

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA EN LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE CONTENEDORES ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y POR CITAS DE UNA TERMINAL PORTUARIA

Área de investigación: Entorno de las organizaciones

Oscar Laureano Casanova

Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller
Universidad Autónoma de Tamaulipas
México
olaurean@docentes.uat.edu.mx

Maria Dolores Gracia Guzmán

Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller
Universidad Autónoma de Tamaulipas
México
mgracia@docentes.uat.edu.mx

Julio Mar Ortiz

Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller
Universidad Autónoma de Tamaulipas
México
jmar@docentes.uat.edu.mx

Octubre 3, 4 y 5 de 2018

Ciudad Universitaria | Ciudad de México



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA EN LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE CONTENEDORES ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y POR CITAS DE UNA TERMINAL PORTUARIA



Resumen

La presente investigación tiene como objetivo realizar un estudio comparativo para evaluar la eficiencia de las grúas utilizadas en las operaciones de carga y descarga de contenedores en buques de una terminal portuaria. La metodología propuesta se basa en el análisis estadístico de los registros de operación de los buques atendidos en la terminal, y mediante el uso de indicadores evaluar la productividad y eficiencia de los equipos, durante el proceso de carga y descarga de contenedores. Para validar la metodología propuesta, se analizaron 50,333 registros del sistema tradicional y 115,324 movimientos del sistema de citas durante el tercer trimestre del 2014 y 2016 respectivamente. Los resultados obtenidos permiten identificar aquellos equipos que operan sobre los estándares de productividad esperados de los que no lo hacen. Se concluye que la eficiencia entre el Método Tradicional contra el Método de Citas en las operaciones Carga – Descarga contenerizada en buques existen diferencias significativas en los índices de su producción de la organización, debido a que en el sistema por citas existe una mejor planeación de las operaciones y como consecuencia una mejor asignación de los recursos utilizados como: las grúas, tractoplantas, y el personal operativo asignado.

Palabras clave: Productividad, Eficiencia, Carga y Descarga de Buques, Terminal de Contenedores.



Introducción



El transporte marítimo representa el 80% del comercio de mercancías en el mundo. El movimiento de carga de contenedores ha tenido una tasa de crecimiento anual promedio del 9.8% durante los últimos 20 años y se estima que aumentará más en 2020 hasta alcanzar los 371 millones de TEU's (las siglas en inglés corresponden a *Twenty-Foot Equivalent Units*) (UNCTAD, 2008). Debido al crecimiento del movimiento de contenedores en los puertos, los gerentes buscan aumentar la productividad de sus operaciones con el fin optimizar la capacidad de la terminal (Frankel, 1987).

Los puertos son uno de los eslabones más importantes en la cadena del comercio internacional entre países, ya que a través de estos se realizan actividades de servicios por parte de proveedores, en particular a los buques, la carga y el transporte interior. El nivel de satisfacción obtenido según unos criterios preestablecidos indica el nivel del rendimiento portuario según los servicios que presten al buque, a la carga o a los vehículos de transporte interior. Así, puede ocurrir, que el 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 las cargas o las empresas de transporte interior (De Monie, 1988)

Una terminal de contenedores se considera como un sistema que está integrado por otros subsistemas como lo son; buque a tierra, transferencia, almacenamiento y la recepción - entrega, cuya eficiencia y productividad afectan el rendimiento del siguiente subsistema. Estos subsistemas pueden ser considerados como procesos independientes pero su operación está influenciado por el sistema global como un todo (Henesey et. al., 2002)

Uno de los objetivos más importantes en las terminales portuarias es incrementar la eficiencia de las grúas en las operaciones de carga y descarga de contenedores en los buques. Los indicadores de productividad proporcionan información sobre el volumen total del trabajo realizado o el tonelaje manipulado en un tiempo determinado. Los indicadores de productividad más usados en los puertos son:



- el movimiento de mercancías en el puesto de atraque,
- el rendimiento del sistema de carga y descarga del buque, y
- el trabajo de las cuadrillas



A partir de los indicadores de productividad la terminal está en condiciones de identificar o medir la eficiencia de cada uno de sus equipos. En este sentido podemos determinar que grúa es más eficiente (tiene mayor eficiencia), comparando su productividad.

