

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

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

6

**Medición y evaluación
del rendimiento y de la productividad
de los puertos**

por

*G. De Monie
Director*

Ingeniería y Consultoría del Puerto de Amberes (APEC)



**NACIONES UNIDAS
Nueva York, 1988**

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

UNCTAD/SHIP/494(6)

PRESENTACION DE LA SERIE

En los puertos de los países industrializados, los sistemas de explotación y el perfeccionamiento del personal se basan en los conocimientos adquiridos por 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 unos 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 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 los Puertos, organización no gubernamental reconocida como entidad consultiva por 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.

A. BOUAYAD
Director
División del Transporte Marítimo
UNCTAD

PREFACIO

Cuando la UNCTAD decidió solicitar la colaboración de la Asociación Internacional de los Puertos para preparar monografías sobre gestión de puertos, esa idea fue acogida con entusiasmo como una nueva oportunidad para proporcionar información a las administraciones portuarias de los países en desarrollo. Para la preparación de monografías por medio del Comité de Desarrollo Portuario Internacional de la AIP se han utilizado los recursos de los puertos de los países industrializados miembros de la Asociación y se ha aprovechado la favorable predisposición de los puertos de los países desarrollados a exponer en provecho de los demás la experiencia y las enseñanzas que les han permitido alcanzar sus 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 los Puertos espera seguir colaborando con la UNCTAD en la preparación de otros muchos documentos de la serie de monografías y confía en que esa serie llenará un vacío en la información de que disponen actualmente las administraciones portuarias.

C. Bert Kruk
Presidente
del Comité de Desarrollo
Portuario Internacional
AIP

INDICE

	<u>Párrafos</u>	<u>Página</u>
1. Introducción	1 - 4	1
2. Medición del rendimiento y la productividad de los puertos	5 - 26	1
2.1. Tiempo de permanencia del buque en el puerto	7 - 12	2
2.2. Medición del rendimiento de las operaciones de manipulación de la carga a bordo y en tierra ..	13 - 23	13
2.3. Medición de la tasa de ocupación	24 - 26	20
3. Evaluación del rendimiento y la productividad de los puertos	27 - 47	22
4. Comparación de los valores del rendimiento portuario	48 - 56	49

1. Introducción

1. El número de estudios, informes y conferencias que en los últimos veinte años se han dedicado al examen del rendimiento y la productividad de los puertos ha sido apreciable. En general, sus frutos dejaron a la mayoría de los interesados bastante insatisfechos, cuando no descorazonados. Ese estado de cosas no se puede atribuir únicamente a la incapacidad de los autores para tratar el tema competentemente. La verdad es que la empresa que acomete quienquiera que desee analizar el rendimiento de los puertos es muy impresionante, de resultas de una serie de factores como los siguientes:

- a) El número mismo de los parámetros que hay que tener en cuenta;
- b) La falta de datos de base real, actuales y fidedignos, reunidos de manera aceptada y disponibles para ser publicados o divulgados;
- c) La falta de definiciones aceptables y establecidas de común acuerdo;
- d) La profunda influencia de los factores locales en los datos recogidos;
- e) Las interpretaciones divergentes de los mismos resultados por distintos interesados.

2. Es muy revelador a este respecto que algunos de los principales puertos del mundo lleguen a publicar monografías e informes sobre la "productividad de los puertos" sin mencionar una sola cifra o medida real del rendimiento o la productividad.

3. El objetivo principal de esta monografía es: a) lograr una síntesis de los múltiples análisis efectuados anteriormente; b) formular unas definiciones generalmente aceptables; y c) proponer unas interpretaciones de los resultados obtenidos basadas en el sentido común y concebir aplicaciones prácticas del conjunto de elementos reunidos.

4. De ahí que tenga una importancia decisiva ponerse de acuerdo sobre una metodología básica y común. Por eso, en la sección siguiente se intenta formular conceptos generalmente aceptables, antes de pasar a analizar los factores determinantes del rendimiento portuario y de proponer después métodos de medición y comparación por medio de un sistema generalmente acordado de indicadores y estadísticas portuarios.

2. Medición del rendimiento y la productividad de los puertos

5. Los puertos son fundamentalmente proveedores de servicios, en particular a los buques, la carga y el transporte interior. El grado de satisfacción obtenido según unos criterios preestablecidos indica el nivel de rendimiento portuario alcanzado. De lo que antecede resulta ya evidente que los niveles de rendimiento portuario serán diferentes según que los servicios se presten al buque, a la carga o a los vehículos de transporte interior. Así, puede ocurrir, por lo menos en teoría, que un puerto ofrezca un servicio muy satisfactorio a los armadores del buque y que, al mismo tiempo, ese servicio

sea considerado insuficiente por los propietarios de la carga o las empresas de transporte interior (o a la inversa). Lo más probable, por supuesto, es que el bajo rendimiento no perjudique a un solo grupo de usuarios del puerto, sino que afecte a todos los servicios ofrecidos por éste. La importante enseñanza que cabe deducir de esto es que el rendimiento de un puerto no se puede determinar en función de un solo valor o magnitud. En realidad, para que la evaluación del rendimiento de un puerto tenga sentido habrá que medir los elementos siguientes:

- a) El tiempo de permanencia del buque en el puerto;
- b) La calidad de la manipulación de la carga;
- c) La calidad del servicio a los vehículos de transporte interior durante su paso por el puerto.

6. Lo que viene a complicar la situación es la estrecha relación que existe entre esos tres elementos y entre las distintas magnitudes utilizadas para medir el rendimiento con respecto a cada uno de ellos. Por eso es casi imposible y ciertamente inapropiado estudiarlo aisladamente. Ahora bien, teniendo en cuenta la importancia especial de los dos primeros elementos y su preponderancia desde el punto de vista de los principales usuarios del puerto (es decir, los armadores), esta monografía se concentrará principalmente en un análisis más detallado de ellos.

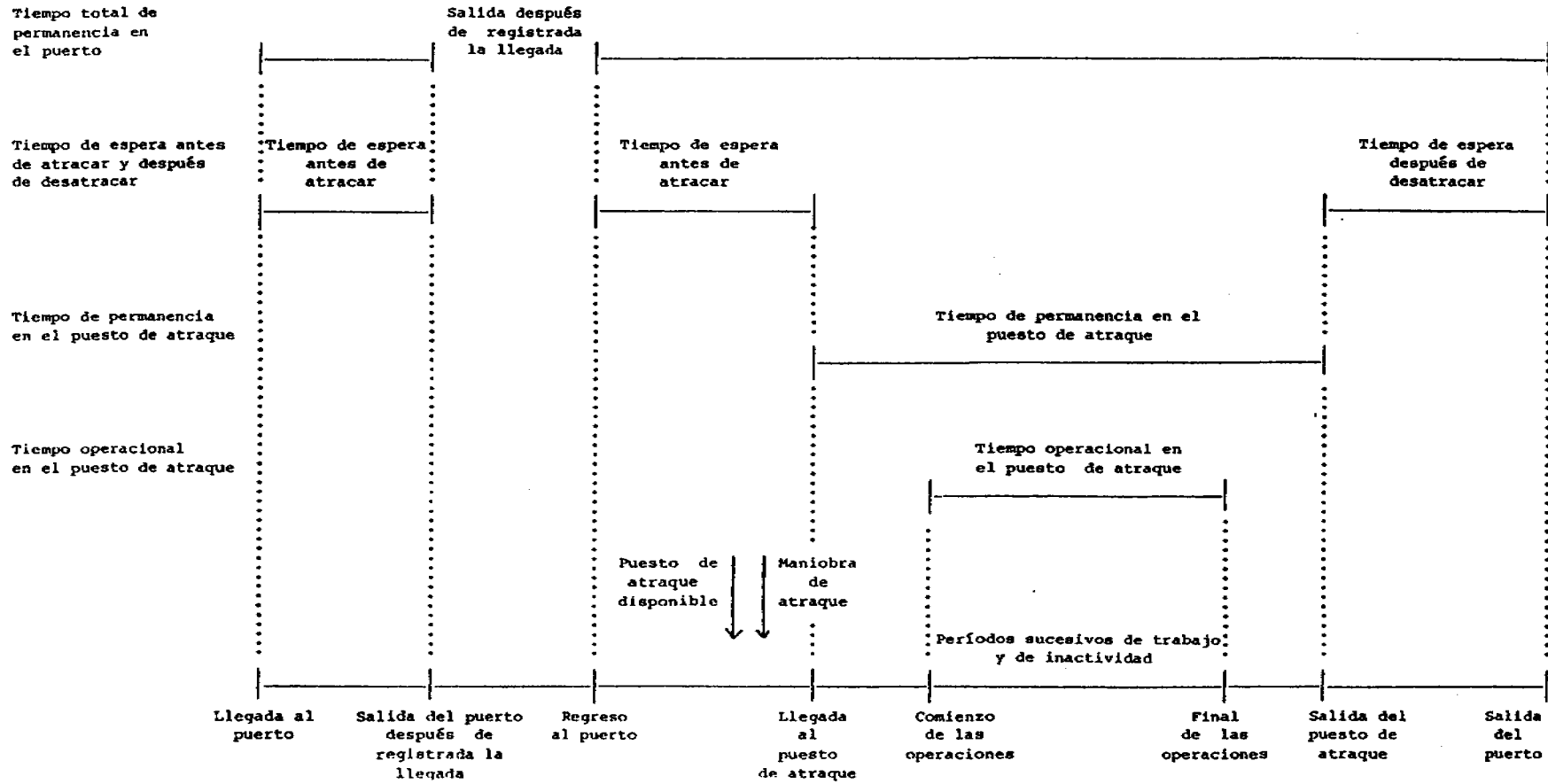
2.1. Tiempo de permanencia del buque en el puerto

7. En el gráfico 1 se indican las fases normales del tiempo de permanencia de un buque en el puerto. Para determinar la "productividad del buque" durante su paso por un puerto, lo principal es medir ante todo el "tiempo total de rotación en el puerto" de ese buque en esa escala (expresado generalmente en horas). Ahora bien, esa medida del tiempo total no tiene en sí valor absoluto, sino que necesita ser completada. Así, una segunda aproximación consiste en considerar el tiempo total de rotación en el puerto en función del tonelaje de mercancías que haya de ser manipulado durante esa escala, y una tercera aproximación es la que tiene en cuenta además la composición de la carga (que suele presentarse por clases principales, a saber: carga líquida a granel, carga seca a granel, carga general de tipo tradicional, carga contenedorizada). En un análisis económico se puede tratar especialmente de expresar los valores de la productividad del buque antes mencionados en términos monetarios teniendo debidamente en cuenta el costo diario de la permanencia del buque en el puerto (basado generalmente en valores medios por tipo y edad, aunque pueden existir importantes variaciones entre los distintos tipos de buques según el pabellón, la explotación y las condiciones de compra).

8. Hasta ahora, el "tiempo total de rotación" en el puerto se ha examinado sin proceder a la distribución del "tiempo de permanencia del buque" en períodos, como se hace en el gráfico 1. Aunque la reducción de cualquiera de esos períodos permite mejorar globalmente la "productividad del buque durante su permanencia en el puerto", es preciso hacer especial hincapié en por lo menos dos de ellos, a saber, el "tiempo de espera para el atraque del buque"

Gráfico 1

Distribución del tiempo total de permanencia del buque en el puerto



Código: (1) (2) (3) (4) (5) El buque desatraca y es espiado a otro puesto) (7) (8)
 ((6) El buque vuelve a atracar después de ser espiado)

Fuente: "Manual sobre un sistema uniforme de estadísticas portuarias e indicadores de rendimiento" (UNCTAD/SHIP/185/Rev.1).

y el "tiempo de permanencia del buque en el puesto de atraque". Estas dos magnitudes tienen una especial significación en los puertos que afrontan un problema latente o crítico de congestión portuaria, es decir, en los que los buques normalmente tienen que esperar antes de atracar porque todos los puntos de servicio adecuados ya están ocupados.

9. La importancia de esos dos períodos y, lo que es aún más esencial, sus relaciones directas, han sido examinadas antes de ahora en muy diversos estudios. Así, los gráficos 2, 3 y 4 representan las relaciones que para las instalaciones de carga general estableció teóricamente la secretaría de la UNCTAD en su estudio Movimiento de mercancías en los muelles. Métodos sistemáticos para mejorar las operaciones de manipulación de carga general 1/. Las razones matemáticas en función de las cuales se trazaron esas curvas figuran en el cuadro 1. Quizá sea útil señalar que los resultados obtenidos se basan en la fórmula de la teoría de las colas (distribución de Poisson para las llegadas de buques y distribución exponencial para los tiempos de servicio); se supuso que los puestos de atraque se asignaban por orden riguroso de llegada de los buques. Posteriormente se realizaron varios otros análisis basados en información portuaria adicional que dieron lugar a los coeficientes revisados que figuran en los cuadros 2 y 3, en los que no sólo se hace una distinción entre terminales de carga fraccionada y terminales especializadas 2/ sino que también se tiene en cuenta la experiencia práctica de los puertos 3/.

10. Sin embargo, aunque los tiempos de espera previstos son inferiores en los coeficientes revisados de los cuadros 2 y 3, todos los datos cuantitativos antes mencionados apuntan a unas conclusiones principales idénticas, las más importantes de las cuales se pueden resumir de la manera siguiente:

- a) El coeficiente de tiempo de espera previsto aumenta muy rápidamente con el aumento de los valores de ocupación del puesto de atraque. De esta manera, una disminución relativamente pequeña de los períodos de tiempo que permanece un buque en el puesto de atraque puede tener un efecto considerable en el tiempo de espera previsto y, por lo tanto, en la productividad del buque durante su permanencia en el puerto. Este efecto aparece claramente ilustrado en el gráfico 5, donde una pequeña mejora del rendimiento de manipulación de la carga da lugar a un importante ahorro del tiempo de rotación del buque;
- b) Para el mismo nivel de ocupación del puesto de atraque, la probabilidad de espera es mucho menor cuanto mayor sea el número de puestos de atraque idénticos disponibles. De ahí que el riesgo de tiempo de espera sea mayor en los puertos más pequeños que en los más grandes, aunque los valores de ocupación sean los mismos. Esta conclusión plantea además la cuestión de la importancia de un valor óptimo de ocupación del puesto de atraque que sea aplicable a todos los puertos y que a menudo las administraciones portuarias y los armadores solicitan en las conferencias y seminarios sobre puertos. ¿Existe realmente ese nivel ideal de utilización?

Gráfico 2

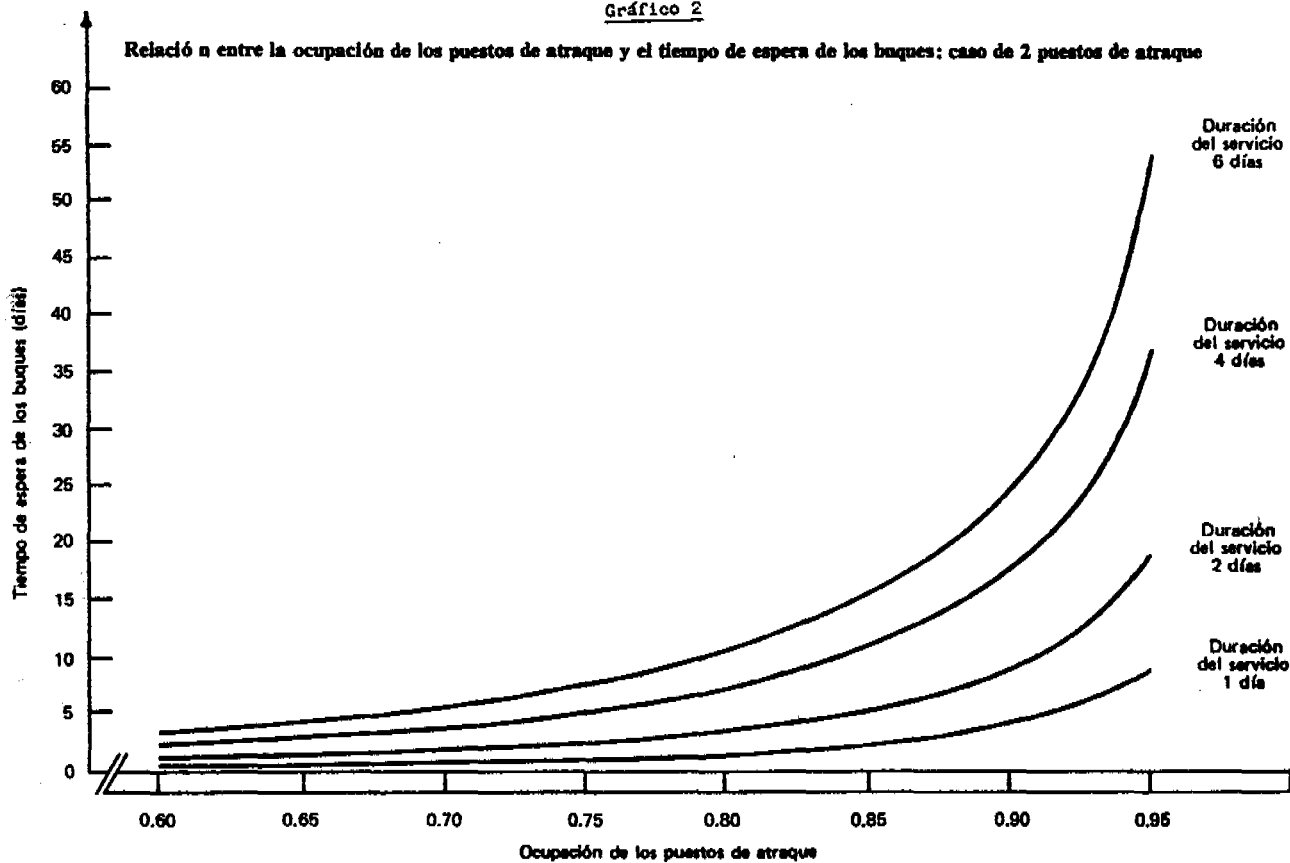
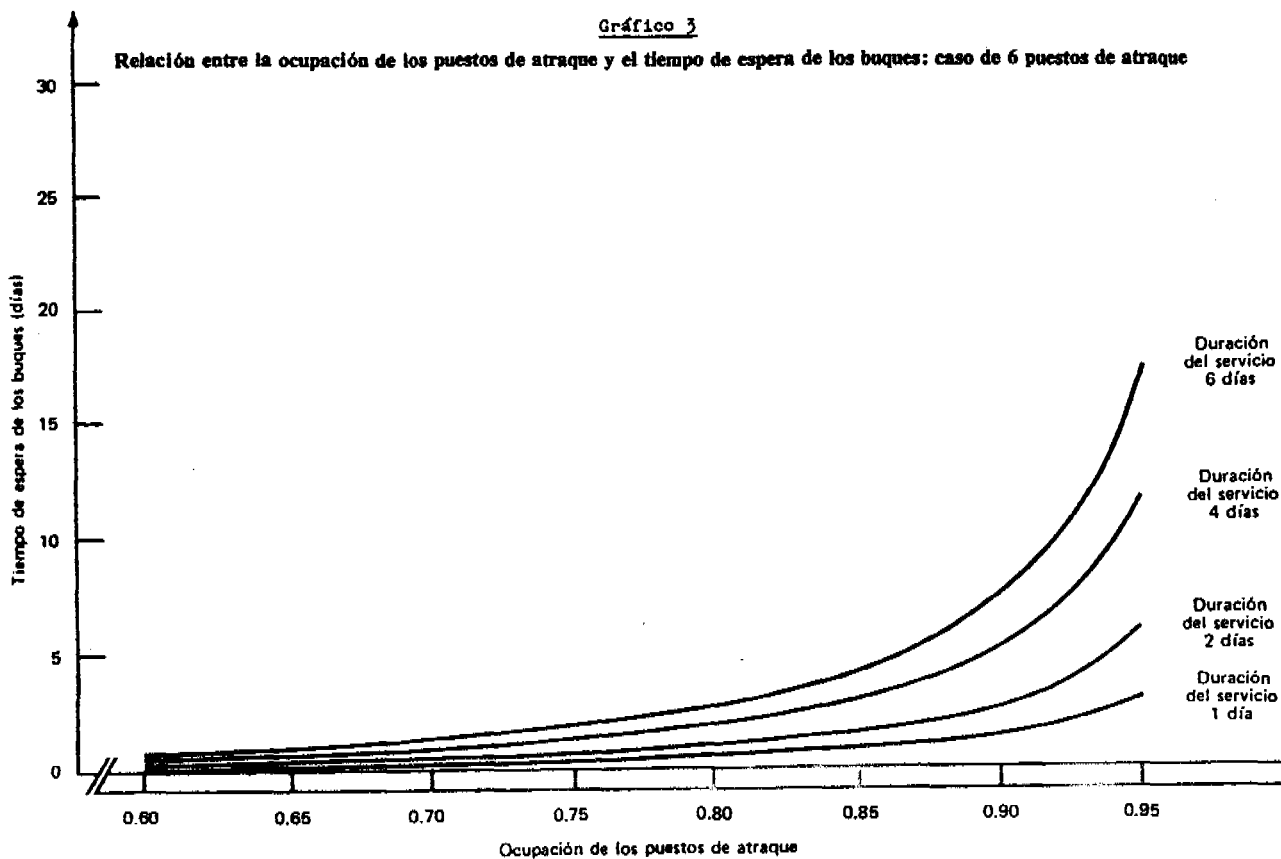
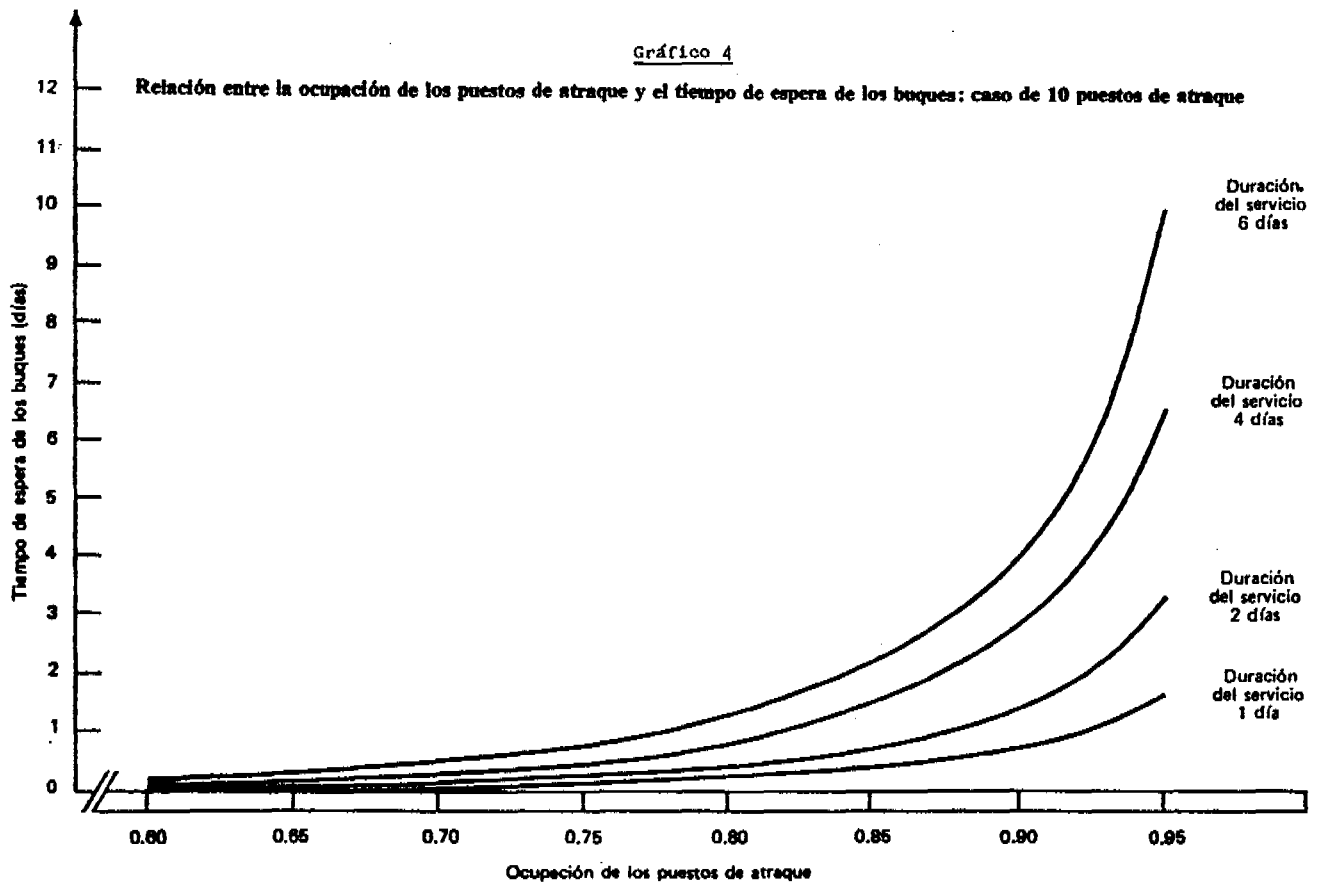


