

5. Conclusiones

En la primera parte del trabajo se realiza un estado de la cuestión de las terminales portuarias de mercancías. Se tiene en cuenta los antecedentes más relevantes, principales actores, maquinaria de manipulación e instalaciones en general.

De igual forma se realiza un análisis de los diferentes problemas que se presentan en las terminales de contenedores portuarias, para luego realizar una clasificación de los principales sub-sistemas. Se realiza un estado del arte de los principales trabajos encontrados en la literatura de acuerdo a tres grupos de planificación que se persiguen en la generalidad de las terminales.

Posteriormente se proponen un modelo de optimización integrando a técnicas de simulación, para gestionar la asignación de muelles. Este modelo tiene como objetivo minimizar el tiempo de servicio de cada buque el cual está conformado por: el tiempo que los buques esperan hasta que el muelle asignado queda libre, las operaciones de remolque tanto para ida como para regreso al muelle del centenario y las operaciones de descarga y carga de contenedores.

La nueva esclusa que está construyendo el Puerto de Sevilla eliminará su principal debilidad y cuello de botella ya que al ser de mayor dimensión permitirá la llegada de buques de mayor calado y mayor capacidad de contenedores. Esto ocasionará que el cuello de botella sea transferido a otras zonas de la terminal ya que todas las instalaciones e infraestructura del puerto están acorde a las dimensiones del canal de acceso y de la esclusa. La nueva esclusa no permitirá la captación de rutas marítimas que utilizan grandes buques, pero se convierte en una oportunidad para el puerto si se enfoca en la captación de rutas de TMCD, ya que según Martínez y Castells (2005) el calado medio de los buques que realizan TMCD con el resto de Europa es de 6,8 m.

Una de las zonas que puede llegar a convertirse en uno de los futuros cuellos de botella son los muelles, ya que en la actualidad del total de tiempo que un buque permanece en el puerto un 18% corresponde a tiempo que éste pasa esperando a que quede libre el muelle que le ha sido asignado. Por lo tanto un incremento del tráfico podría ocasionar un aumento en ese tiempo de espera, debido a que el puerto posee poca maquinaria para la manipulación de contenedores, un aspecto clave para la intermodalidad.

Este trabajo ha sido enfocado en la eficiente planificación en la asignación de los muelles del Puerto de Sevilla, considerando un incremento en el flujo de buques portacontenedores y contenedores, causado por la nueva esclusa. Se tienen en cuenta datos reales del tráfico de buques portacontenedores correspondientes al mes de febrero de 2008 y para representar el tráfico adicional se ha considerado los datos de las líneas marítimas que transportan cemento, cereales y chatarra en el Puerto de Sevilla.

Debido a la versatilidad que ofrece ARENA frente a otros simuladores, éste es utilizado para realizar el modelo de simulación. Se propone un procedimiento heurístico basado en un algoritmo genético para resolver el modelo el cual es realizado en lenguaje Visual Basic y están dentro de un módulo del ARENA llamado VBA.

El algoritmo genético se ejecuta en el momento que una entidad entra en el módulo VBA. Según la estructura del modelo de simulación, esto ocurre cuando un buque llega al puerto, ya que es necesario evaluar la asignación de muelles en ese momento debido a que se tiene un buque más que asignar. El módulo VBA toma la información que es necesaria para resolver el modelo de optimización en ese instante de tiempo. De esta forma el modelo será resuelto tantas veces como buques lleguen al puerto. Al final de la solución del modelo de optimización, la asignación de muelles obtenida es enviada al modelo de simulación a través del mismo módulo VBA.

Por último, se muestran y analizan los resultados obtenidos en cada una de las siete simulaciones realizadas para comparar el sistema de asignación propuesto con el actual sistema del puerto de Sevilla. El sistema propuesto logra reducciones del 14% en el tiempo promedio de manipulación en muelles, de 66% en el tiempo promedio de espera y en su principal objetivo que es el tiempo de servicio en un 13,62%. Las anteriores mejoras logran que el tiempo máximo que un buque pueda estar en el Puerto de Sevilla baje de 45 a 30 horas. Cabe recordar que estos resultados son obtenidos con un tráfico que se ha incrementado para simular la futura situación del puerto con la entrada en funcionamiento de la nueva esclusa.

Se concluye que las instalaciones del puerto de Sevilla son capaces de soportar el nuevo flujo de buques y contenedores pero para que esto sea logrado se debe mejorar el actual sistema de asignación de muelles.