La medición de la productividad es necesaria para el desarrollo de cualquier actividad económica. La determinación de indicadores de productividad juega un papel importante en el desarrollo de cualquier empresa o institución. Cullinane et. al. (2004) señalan que los indicadores de productividad desempeñan un papel esencial en la evaluación de la producción porque pueden definir no solamente el estado actual de los procesos, sino que, además son útiles para proyectar el futuro de los mismos. Diewert (1992) identificó diferentes enfoques conceptuales para medir el Factor de Productividad Total (FTP). Existen dos grandes categorías de indicadores de productividad como son: medidas agregadas y medidas de los cambios producidos por las transformaciones tecnológicas. En cada una estas categorías se tienen ramificaciones pero que se agrupan en indicadores numéricos; y medidas paramétricas. En el primer grupo, tenemos indicadores numéricos que se construyen directamente de los datos disponibles, sin necesidad de estimar previamente una función de producción o de costos. Por el contrario, en las medidas paramétricas, hay necesidad de establecer previamente una relación funcional que modele la producción o los costos de estimarla.

El principal objetivo de esta investigación consiste en realizar un estudio comparativo de la eficiencia en el proceso de carga- descarga contenerizada de los buques en una terminal portuaria entre el método tradicional contra el método de citas.

Por otra parte es importante mencionar que la presente investigación es la segunda parte del proyecto integral de investigación enfocado a la modelación y resolución de problemas asociados a un sistema de citas dentro de una terminal de contenedores y su alcance está en poder determinar la productividad y eficiencia en la carga y descarga contenerizada en buques. Los resultados de la evaluación facilitarán la



toma de decisiones en cuanto a la asignación del personal, equipos y operadores de las grúas.

Fundamentos

Los puertos

Los puertos desempeñan un papel estratégico y crucial en el bienestar económico de la nación, resulta vital que los gobernantes, operadores portuarios y las autoridades portuarias centren sus esfuerzos en promover y resaltar la competitividad y eficiencia de sus puertos (Khalid et. al. 2004).

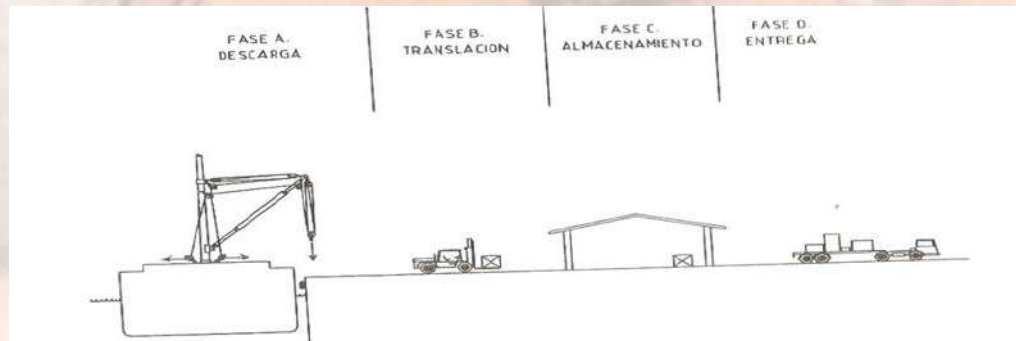
Los puertos, son un subsistema de la red de transporte total y el punto de encuentro de varios diferentes medios de transporte, constituyen la infraestructura económica necesaria para manejar la carga nacional e internacional (Park y De; 2004). Rúa (2006) establece que los puertos contribuyen al desarrollo de un país, no sólo como consecuencia de la gran importancia para el tráfico de salida, sino también su función como promotores del crecimiento en sus propias áreas de impacto, la producción de ciertas líneas de tráfico, generación de la renta, y la creación de puestos de trabajo entre otros efectos.

El 90% de la mercancía transportada del comercio internacional es realizado por medio marítimo, esto debido en parte a la globalización mundial (Salerno, 2011), que además involucra generar constantes cambios y avances oportunos en materia de transporte y adecuación de Puertos. Por otra parte, dado el aumento en la conciencia por la sostenibilidad del planeta, se destaca que el medio en cuestión es el menos contaminante y de menor consumo energético, con relación a tonelada/milla (Estrada, 2007).