Gráfico 3





Fuente (gráficos 2, 3 y 4): Movimiento de mercancías en los muelles. Métodos sistemáticos para mejorar las operaciones de manipulación de carga general (publicación de las Naciones Unidas, Nº de venta: S.74.II.D.1).

CUADRO 1
Relación entre el tiempo de espera y el tiempo de servicio

	Número de puestos de atraque																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	0,050	0,053	0,003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,050	
	0,100	0,111	0,010	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,100	
	0,150	0,176	0,023	0,004	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,150	
	0,200	0,250	0,042	0,010	0,003	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,200	
	0,250	0,333	0,067	0,020	0,007	0,003	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,250	
	0,300	0,429	0,099	0,033	0,013	0,006	0,003	0,001	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,300	
	0,350	0,538	0,140	0,053	0,023	0,011	0,006	0,003	0,002	0,001	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,350	
	0,400	0,667	0,190	0,078	0,038	0,020	0,011	0,006	0,004	0,002	0,001	0,001	0,001	0,0	0,0	0,400	
	0,450	0,818	0,254	0,113	0,058	0,033	0,020	0,012	0,008	0,005	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,450	
	0,500	1,000	0,333	0,158	0,087	0,052	0,033	0,022	0,015	0,010	0,007	0,005	0,004	0,003	0,002	0,500	
	0,550	1,222	0,434	0,217	0,126	0,079	0,053	0,037	0,026	0,019	0,014	0,010	0,008	0,006	0,005	0,004	0,550
	0,575	1,353	0,494	0,254	0,151	0,097	0,066	0,047	0,034	0,025	0,019	0,014	0,011	0,009	0,007	0,005	0,575
	0,600	1,500	0,562	0,296	0,179	0,118	0,082	0,059	0,044	0,033	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008	0,600
Tasa de ocupación de los puestos de atraque	0,625	1,667	0,641	0,344	0,213	0,143	0,101	0,074	0,056	0,043	0,034	0,027	0,021	0,017	0,014	0,012	0,625
	0,650	1,857	0,732	0,401	0,253	0,173	0,124	0,093	0,071	0,055	0,044	0,035	0,029	0,024	0,020	0,016	0,650
	0,675	2,007	0,837	0,468	0,301	0,209	0,152	0,115	0,090	0,071	0,057	0,047	0,038	0,032	0,027	0,023	0,675
	0,700	2,333	0,961	0,547	0,357	0,252	0,187	0,143	0,113	0,091	0,074	0,061	0,051	0,043	0,037	0,031	0,700
	0,725	2,636	1,108	0,642	0,426	0,305	0,229	0,178	0,142	0,115	0,095	0,080	0,067	0,058	0,049	0,043	0,725
	0,750	3,000	1,286	0,757	0,509	0,369	0,281	0,221	0,178	0,147	0,123	0,104	0,089	0,076	0,066	0,058	0,750
	0,775	3,444	1,504	0,899	0,614	0,451	0,347	0,276	0,225	0,187	0,158	0,135	0,117	0,102	0,089	0,079	0,775
	0,800	4,000	1,778	1,079	0,746	0,554	0,431	0,347	0,286	0,240	0,205	0,176	0,154	0,135	0,119	0,106	0,800
	0,825	4,714	2,131	1,311	0,917	0,689	0,543	0,441	0,367	0,311	0,267	0,232	0,204	0,181	0,161	0,145	0,825
	0,850	5,667	2,604	1,623	1,149	0,873	0,693	0,569	0,477	0,408	0,353	0,310	0,274	0,245	0,220	0,199	0,850
	0,875	7,000	3,267	2,062	1,476	1,132	0,908	0,751	0,635	0,547	0,478	0,422	0,376	0,338	0,306	0,278	0,875
	0,900	9,000	4,263	2,724	1,969	1,525	1,234	1,028	0,877	0,761	0,669	0,594	0,533	0,482	0,439	0,402	0,900
	0,925	12,333	5,926	3,829	2,796	2,185	1,782	1,497	1,285	1,122	0,993	0,888	0,802	0,729	0,668	0,614	0,925
	0,950	19,000	9,256	6,047	4,457	3,511	2,885	2,441	2,110	1,855	1,651	1,486	1,348	1,233	1,134	1,049	0,950
	0,975	38,999	19,252	12,708	9,451	7,504	6,211	5,291	4,602	4,068	3,642	3,295	3,006	2,762	2,553	2,373	0,975

Fuentes: Cálculos efectuados por la secretaría de la UNCTAD según la fórmula de la teoría de las colas (distribución de Poisson para las llegadas de buques y distribución exponencial para los tiempos de servicio). Se supuso que los puestos de atraque se asignaban por orden riguroso de llegada de los buques.

CUADRO 2

Coefficientes de tiempos de espera: tiempos medios de espera de los buques en una cola $M/E_2/n$

(En unidades de tiempo medio de servicio)

(Llegadas aleatorias, tiempos de servicio distribuidos según la fórmula Erlang 2)

Utilización	Número de puestos de atraque														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,30	0,32	0,08	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,31	0,34	0,09	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,32	0,35	0,09	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,33	0,36	0,09	0,04	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,34	0,37	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,35	0,39	0,11	0,04	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,36	0,41	0,11	0,04	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,37	0,43	0,12	0,05	0,03	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,38	0,44	0,13	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,39	0,46	0,13	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,40	0,48	0,14	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,41	0,50	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
0,42	0,52	0,16	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,43	0,54	0,16	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,44	0,56	0,17	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,45	0,59	0,18	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—
0,46	0,61	0,19	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—
0,47	0,64	0,20	0,09	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—
0,48	0,66	0,21	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—
0,49	0,69	0,23	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—	—
0,50	0,72	0,24	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—	—
0,51	0,74	0,25	0,12	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—
0,52	0,78	0,26	0,13	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—
0,53	0,81	0,28	0,13	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—	—
0,54	0,84	0,29	0,14	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	—	—	—
0,55	0,88	0,31	0,15	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—	—
0,56	0,91	0,33	0,16	0,10	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	—	—
0,57	0,95	0,35	0,17	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—	—
0,58	1,00	0,37	0,18	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	—
0,59	1,04	0,39	0,19	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	—
0,60	1,08	0,42	0,20	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,61	1,13	0,44	0,22	0,14	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
0,62	1,18	0,47	0,23	0,15	0,10	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
0,63	1,23	0,49	0,25	0,16	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
0,64	1,29	0,51	0,27	0,17	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
0,65	1,34	0,53	0,29	0,19	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
0,66	1,40	0,60	0,31	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
0,67	1,48	0,63	0,33	0,22	0,14	0,11	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
0,68	1,55	0,66	0,36	0,23	0,16	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
0,69	1,62	0,70	0,38	0,25	0,17	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
0,70	1,70	0,72	0,42	0,27	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
0,71	1,80	0,78	0,44	0,29	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
0,72	1,90	0,83	0,48	0,31	0,22	0,17	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03
0,73	1,99	0,87	0,51	0,34	0,24	0,18	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04
0,74	2,08	0,93	0,54	0,36	0,26	0,20	0,16	0,13	0,10	0,09	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04
0,75	2,20	1,00	0,59	0,39	0,28	0,22	0,17	0,14	0,11	0,10	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05
0,76	2,31	1,08	0,63	0,42	0,30	0,24	0,19	0,15	0,13	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06
0,77	2,46	1,16	0,68	0,45	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,07
0,78	2,59	1,23	0,73	0,49	0,36	0,28	0,23	0,19	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07
0,79	2,75	1,30	0,79	0,53	0,40	0,31	0,25	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08
0,80	2,95	1,40	0,84	0,57	0,43	0,34	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09
0,81	3,17	1,50	0,92	0,63	0,47	0,38	0,30	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
0,82	3,45	1,70	0,98	0,68	0,52	0,42	0,34	0,27	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11
0,83	3,75	1,85	1,08	0,74	0,57	0,47	0,38	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13
0,84	4,10	1,90	1,16	0,81	0,64	0,50	0,42	0,34	0,29	0,26	0,22	0,20	0,17	0,16	0,15
0,85	4,40	2,05	1,28	0,90	0,70	0,56	0,46	0,38	0,32	0,29	0,25	0,22	0,19	0,18	0,16
0,86	4,75	2,20	1,40	0,98	0,76	0,61	0,51	0,42	0,36	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
0,87	5,20	2,40	1,52	1,07	0,84	0,67	0,56	0,47	0,40	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,20
0,88	5,60	2,60	1,68	1,16	0,92	0,75	0,63	0,52	0,45	0,39	0,35	0,31	0,28	0,26	0,24
0,89	6,10	2,85	1,83	1,29	1,01	0,83	0,70	0,58	0,50	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29	0,27
0,90	6,60	3,20	2,00	1,43	1,12	0,92	0,76	0,64	0,56	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33	0,30

Fuente: cálculos de la secretaria de la UNCTAD.

CUADRO 3

Tiempos medios de espera de los buques en una cola $E_2|E_2/n$
(En unidades de tiempo medio de servicio)

Utilización	Número de puestos de atraque							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,10	0,02	0	0	0	0	0	0	0
0,15	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0
0,20	0,06	0,01	0	0	0	0	0	0
0,25	0,09	0,02	0,01	0	0	0	0	0
0,30	0,13	0,02	0,01	0	0	0	0	0
0,35	0,17	0,03	0,02	0,01	0	0	0	0
0,40	0,24	0,06	0,02	0,01	0	0	0	0
0,45	0,30	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0	0
0,50	0,39	0,12	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0
0,55	0,49	0,16	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
0,60	0,63	0,22	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
0,65	0,80	0,30	0,16	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02
0,70	1,04	0,41	0,23	0,14	0,10	0,07	0,05	0,04
0,75	1,38	0,58	0,32	0,21	0,14	0,11	0,08	0,07
0,80	1,87	0,83	0,46	0,33	0,23	0,19	0,14	0,12
0,85	2,80	1,30	0,75	0,55	0,39	0,34	0,26	0,22
0,90	4,36	2,00	1,20	0,92	0,65	0,57	0,44	0,40

Fuente: E. Page, *Queuing Theory in OR*, Londres, Butterworths, 1972, pag. 155.

Gráfico 5

Efecto de la reducción del tiempo de descarga y carga en el tiempo de rotación

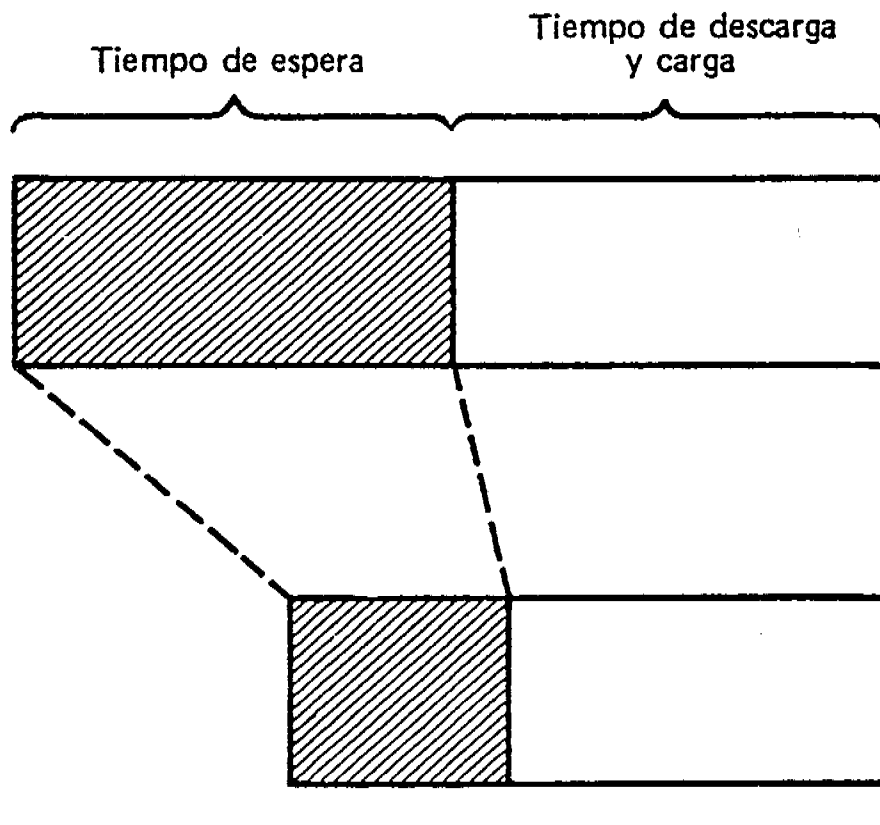


Gráfico 6

Variación de los gastos totales en el puerto al aumentar el tráfico

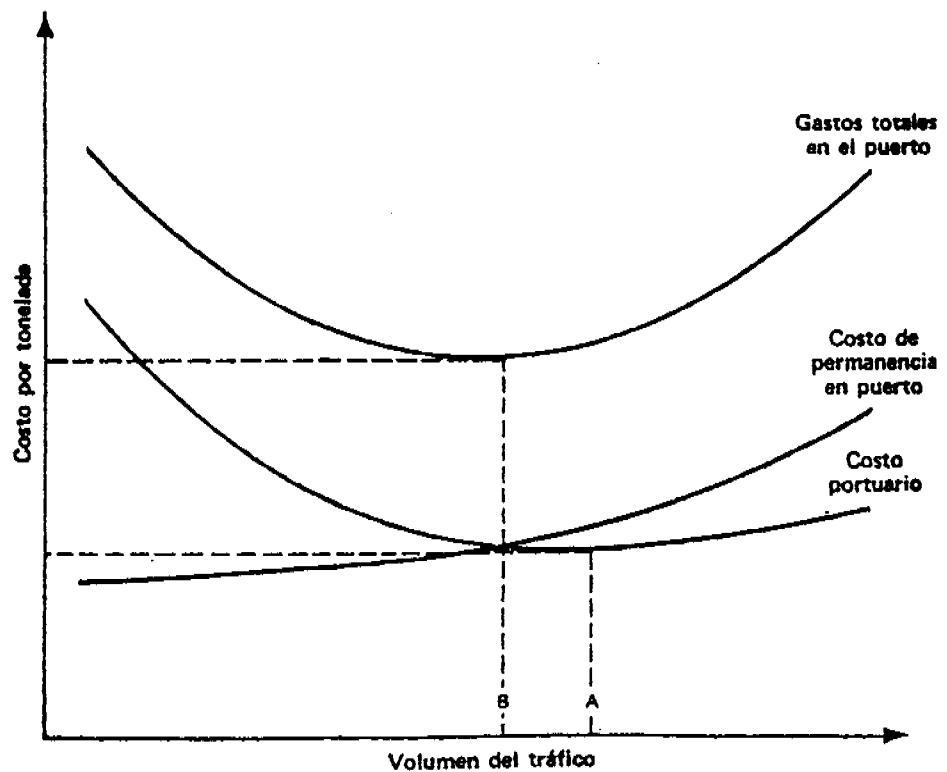
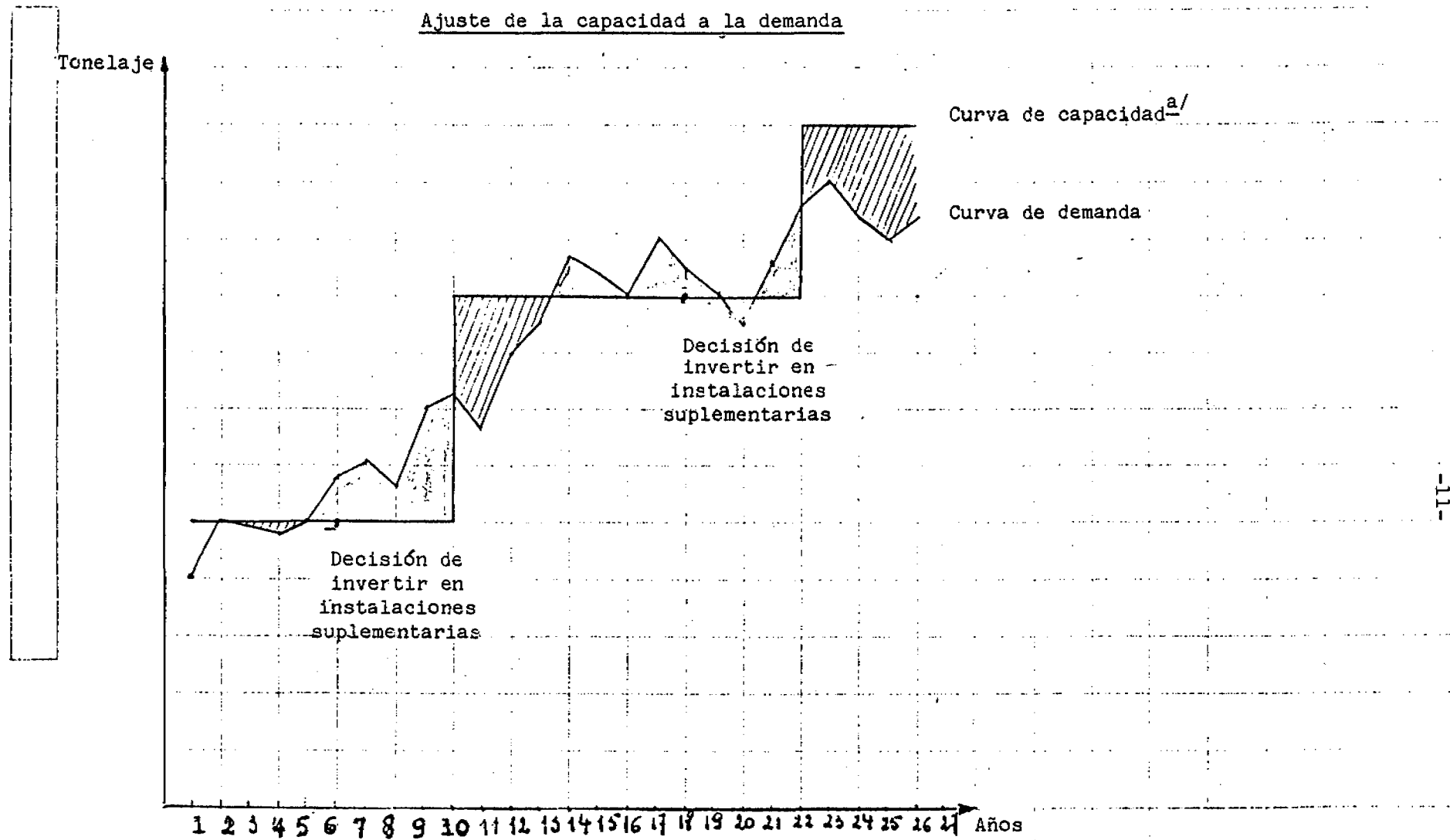


Gráfico 7

Ajuste de la capacidad a la demanda



a/ Para simplificar la presentación y aclarar la relación entre capacidad y demanda se parte del supuesto de que la capacidad permanece invariable a corto plazo..

