276, Londres SW8 5DT, Reino Unido.

Anexo 1

COEFICIENTES DE ACTUALIZACION a/

Año	Tasa de actualización (En porcentaje)						
	6	7	8	9	10	11	12
1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174	0.9091	0.9009	0.8929
3	0.8900	0.8734	0.8573	0.8417	0.8264	0.8116	0.7972
4	0.8396	0.8163	0.7938	0.7722	0.7513	0.7312	0.7118
5	0.7921	0.7629	0.7350	0.7084	0.6830	0.6587	0.6355
6	0.7473	0.7130	0.6806	0.6499	0.6209	0.5935	0.5674
7	0.7050	0.6663	0.6302	0.5963	0.5645	0.5346	0.5066
8	0.6651	0.6227	0.5835	0.5470	0.5132	0.4817	0.4523
9	0.6274	0.5820	0.5403	0.5019	0.4665	0.4339	0.4039
10	0.5919	0.5439	0.5002	0.4604	0.4241	0.3909	0.3606
11	0.5584	0.5083	0.4632	0.4224	0.3855	0.3522	0.3220
12	0.5268	0.4751	0.4289	0.3875	0.3505	0.3173	0.2875
13	0.4970	0.4440	0.3971	0.3555	0.3186	0.2858	0.2567
14	0.4688	0.4150	0.3677	0.3262	0.2897	0.2575	0.2292
15	0.4423	0.3878	0.3405	0.2992	0.2633	0.2320	0.2046
16	0.4173	0.3624	0.3152	0.2745	0.2394	0.2090	0.1827
17	0.3936	0.3387	0.2919	0.2519	0.2176	0.1883	0.1631
18	0.3714	0.3166	0.2703	0.2311	0.1978	0.1696	0.1456
19	0.3503	0.2959	0.2502	0.2120	0.1799	0.1528	0.1300
20	0.3305	0.2765	0.2317	0.1945	0.1635	0.1377	0.1161
21	0.3118	0.2584	0.2145	0.1784	0.1486	0.1240	0.1037
22	0.2942	0.2415	0.1987	0.1637	0.1351	0.1117	0.0926
23	0.2775	0.2257	0.1839	0.1502	0.1228	0.1007	0.0826
24	0.2618	0.2109	0.1703	0.1378	0.1117	0.0907	0.0738
25	0.2470	0.1971	0.1577	0.1264	0.1015	0.0817	0.0659
26	0.2330	0.1842	0.1460	0.1160	0.0923	0.0736	0.0588
27	0.2198	0.1722	0.1352	0.1064	0.0839	0.0663	0.0525
28	0.2074	0.1609	0.1252	0.0976	0.0763	0.0597	0.0469
29	0.1956	0.1504	0.1159	0.0895	0.0693	0.0538	0.0419
30	0.1846	0.1406	0.1073	0.0822	0.0630	0.0485	0.0374

a/ Los coeficientes se aplican partiendo de la hipótesis de que el flujo de efectivo corresponde al comienzo del período y la actualización al comienzo del año 1.

Anexo 2

RELACIONES TÍPICAS ENTRE EL COSTO DE MANTENIMIENTO
Y EL COSTO DE ADQUISICIÓN

(En miles de dólares de los EE.UU.)

	Costo de mantenimiento	Costo de adquisición	Relación
Grúas-pórtico de muelle	100.0	4 500.0	0.02
Carretillas-pórtico	60.0	500.0	0.12
Grúas-pórtico montadas sobre neumáticos	65.0	825.0	0.08
Grúas-pórtico montadas sobre raíles de pequeño porte	80.0	1 000.0	0.08
Tractores de terminal	20.0	62.5	0.32
Carretillas elevadoras (42 toneladas)	40.0	300.0	0.13
Apiladoras de alcance	35.0	425.0	0.08
Remolques de 40 pies	2.5	12.5	0.20

Fuente: Operating and maintenance features of container handling systems
(UNCTAD/SHIP/622), marzo de 1988.

كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم . استعلم عنها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب الى : الأمم المتحدة ، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف .

如何获取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах по всем районам мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу : Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.