Macdonel (2000) establece que las operaciones en el puerto se realizan de tal manera que el flujo de carga en la transferencia del sistema marítimo al terrestre y viceversa sea regular, y con eficiencia económica y seguridad (Véase Figura 2.1).



Figura No. 2.1
Flujo de operaciones en el puerto



En la figura anterior se presentan las cuatro fases que pueden seguir las mercancías al pasar por un puerto de atraque. En cada fase la capacidad de manipulación que será distinta a las capacidades de las demás; es decir que nada se consigue con tratar de aumentar la capacidad de aquel elemento del puesto de atraque cuya capacidad es ya la mayor fase A. En realidad sólo se puede mejorar la capacidad del elemento más estrecho o reducido. La capacidad en conjunto irá mejorando a medida que se incrementa la capacidad de la fase B, hasta que llegue a igualar la fase D. Cualquier aumento de la capacidad total exigirá el aumento simultáneo de la capacidad de las fases B y D.

En la figura 2.1, se observa que la función de los puertos es actuar como intercambiadores entre los modos de transportes marítimos y terrestres. Sin embargo, en la actualidad, los puertos han sobrepasado esta función y se han convertido en centros logísticos de transporte intermodal de primer orden, en los que se realizan muchas otras actividades de valor añadido (Rúa, 2006).

Los contenedores son cajas grandes que se utilizan para el transporte de mercancías de un lugar a otro. Comparado con el bulto convencional, los contenedores tienen varias ventajas concretas como es el embalaje del producto, menos daños y una mayor productividad. (Agerschou et. al., 1983)



El Sistema Portuario Mexicano

El Sistema Portuario Nacional esta conformado por 114 puertos y terminales habilitadas, 56 en el Pacífico y 58 en el Golfo de México y Caribe; 66 son para tráfico de altura y cabotaje y 48 únicamente de cabotaje. La capacidad instalada para el manejo de carga comercial no petrolera es de 187.3 millones de toneladas, dispone de 198.1 kilómetros de muelles, 149.3 kilómetros de obras de protección y 5.6 millones de áreas de almacenamientos (vea figura 2.2)

Figura No. 2.2
Sistema Portuario Nacional



Hoy en día, los puertos mexicanos destacan por su elevado crecimiento en el manejo de volúmenes de mercancías, la diversificación de sus actividades y las áreas de oportunidad para nuevas inversiones y generación de empleos en terminales, instalaciones y negocios portuarios, comerciales e industriales. En México existen puertos que por su eficiencia en la operación de contenedores compiten con puertos líderes en el mundo, además muestran avances importantes en otros tipos de carga incluyendo petróleo y sus derivados, a la vez que operan

como plataformas de importantes industrias como son la química, petroquímica, energía eléctrica, metalúrgica, minería, cemento, pesca, turismo náutico y de cruceros, ensamblaje, actividades logísticas y de almacenamiento. (PNDP, 2008).



Peyrelonge y Martínez (2001) establecen que la tendencia internacional hacia la concentración de flujos de carga en puertos no ha sido ajena en México, el proceso de reestructuración y privatización portuaria de la década de los noventa, conduce a la aparición de nuevos operadores portuarios y al reacomodo de las líneas regulares y rutas marítimas que transforma la geografía portuaria en el Golfo y Caribe de México, se observa una concentración importante de los flujos de contenedores en sólo dos puertos: Veracruz (61.4%) y Altamira (28%) de carga contenerizada

Puerto de Altamira

Se ubica en el Golfo de México, le permite tener rápido y fácil acceso a cualquier mercado en el mundo, a tan sólo 500 km de la frontera con los Estados Unidos de América, y de los principales centros económicos del país. El Puerto de Altamira cuenta con doce terminales de usos múltiples, de fluidos, graneleras y de gas natural licuado, así como empresas de servicios logísticos, que brindan un servicio de la clase mundial a todos los usuarios del puerto (vea figura 2.3).