- c) Aunque el valor óptimo de ocupación del puesto de atraque quizás tenga sentido para determinadas terminales o grupos bien definidos de puestos de atraque para carga fraccionada, es poco probable que las administraciones portuarias puedan garantizar constantemente y a largo plazo ese valor óptimo. No es efectivamente una petición realista, porque tanto las fluctuaciones del tráfico, que son muy amplias, como la indivisibilidad de las inversiones en infraestructura portuaria se oponen a ello. En último término, sin embargo, quizá sea posible llegar a una solución de transacción basada, por ejemplo, en un costo medio total mínimo de permanencia en el puerto, como se indica en el gráfico 6. Conviene señalar, no obstante, que el costo total de permanencia en el puerto tiene un punto mínimo que se alcanza con un volumen de tráfico muy inferior al que resulta en el costo portuario más bajo. Esta conclusión apunta, de hecho, a la existencia de una contradicción básica y esencial entre los intereses del armador y los del puerto. Las compañías navieras insistirán en un atraque inmediato, ningún tiempo de espera y, por lo tanto, un número mayor de puntos de atraque que el estrictamente necesario para satisfacer la demanda en ese momento. El puerto se fijará como objetivo reducir todo lo que sea factible la infraestructura de capital y lograr los máximos niveles de ocupación posibles;
- d) De lo que antecede, y en particular de los argumentos expuestos en el apartado c), se deduce claramente que no sólo se puede lograr que la "productividad del buque durante su permanencia en el puerto" sea alta mediante el aumento del rendimiento del puerto durante las distintas fases de servicio (y especialmente la de manipulación de la carga), sino que también esa "productividad del buque durante su permanencia en el puerto" más alta puede ser consecuencia de cierto exceso del número de instalaciones (por ejemplo, puestos de atraque como capacidad de reserva), política que para algunos equivale a la creación de un excedente de capacidad. Es cierto, sin duda, que la divisoria entre ambos es sumamente vaga y que, de hecho, puede cambiar con el tiempo. Esto puede atribuirse simultáneamente a la fluctuación de la demanda (también a corto plazo) y a la indivisibilidad de la capacidad (la capacidad es en sí un valor flexible que varía según factores como la composición de la carga, las condiciones de explotación, los tipos de buque y el tamaño de los envíos) 4/.

11. El gráfico 7 ilustra esquemáticamente de manera simplificada esta dificultad de ajustar la capacidad y la demanda portuarias a largo plazo. El desequilibrio probablemente será aún mayor a corto plazo. Por otra parte, cuando los volúmenes de tráfico excedan de la capacidad, el puerto estará sometido a presiones muy fuertes de sus principales usuarios para proporcionar inmediatamente una mayor capacidad, exigencia que, como es evidente, no es fácil de satisfacer. Así pues, muchos puertos de los países industrializados han adoptado la decisión política de prever cierto margen de seguridad en lo que concierne a la capacidad, lo que contribuye a aumentar la productividad y mejora a su vez la capacidad global del puerto. Ahora bien, este margen de seguridad entraña un costo, y la mayoría de los países en desarrollo

consideran inoportuno invertir en esa capacidad adicional cuando los recursos son escasos. Conviene señalar, sin embargo, que el costo suplementario de prever instalaciones de reserva quizá sea relativamente poco importante en comparación con los recargos por congestión del puerto y las multas que tiene que satisfacer un país cuando la capacidad del puerto ya no se ajusta a la demanda del tráfico.

12. Así pues, en conclusión, las magnitudes utilizadas para medir la duración de la "permanencia del buque en el puerto" constituyen indicadores esenciales de la calidad del servicio ofrecido a los principales usuarios de un puerto. Conviene señalar que valores idénticos pueden ser apreciados de manera muy diferente por los distintos armadores, según sus necesidades prioritarias, y que por lo tanto su valoración de la calidad del servicio ofrecido puede ser muy distinta.

2.2. Medición del rendimiento de las operaciones de manipulación de la carga a bordo y en tierra

13. El período esencial del "tiempo de permanencia en el puesto de atraque" está constituido fundamentalmente por períodos sucesivos de trabajo e inactividad durante los cuales se efectúan las operaciones de manipulación de la carga. De resultas de ello, el rendimiento de las operaciones de manipulación de la carga determina en gran parte la calidad del servicio prestado al buque y, por consiguiente, merece un análisis especial. Para medir eficazmente el rendimiento de las operaciones de manipulación de la carga se necesitan dos grupos de indicadores, a saber:

indicadores de rendimiento;

indicadores de productividad.

14. Los indicadores de rendimiento proporcionan información sobre el volumen total de trabajo realizado en un período concreto o sobre el tonelaje manipulado en un tiempo determinado. Los indicadores de rendimiento más comúnmente utilizados en los puertos son:

el movimiento de mercancías en el puesto de atraque;

el rendimiento del sistema de carga y descarga del buque;

el trabajo de las cuadrillas.

Estos dos últimos valores evidentemente sirven también para medir la productividad y la eficiencia, siendo el último el indicador de productividad más frecuentemente utilizado.

15. Para determinar el movimiento de mercancías en el puesto de atraque se mide el tonelaje total de carga manipulado en un puesto de atraque en un período determinado. El movimiento de mercancías en el puesto de atraque suele calcularse sobre una base semanal, mensual o anual. Ahora bien, esta magnitud no proporciona ninguna indicación acerca de la eficiencia de la gestión de las instalaciones. Más aún, esta magnitud sólo tiene sentido si se distingue con mayor precisión aclarando la clase de carga manipulada, las

técnicas de manipulación utilizadas (por ejemplo, cucharas, transportadores de cinta, aparejo de tipo corriente, equipo de manipulación de contenedores), la vía seguida (vía directa o vía indirecta) y las unidades de medida (toneladas de peso, toneladas de flete, toneladas métricas de arqueo). Se trata fundamentalmente de una medida de la "actividad" en una instalación.

16. La medición del rendimiento del sistema de carga y descarga del buque constituye un claro indicio de la eficiencia de las operaciones de manipulación de la carga. No obstante, en este caso también es preciso hacer las mismas distinciones que en el caso del movimiento de las mercancías en el puesto de atraque. Las magnitudes más frecuentemente utilizadas son, entre otras:

toneladas manipuladas por hora de trabajo y por buque;

toneladas manipuladas por hora de permanencia del buque en el puesto de atraque;

toneladas manipuladas por hora de permanencia del buque en el puerto.

La existencia de grandes diferencias entre esos valores será indicio de que las pérdidas de tiempo para el buque en el puesto de atraque o en el puerto son considerables.

17. Un ejemplo simplificado puede servir muy bien para ilustrar la importancia de la comparación entre esas tres magnitudes. Supóngase un buque que haya llegado al puerto a las 4 de la mañana, haya atracado a las 5 de la mañana, haya iniciado la carga y descarga a las 8 de la mañana, haya terminado las operaciones a las 6 de la tarde, haya desatracaado a las 11 de la noche y haya salido del puerto a medianoche, y que durante su permanencia haya manipulado un total de 1.000 toneladas de carga general. Las correspondientes magnitudes de rendimiento serían:

Toneladas manipuladas por hora de trabajo
y por buque: $1.000 \text{ t}/10 \text{ h} = 100 \text{ t/h};$

Toneladas manipuladas por hora de permanencia
del buque en el puesto de atraque: $1.000 \text{ t}/18 \text{ h} = 55 \text{ t/h};$

Toneladas manipuladas por hora de permanencia
del buque en el puerto: $1.000 \text{ t}/20 \text{ h} = 50 \text{ t/h}.$

Muchos armadores también harán el cálculo siguiente:

Rendimiento del sistema de carga y descarga
del buque por 24 horas de permanencia en
el puerto: $\frac{1.000 \text{ t} \times 24 \text{ h}}{20 \text{ h}} = \frac{1.200 \text{ t}}{\text{x } 24 \text{ h}}$

En este ejemplo muy simplificado es evidente que la diferencia entre las 55 toneladas por hora en el puesto de atraque y las 100 toneladas por hora de trabajo y por buque apunta a una pérdida de tiempo en el puesto de atraque, cuando no se efectúan operaciones de carga y descarga del buque. Aunque este ejemplo no permite determinar con precisión las razones exactas de que el buque haya permanecido tanto tiempo inactivo, el director de explotación del puerto sin duda tendría motivos para investigar las causas fundamentales y adoptar las necesarias medidas correctivas.

18. Otra magnitud muy utilizada para medir el rendimiento es el trabajo de la cuadrilla. Consiste en la cantidad media (toneladas) de mercancías manipuladas por una cuadrilla durante cierto período, normalmente una hora. Es, pues, el valor más significativo en lo que concierne al rendimiento de la mano de obra, aunque nuevamente la mera magnitud "toneladas por hora-cuadrilla" necesita ser completada mediante datos explicativos de factores tales como la composición de la cuadrilla, las mercancías manipuladas, la disposición del buque y otros muchos para poder llegar a conclusiones válidas. Otro perfeccionamiento al que tienden ciertos analistas consiste en expresar el rendimiento en horas-hombre en vez de horas-cuadrilla, eliminando de ese modo el factor deformador de la "composición de la cuadrilla". Quizás convenga subrayar asimismo que en las terminales de contenedores el rendimiento se mide actualmente en "contenedores por hora-grúa bruta o neta", puesto que el concepto de cuadrilla en tales operaciones ya no se ajusta a la realidad.

19. Los indicadores de productividad de la manipulación de la carga son diferentes de los indicadores de rendimiento, ya que en realidad establecen una relación entre el rendimiento logrado y el esfuerzo necesario para alcanzarlo, expresada en términos monetarios. Este concepto está relacionado muy estrechamente con el de costo-eficacia, puesto que se entiende que la manipulación de más bajo costo es la que presenta una relación costo-eficacia más favorable. La diferencia entre rendimiento y productividad y, en especial, el hecho de que un aumento de la producción no entrañe necesariamente una mejora de la productividad deja muchas veces perplejos tanto a las administraciones como a los consultores portuarios. En efecto: es posible aumentar el número de toneladas manipuladas en un puesto de atraque empleando más hombres por cuadrilla y más cuadrillas por buque, y utilizando más equipo o más espacio de almacenamiento. Sin embargo, aunque esta intensificación del esfuerzo producirá sin duda un mayor rendimiento, no garantiza de por sí una productividad más elevada (es decir, una relación costo-eficacia más favorable). El cuadro 4 constituye una simple ilustración de esa relación a veces paradójica. Por ejemplo, en el sistema actual una cuadrilla de 20 trabajadores portuarios logra sólo un rendimiento de 40 toneladas por hora-buque, mientras que el sistema previsto permitiría la manipulación de 75 toneladas por hora-buque (un aumento de casi el 90%). Ahora bien, desde el punto de vista de la relación costo-eficacia, la bondad de esa modificación es discutible, ya que el costo de manipulación de la carga aumentaría en realidad de 11 a 12,2 dólares por tonelada. Sólo si se lograra realmente un ahorro de tiempo de permanencia del buque en el puerto se podría considerar que esa variante presenta globalmente una relación costo-eficacia más favorable 5/.

Cuadro 4

La paradójica relación entre rendimiento y productividad en un puerto

Sistema actual		Sistema previsto
20	Trabajadores portuarios por cuadrilla	26
1	Número medio de grúas por cuadrilla	1.5
2	Número de cuadrillas por buque	3
20	Rendimiento por hora-cuadrilla	25
40	Rendimiento por hora-buque	75
\$100	Costo total de las grúas utilizadas por hora-grúa	\$100
\$6	Costo total por hora-hombre	\$6
\$200	Costo total de las grúas utilizadas por hora-buque	\$450
\$240	Costo total de la hora-hombre por hora-buque	\$468
\$440:40 t= \$11.00/t	Costo total por tonelada	\$918:75 t= \$12.24/t

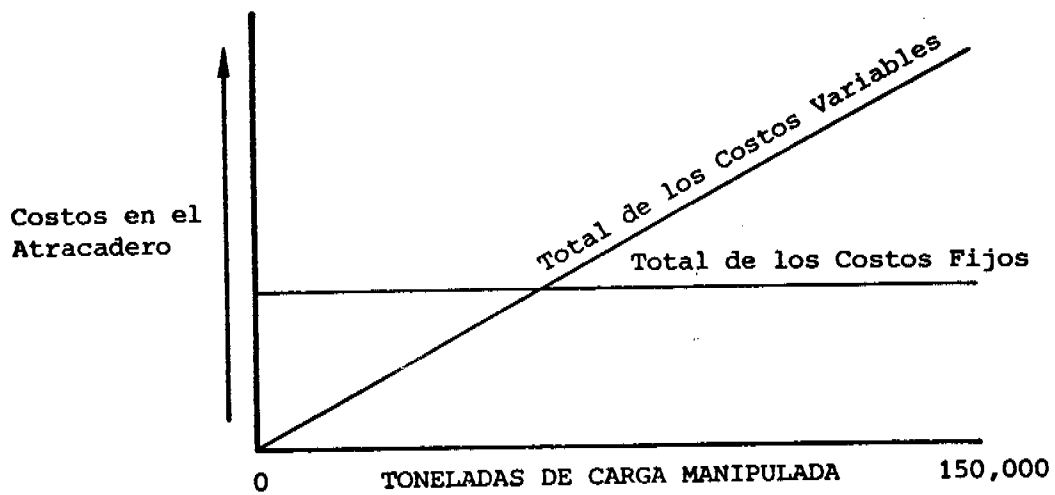
20. Esta relación especial explica también la tensión entre, por ejemplo, las empresas de carga y descarga o explotadoras de terminales, por una parte, y las compañías navieras o los agentes marítimos, por otra, al prepararse los planes diarios de las operaciones de manipulación de la carga. Invariablemente, los navieros exigirán la máxima atribución de cuadrillas y equipo mientras que las empresas de carga y descarga tratarán de lograr una buena relación costo-eficacia en función de la distribución de la carga a bordo y la escotilla o el compartimento "principal".

21. Por último, es importante subrayar que, aunque el "costo más bajo por tonelada" quizá sea un objetivo realista en la mayoría de los puertos para la mayoría de los buques, pueden darse circunstancias que contradigan este supuesto básico. En especial, cuando un puerto o una zona portuaria especializada tiene una mala racha de congestión, las consideraciones de costo-eficacia dejan de tener primacía y los esfuerzos de la administración portuaria estarán encaminados a mejorar en todo lo posible el rendimiento. Cabe que el costo total potencial de la congestión para un país sea de tal magnitud que los costos de manipulación de la carga se conviertan en un elemento relativamente secundario.

22. La medición de la productividad y la relación costo-eficacia del puerto plantea también otra cuestión importante. Hasta ahora todos los costos se han presentado como si fuesen homogéneos y tuvieran el mismo carácter. Sin embargo, para comprender mejor el significado de la medición de la productividad, es indispensable distinguir entre costos fijos y costos variables. Los costos fijos son independientes del rendimiento (por lo menos hasta la plena realización del potencial de una instalación), mientras que los costos variables crecen a medida que el rendimiento aumenta. De ahí que al aumentar el movimiento de mercancías en una instalación de un puerto aumenten también los costos totales del puesto de atraque (puesto que aumenta el total de los costos variables aunque no varíen los costos fijos). Ahora bien, si esos costos se expresan por tonelada de mercancías manipulada, la situación pasa a ser muy distinta. En tal caso, el costo total por tonelada disminuirá al aumentar el movimiento de mercancías (a causa de la disminución de los costos fijos por tonelada mientras los costos variables por tonelada permanecen constantes). Esas dos relaciones, ilustradas en los gráficos 8 y 9, explican la importancia que las administraciones portuarias y las empresas explotadoras de terminales atribuyen al logro de la plena utilización de la capacidad existente, especialmente cuando se trata de instalaciones que se caracterizan por un importante elemento de costos fijos (como las terminales de contenedores o para cargas líquidas y secas a granel).

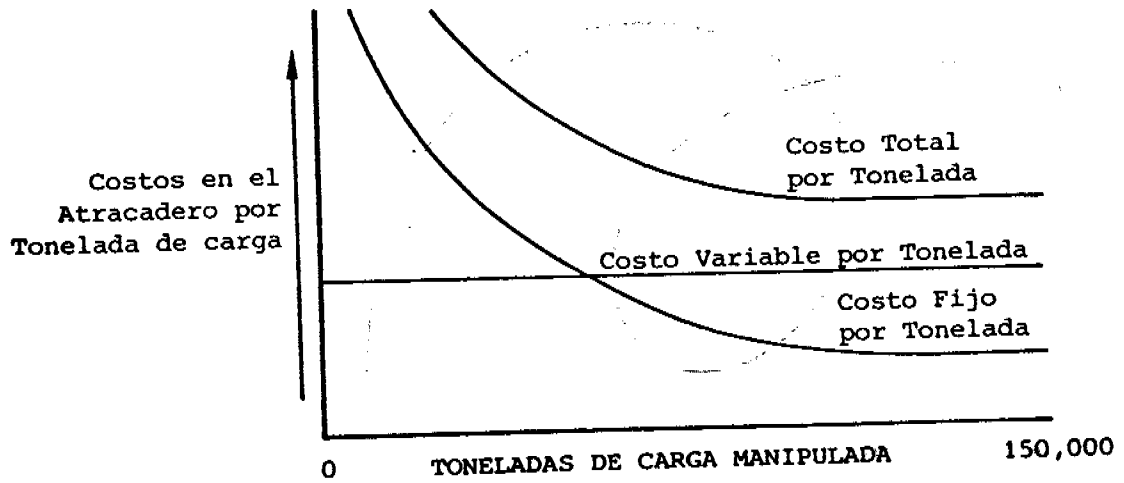
23. En los puestos de atraque para carga general (de tipo tradicional, para el tráfico ro/ro, de contenedores o polivalentes), los costos de la mano de obra suelen representar una proporción importante del costo total. Por eso, un indicador de la productividad especialmente significativo es el que relaciona el personal y los costos, es decir, el "costo de la mano de obra por tonelada de carga manipulada". Es esencial, sin embargo, comprender que en los últimos años la naturaleza del elemento del costo de la mano de obra ha pasado de constituir exclusivamente un "costo variable" a ser principalmente un "costo fijo" 6/. Este cambio conduce finalmente a un aumento de la productividad y a una disminución de los niveles de empleo y fomenta una mecanización de gran trascendencia 7/. Sea como sea, los costos de la mano de obra, cuando se hacen "fijos", obligan a la administración portuaria, como en el caso de otros costos fijos, a aplicar una política de plena utilización de las instalaciones existentes para lograr la máxima productividad.

Gráfico 8



Fuente: UNCTAD, Mejora del rendimiento portuario. Gestión de las operaciones de carga general (Cardiff, Drake Educational Associates Ltd., 1982).

Gráfico 9



Fuente: UNCTAD, Mejora del rendimiento portuario. Gestión de las operaciones de carga general (Cardiff, Drake Educational Associates Ltd., 1982).

2.3. Medición de la tasa de ocupación

24. Al examinar el "tiempo de permanencia del buque en el puerto" (véase el epígrafe 2.1) y, en particular, la relación entre tiempo de servicio y tiempo de espera, ya se puso de relieve el significado y la importancia de la ocupación del puesto de atraque. Se trata de una magnitud que a menudo es mal comprendida por las administraciones portuarias y que, por lo tanto, puede constituir un elemento especialmente peligroso en el proceso de adopción de decisiones 8/. La ocupación del puesto de atraque indica efectivamente el nivel de utilización de las instalaciones durante un período de tiempo determinado (que normalmente es de una semana, un mes o un año), basado en una tasa efectiva de ocupación que se calcula por horas o por días. Por eso, como se indica en el cuadro 5, los mismos datos básicos presentan diferencias importantes.

Cuadro 5

Cálculo de las tasas de ocupación del puesto de atraque:
ejemplo de las diferencias entre el registro
por horas y el registro por días

(Basado en los datos incluidos en el anexo I)

Fecha	Por horas			Por días		
	Puesto de atraque N° 7	Puesto de atraque N° 8	Puesto de atraque N° 9	Puesto de atraque N° 7	Puesto de atraque N° 8	Puesto de atraque N° 9
2/10	16.5	0.0	15.0	1	0	1
3/10	0.0	10.0	21.0	0	1	1
4/10	22.0	19.0	17.0	1	1	1
5/10	19.0	24.0	22.0	1	1	1
6/10	22.0	19.5	24.0	1	1	1
7/10	24.0	24.0	14.0	1	1	1
8/10	10.0	24.0	7.0	1	1	1
Total	113.5 h	120.5 h	120.0 h	6 d	6 d	7 d

Así pues, en nuestro ejemplo la tasa de ocupación del puesto de atraque puede ser:

Calculada por horas: 70,2% $(\frac{354 \text{ h}}{504 \text{ h}})$

Calculada por días: 90,5% $(\frac{19 \text{ d}}{21 \text{ d}})$

La importancia de esas diferencias se deduce fácilmente de los valores que figuran en los cuadros 1, 2 y 3. Conviene tener presente que el cálculo más perfeccionado es el más preciso, pero no necesariamente aquél en que se basan las reglas empíricas.

25. Las tasas globales de ocupación del puesto de atraque son indicadores muy importantes, pero no dan razón directamente de las causas fundamentales del alto o bajo nivel de ocupación, ni del valor productivo de ésta. Así pues, es necesario subdividir el tiempo total disponible en el puesto de atraque en los siguientes períodos:

"Puesto libre";

"Puesto ocupado sin trabajo efectivo";

"Puesto ocupado con trabajo efectivo";

"Puesto ocupado por buque no operacional" 9/.

Un simple ejemplo permitirá poner de manifiesto la utilidad de este planteamiento. Supóngase que en un puerto con tres puestos de atraque para carga general de tipo tradicional la tasa general de ocupación del puesto de atraque sea del 85%, y que este porcentaje se distribuya de la manera siguiente: un 25% "puesto ocupado sin trabajo efectivo", un 35% "puesto ocupado con trabajo efectivo" y un 25% "puesto ocupado por buque no operacional"; en este caso, es evidente que el 35% correspondiente al período "ocupado con trabajo efectivo" es poco satisfactorio y que el sistema adolece de grave ineficiencia en el uso productivo de las instalaciones y permite un exceso de "tiempo no operacional" (probablemente a causa de la falta de oportunidades de trabajo por turnos o de la poca disposición de los propietarios del buque a autorizar horas extraordinarias). Al mismo tiempo, una tasa de ocupación del 85% en un grupo de sólo tres puestos de atraque entraña un riesgo muy elevado de espera.

26. Una primera reacción quizás fuera estudiar la construcción de nuevos puestos de atraque en vez de realizar un esfuerzo y considerar las causas más evidentes, como la escasa predisposición a autorizar las operaciones a bordo en horas de trabajo de costo más elevado o la utilización de los puestos de atraque para fines distintos de la simple manipulación comercial de la carga. La eliminación de esos tiempos no productivos reduciría la tasa prevista de tiempo de espera del puerto de 1,34 a 0,04 10/, lo que supondría un ahorro de tiempo de permanencia del buque y una mejora de la disponibilidad de los puestos de atraque más que simbólicos.

3. Evaluación del rendimiento y la productividad de los puertos

27. Del precedente estudio de la medición del rendimiento y la productividad de los puertos se desprende una conclusión de suma importancia: el rendimiento y la productividad de los puertos no se puede determinar mediante un sólo indicador o un sólo valor global. La complejidad de las operaciones portuarias, y en particular la relación recíproca entre los diversos elementos esenciales, como la eficiencia de utilización de los buques, la zona de atraque, el equipo y la mano de obra, hacen imperativo tomar como base una serie de indicadores si se quiere llegar a una evaluación exacta y seria del rendimiento de un puerto.

28. Los indicadores antes mencionados suelen presentarse en un resumen gráfico de los indicadores primarios de rendimiento por principales clases de carga. Los gráficos 10 y 11 contienen ejemplos de esos resúmenes para los tráficos de carga fraccionada y de contenedores en un estudio sobre un puerto imaginario pero realista. Aunque esos gráficos no proporcionan necesariamente una explicación completa de los posibles defectos en materia de rendimiento o productividad, sirven sin duda para poner de relieve las insuficiencias importantes. Para descubrir las causas exactas de los defectos observados, la administración portuaria debe recurrir a indicadores secundarios de rendimiento o a un trabajo efectivo de observación y medición sobre el terreno. En esta sección se expondrá la utilización de los indicadores secundarios para comprender mejor el sentido de las magnitudes esenciales del rendimiento y la productividad, a saber, las toneladas por horas-cuadrilla y las toneladas por horas-hombre.

29. Los puertos han venido dedicando hasta ahora muchos esfuerzos a la determinación de las tasas de productividad respectivas de las distintas operaciones. Sin embargo, son muy pocos los estudios importantes 11/ que han examinado las causas principales de las cifras resultantes sobre el rendimiento. En esta sección se examinan más atentamente los resultados registrados y se trata de determinar los principales factores fundamentales que influyen en esos valores de productividad. En lo que concierne a las horas-cuadrilla brutas, los valores registrados presentan variaciones particularmente amplias. La causa principal de la asimetría de la "curva normal" de los datos estadísticos estriba, por supuesto, en el amplio número de posibles factores determinantes, que tienden a que el resultado final sea prácticamente "aleatorio". Los gráficos 12 y 13 presentan los histogramas de productividad elaborados para los datos estadísticos de los puertos de La Valetta (Malta) y Valparaíso (Chile) 12/. Ambos se distinguen por una dispersión muy amplia de las toneladas por hora-cuadrilla registradas (de casi una tonelada a cerca de 30 toneladas) y una media muy similar de ± 13 toneladas por hora-cuadrilla. En realidad, cuanto más grande sea el tamaño de la muestra, tanto más la curva se asemejará a una curva normal asimétrica. Esto tal vez no sea en sí tan sorprendente. En primer lugar, el número y la diversidad de los factores claramente determinantes de la productividad hora-cuadrilla son muy grandes y, en segundo lugar, aunque los valores bajos tienen un umbral mínimo (en que el rendimiento = 0 toneladas por hora-cuadrilla), no existe un límite máximo (de donde la asimetría de las curvas).

Gráfico 10

Indicadores de rendimiento
CAYM fraccionada

Zona: Port Laeði

Mes: junio 1978

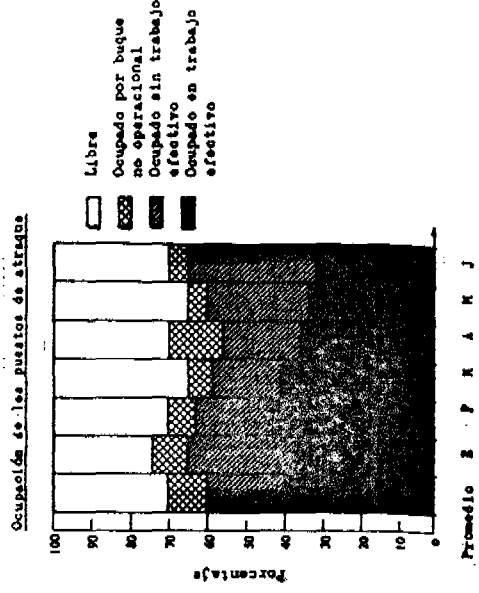
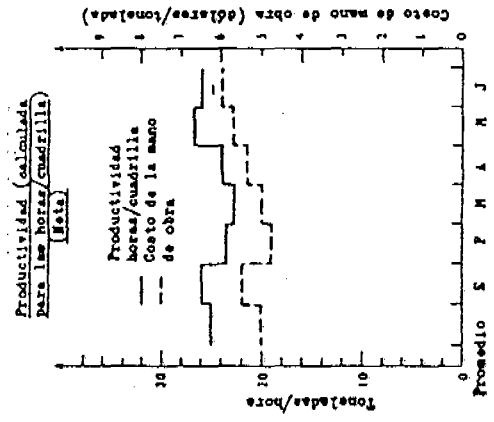
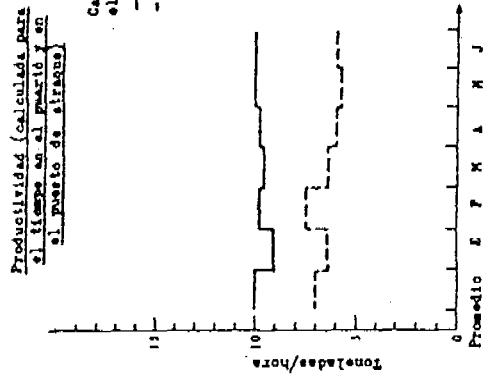
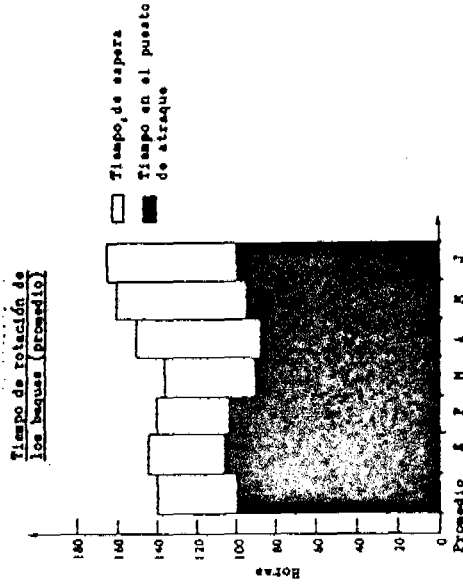
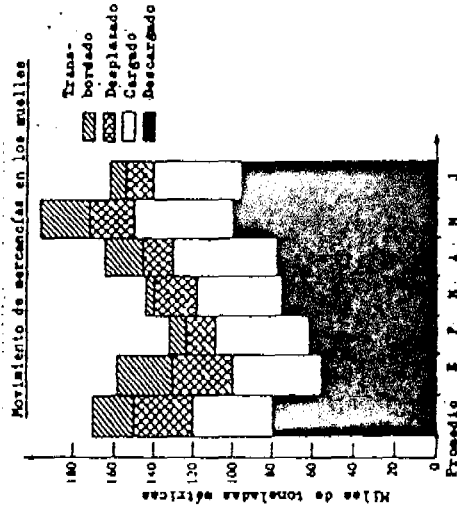
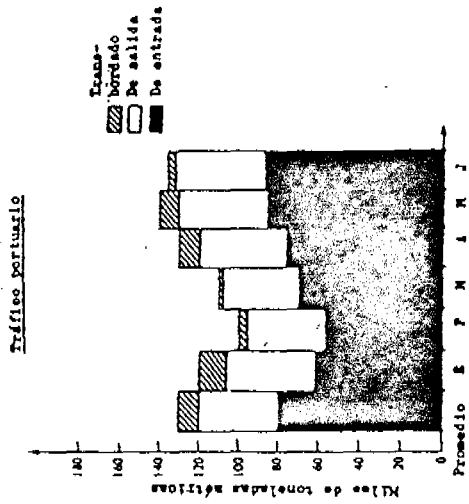
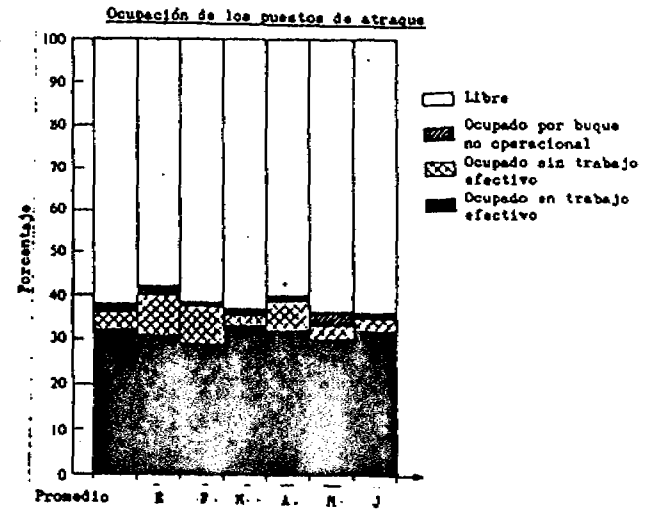
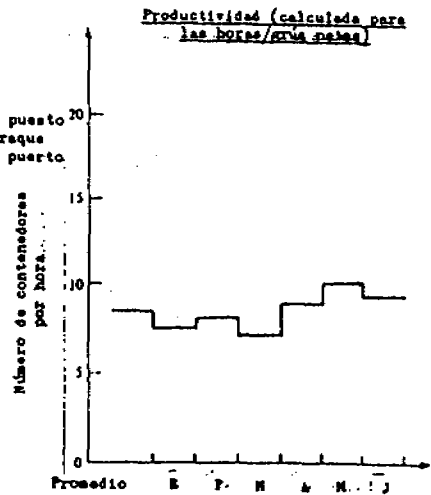
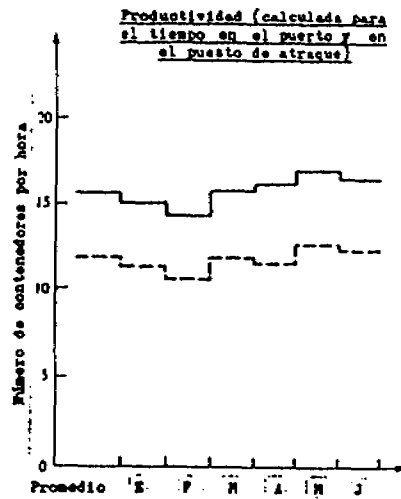
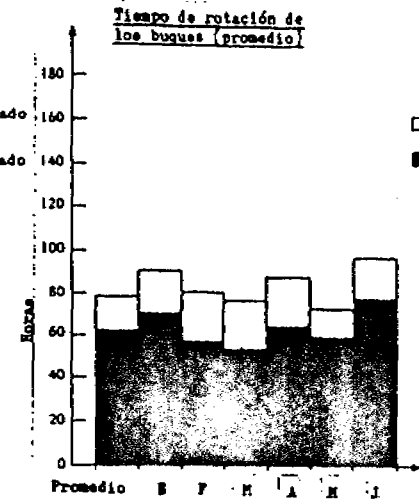
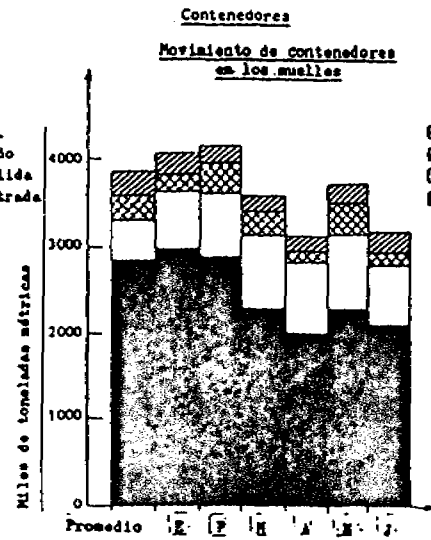
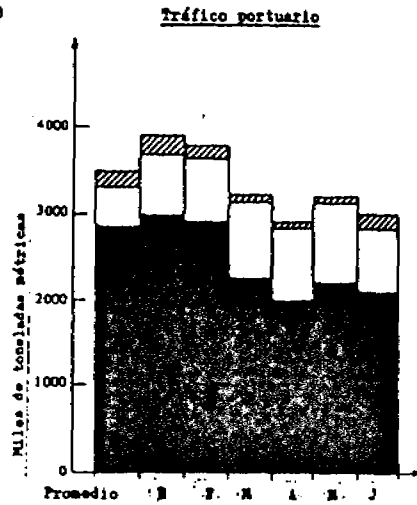


Gráfico 11

Indicadores de rendimiento

Zona: Port Laeði

Res: Junio 1976



Fuente: "Manual sobre un sistema uniforme de estadísticas portuarias e indicadores de rendimiento" (UNCTAD/SHIP/185/Rev.1).

30. Los escasos estudios que han examinado los principales factores determinantes han subrayado en especial la importancia de la clase de carga manipulada y el tipo de buque en que es transportada. En contra de la creencia de que la subdivisión en carga líquida a granel, carga seca a granel y carga general quizás sea suficiente, es preciso un análisis mucho más detallado de la composición de la carga para comprender las diferencias fundamentales de productividad. En los gráficos 14 a 17 figuran los histogramas de productividad del Puerto de Karachi 13/ para diferentes tipos de carga general, a saber: trigo en sacos, carga general procedente del extranjero, carga general de cabotaje (importación) (del actual Bangladesh, entonces Pakistán oriental) y arroz en sacos (exportación). En el cuadro 6 se utilizan los valores medios de productividad para calcular el rendimiento real global del sistema de manipulación a bordo, que viene a ser de 50 toneladas/hora aproximadamente (calculado en horas de asignación efectiva de cuadrillas).

31. Esta cifra, que es bastante baja, plantea algunos interrogantes en cuanto a las causas que han hecho que el resultado no sea muy satisfactorio. Así, el investigador deberá recurrir a indicadores secundarios, es decir, una serie de datos suplementarios para medir la probable influencia de cada factor en el rendimiento y la productividad. De los múltiples factores de ese tipo, los más importantes son los siguientes:

Tipo y tonelaje del buque;

Tonelaje total manipulado (carga y descarga) por escala del buque;

Tamaño de los envíos (tonelaje medio por conocimiento de embarque);

Tamaño por unidad de las distintas partidas;

Embalaje (tipo y calidad);

Distribución modal del movimiento de la carga;

Método de trabajo elegido por la empresa de carga y descarga y de manipulación de la carga en el muelle (incluido el tipo de utillaje);

Aparejo de carga y descarga y equipo de manipulación utilizados;

Composición de las cuadrillas;

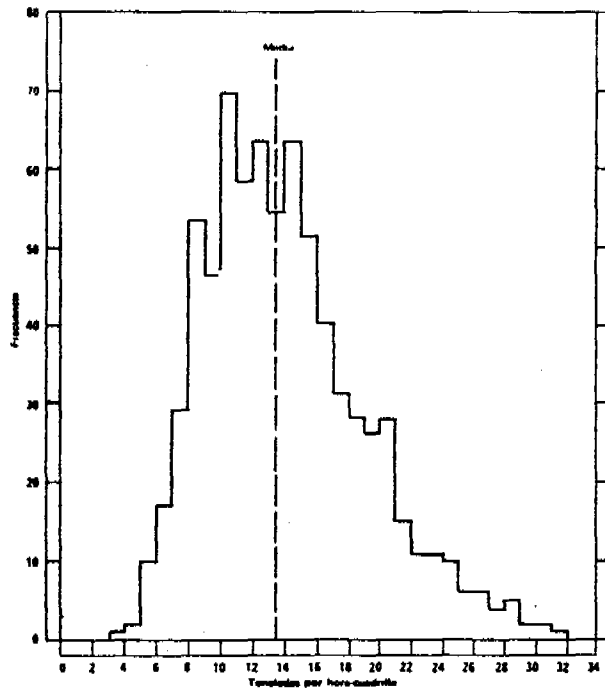
Condiciones meteorológicas;

Número de "puertos de escala" en un sector determinado.

32. Cada uno de esos factores necesitaría un estudio y análisis más a fondo, pero ello requeriría sin duda un documento separado. Baste decir que no sólo la importancia relativa de esos factores puede variar considerablemente de una escala a otra, sino que los factores mismos son casi todos interdependientes (por ejemplo, la influencia del tamaño por unidad en la productividad variará según el tamaño del envío, la composición de la cuadrilla o la distribución modal, etc. Esta influencia puede ser negativa o positiva, según la interacción entre esos elementos).

Gráfico 12

Malta: histograma de productividad—carga general (importaciones)

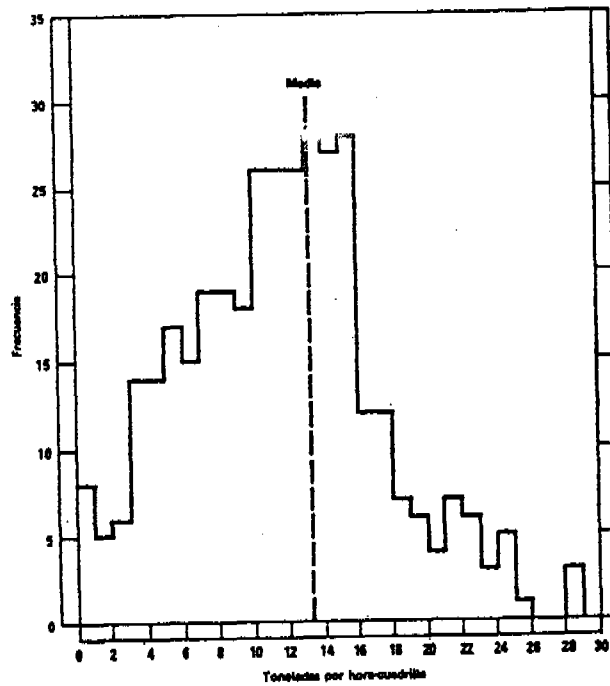


Tamaño de la muestra: 743

Medio: 13,8 toneladas por hora-cuadrante

Gráfico 13

Puerto de Valparaíso: histograma de productividad, carga general (importaciones)



Tamaño de la muestra: 382

Medio: 13,2 toneladas/hora-cuadrante

Fuente: Movimiento de mercancías en los muelles. Métodos sistemáticos para mejorar las operaciones de manipulación de carga general (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.74.II.D.1).