La carga general es la que muestra un crecimiento del 21% con respecto al 2017. En el movimiento de automóviles fue de 101,225 unidades mostrando un incremento del 56%. En carga contenerizada se ha logrado la movilización de 326,933 TEUS, presentando un incremento del 8% entre los destacan los productos de autoparte, dióxido de titanio, maquinaria, resina, madera, entre otros. La carga de fluidos es la de mayor crecimiento con un 44% con 2.27 millones de toneladas de insumos para la generación de energía y transformación de productos petroquímicos como estireno, propileno, butil acrilato y gas natural licuado. La carga a granel también presenta un importante crecimiento acumulado de 2.43 millones de toneladas, es decir un 27%. Todos estos incrementos son en relación al año 2017. (API ALTAMIRA, 2018)



Figura No. 2.3
Puerto de Altamira



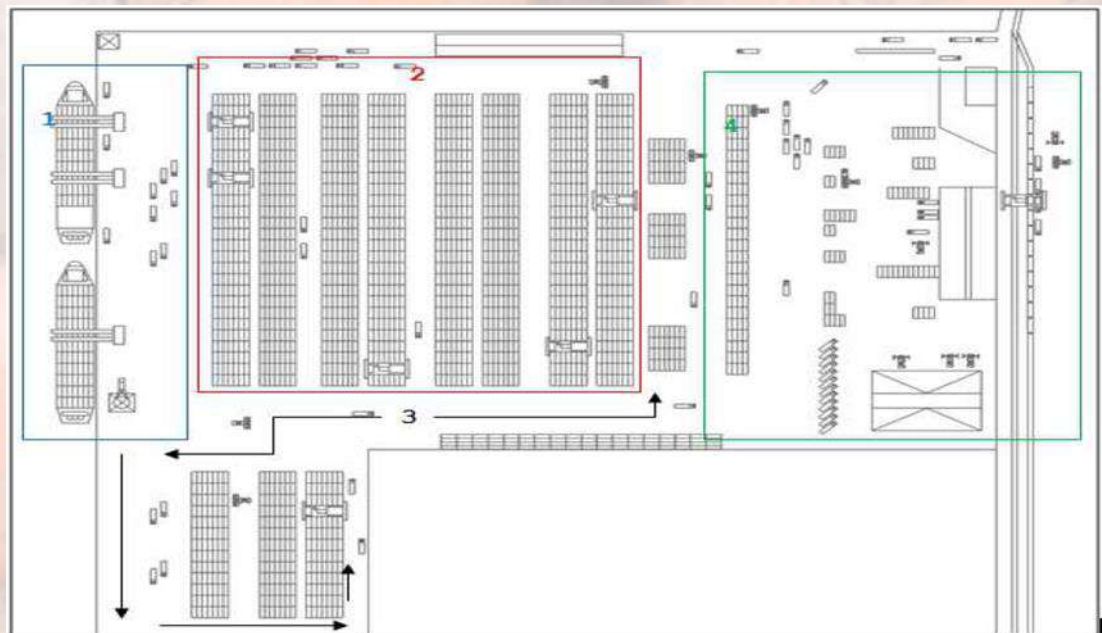
Fuente: Google

Altamira Terminal Portuaria (ATP)

Una terminal de contenedores tiene como función primordial intercambiar la carga entre medios de transporte, dotado de una determinada capacidad de almacenamiento en tierra, en aras de regular con rapidez, eficiencia y seguridad, los diferentes ritmos de llegadas y salidas de los medios de transporte terrestre y marítimo. En el presente trabajo se denominará sistema a todos los elementos que comprenden una terminal portuaria, y para facilitar su estudio, se dividirá en los 4 subsistemas: (1) conexión buque - muelle; (2) almacenaje; (3) interconexión y transferencia de contenedores; y (4) recepción - entrega (vea figura 2.4).



Figura No. 2.4
Esquema General y Subsistemas de Altamira Terminal Portuaria



Indicadores de Productividad Portuaria

Sauri (2002) la define como el término de número de unidades TEU'S movilizadas por buque y por tiempo de estancia del buque en el puerto-esperas más servicio. Pero existen diferentes formas de medir la eficiencia y la productividad portuaria, mismas que se pueden resumir en tres grandes categorías: indicadores físicos, indicadores de productividad del factor e indicadores económicos y financieros (Bichou y Gray; 2004).

1. Los indicadores físicos generalmente hacen referencia a mediciones de tiempo y están principalmente interesados con el buque, por ejemplo; tiempo de viaje del buque, tiempo de espera del buque, tasa de ocupación en muelle y tiempo de trabajo en muelle. Algunas veces, la coordinación con los modos terrestres de transporte son medidos en: tiempo de carga o el tiempo transcurrido entre la descarga de un buque hasta que abandona el puerto.

2. Los indicadores de productividad del factor también tienden a enfocarse sobre el lado marítimo del puerto, por ejemplo para medir capital y mano de obra requerida para cargar o descargar bienes de un buque.

3. De manera similar los indicadores económicos y financieros están relacionados al acceso marítimo; por ejemplo: operar el gasto o ingreso total o excedente relacionado con el tonelaje bruto registrado o el tonelaje neto registrado, o cargos por TEU's.



Para Doerr, y Sánchez (2006), la productividad se mide en términos del tiempo de servicio de una nave, la velocidad de transferencia y el tiempo de permanencia de la carga en el puerto. Los indicadores que se aplican al medir la productividad en una terminal portuaria están dos indicadores centrales, la interfase con el transporte terrestre y la interfase con la nave, denominadas frecuentemente como: a) el tiempo en la terminal de los camiones y b) la tasa de contenedores por hora de descarga o carga de la nave

Determinación de la Eficiencia

Farrel (1957) diferencia la eficiencia técnica es cuando se utiliza el mínimo de entradas para producir una salida y la eficiencia asignativa es cuando se combina las entradas en la proporción que minimiza sus costos de producción. En todo proceso de producción, la eficiencia técnica orientada a las entradas viene dada por el consumo de entradas mínimo necesario para lograr un determinado volumen de salidas. Una empresa es eficiente en precios cuando combina las entradas en la proporción que minimiza sus costos.

Se considera, que a partir de la combinación de entradas y salidas, el nivel de eficiencia técnica de cada entidad viene determinado por el resultado de su proceso productivo y su contraste con el que obtienen el resto de las empresas del grupo. Al establecer esta comparación, se identifican las entidades menos eficientes cuando es posible reducir el consumo de algún factor para llegar a producir la misma salida.

En consecuencia, los niveles de eficiencia obtenidos para cada una de las entidades deben ser entendidos como una medida relativa. En el desarrollo matemático de las medidas de productividad y eficiencia, si designamos por X_{ij} la cantidad de recurso i utilizado por la entidad j , y como y_{kj} el producto de tipo k que produce la misma, se obtiene para la productividad, la expresión (1)



$$\text{Productividad}_j = \frac{y_{kj}}{X_{ij}} \quad (1)$$

En el caso de que se encuentren varios inputs y generan varios outputs, es necesario utilizar medidas ponderadas de productividad. Se obtiene, la expresión (2).



$$\text{Productividad}_j = \frac{\sum_{k=1}^s U_{kj} Y_{kj}}{\sum_{i=1}^m V_{ij} X_{ij}} \quad (2)$$

Donde U_{kj} y V_{ij} son, respectivamente, los pesos correspondientes a cada entrada y salida, m es el número total de entradas consideradas y s es el número de salidas de la entidad j .

Sin embargo, el cálculo de la productividad para una entidad aislada, no tiene relevancia, salvo que se haga referencia a otras entidades respecto al aprovechamiento que se hace de los recursos empleados en la producción de los outputs. Por lo tanto, es necesario expresarla como eficiencia relativa. La eficiencia relativa de cualquier entidad siempre será menor o igual que la unidad. Aquélla que tenga eficiencia igual a 1 se le denomina eficiente, en caso contrario se le denomina ineficiente. Se obtiene para la eficiencia relativa la expresión (3)

$$\text{Eficiencia}_j = \frac{\frac{\sum_{k=1}^s U_{kj} Y_{kj}}{\sum_{i=1}^m V_{ij} X_{ij}}}{\frac{\sum_{k=1}^s U_{k0} Y_{k0}}{\sum_{i=1}^m V_{i0} X_{i0}}} \quad (3)$$