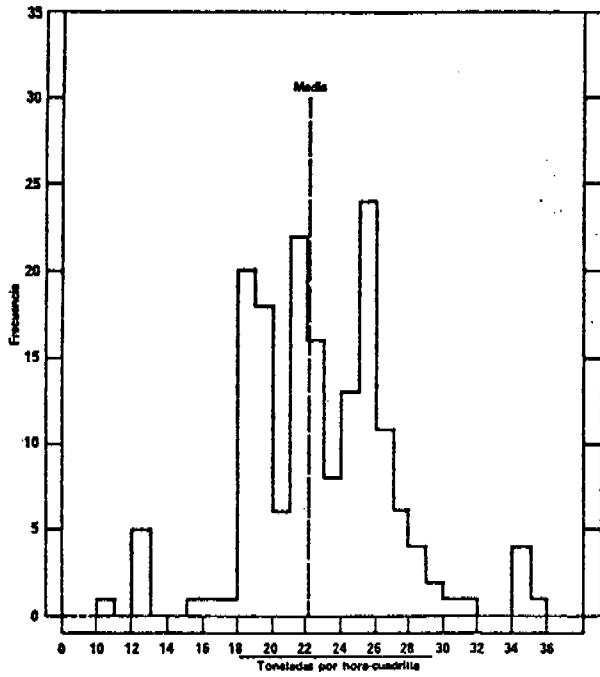
CUADRO 6
Puerto de Karachi: cálculo de la productividad horaria media por buque

<i>Categoría de mercancías</i>	<i>Productividad: toneladas/ hora-cuadrilla</i> (1)	<i>Número medio de cuadrillas</i> (2)	<i>Porcentaje del tráfico total</i> (3)	<i>Productividad: toneladas/ hora-buque</i> (4) = (1) × (2)	(5) = (3) / (4)
Importaciones					
Trigo en sacos	22,2	3,7	16,7	82,1	0,203
Carbón y coque	11,6	5,2	3,1	60,3	0,051
Carga general de cabotaje	8,2	5,2	10,8	42,6	0,253
Carga general procedente del extranjero	5,4	5,2	10,2	28,1	0,363
Productos siderúrgicos (incluida la maquinaria)	7,5	5,2	11,4	39,0	0,292
Exportaciones					
Cemento en sacos	16,3	4,7	5,4	76,6	0,070
Arroz en saco	16,0	4,7	16,5	75,2	0,219
Balas de algodón, textiles	10,7	4,7	7,6	50,3	0,151
Carga general	10,9	4,7	18,2	51,2	0,355
					1,957

En consecuencia, el rendimiento real del sistema de manipulación a bordo es de $\frac{100}{1,957} = 51,1$ toneladas/hora.

Gráfico 14

Puerto de Karachi: histograma de productividad—trigo en sacos (importación)

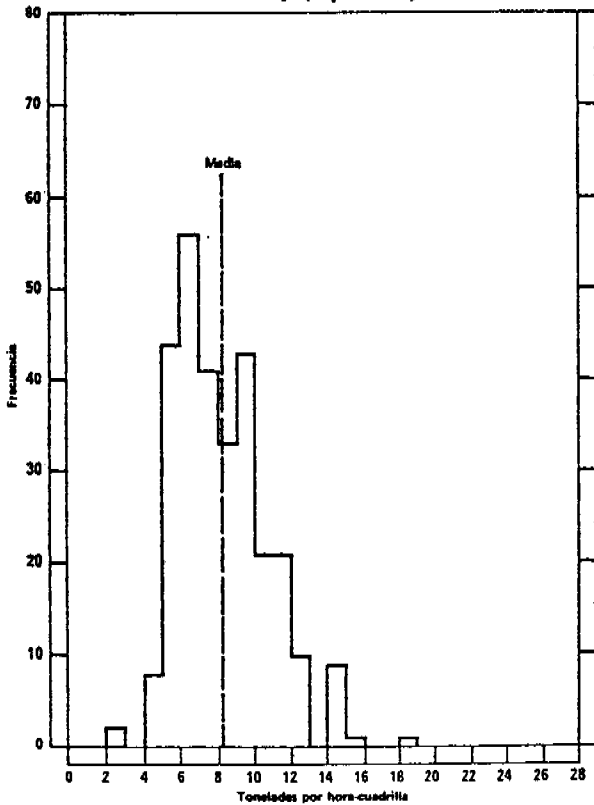


Tamaño de la muestra: 167

Media: 22,2 toneladas por hora-cuadrilla

Gráfico 16

Puerto de Karachi: histograma de productividad—carga general de cabotaje (importación)

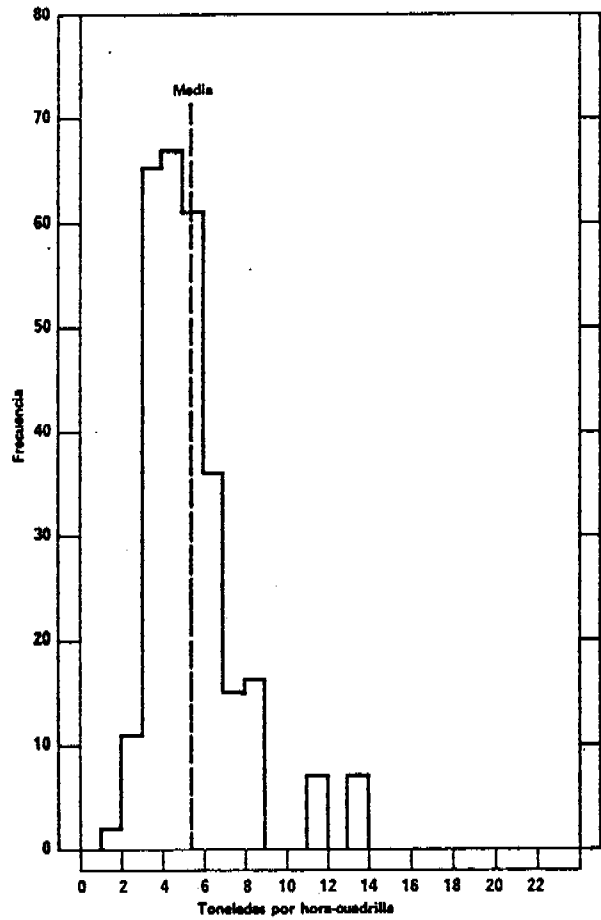


Tamaño de la muestra: 290

Media: 8,2 toneladas por hora-cuadrilla

Gráfico 15

Puerto de Karachi: histograma de productividad—carga general procedente del extranjero

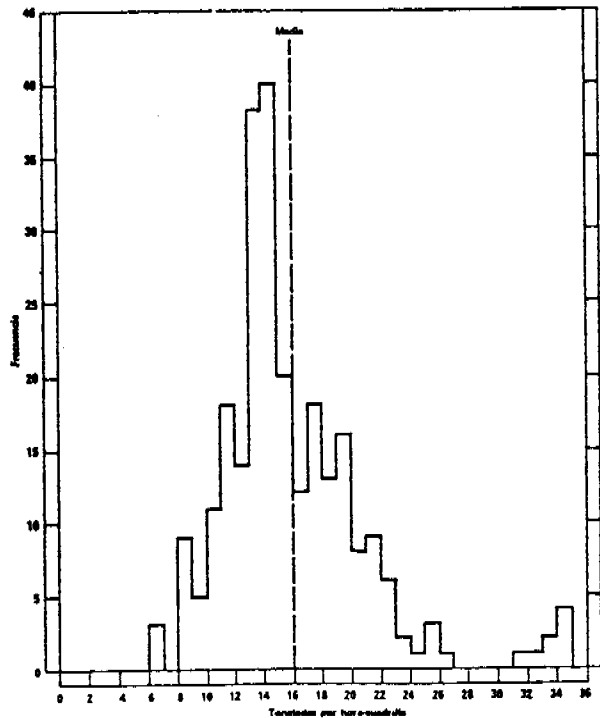


Tamaño de la muestra: 287

Media: 5,4 toneladas por hora-cuadrilla

Gráfico 17

Puerto de Karachi: histograma de productividad—arroz en sacos (exportación)



Tamaño de la muestra: 254

Media: 16,8 toneladas por hora-cuadrilla

Fuente: Movimiento de mercancías en los muelles. Métodos sistemáticos para mejorar las operaciones de manipulación de carga general (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.74.II.D.1).

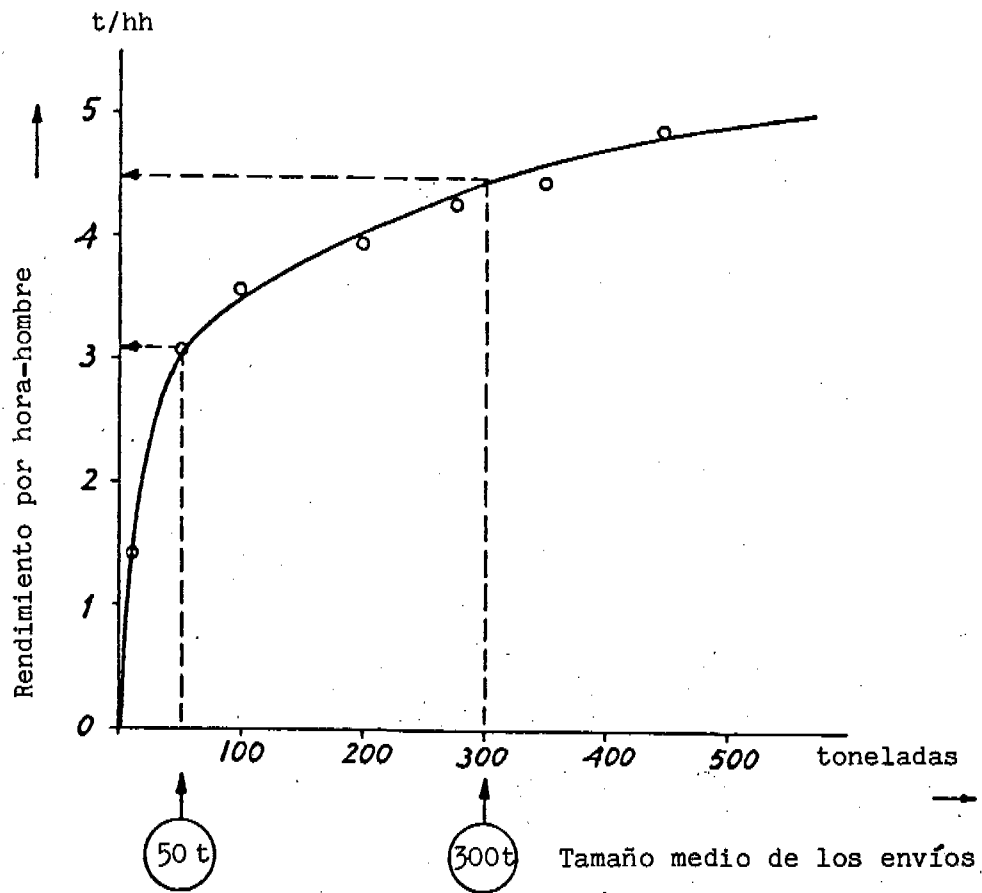
33. En consecuencia, sólo las empresas de carga y descarga o las empresas explotadoras de terminales muy experimentadas pueden predecir con cierto grado de exactitud el rendimiento por hora-cuadrilla, y eso sólo a condición de que conozcan perfectamente el marco preciso en que se efectuarán las operaciones y tengan a su disposición todos los detalles sobre el buque y el cargamento. Incluso en ese caso, las empresas de manipulación de la carga vigilan constantemente el rendimiento de los turnos y modifican en consecuencia el plan de trabajo previsto.

34. En el informe antes citado "Estudios de productividad", publicado conjuntamente por los puertos de Rotterdam y Amsterdam en 1966, se incluyeron los resultados del atento seguimiento que se hizo durante 14 meses de esos importantes factores determinantes (que produjo 32.000 informes sobre carga y descarga relativos a 1,750 millones de toneladas de carga general) y de la tentativa de cuantificación del efecto respectivo de los principales factores que influían en la productividad y el rendimiento por hora-hombre. Dos de las relaciones examinadas en este estudio, a saber, la relación entre tamaño de los envíos (es decir, tonelaje medio por conocimiento de embarque) y rendimiento por hora-hombre y la relación entre distribución modal y rendimiento por hora-hombre, merecen ser tratadas aquí a causa de su importancia y posibles repercusiones.

35. El gráfico 18 muestra claramente que el rendimiento por hora-hombre aumenta en función del tamaño de los envíos. Si el tamaño medio de los envíos pasa de 50 a 300 toneladas, el rendimiento previsto por hora-hombre mejorará de 3,2 a 4,5 toneladas (o sea, un aumento del 27%). Ahora bien, este ejemplo sólo es válido para la carga en sacos. Cabe que el aumento en el caso de otras clases de productos o de embalaje sea sólo mínimo o, por el contrario, aún más acusado, y en gran parte dependerá también de los demás factores enumerados (por ejemplo, el tonelaje del buque, el tonelaje total que haya de ser cargado o descargado por escala, etc.). En el cuadro 7 se describe la relación entre la distribución modal y el rendimiento por hora-hombre. La interpretación de esas cifras también debe hacerse con cautela. Sólo son válidas para la carga en sacos manipulada en los puertos de Rotterdam y Amsterdam mediante técnicas tradicionales de manipulación de la carga y en un contexto portuario general como el que existía en 1964 y 1965 en esos dos puertos. No obstante, la influencia del modo seleccionado es innegable, y en el presente ejemplo, las mercancías en sacos descargadas directamente en una gabarra ofrecen una probabilidad de rendimiento superior en un 26% a la de esas mercancías trasladadas a un tinglado de tránsito. La diferencia es importante, cuando no imprevista. Con toda probabilidad es consecuencia de desequilibrios a corto o a más largo plazo en las distintas subsecciones del sistema de puestos de atraque (es muy corriente observar diferencias de capacidad entre manipulación a bordo, translación horizontal, apilamiento, almacenamiento y entrega, diferencias que reducirán no sólo la capacidad total del movimiento de mercancías de los muelles, sino también la productividad a corto plazo).

Gráfico 18

Relación entre el tamaño de los envíos y el rendimiento por hora-hombre (carga en sacos)



Fuente: "Estudios de productividad".

Cuadro 7

Influencia de la distribución modal en el rendimiento
por hora-hombre (carga en sacos)

Distribución modal	Carga toneladas/hora-hombre	Descarga toneladas/hora-hombre
Barcaza/gabarra	3.8	3.9
Tinglado de tránsito	3.1	3.1
Vagón/camión cerrado	3.2	2.7
Explanada del muelle	3.1	3.4
Vagón/camión abierto	-	3.7
Otros	-	3.6
Media ponderada	3.6	3.7

Fuente: "Estudios de productividad".

36. El examen de las cifras relativas al rendimiento y la productividad se ha limitado hasta ahora a la manipulación de carga general de tipo tradicional. La disponibilidad de datos fidedignos sobre este tipo de carga plantea ya algunos problemas, pero las dificultades son mucho mayores cuando se trata de obtener información análoga sobre contenedores y las operaciones de transbordo por rodadura. Ciertamente es que la prensa y las revistas especializadas ofrecen continuamente cifras de productividad de la manipulación de contenedores en los puertos, pero esas cifras son simplemente tasas de rendimiento ad hoc, que las empresas explotadoras de terminales muchas veces mencionan fuera de contexto. Aun reconociendo que las empresas se esfuerzan por ofrecer cifras imparciales, no hay duda de que sin quererlo presentan rendimientos máximos como valores medios a largo plazo. Esta es precisamente la causa de que la mayoría de los datos publicados sean inexactos y poco de fiar y representen una exagerada sobrestimación de los rendimientos reales.

37. Esta situación no mejorará en un futuro próximo, ya que, por ejemplo, la Asociación Internacional de los Puertos (AIP), a petición de los puertos miembros de la Asociación, interrumpirá la publicación de datos de bastante buena calidad sobre el rendimiento de las terminales de que dispone. Esta decisión no resulta sorprendente si se tiene en cuenta que, aparte del esfuerzo suplementario que supone reunir los datos y presentarlos de manera utilizable, a la mayoría de los puertos les cuesta cada vez más revelar las tasas reales de rendimiento de su explotación. En gran medida esta actitud responde a la importancia que tales datos tienen en las negociaciones comerciales, especialmente en el actual clima de competencia (caracterizado

sobre todo por un exceso de oferta en un mercado en contracción). De haber alguien que ponga en duda la importancia de los datos de rendimiento en la "batalla de la competencia portuaria", será suficiente mencionar esta "manipulación" de las cifras del tráfico de contenedores. Muchos puertos calculan sus movimientos de contenedores de manera de poder presentar un total inflado y, así, ganar algunos puestos en la tabla de clasificación de los principales puertos de contenedores del mundo (aunque ello signifique contar dos veces, sumar el tráfico no relacionado con el puerto, etc.). En realidad, el hecho de ocupar una mejor posición en esa tabla puede atraer nuevos clientes. La mención de tasas máximas de rendimiento (30 contenedores por hora y por grúa parece una tasa casi demasiado baja cuando son cada vez más los explotadores que alegan tasas superiores a los 35 contenedores) responde a la misma lógica. Así pues, los datos sobre el rendimiento del tráfico de contenedores y de transbordo por rodadura no se deben aceptar sin más ni más sino que han de utilizarse con cautela.

38. Los datos presentados en este documento proceden principalmente de las compañías navieras, abarcan largos períodos de reunión de datos y comprenden poblaciones importantes. Son, pues, bastante fidedignos y constituyen una base aceptable de la que se pueden deducir ciertas conclusiones si se tienen en cuenta las características de la información. (Las tasas de rendimiento son unidades por hora de trabajo a bordo o unidades por 24 horas en el puesto de atraque.) Por ejemplo, los datos que figuran en los cuadros 8 a 12 se refieren a dos importantes servicios de transporte marítimo en los que se utilizan buques de la segunda y la tercera generación. Por consiguiente, los resultados globales no son imparciales, en cuanto que las tasas de rendimiento de esos tipos de buques suelen ser muy superiores a las registradas en lo que respecta a los buques portacontenedores transformados, los buques portacontenedores mixtos, los buques de la primera generación, etc. No obstante, se pueden deducir varias conclusiones importantes:

- a) Existen variaciones muy amplias de las tasas medias brutas de productividad por hora en torno a la media:

	Rendimiento medio	Rendimiento mínimo	Rendimiento máximo
Primer período	24.5 cont/h	9.9 cont/h	45.5 cont/h
Segundo período	26.6 cont/h	13.0 cont/h	45.1 cont/h
Tercer período	24.6 cont/h	10.6 cont/h	48.2 cont/h
Cuarto período	33.3 cont/h	11.8 cont/h	48.2 cont/h

- b) Las diferencias entre las tasas medias brutas de productividad disminuyen mucho con la tendencia a aumentar el tipo de trabajo efectivo durante la permanencia del buque en el puesto de atraque cuando la productividad horaria es baja y, por el contrario, a dedicar a la carga y descarga del buque una parte mucho menor del tiempo total de permanencia en el puerto de atraque cuando la productividad horaria es elevada;

- c) No obstante la observación formulada en el apartado b), el rendimiento por 24 horas de permanencia en el puesto de atraque varía considerablemente, aunque en un período de 7 años la media del rendimiento por 24 horas es de 467 contenedores, lo que constituye un resultado bastante mediocre para los grandes buques portacontenedores celulares.

Según los datos antes mencionados de la Asociación Internacional de los Puertos (AIP), el rendimiento por 24 horas de todos los tipos de buques portacontenedores era de 275 (en 1979) y de 353 (en 1980), lo que subraya la influencia negativa en la productividad de los buques más pequeños, no adaptados o no celulares (véanse los cuadros 13-a) y 13-b)).

39. Los cuadros 8 a 12 pueden utilizarse además para determinar el efecto en el rendimiento de factores como:

Las diferencias entre los valores medios brutos y netos de disponibilidad de grúas;

El número medio de grúas utilizadas.

El diagrama del gráfico 19 presenta el análisis del "tiempo medio bruto de disponibilidad de grúas", que arroja una tasa de rendimiento por hora que varía de menos de 8 contenedores por hora a un máximo de 28 contenedores por hora, con un valor medio de 17,7 contenedores por grúa pórtico y por hora. Así pues, las tasas de rendimiento a largo plazo por grúa son indudablemente menos espectaculares de lo que ciertas empresas explotadoras de terminales manifiestan en sus actividades de comercialización. También son inferiores a las cifras indicadas por los principales fabricantes de grúas, aunque en este caso la diferencia puede justificarse fácilmente como la desviación normal entre la capacidad nominal del equipo y el rendimiento efectivo, que resulta influido negativamente por desequilibrios básicos de subsistema 14/.

Cuadro 8

Datos sobre el rendimiento de las principales terminales de contenedores, 1º de abril de 1973 a 31 de marzo de 1975

Terminal	Número total de contenedores de la muestra	Número total de escalas de los buques de la muestra	Tasa media bruta de productividad por hora (número de contenedores)	Tiempo de trabajo en porcentaje del tiempo de permanencia en el puesto de atraque	Movimiento de mercancías por 24 horas de permanencia en el puesto de atraque (número de contenedores)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	88.710	85	19.8	79	375
B	12.656	30	26.2	80	502
C	40.237	116	22.6	71	383
D	18.726	36	28.6	62	426
E	106.408	134	45.5	60	656
F	30.143	67	27.7	76	505
G	49.516	53	17.4	77	322
H	13.320	29	40.9	45	445
I	114.856	80	43.1	42	431
J	26.762	67	29.4	41	290
K	107.838	77	39.3	47	443
L	24.132	28	9.9	95	226
M	37.304	123	36.3	59	516
N	93.612	71	11.1	89	237
O	104.130	138	41.0	47	465
P	104.136	96	14.3	85	290
Q	126.539	145	29.7	79	566
R	31.099	88	17.3	69	285
S	189.745	193	32.4	63	494
T	33.027	79	38.7	81	749
U	9.394	24	14.0	75	254
Total	1.362.290	1.759			

Fuente: Cálculos basados en los datos facilitados por las principales empresas de contenedores.