En la que el denominador corresponde a la eficiencia de la entidad j tomada como referente. Se observa que existen infinitos números de pesos que dan la misma eficiencia. Por lo tanto, para reducir la cantidad de pesos asignables se establece que la productividad de la unidad de referencia es igual a 1 (se normaliza), con lo que la eficiencia relativa de la entidad j queda definida en la expresión (4)

$$\text{Eficiencia}_j = \frac{\sum_{k=1}^s U_{kj} Y_{kj}}{\sum_{i=1}^m V_{ij} X_{ij}} \quad (4)$$



Método

La presente investigación es descriptiva, ya que se generaron análisis lógico-deductivos de los datos estadísticos de los movimientos realizados por las grúas en la carga y descarga de buques. Además, se consideraron los tiempos de demora atribuibles a la terminal, a la línea, condiciones climatológicas, fallas en el suministro de energía, atribuibles a las autoridades, enmienda de posición de atraque, cargando o descargando carga general (Tamayo, 2011).

Por lo tanto, en el método tradicional se analizaron estadísticamente 50,333 movimientos de las grúas durante el tercer trimestre del 2014 y para el método de citas se analizaron 115,324 movimientos en el tercer trimestre del 2016, en la cual la muestra que consta de un total de 4 grúas y 190 buques que arribaron a Altamira Terminal Portuaria (ATP)

Puede suceder que en una terminal predomine un tráfico de contenedores de 40 pies y en otra sea de 20 pies, con lo que la comparación entre los índices de productividades de tales terminales no resultaría muy riguroso (Sauri, 2002). Por consiguiente, ante tal dificultad, en lugar de utilizar número de TEU's movidos emplearemos el número de movimientos realizados. El índice queda definido como:

$$P = \frac{M_{buque}}{T} \quad (5)$$

Siendo M_{buque} el número de movimientos necesarios para cargar-descargar el buque y T el tiempo de estancia del buque en el puerto, esto es:

$$T = T_{espera} + T_{servicio} + T_{demoras} \quad (6)$$

Donde T_{espera} se refiere al tiempo que permanece el buque en el puerto o muelle antes de iniciar la carga-descarga esperando que finalice el servicio al barco anterior a él, $T_{servicio}$ comprende el tiempo entre el inicio del servicio y el final y $T_{demoras}$ pretende recoger las pérdidas de tiempo, que se puedan producir durante el servicio por motivos de cualquier índole.



Debido a que el índice definido en (5) es diferente para cada buque, por lo que, a fin de tener un índice único y representativo para cada terminal, el índice de productividad que finalmente adoptaremos deberá definirse en términos medios:

$$P = \frac{E(M)}{E(T)} \quad (7)$$

Donde E (M) es el número medio de movimientos por buque y E (T) es la media de estancia de los buques en el puerto. Para nuestro estudio tomaremos las expresiones (5), (6) y (7)

Analisis y Resultados.

Indicadores para medir la productividad Promedio.

Mediante un análisis estadístico de la información recabada en el trimestre agosto – octubre de 2014 y 2016 en la empresa “Altamira Terminal Portuaria”, para esta investigación solo se consideraron los siguientes recursos: cuatro grúas y el mismo número de operarios respectivamente en las operaciones de carga y descarga de buques. Según Macdonel (2000) las segmentamos como se muestra a continuación:

Comparativa de productividad promedio por Grúa

Como se observa en la Gráfica 4.1 la Grúa Krupp en el método tradicional tiene un estándar de 43 movimientos promedio de Productividad Hora Grúa en operaciones de carga y descarga de contenedores en buque. Los resultados obtenidos en el método por citas se muestra un incremento significativo a los 65 movimientos.

Para la Grúa Gottwald, el estándar esperado en el método tradicional es de 13 movimientos promedio de Productividad Hora Grúa en operaciones de carga y descarga de buque en el método tradicional y en el método por citas a 59 movimientos

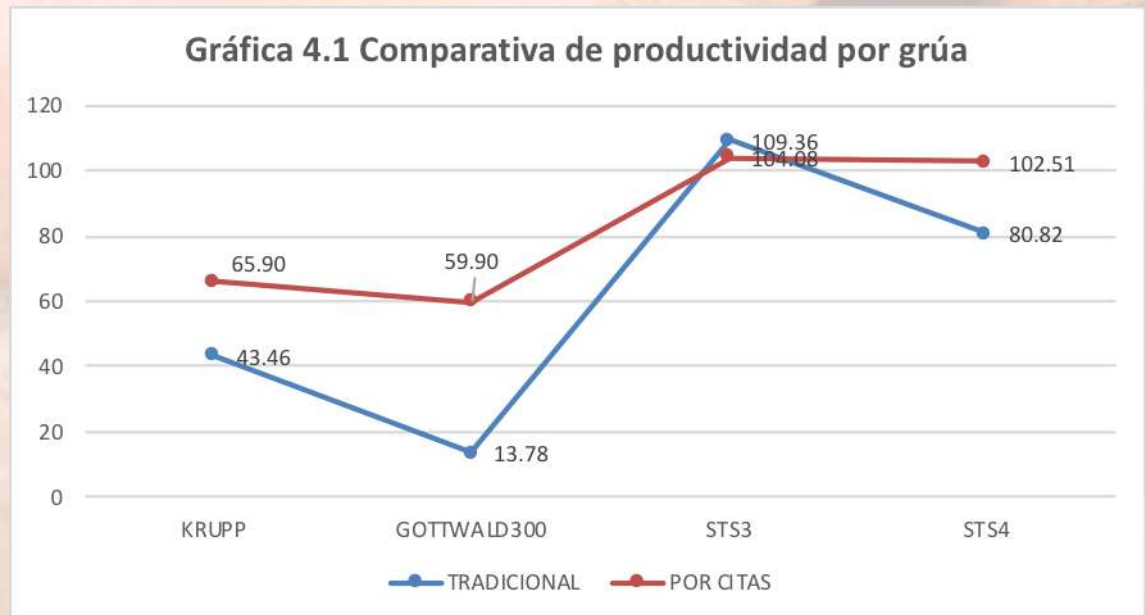
Los resultados obtenidos, muestran que la Grúa STS3, no existen un cambio significativo en los movimientos, ya que la reducción presentada 109 a 104, no incide mayormente en la productividad de las operaciones, ya que se considera como parte del estimado promedio



Finalmente, se observa que la Grúa STS4, tiene un estándar de 80 movimientos por Productividad Hora Grúa en la operación de carga y descarga contenedores mediante el método tradicional. Los resultados demuestran existe un incremento significativo en el método por citas en la productividad alcanzando un total de 102 movimientos en la Productividad Promedio esperada



Gráfica No. 4.1
Comparativa de productividad por grúa



Conclusiones

Podemos concluir de manera general que la productividad de las operaciones de carga y descarga contenerizada de buques entre el método tradicional contra el de citas influye de manera significativa en los índices de producción de la organización.

En forma específica podemos concluir que:

- a) En cuanto a los servicios que presta la empresa a sus clientes podemos concluir que no existen diferencias significativas con otras terminales a nivel nacional e internacional, ya que ofrece una gran variedad de servicios como: importación y exportación de carga en contenedores, contenedores refrigerados, a granel, limpieza y



acondicionamiento de contenedores, servicios de almacenamiento de contenedores vacíos y seguimiento de carga.

b) Se identificaron las grúas y los buques a los que se les proporcionaron servicios en el último trimestre del 2014 y 2016 en la Altamira Terminal Portuaria.

c) En cuanto al nivel de productividad pudimos determinar que las grúas de muelle STS3 es la única que no tienen un aumento significativo en la productividad promedio y Krupp, Gotwald y STS4 vieron incrementada su productividad promedio por lo que podemos concluir que para la administración resulta más eficiente la programación por citas de la descarga de contenedores al tener mejor determinada una eficiencia en sus operaciones, además de poder tener un mejor control de las operaciones de las grúas a utilizar, las cuadrillas de personal asignado, menores aglomeraciones de equipos de transporte en puerta.