Cuadro 9

Datos sobre el rendimiento de las principales terminales de contenedores, 1º de abril de 1975 a 31 de marzo de 1977

Terminal	Número total de contenedores de la muestra	Número total de escalas de los buques de la muestra	Tasa media bruta de productividad por hora (número de contenedores)	Tiempo de trabajo en porcentaje del tiempo de permanencia en el puesto de atraque	Movimiento de mercancías por 24 horas de permanencia en el puesto de atraque (número de contenedores)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	113,217	109	19.1	71	328
B	14,767	45	29.7	77	548
C	49,061	139	20.2	75	364
D	18,295	49	31.9	55	418
E	158,475	187	39.0	80	751
F	31,923	93	34.6	69	569
G	95,304	89	26.6	81	516
H	16,079	43	34.2	47	386
I	141,403	87	45.1	47	509
J	32,468	89	31.4	43	321
K	100,478	80	44.6	46	494
L	47,080	51	13.0	85	265
M	55,430	158	38.8	64	596
N	123,571	97	13.3	89	285
O	181,170	187	43.0	61	626
P	129,221	110	15.9	82	311
Q	175,585	183	31.0	72	546
R	39,994	136	17.4	66	275
S	259,604	264	35.2	62	527
T	112,450	200	38.7	81	755
U	16,608	43	22.6	62	339
V	13,527	33	30.0	71	512
W	-	-	-	-	-
X	36,859	42	18.3	62	272
Y	38,227	42	17.7	57	241
Z	48,018	58	18.5	59	260
Total	2,000,796	2,556			

Cuadro 10

Datos sobre el rendimiento de las principales terminales de contenedores, 1º de abril de 1977 a 31 de marzo de 1979

Terminal	Número total de contenedores de la muestra	Número total de escalas de los buques de la muestra	Tasa media bruta de productividad por hora (número de contenedores)	Tiempo de trabajo en porcentaje del tiempo de permanencia en el puesto de atraque	Movimiento de mercancías por 24 horas de permanencia en el puesto de atraque (número de contenedores)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	128,076	114	15.1	86	312
B	16,988	54	25.8	63	389
C	59,952	185	20.2	73	354
D	18,760	57	14.6	87	305
E	186,265	197	40.1	81	781
F	37,348	97	27.9	74	495
G	73,810	73	27.2	87	567
H	21,760	69	29.5	65	459
I	174,179	130	47.8	47	543
J	35,032	101	21.2	69	349
K	135,108	125	44.5	44	470
L	43,028	91	10.6	90	230
M	48,103	196	32.6	64	504
N	93,694	90	10.8	87	224
O	174,767	209	35.0	61	510
P	100,479	102	16.1	84	326
Q	166,660	209	30.5	79	576
R	26,745	89	14.1	74	249
S	257,123	225	26.0	63	391
T	122,259	212	41.6	81	811
U	14,525	85	16.2	58	224
V	33,198	111	32.1	54	416
W	30,057	29	21.7	62	323
X	44,267	56	23.3	60	338
Y	19,800	27	18.2	59	256
Z	48,018	58	18.5	59	260
Total	2,109,297	3,021			

Cuadro 11

Datos sobre el rendimiento de las principales terminales de contenedores, 1º de abril de 1979 a 31 de marzo de 1980

Terminal	Número total de contenedores de la muestra	Número total de escalas de los buques de la muestra	Tasa media bruta de productividad por hora (número de contenedores)	Tiempo de trabajo en porcentaje del tiempo de permanencia en el puesto de atraque	Movimiento de mercancías por 24 horas de permanencia en el puesto de atraque (número de contenedores)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	121.879	118	19.5	80	368
B	18.536	57	29.4	76	542
C	49.689	142	19.5	77	359
D	10.328	39	30.9	67	507
E	158.882	179	39.8	86	837
F	27.426	81	31.0	76	554
G	105.090	993	35.1	85	720
H	15.016	60	29.6	50	404
I	135.561	111	48.2	51	601
J	32.891	94	24.1	56	341
K	125.709	104	47.6	53	619
L	38.131	86	14.7	67	255
M	53.439	180	33.2	69	552
N	80.308	85	11.8	75	219
O	158.667	182	40.4	66	652
P	81.916	99	15.0	72	251
Q	136.597	196	32.7	82	639
R	20.462	80	12.5	68	210
S	263.911	288	34.0	73	592
T	137.612	200	39.8	87	827
U	11.289	61	25.2	46	330
V	42.778	151	36.5	61	537
W	42.654	35	42.9	57	590
X	36.364	51	29.8	50	375
Y	16.697	26	21.1	62	320
Z	43.150	58	31.3	46	356
AA	48.909	94	37.3	71	633
BB	2.362	14	26.1	65	437
CC	4.556	11	14.5	82	290
DD	14.868	18	30.7	93	678
Total	2,035.677	2.999			

Cuadro 12

Comparación de los datos sobre el rendimiento de las principales terminales
de contenedores en cuatro periodos diferentes

Período (1)	Número total de contenedores de la muestra (2)	Número total de escalas de los buques (3)	Tasa media bruta de productividad por hora (número de contenedores) (4)	Tiempo de trabajo en porcentaje del tiempo de permanencia en el puesto de atraque (5)	Movimiento de mercancías por 24 horas de permanencia en el puesto de atraque (6)
1º octubre 1973 a 31 marzo 1975	1,362,290	1,759	21.5	75	442
1º abril 1975 a 31 marzo 1977	2,000,796	2,556	26.6	70	444
1º abril 1977 a 31 marzo 1979	2,109,297	3,021	24.6	70	415
1º abril 1973 a 31 diciembre 1980	2,035,677	2,999	33.3	71	565
Total	7,508,068	10,335			
Promedio 1º octubre 1973 a 31 diciembre 1980	-	-	27.3	71.5	467

Cuadro 13 a)

Estadísticas de rendimiento de las terminales de contenedores
basadas en datos publicados por la Asociación Internacional
de los Puertos (enero a junio de 1978)

	Número de contenedores	Número de buques	Número medio de contenedores manipulados por buque a/	Tasa media de rendimiento durante el tiempo de trabajo (por hora y por buque)	Rendimiento por 24 horas
A	22,144	236	94	13.0	186
B	37,021	177	209	11.1	198
C	45,476	52	875	16.8	327
D	42,506	107	397	13.3	269
E	164,237	547	300	23.6	511
F	2,383	17	140	10.4	251
G	13,508	70	193	10.1	161
H	44,953	194	232	27.4	592
I	47,715	105	454	11.6	187
K	36,575	103	355	9.0	143
L	50,652	80	633	11.7	149
M	12,336	84	147	23.1	329
N	56,537	82	689	8.7	220
Total	576,043	1854	311	-	275

Cuadro 13 b)

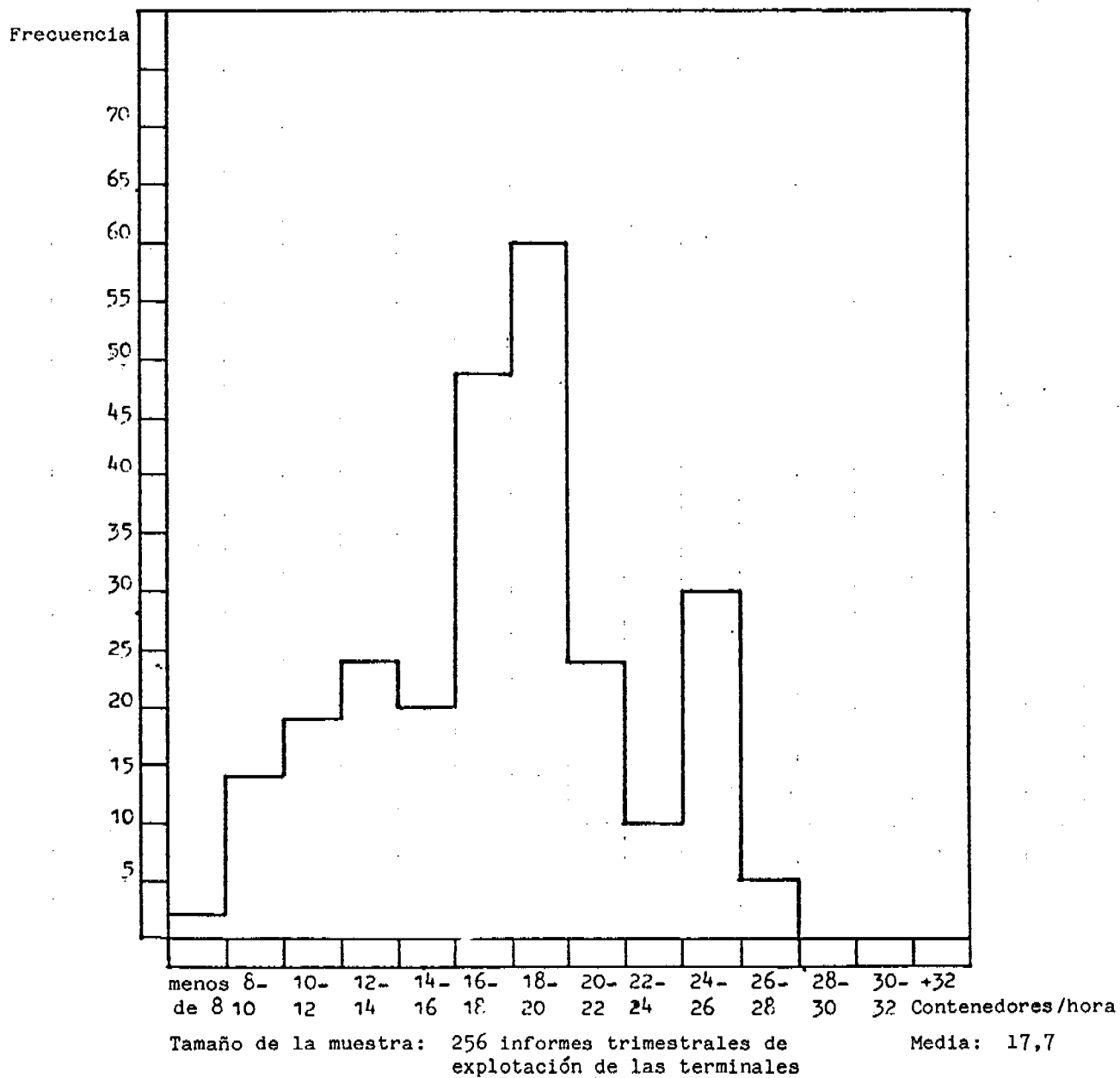
Estadísticas de rendimiento de las terminales de contenedores
basadas en datos publicados por la Asociación Internacional
de los Puertos (abril a junio de 1980)

	Número de contenedores	Número de buques	Número medio de contenedores manipulados por buque	Tasa media de rendimiento durante el tiempo de trabajo (por hora y por buque)	Rendimiento por 24 horas
25 puertos de la muestra	866,866	3244	267	14.2	353

a/ Incluida la reestiba.

Gráfico 19

Rendimiento medio (bruto) de las grúas



Fuente: Cálculos basados en datos facilitados por las principales empresas de contenedores.

40. El diagrama del gráfico 20 representa la importancia del tiempo muerto en que se ha incurrido durante el turno cuando, después de la asignación de las cuadrillas, se interrumpe el trabajo. En las operaciones de tipo tradicional, el total del tiempo muerto puede ser considerable y anular de hecho los resultados de una alta tasa neta de productividad de las cuadrillas 15/. El promedio del 13% de pérdida de rendimiento por tiempo muerto (medido en porcentaje del rendimiento neto de las grúas) es una cifra baja y confirma la menor vulnerabilidad de las operaciones de contenedores. No obstante, en algunas terminales siguen predominando ciertas causas evitables, entre otras, las interrupciones por daños causados a los contenedores, la falta de información operacional, las averías del equipo y los retrasos en la llegada (de buques o contenedores de exportación). Con excepción de unas pocas terminales, la diferencia entre las tasas neta y bruta de productividad de las grúas se sitúa entre el 0 y el 20%.

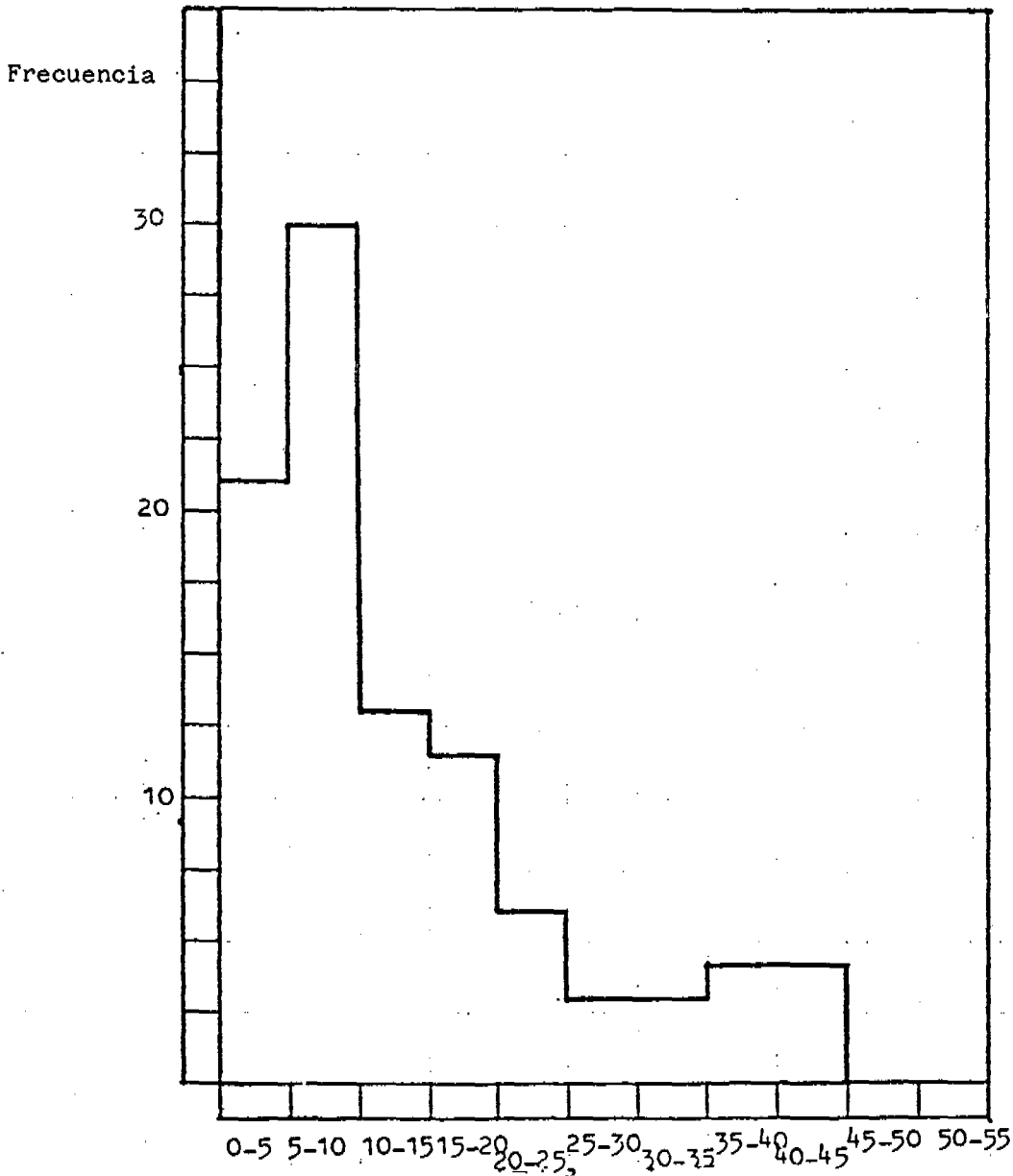
41. El número medio de grúas utilizadas también varía considerablemente según las terminales, como se desprende del gráfico 21. Del mínimo absoluto de una grúa pórtico, la modalidad de asignación pasa a una media de 1,76, con una mediana de 1,8 y una asignación máxima de 2,8 grúas por buque. Esos valores representan promedios trimestrales para buques de la segunda y la tercera generación. De la información detallada disponible se deduce claramente que la asignación de grúas está estrechamente relacionada con el tonelaje del buque, el número y la distribución de los contenedores entre los distintos compartimentos y el número potencial de grúas pórtico del puerto (en comparación con el número total de grúas solicitado durante un período de trabajo determinado). De esta manera, no es probable que puedan conseguirse nuevas mejoras a corto plazo una vez fijada cierta modalidad de asignación. Sólo una planificación de la terminal a largo plazo junto con la mejora de la distribución entre los compartimentos del buque permitiría la asignación de un cupo más elevado de grúas pórtico por buque. En realidad, pues, las posibilidades de mejora mediante un aumento del número de grúas pórtico por buque son relativamente escasas y están limitadas a las terminales en que la explotación se efectúa con un promedio de grúas inferior a 2,0. Ello es tanto más así cuanto que las empresas explotadoras de terminales han observado una disminución relativa del rendimiento de las grúas que la UNCTAD, en su estudio sobre el desarrollo portuario 16/, calculó del modo siguiente:

Una grúa en un puesto de atraque	-	coeficiente de rendimiento 1,0;
Dos grúas en un puesto de atraque	-	coeficiente de rendimiento 1,8;
Tres grúas en dos puestos de atraque	-	coeficiente de rendimiento 2,4.

42. Todos los datos sobre el rendimiento antes mencionados se basan en una muestra muy amplia de 7,5 millones de movimientos de contenedores en buques de la segunda y la tercera generación. Los datos de la Asociación Internacional de los Puertos (AIP), que abarcan buques de todos los tipos en los puertos que respondieron al cuestionario, muestran diferencias igualmente espectaculares entre terminales, aunque a un nivel globalmente inferior, como se desprende de los cuadros 13-a) y 13-b). El rasgo más saliente sigue siendo las acusadas y persistentes variaciones de las tasas de rendimiento por hora y por 24 horas 17/. Esto resulta especialmente notable si se tiene en cuenta que una terminal de contenedores es el ejemplo "típico" de una operación normalizada y mecanizada que, al menos en teoría, debería presentar tasas de

Gráfico 20

Pérdida de rendimiento por tiempo muerto



Pérdida de rendimiento por tiempo muerto en porcentaje del rendimiento neto de las grúas

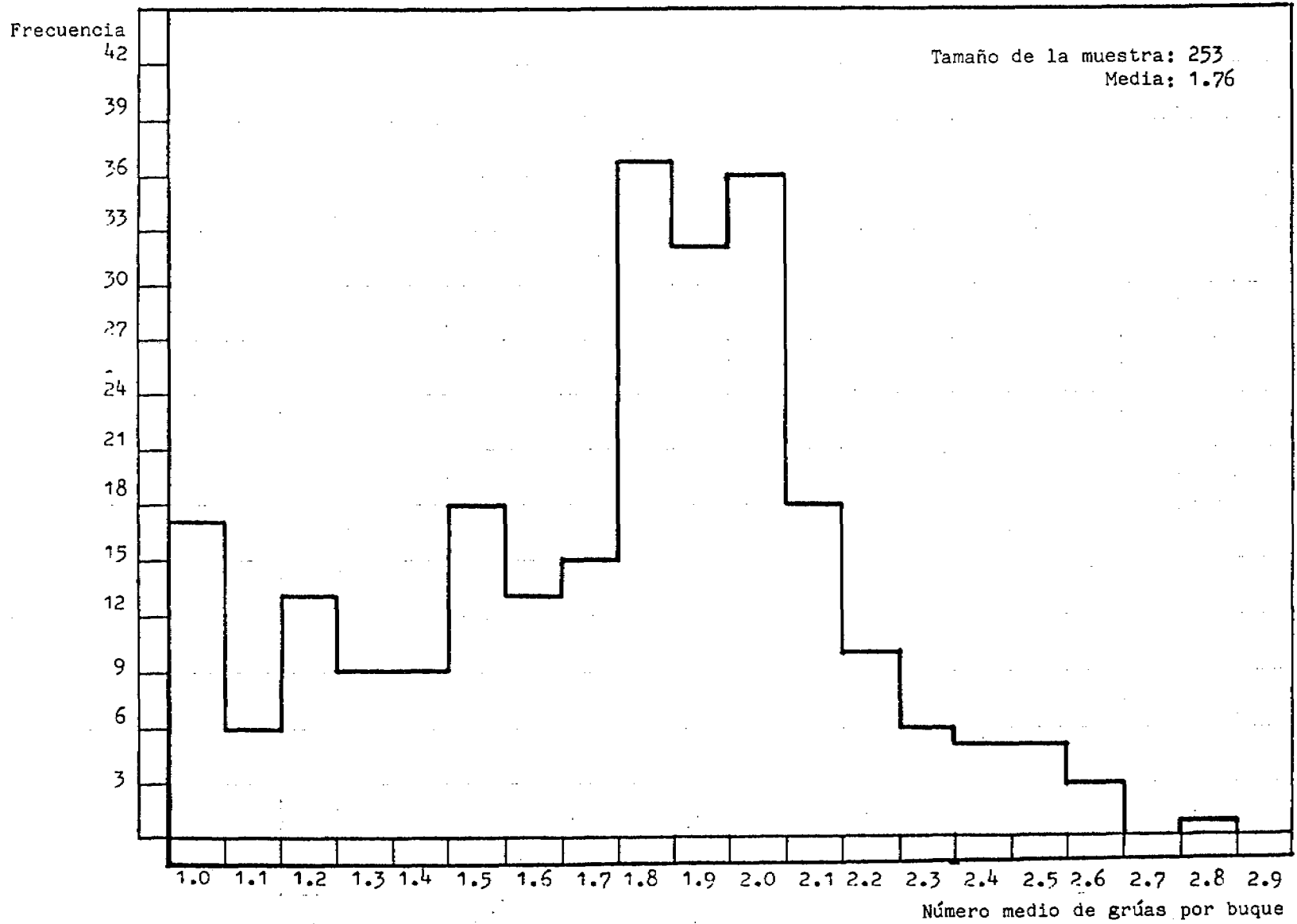
Tamaño de la muestra: 93

Media: 13,3%

Fuente: Cálculos basados en datos facilitados por las principales empresas de contenedores.

Gráfico 21

Modalidad de asignación media de las grúas



rendimiento muy similares. Sin embargo, hay muchos factores que siguen influyendo en el rendimiento de las terminales de contenedores y dan lugar a tasas de rendimiento muy diferentes. Los más significativos de esos factores son los siguientes:

- . Equilibrio (o falta de equilibrio) entre los diversos subsistemas de la terminal;
- . Motivación y calidad del personal de la terminal de contenedores;
- . Tonelaje y tipo del buque;
- . Número total de movimientos de contenedores por escala;
- . Lugar de la terminal en la serie de "puertos de escala";
- . Número, tipo y capacidad de las grúas utilizadas en un buque;
- . Plan de distribución de la carga entre los compartimentos del buque;
- . Posición de la carga en los compartimentos (bajo cubierta/en cubierta);
- . Número de contenedores de gran tamaño (u otras unidades de carga);
- . Sistemas de trincado utilizados para los contenedores sobre cubierta;
- . Proporción de contenedores de importación, exportación, transbordo o tránsito;
- . Manipulación en una sola dirección o en las dos direcciones;
- . Instalación para varios o pocos usuarios;
- . Asignación del equipo de manipulación en la terminal.

43. En comparación con las operaciones tradicionales, factores como las condiciones meteorológicas y el tipo de desplazamiento desempeñan un papel menos importante, mientras que la distribución modal, el embalaje y el tamaño de los envíos apenas tienen vigencia. El factor individual más importante, sin embargo, sigue siendo la existencia o inexistencia de equilibrio entre los diferentes subsistemas de la terminal. Desgraciadamente, este elemento es muy singular y muy difícil de cuantificar con exactitud, ya que exige un estudio a fondo de aspectos tan sutiles como la estructura de la terminal y sus líneas de comunicación entre las diferentes partes del sistema y las dependencias de control para impartir o recibir instrucciones o información.

44. Un análisis suplementario permite poner más claramente de manifiesto las increíbles fluctuaciones que se observan en las tasas de rendimiento de las terminales de contenedores. La comparación de las tasas medias trimestrales de rendimiento correspondientes a dos servicios diferentes prestados en la misma terminal arrojó los resultados que se indican en el cuadro 14, que resisten a toda explicación lógica basada en las influencias estacionales, las

condiciones de explotación más difíciles resultantes de la congestión de la terminal o la mejora general de las normas de explotación. En realidad, las fluctuaciones no sólo son irregulares a lo largo del tiempo, sino que también son contradictorias para el mismo período entre los dos servicios. Por otra parte, tal vez sea oportuno subrayar que la terminal en que se basa el cuadro 14 no constituye una excepción y que las mismas observaciones son aplicables a otras terminales incluidas en los cuadros 8 a 11.

45. La medición de la productividad de la manipulación de la carga en los buques de transbordo por rodadura plantea como dificultad adicional el hecho de que el tipo de buque ro/ro, aun siendo de importancia decisiva, no puede ser fácilmente definido ni clasificado. Por lo que respecta a la productividad convendría tener en cuenta tres tipos de clasificación relacionados entre sí, a saber, por tipo de servicio (travesías cortas o largas), por tipo de carga (camiones o vagones de ferrocarril, carga en contenedores-plataforma, carga en remolques ro/ro, contenedores, otras unidades de carga) y por tipo de rampa (rampa simple de proa o de popa, rampa oblicua o rampa giratoria; rampa o rampas de portalón junto con otras rampas de proa o de popa). Cabría añadir una clasificación suplementaria por dispositivos de elevación o de traslación (rampas o montacargas), pero en general los escasos datos disponibles sobre la productividad en los buques ro/ro no proporcionan muchos detalles sobre los efectos de cualquiera de esos factores 18/. En el cuadro 15 se presenta la información de mejor calidad disponible relativa a una amplia muestra de puertos durante un período de tres años.

46. Otra indicación más general de la tasa de productividad que se puede lograr en una operación de transbordo por rodadura distingue entre el tonelaje del buque, por una parte, y el tipo de carga manipulada mediante transbordo por rodadura, por otra. El cuadro 16 proporciona un ejemplo de esto.

47. Por consiguiente, cabe afirmar en conclusión que en el caso de las operaciones de transbordo por rodadura las cifras antes mencionadas son muy inferiores a los valores indicados por los defensores de ese tipo de tráfico. Esto es comprensible, ya que esos valores tienen una orientación de "relaciones públicas" y la exactitud no es, ni mucho menos, la consideración más importante. Ahora bien, teniendo en cuenta el costo diario de un buque ro/ro destinado a tráfico de altura, la relación entre el costo de permanencia del buque en el puesto de atraque y el tonelaje manipulado es notablemente poco satisfactoria 19/. Por último, las variaciones de las cifras de rendimiento en torno a la media también son muy amplias en el caso de los buques ro/ro. La combinación de los diversos factores mencionados en el párrafo 31 en relación con la carga general y los principales factores básicos enumerados en el párrafo 42 con respecto a la manipulación de contenedores explican en gran parte las diferencias observadas. Además, el acceso más limitado que ofrecen los buques ro/ro y la necesidad de tener en cuenta un orden muy estricto de carga y descarga contribuyen a aclarar esas variaciones entre las distintas terminales, que son función de:

- a) La posición efectiva de una terminal en el programa de viajes de una compañía de buques ro/ro;
- b) Las grandes diferencias entre los buques según su tipo y disposición y el diseño y la capacidad de las rampas;
- c) La naturaleza heterogénea de la composición de las cargas en las distintas terminales.

Cuadro 14

Comparación de las tasas de rendimiento correspondientes a dos servicios diferentes prestados en la misma terminal

(Contenedores por 24 horas de permanencia en el puesto de atraque)

A. Terminal A

Período	Servicio 1 (buques de la segunda generación)	Servicio 2 (buques de la tercera generación)
1974: Enero-marzo	209	376
Abril-junio	219	395
Julio-septiembre	412	394
Octubre-diciembre	547	539
1975: Enero-marzo	279	677
Abril-junio	198	454
Julio-septiembre	590	726
Octubre-diciembre	562	679
1976: Enero-marzo	268	653
Abril-junio	624	646
Julio-septiembre	179	798
Octubre-diciembre	279	691
1977: Enero-marzo	479	452
Abril-junio	481	524
Julio-septiembre	566	535
Octubre-diciembre	299	651
1978: Enero-marzo	218	520
Abril-junio	377	448
Julio-septiembre	434	528
Octubre-diciembre	401	380
1979: Enero-marzo	199	549
Abril-junio	226	489
Julio-septiembre	329	651
Octubre-diciembre	323	501
1980: Enero-marzo	403	731
Abril-junio	400	642
Julio-septiembre	330	705
Octubre-diciembre	400	695
1981: Enero-marzo	413	815
Abril-junio	549	613

B. Terminal B

Período	Servicio 1 (buques de la segunda generación)	Servicio 2 (buques de la tercera generación)
1974: Enero-marzo	346	398
Abril-junio	569	587
Julio-septiembre	735	553
Octubre-diciembre	624	450
1975: Enero-marzo	540	649
Abril-junio	239	754
Julio-septiembre	315	425
Octubre-diciembre	384	397
1976: Enero-marzo	616	497
Abril-junio	636	563
Julio-septiembre	733	731
Octubre-diciembre	452	517
1977: Enero-marzo	405	469
Abril-junio	628	545
Julio-septiembre	681	463
Octubre-diciembre	512	560
1978: Enero-marzo	570	457
Abril-junio	485	464
Julio-septiembre	381	580
Octubre-diciembre	369	495
1979: Enero-marzo	289	454
Abril-junio	363	544
Julio-septiembre	400	602
Octubre-diciembre	340	481
1980: Enero-marzo	514	599
Abril-junio	303	515
Julio-septiembre	504	537
Octubre-diciembre	452	566
1981: Enero-marzo	455	732
Abril-junio	328	718

Fuente: Datos facilitados por varias compañías navieras.

Cuadro 15

Rendimiento de las operaciones en los buques ro/ro

Puerto	Horas de permanencia en el puerto			Promedio de toneladas de peso por hora de permanencia en el puerto		
	1980	1981	1982	1980	1981	1982
a	15	16	27	138	154	157
b	78	38	38	89	73	86
c	77	71	65	68	80	94
d	78	58	56	124	150	176
e	32	35	36	32	45	51
f	20	19	19	108	119	138
g	46	55	56	139	95	129
h	24	23	27	95	99	69
i	80	55	81	63	97	69
j	37	42	43	87	75	59
k	43	69	70	85	54	54
l	21	17	15	162	127	116
m	12	13	12	198	195	215
n	10	9	7	166	131	46
o	8	9	13	198	141	122
p	17	15	11	45	72	75

Fuente: Datos facilitados por varias compañías navieras.

Cuadro 16

Tasas de productividad de las operaciones de transbordo por rodadura por tonelaje del buque y por tipo de carga manipulada

(Unidades por hora)

Tonelaje del buque	Tipo de carga transbordada por rodadura		
	Remolques	Remolques mafi	Automóviles
Menos de 5.000 TPM	15	10	100
Entre 5.000 y 10.000 TPM	20	15	175
Más de 10.000 TPM	25	20	250

Fuente: Datos facilitados por varias compañías navieras.

4. Comparación de los valores del rendimiento portuario

48. El precedente análisis de las distintas magnitudes utilizadas para medir el rendimiento y la productividad ha dejado bien sentado, más allá de toda duda, que el rendimiento de un puerto o una terminal no se puede evaluar con una sola cifra. Sólo el seguimiento constante de una serie de indicadores coherentes permite obtener una descripción exacta del comportamiento de un puerto (o de una terminal) en relación con la demanda de que es objeto. La reunión, el análisis y la presentación de los datos requiere la participación de especialistas, y la conversión de los hechos en principios de actuación debe ser una de las tareas prioritarias de la dirección. Desgraciadamente, en muchos puertos del mundo sigue imperando la tendencia a acumular una cantidad incontrolable de datos brutos, que después se elaboran en un libro de estadísticas impresionante pero generalmente poco práctico. De ahí que la información disponible se utilice raramente con efectividad (por ejemplo, para la planificación a plazo corto, medio o largo, para el seguimiento de las operaciones diarias, para la corrección de los defectos intrínsecos de cualquiera de los subsistemas del puerto, etc.).

49. Probablemente aún más preocupante es el hecho de que quienquiera que haga el esfuerzo de estudiar los datos estadísticos así reunidos descubrirá que muchos de ellos tienen un uso bastante limitado, mientras que muchas veces falta información esencial (sobre tiempos de espera y de servicio, rendimiento y productividad expresados en función del tiempo y del costo), o bien ésta es incompleta o ha sido sustituida por otra. El valor limitado de la información estadística disponible reduce automáticamente su ámbito de aplicación, pero los esfuerzos que ha costado la reunión y el análisis de los datos sigue representando muchas horas-hombre de tiempo de especialista. De ahí que el costo de la operación se considere demasiado elevado. Por consiguiente, en época de austeridad, la decisión de poner término a un gasto que no se considera directamente beneficioso viene a ser algo casi obligado. Incluso en

los puertos en que la calidad de los datos y su utilidad están fuera de toda duda, los beneficios indirectos o a largo plazo de la existencia de datos fidedignos hacen que para la dirección del puerto sea difícil justificar los gastos realizados. El mismo argumento se aplica a los proyectos de estudio de la productividad en gran escala. Al poco tiempo, las empresas que participan y, evidentemente, costean el estudio se muestran descontentas con los resultados a corto plazo, que no pueden de por sí resolver los problemas de administración y explotación que las llevaron a encargar el estudio. Ese desencanto conduce rápidamente a la interrupción del muestreo y análisis de los datos, con lo que se sigue adoleciendo de falta de datos suficientes y representativos. Estas reacciones no impiden toda recogida razonable de datos. La mayoría de los puertos proporcionarán regularmente una serie de datos mínimos, aunque por lo general con largos retrasos. Algunos de esos datos se refieren al rendimiento, el movimiento de mercancías y, a veces, incluso a la productividad. Se utilizan muy a menudo para las relaciones públicas y la publicidad, y muy raramente para la mejora o simplificación de las operaciones o la gestión.

50. La utilización de indicadores de rendimiento por las administraciones portuarias o las empresas explotadoras de terminales llevan muchas veces a comparaciones abusivas y conclusiones engañosas. En la mayoría de los casos las cifras relativas al rendimiento figuran simplemente enumeradas, sin que se faciliten los detalles necesarios acerca de las condiciones en que se obtuvieron esos resultados. Las administraciones portuarias, al publicar las cifras relativas al movimiento de mercancías, no distinguen entre las cifras del tráfico del puerto y las cifras acumulativas del movimiento de mercancías en el puesto de atraque. Y lo que es aún peor, comparan situaciones distintas (por ejemplo, cabe que el tamaño de los envíos, el tonelaje manipulado por escala, la composición de la carga, el embalaje y las instalaciones portuarias sean muy diferentes). Por regla general, conviene ser muy cauto al comparar valores de rendimiento o de movimiento de mercancías, incluso entre puertos del mismo sector, entre terminales del mismo puerto y entre diferentes compañías navieras en la misma terminal. Las comparaciones son útiles, evidentemente, y hasta cierto punto indispensables. Las empresas explotadoras de terminales, por ejemplo, experimentan la necesidad de evaluar su rendimiento con respecto al rendimiento de los puertos vecinos o de ultramar. El peligro de esa práctica no estriba en la comparación misma, sino más bien en la falta de toda semejanza entre las operaciones así equiparadas, así como en la falta de algún factor verificador que ponga de relieve las diferencias esenciales. Así, por ejemplo, señalar que en la terminal A el coeficiente de carga de perfiles de acero de 12 metros de longitud fue de 2.500 toneladas por 24 horas, mientras que en la terminal B fue sólo de 1.500 toneladas, pone claramente de manifiesto que este puerto es mucho menos eficiente que el otro. Sin embargo, si se facilitasen otros datos, como el hecho de que en la terminal A la carga se efectuara en graneleros de 50.000 TPM con escotillas de gran apertura, y en la terminal B en buques de tipo corriente de 15.000 TPM, y que el tonelaje medio amparado por conocimiento de embarque fuera de 20 toneladas en la terminal A y de apenas una tonelada en la terminal B, habría motivos para poner en duda el rendimiento superior de la terminal A. Dado el gran número de parámetros, los puristas no pueden fácilmente aceptar el valor de las comparaciones de rendimiento portuario. Las considerarán inexactas e insignificantes o escasamente pertinentes. Es difícil, no obstante, poner freno a tales prácticas de los puertos, y por consiguiente,

hay pocas posibilidades de que los administradores de los puertos se abstengan súbitamente de efectuar comparaciones erróneas o infundadas. A lo más que se puede aspirar es a fomentar, mediante una mejor formación del personal portuario, la comprensión de los procedimientos de medición del rendimiento portuario y su intrínseca complejidad. En el peor de los casos, las prácticas habituales continuarán limitando el significado real de los datos presentados.

51. La cuestión fundamental sigue siendo hasta qué punto se puede mejorar el rendimiento logrado en relación con un parámetro determinado y si esa mejora es deseable o no desde el punto de vista del rendimiento global. Sólo se puede dar una verdadera respuesta con pleno conocimiento de los objetivos del puerto o la terminal (es decir, el orden de prioridad de los diversos fines operacionales y financieros). Para esclarecer las cuestiones planteadas, se entenderá que uno de los principales objetivos prioritarios es el logro de la máxima productividad posible en el vigente contexto de explotación (valor expresado en toneladas por insumo de unidad monetaria, o sea, en dólares por tonelada). Con arreglo a la ley de los rendimientos decrecientes, se puede determinar la cifra límite de rendimiento a las que se obtiene, en un marco de explotación determinado, el nivel de productividad más alto. Un ejemplo permitirá aclarar este punto.

52. En el caso de la disminución relativa de las tasas de rendimiento de las grúas, se puede producir la situación siguiente:

	Rendimiento medio de las grúas (movimientos/hora)	Costo anual del capital	Costo anual de explotación y mantenimiento (basado en 2.000 horas de explotación)	Costo anual total	Costo por movimiento (basado en 2.000 horas de explotación anuales)
Grúa pórtico del tipo 1 3.000.000 de dólares <u>1/</u>	20	390 000	100 000	490 000	12,25 dólares
Grúa pórtico del tipo 2 5.000.000 de dólares <u>1/</u>	30	650 000	165 000	815 000	13,60 dólares

1/ Se da por supuesto que ambos tipos de grúa pueden ser utilizados para la manipulación de buques portacontenedores de la primera, la segunda y la tercera generación.

Basándose en el costo por movimiento, es evidente que la grúa pórtico del primer tipo es la preferible desde el punto de vista de la empresa explotadora de la terminal, pero en una situación real puede haber otros factores que influyan más decisivamente en la elección final. Estos factores son, entre otros, el costo del tiempo de permanencia del buque en el puerto (según la duración de los períodos en que el buque permanece en el puerto fuera del puesto de atraque este factor puede ser especialmente decisivo), la "imagen" de la terminal ante la industria marítima, los recursos disponibles en el momento de decidirse la inversión, etc.

53. Este principio, que se aplica a un componente determinado del equipo de una terminal de contenedores, es aplicable en casi todas las situaciones de manipulación en el puerto; el ejemplo más clásico es el de la asignación de cuadrillas a una operación de manipulación de carga tradicional o de neo-granel, donde modalidades diferentes de asignación pueden influir mucho en la productividad prevista.

54. Hay un último aspecto que merece ser subrayado. La comparación de las cifras de rendimiento durante un período prolongado y en condiciones comparables conduce a la conclusión significativa, aunque no sorprendente, de que todas las mejoras importantes han sido resultado de un aumento del peso por eslingada de mercancías manipuladas. Las fórmulas utilizadas para calcular la capacidad intrínseca de los subsistemas del buque a tierra, de traslación, de apilamiento y de entrega contienen como uno de los parámetros más importantes el peso de la eslingada. Así:

$$\begin{array}{lcl} \text{Capacidad intrínseca} & & \text{Número de ciclos} \\ \text{del subsistema del} & = & \text{Peso medio por} \\ \text{buque a tierra} & & \text{eslingada} \quad \times \quad \text{intrínsecamente} \\ & & \text{posible} \end{array}$$

Por ejemplo, en el caso de mercancías en sacos (sacos de 60 kg) y grúas corrientes de 3 a 6 toneladas:

$$\begin{array}{lcl} \text{Capacidad intrínseca} & & \\ \text{del subsistema del} & = & 1,2 \text{ toneladas} \quad \times \quad 20 \text{ ciclos/hora} \\ \text{buque a tierra} & = & 24 \text{ toneladas/hora.} \end{array}$$

55. En realidad, todas las mejoras básicas de la manipulación de la carga han tratado fundamentalmente de aumentar el peso por eslingada, y de ahí la tendencia hacia unidades de carga más grandes, de las paletas a las unidades preeslingadas, la madera en haces, las balas de pulpa de madera, los desbastes en rollo pesados y, por supuesto, el omnipresente contenedor. De ahí también el creciente uso de cucharas cada vez más grandes para la manipulación de ciertas cargas a granel. Por consiguiente, la capacidad intrínseca del subsistema del buque a tierra ha aumentado, no en un 10 o un 20% (el aumento máximo probable de resultados de la disminución de la duración del ciclo de la grúa) 20/, sino en un factor de 5, 10 ó 20. Una parte muy importante de la llamada revolución tecnológica en el transporte marítimo y los puertos ha surgido y sigue desarrollándose en torno a ese aumento del peso por unidad de carga y la mejora de la capacidad de manipulación.

56. La única otra condición que tiene que cumplirse para que la capacidad intrínseca pueda equipararse a la capacidad efectiva es, en realidad, la prevención de los desequilibrios entre los subsistemas posteriores. Ahora bien, esta tarea es a menudo mucho más ingente que la compra de equipo de manipulación perfeccionado, y sólo un conocimiento profundo de las relaciones recíprocas entre las partes componentes de los puestos de atraque (o terminales) y un buen conocimiento de los parámetros determinantes de la productividad permitirá llegar a una solución satisfactoria.

Anexo I

EJERCICIO SOBRE LA OCUPACION DE LOS PUESTOS DE ATRAQUE 21/

El registro de la ocupación de los puestos de atraque 7, 8 y 9 de la zona A en Port Laedi -que es un puerto imaginario- durante la primera semana de octubre, tal como se estableció día a día (llegada significa llegada al puesto de atraque) se transcribe en la página siguiente.