Referencias

Administration Portuaria Integral (API). 2018. Puerto de Altamira. Mexico. Consultado el 22 de junio de 2018 en <http://www.puertoaltamira.com.mx/esps/0002818/el-puerto-de-altamira-continua-con-su-crecimiento-acelerado>

Agerschou, H., Lundgren H., Sorensen T. Ernst T., Korsgaard J. Schmidt L.R., Chi W. K. (1983). Planning and Design of ports and Marine Terminal. A Wiley- Interscience Publication.

Bichou K. y Gray R. (2004). A Logistics and Supply Chain Management Approach to Port Performance Measurement. Maritime Policy and Management, 47-64.

Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Recuperado el 5 de sep de 2014, de <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/PNDP2008/doc/pms/pmdp/alt.pdf>.

Cullinane Kevin, Song Dong-Wook, Ji Ping y Wang Teng-Fei. (2004). An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency. Review of Network Economics School of Marine Science & Technology. University of Newcastle. Volume 3, Issue 2 – Junio.



De Monie, G. (1988). Medición y Evaluación del Rendimiento y de la Productividad de los Puertos. Monografías de la UNCTAD sobre Gestión de Puertos, (6). Naciones Unidas. Nueva York.



Diewert, W. E. (1992). The Measurement of Productivity. Bulletin of Economic Research, 44: 163–198. DOI: 10.1111/j.1467-8586.1992.tb00542.x.

Doerr Octavio y Sánchez Ricardo J. (2006). Indicadores de la Productividad para la Industria Portuaria . Aplicación en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 112, CEPAL. Naciones Unidas. Santiago de Chile.

Estrada Llaquet José Luis (2007). Mejora de la Competitividad de un Puerto por Medio de un Nuevo Modelo de Gestión Estratégica Aplicando el Cuadro de Mando Integral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.

Farrel M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. Vol. 120 (3), pp. 253-290.

Frankel, E. G. (1987). Port Planning and Development. John & Sons, New York.

Henesey L., Wernstedt F., Davidson P. (2002). A Market- Based Approach to Container Port Terminal Management, In: Proceedings of the 15th European Conference on Artificial Intelligence. Workshop- Agent Technologies in Logistics, Lyon.

Khalid Nazery, Muda Ahmad Fakhruddin y Zamil Armi Suzana (2004). Port Competitiveness: SWOT Analysis Malasyan Ports under Federal Port Authorities.

Macdonel M. G.; Pindter V. J.; Herrejón De La T. L.; Pizá O.J. y López G. H. (2000). Ingeniería Marítima y Portuaria. México. Editorial Alfaomega. México D. F.

Park, R., y De P. (2004). An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Seaports. Maritime Economics and Logistics, 6(1): 53-69.





Peyrelonge, C. M. y Moreno Martínez María Aurora. (2001). Tendencias Recientes en el Transporte Marítimo Internacional y su Impacto en los Puertos Mexicanos. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 162. Sanfandilla, Queretaro. México. ISSN: 0188-7297.

PNDP (2008). Programa Nacional de Desarrollo Portuario 2007 – 2030. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. México. D. F.

Rúa Costa, C. (2006). Los Puertos en el Transporte Marítimo.

Rubio Lajas B. Patricia, Mar-Ortíz Julio, Rodríguez Gómez Ángel, Valencia Moreno Raúl. (2013). Evaluación del a Productividad y Eficiencia Técnico Operativa de un Nuevo Equipo para Transferencia de Contenedores. International Congress on Logistics & Supply Chain. Technical Sessions – I. Mexican Logistics & Supply Chain Association. Safandilla, Queretaro, México.

Salerno, H. (2011). Rumbo a Puertos Sostenibles, 1–13.

Sánchez Ricardo J., Wilmsmeier G. Hoffmann Jan (2002). Port Efficiency and International Trade: Port Efficiency as a Determinant of Maritime Transport Cost. Maritime Economics & Logistics Journal Vol. 5. No.2 Junio 2003. Palgrave MacMillan Ltd. London UK.

Sauri Marchán Sergi (2002). Indicadores de la Productividad y Eficiencia de las Operaciones Portuarias.

Tamayo, M. (2011). El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Limusa. México.

UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development (2008). Review of Maritime Transport. United Nations Publication. New York and Geneva.