Se trata de calcular la tasa de ocupación de los puestos de atraque de la zona A durante la semana del 2 al 8 de octubre y de presentar los resultados en un gráfico haciendo una distinción entre:

- puesto libre;
- puesto ocupado sin trabajo efectivo;
- puesto ocupado con trabajo efectivo;
- puesto ocupado por buque no operacional.

Los horarios normales de trabajo son los siguientes:

- Día 08.00 - 16.00
- Primer turno: 06.00 - 14.00
- Segundo turno: 14.00 - 22.00
- Noche: 22.00 - 06.00

No se trabaja el domingo.

Las longitudes de los puestos de atraque son las siguientes:

- N° 7 = 165 m
- N° 8 = 165 m
- N° 9 = 170 m
- Total zona A = 500 m

Fecha	Puesto de atraque	Puesto de atraque	Puesto de atraque
	7	8	9
Lunes 2/10	<u>Ariana (160 m)</u> 06.00 - 14.00 (3 cuadrillas) Zarpa a las 16.30	Libre	<u>Trafiaki (165 m)</u> Llegada a las 09.00 14.00 - 22.00 (4 cuadrillas) 22.00 - 06.00 (4 cuadrillas)
Martes 3/10	Libre	<u>Deadémona (130 m)</u> Llegada a las 13.00 14.00 - 22.00 (2 cuadrillas) Salida a las 23.00	<u>Trafiaki (165 m)</u> [22.00 - 06.00 (4 cuadrillas)] 06.00 - 14.00 (4 cuadrillas) 14.00 - 22.00 (2 cuadrillas) Salida a las 21.00
Miércoles 4/10	<u>Sea Challenger (145 m)</u> Llegada a las 02.00 06.00 - 14.00 (2 cuadrillas) 14.00 - 22.00 (2 cuadrillas) <u>Master Carrier (135 m)</u> Abarloado Llegada a las 11.00 14.00 - 22.00 (3 cuadrillas) Salida a las 24.00	<u>Explorer (130 m)</u> Llegada a las 05.00 06.00 - 14.00 (2 cuadrillas) 14.00 - 22.00 (3 cuadrillas) 22.00 - 06.00 (2 cuadrillas)	<u>Orfee (155 m)</u> Llegada a las 07.00 08.00 - 16.00 (2 cuadrillas) 14.00 - 22.00 (2 cuadrillas) 22.00 - 06.00 (3 cuadrillas)
Jueves 5/10	<u>Sea Challenger (145 m)</u> 06.00 - 14.00 (2 cuadrillas) 14.00 - 18.00 (1 cuadrilla) Salida a las 19.00	<u>Explorer (130 m)</u> [22.00 - 06.00 (2 cuadrillas)] 06.00 - 14.00 (2 cuadrillas) 08.00 - 16.00 (1 cuadrilla) 14.00 - 22.00 (2 cuadrillas)	<u>Orfee (155 m)</u> [22.00 - 06.00 (3 cuadrillas)] Salida a las 12.00 <u>Zanzibar (80 m)</u> Llegada a las 14.00 15.00 - 22.00 (3 cuadrillas)
Viernes 6/10	<u>Amundsen (175 m)</u> Llegada a las 02.00 06.00 - 14.00 (5 cuadrillas) 14.00 - 22.00 (5 cuadrillas) 22.00 - 06.00 (3 cuadrillas) <u>Seaway Express (130 m)</u> Abarloado Llegada a las 05.00 06.00 - 14.00 (3 cuadrillas) 14.00 - 22.00 (3 cuadrillas) 22.00 - 06.00 (2 cuadrillas)	<u>Explorer (130 m)</u> 08.00 - 16.00 (1 cuadrilla) Salida a las 19.00 <u>Orinoco (160 m)</u> (Buque de pasaje) Llegada a las 23.30	<u>Zanzibar (80 m)</u> 06.00 - 14.00 (2 cuadrillas) 14.00 - 17.00 (2 cuadrillas) Salida a las 23.00 <u>Suez (70 m)</u> Llegada a las 11.00 14.00 - 22.00 (1 cuadrilla)
Sábado 7/10	<u>Amundsen (175 m)</u> [22.00 - 06.00 (3 cuadrillas)] 06.00 - 14.00 (3 cuadrillas) 14.00 - 21.00 (2 cuadrillas) <u>Seaway Express (130 m)</u> Abarloado [22.00 - 06.00 (2 cuadrillas)] 06.00 - 14.00 (2 cuadrillas) 14.00 - 21.00 (2 cuadrillas) Salida a las 23.00	<u>Orinoco (160 m)</u> (Buque de pasaje)	<u>Suez (70 m)</u> 06.00 - 12.00 (1 cuadrilla) Salida a las 14.00
Domingo 8/10	<u>Amundsen (175 m)</u> Salida a las 10.00	<u>Orinoco (160 m)</u> (Buque de pasaje)	<u>Freedom 11 (155 m)</u> Llegada a las 17.00

Registro semanal de ocupación de los puestos de atraque

PUERTO: LAEDI

ZONA: A

PERIODO DEL: 02.10

AL 08.10

PUESTO DE ATRAQUE: 7

Horas	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves				Viernes				Sábado				Domingo			
	1*	2*	3*	4*	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
01																												
02																												
03																												
04																												
05																												
06																												
07																												
08																												
09																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
TOTAL	7½	8½	8	-	24	-	-	-	2	6	16	-	5	7	12	-	2	4	18	-	-	3	21	-	14	10	-	-

Código: 1 - libre; 2 - ocupado sin trabajo efectivo; 3 - ocupado con trabajo efectivo; 4 - ocupado por un buque no operacional.

Registro semanal de ocupación de los puestos de atraque

PUERTO: LAEDI

ZONA: A

PERIODO DEL: 02.10

AL 08.10

PUESTO DE ATRAQUE: 8

Horas	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves				Viernes				Sábado				Domingo				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
01	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
02	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
03	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
04	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
05	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
06	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
07	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
08	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
09	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
TOTAL	24	-	-	-	14	2	8	-	5	1	18	-	-	-	2	22	-	4½	11	8	½	-	-	-	24	-	-	-	24

Código: 1 - libre; 2 - ocupado sin trabajo efectivo; 3 - ocupado con trabajo efectivo; 4 - ocupado por un buque no operacional.

Registro semanal de ocupación de los puestos de atraque

PUERTO: LAEDI

ZONA: A

PERIODO DEL: 02.10

AL 08.10

PUESTO DE ATRAQUE: 9

Horas	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves				Viernes				Sábado				Domingo			
	1*	2*	3*	4*	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
01	3																											
02	3																											
03	3																											
04	3																											
05	3																											
06	3																											
07	3																											
08	3																											
09	3																											
10	3																											
11	3																											
12	3																											
13	3																											
14	3																											
15	3																											
16	3																											
17	3																											
18	3																											
19	3																											
20	3																											
21	3																											
22	3																											
23	3																											
24	3																											
TOTAL	9	5	10	-	3	1	20	-	7	1	16	-	2	9	13	-	-	8	16	-	10	8	6	-	17	7	-	-

Código: 1 - libre; 2 - ocupado sin trabajo efectivo; 3 - ocupado con trabajo efectivo; 4 - ocupado por un buque no operacional.

INFORME SOBRE LA OCUPACION DE LOS PUESTOS DE ATRAQUE

PUERTO: Port Laedi

ZONA: A

PERIODO DEL: 02/10

AL: 08/10

MES: Octubre de 1978

Fecha	Puesto de atraque N°	Hora				Total de control
		Libre	Ocupado sin trabajo efectivo	Ocupado en trabajo efectivo	Ocupado por buque no operacional	
02/10	7	7.5	6.0	8.0		24.0
	8	24.0				24.0
	9	9.0	5.0	8.0 2.0		
03/10	7	24.0				24.0
	8	13.0 1.0	1.0 1.0	8.0		24.0
	9	3.0	1.0	6.0 8.0 6.0		24.0
04/10	7	2.0	4.0 2.0	8.0 8.0		24.0
	8	5.0	1.0	8.0 8.0 2.0		24.0
	9	7.0	1.0	6.0 8.0 2.0		24.0
05/10	7	5.0	6.0 1.0	8.0 4.0		24.0
	8		2.0	6.0 8.0 8.0		24.0
	9	2.0	6.0 1.0 2.0	6.0 7.0		24.0
TOTAL PARCIAL		102.5	42.5	143.0	-	288.0
PORCENTAJE						

INFORME SOBRE LA OCUPACION DE LOS PUESTOS DE ATRAQUE

PUERTO: Port Laedi

ZONA: A

PERIODO DEL: 02/10

AL: 08/10

MES: Octubre de 1978

Fecha	Puesto de atraque N°	Hora				Total de control
		Libre	Ocupado sin trabajo efectivo	Ocupado en trabajo efectivo	Ocupado por buque no operacional	
06/10	7	2.0	4.0	8.0 8.0 2.0		24.0
	8	4.5	8.0 3.0	8.0	0.5	24.0
	9		6.0 2.0	8.0 3.0 5.0		24.0
07/10	7		3.0	6.0 8.0		
	8				24.0	24.0
	9	10.0	6.0 2.0	6.0		24.0
08/10	7	14.0	10.0			24.0
	8				24.0	24.0
	9	17.0	7.0			24.0
TOTAL		150.0	93.5	212.0	48.5	504
PORCENTAJE		29.8	10.5	42.1	9.6	100

Tasa total de ocupación, 70.2%

Anexo II

ALGUNAS TASAS DE RENDIMIENTO DEL PUERTO DE AMBERES

Tasas de rendimiento del puerto de Amberes: carga general fraccionada transportada en buques de línea modernos

(Toneladas/cuadrilla/turno)

Terminal	Rendimiento
A	250 <u>a/</u>
B	250 <u>b/</u>
C	250
D	265
E	300
F	250
G	200

a/ Neo granel: 375 toneladas/cuadrilla/turno.

b/ Cartones/balas/cajas: 250 toneladas/cuadrilla/turno.
 Sacos: 400 toneladas/cuadrilla/turno.
 Paletas: 300 toneladas/cuadrilla/turno.

Tasas de rendimiento del puerto de Amberes: manufacturas de acero

(Toneladas/cuadrilla/turno)

	Terminales			
	B	C	D	E
Perfiles de acero < 12 m	600	450	540	600
Perfiles de acero > 12 m	600	400	330	450
Fermachín en haces de 2 toneladas	750	500	500	900
Planchas de acero en paquetes de 2,5 toneladas	750	650	560	750
Tubos de acero de 12 m - 2 toneladas	700	450	400	450
Desbastes en rollo hasta 5 toneladas	1 200	950	730	1 100
de 5 a 10 toneladas	1 400	1 200	990	1 600
más de 10 toneladas	1 600	1 500	1 120	2 000

Tasas de rendimiento del puerto de Amberes: manipulación de contenedores

(Contenedores/hora)

	Grúa pórtico	Grúa móvil
Buques portacontenedores completamente celulares	A 35	
	B 25	B 25
	C 30	C 22
		D 17-22
	F 20	
	G 27	G 23
Buques portacontenedores mixtos	A 20	
	B 23	B 23
	C 18	C 15
	F 20	
	G 22	G 20
Graneleros	B 20-23	B 20-23
	C 18	C 15
	F 20	
	G 22	G 20
Cargueros de productos forestales	B 20-23	B 20-23
	C 22	C 17
	G 23	G 20

BIBLIOGRAFIA

- Ashar, A. Productivity and capacity of container terminals. World Wide Shipping, noviembre de 1985, págs. 73 a 76.
- Baudez, L. La mesure de la productivité portuaire. Revue des Transports, febrero de 1985, 10 págs.
- British Ports Association, General Council of British Shipping and National Ports Council. Port Performance Comparison Study - General Cargo in Conventional Vessels. Londres, 1977, 111 págs.
- Dally, H. K. Review of British container terminals. National Ports Council Bulletin, N° 16, 1° a 14 de mayo de 1981.
- De Monie, G. Port productivity I - III. En Manual on Port Management. Ginebra, 1976, págs. 87 a 106 (UNCTAD/INV/523).
- De Monie, G. Alternative containership and terminal systems: layouts and operational features of pure and combined terminals. En Seminar on Container Terminal Management. Amberes, UNCTAD/APEC, 1985, págs. 43 a 159 (UNCTAD/SHIP/612).
- Gilman, S. Pricing policy and operational controls in container terminals. Maritime Policy and Management, 1978-5, págs. 89 a 96.
- Melessen, H. K. Managerial tools for improving productivity. Handling International Cargo. Asociación Internacional de Coordinación del Transporte de Carga (ICHCA). Novena Conferencia Internacional, Göteborg, 1969, págs. 71 a 81.
- Plumlee, C. H. Port Performance Index, 1984. Carmel Valley, California, Consultores de Obras Públicas, 1984, 97 págs.
- Rijsenbrij, I. C. Service demand, productivity and profit: where's the balance? Ponencia presentada en la cuarta Conferencia sobre las Operaciones en la Terminal, Amsterdam, 1986.
- Robinson, R. Containerization in ports of third-world Asia: an overview of present patterns and the direction of future growth. Maritime Policy and Management (Cardiff), vol. 12, N° 4, págs. 263 a 277.
- Robinson, R. Productivity of first-generation container terminals: Sydney, Australia. Maritime Policy and Management (Cardiff), vol. 12, N° 4, págs. 279 a 292.
- Suykens, F. A few observations on productivity in seaports. Maritime Policy and Management (Cardiff), vol. 10, N° 1, págs. 17 a 40.
- Thomas, B. J. Port productivity and costs. En Manual on Port Management, Ginebra, 1976, págs. 207 a 234 (UNCTAD/INV/523).

Naciones Unidas, Comisión Económica para Asia y el Lejano Oriente. Collection of port operational statistics on a uniform basis, 1973, 16 págs. y anexos (E/CN.11/TRANS/Sub.3(x)/L.2).

Naciones Unidas, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Movimiento de mercancías en los muelles. Métodos sistemáticos para mejorar las operaciones de manipulación de carga general, 1973, 203 págs. (TD/B/C.4/109 y Add.1). N° de venta: S.74.II.D.1.

Naciones Unidas, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Las innovaciones técnicas en la esfera del transporte marítimo y sus efectos en los puertos: repercusiones de la unitarización de las operaciones portuarias, 1976, 123 págs. y anexos (TD/B/C.4/129/Supp.1).

Naciones Unidas. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Indicadores de rendimiento de los puertos, 1976, 28 págs. (TD/B/C.4/131/Supp.1/Rev.1), N° de venta: S.76.II;D.7.

Naciones Unidas. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Desarrollo portuario. Manual de planificación para los países en desarrollo, 1978, 221 págs. (TD/B/C.4/175/Rev.1), N° de venta: S.84.II.D.1.

Naciones Unidas. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Manual sobre un sistema uniforme de estadísticas portuarias e indicadores de rendimiento, 1979, 247 págs. (UNCTAD/SHIP/185/Rev.1).

Naciones Unidas. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Mejora del rendimiento portuario. Gestión de las operaciones de carga general (cuaderno de trabajo del alumno). Cardiff, Drake Educational Associates Ltd., 1982, 452 págs. (8 elementos de capacitación).

Winkelmans, W. Produktiviteit in Zeehavens (Productividad en los puertos marítimos), Rotterdam, Universidad de Erasmo, 7 páginas.

NOTAS

- 1/ Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.74.II.D.1.
- 2/ En un grupo de puestos de atraque para carga fraccionada se adopta el supuesto de llegadas aleatorias y tiempos de servicio según una distribución Erlang de tipo 2 ($M/E_2/n$). En las terminales especializadas, se adopta el supuesto de que la mejor manera de describir los intervalos entre las llegadas es mediante una distribución según la fórmula Erlang 2 (así, la notación de la teoría de las colas es $E_2/E_2/n$).
- 3/ Es decir, la flexibilidad que existe en un sistema portuario y que, de hecho, permite a la administración portuaria adoptar medidas para hacer frente a ciertas contingencias y reducir considerablemente los tiempos de espera previstos (calculados matemáticamente por anticipado).
- 4/ Véase asimismo el análisis más detallado del rendimiento y la productividad, en el que se examinan más detenidamente la importancia de esos factores.
- 5/ El aumento del rendimiento por hora-buque supone un ahorro intrínseco de tiempo de permanencia del buque en el puerto, por lo menos siempre que los períodos de inactividad en el puesto de atraque o en el puerto no resulten excesivamente prolongados por causa de los tiempos muertos u otras restricciones (por ejemplo, aunque el buque estuviera más pronto listo para zarpar, la escasez de prácticos podría muy bien anular este ahorro de tiempo y mantener el buque en el puerto durante el mismo tiempo que antes). En el ejemplo anterior, si el costo diario del buque fuera de 4.800 dólares y la carga de 1.000 toneladas, el ahorro potencial de tiempo de permanencia (11.7 horas) podría reducir el costo global total en más de 1.000 dólares.
- 6/ No es raro que los costos de la mano de obra sean de ambos tipos: el salario del trabajador portuario es un costo fijo en lo que concierne a las horas del turno normal y un costo variable en lo que respecta a las horas extraordinarias.
- 7/ En realidad, la mecanización ha contribuido grandemente a la sustitución de la mano de obra eventual (es decir, de costo variable) por personal permanente (o sea, de costo fijo).
- 8/ Por ejemplo, a veces se sigue suponiendo equivocadamente que la tasa óptima de ocupación del puesto de atraque es el 100%.
- 9/ Véase en el anexo I un ejemplo de registro de utilización del puesto de atraque.
- 10/ Véase el ejemplo de tres puestos de atraque en el cuadro 2.

11/ Movimiento de mercancías en los muelles. Métodos sistemáticos para mejorar las relaciones de manipulación de carga general (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.74.II D.1). British Ports Association, General Council of British Shipping, National Ports Council, Port Performance Comparison Study - General Cargo in Conventional Vessels (Londres, 1977); "Estudios sobre productividad", estudio patrocinado por la Scheepvaartvereniging Noord y la Scheepvaartvereniging Zuid, las asociaciones de empleadores de los puertos de Amsterdam y Rotterdam, y realizado por el Raadgevend Bureau Berenschot (aunque este estudio se publicó en holandés solamente, existe un resumen en inglés en una ponencia titulada "Managerial tools for improving productivity" presentada por H. J. Melessen en la Novena Conferencia Internacional de la Asociación Internacional de Coordinación del Transporte de Carga, celebrada en Göteborg en 1969).

12/ Véase Movimiento de mercancías de los muelles. Métodos sistemáticos para mejorar las operaciones de manipulación de carga general (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.74.II.D.1).

13/ Estudio efectuado en 1971-1972.

14/ Asimismo, en una terminal de contenedores la teoría del "estrangulamiento" sigue siendo especialmente válida. De una manera general, el exceso de capacidad del sistema de manipulación del buque a tierra es muy grande, mientras que los sistemas de traslación horizontal, apilamiento y almacenamiento, en particular, no cuentan con medios suficientes.

15/ La mayoría de las empresas de manipulación de la carga distinguen entre tiempo muerto evitable y tiempo muerto inevitable. Este último suele ser el resultante. entre otras cosas. de las condiciones metereológicas, las huelgas políticas no relacionadas con el puerto, la fuerza mayor, etc., mientras que las causas más comunes del primero son las averías del equipo, la espera de la llegada del buque, el camión u otro vehículo, el comienzo tardío o el final anticipado de las operaciones, el trincado y destrincado de las mercancías, la apertura y el cierre de escotillas, los conflictos sociales, etc.

16/ Desarrollo portuario. Manual de planificación para los países en desarrollo (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.84.II.D.1).

17/ Este hecho también ha sido puesto de relieve en los datos sobre productividad publicados por H. K. Dally en "Review of British Container Terminals", National Ports Council Bulletin, N° 16, mayo de 1981, págs. 1 a 14.

18/ El ejemplo siguiente es buena muestra de las dificultades que entraña la medición de esas tasas de productividad:

Operaciones realizadas en un buque ro/ro de 16.744 TRB:

Descarga:	96 contenedores de veinte pies vacíos
	80 contenedores-plataforma de veinte pies vacíos
	1 contenedor de cuarenta pies vacío
Desplazamiento:	1 contenedor de veinte pies vacío
	7 contenedores-plataforma de veinte pies llenos
	2 mafis llenos
	5 unidades autónomas
Carga:	23 contenedores de veinte pies llenos
	85 contenedores-plataforma de veinte pies llenos
	4 vehículos autopropulsados
	17 automóviles

en cuatro turnos-cuadrilla de ocho horas cada uno.

¿Cómo calcular el rendimiento por hora?

19/ Pongamos por ejemplo el caso de un buque ro/ro de la segunda generación cuyo costo diario ascienda a 20.000 dólares: suponiendo que el rendimiento por hora de permanencia en el puerto sea de 100 toneladas (que no es, con gran diferencia, la peor tasa de productividad lograda según el cuadro 15), el costo de permanencia del buque en el puerto por tonelada asciende a 8,3 dólares/tonelada. Desde el punto de vista económico, esto será una carga excesiva para la compañía naviera, ya que es un costo exclusivamente unilateral.

20/ Sin embargo, una ligera disminución de la duración del ciclo de la grúa requiere un considerable desembolso suplementario de capital.

21/ Tomado del "Manual sobre un sistema uniforme de estadísticas portuarias e indicadores de rendimiento" (UNCTAD/SHIP/185). Este ejercicio permitirá al lector aplicar algunos de los principios expuestos en la presente monografía.
