

Sorlino, Juan ; Tomé, Raúl

Modelo de secuenciación: line-up de navíos

**Documento de Trabajo en Ciencias Empresariales Nro. 11
Facultad de Ciencias Económicas
Departamento de Investigación “Francisco Valsecchi”**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central “San Benito Abad”. Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Sorlino, J., Tomé, R. (2015, agosto). *Modelo de secuenciación : line-up de navíos* [en línea] Documento de trabajo en Ciencias Empresariales No. 11 del Departamento de Investigación “Francisco Valsecchi”. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigacion/modelo-secuenciacion-line-up-tome.pdf> [Fecha de consulta:]



Pontificia Universidad Católica Argentina
"Santa María de los Buenos Aires"

Modelo de secuenciación: Line-up de navíos

Por Lic. Juan Sorlino y Ing. Raúl Tomé

Facultad de Ciencias Económicas

Departamento de Investigación
"Francisco Valsecchi"

Documento de Trabajo en Ciencias Empresariales N°11

Agosto de 2015



UCA

Pontificia Universidad Católica Argentina
"Santa María de los Buenos Aires"
Facultad de Ciencias Económicas
Departamento de Investigación "Francisco Valsecchi"

Los autores del presente artículo ceden sus derechos, en forma no exclusiva, para que se incorpore la versión digital del mismo al Repositorio Institucional de la Universidad Católica Argentina y a otras bases de datos que la Universidad considere de relevancia académica.



UCA

Pontificia Universidad Católica Argentina
"Santa María de los Buenos Aires"
Facultad de Ciencias Económicas
Departamento de Investigación "Francisco Valsecchi"

LINE-UP DE NAVIOS

Se denomina al *line-up* de navíos a la decisión de secuenciamiento de atraque de una fila de barcos que se encuentran esperando para la carga y/o descarga en una terminal portuaria.

El *line-up* es una de las decisiones de mayor valor económico para muchas compañías ya sean productoras de bienes u operadoras de comercio exterior.

Por ejemplo, en el comercio internacional de azúcar de producción brasilera en plena temporada de cosecha, las penalizaciones por el no cumplimiento de los plazos de carga llegan a muchos millones de reales por mes.

Lo mismo sucede con las industrias intensivas en transporte marítimo como el comercio internacional de granos, *commodities* mineros, y también, en forma muy marcada, en el transporte de *containers* en barcos, con una tasa porcentual de crecimiento anual de dos dígitos.

En pocas palabras, el problema de *line-up* para una terminal portuaria dada, por ejemplo, dedicada a la carga de azúcar, puede ser descripto como sigue:

- Los clientes comienzan por enviar los apuntamientos de nuevos navíos en la siguiente forma:
 - Datos técnicos del barco.
 - Cantidad a cargar por tipo de producto.
 - ETA – Expected Time of Arrival.
 - Volumen de carga diario del barco.
 - Despacho: Bonificación por día de carga anticipada.
 - Demora: Multa por día de carga demorada.
- La terminal verifica los datos técnicos del navío, evalúa si puede ser efectivamente cargado y si el volumen solicitado está dentro de lo contratado con el cliente. Cumplidas estas condiciones el barco se agrega al *line-up* de carga.
- El ETA es la variable temporal que la terminal utiliza para las previsiones de elevación. Cuando el barco se encuentra ya en la rada emite el NOR, *Notice Of Readiness*, que será la referencia para las obligaciones del terminal, y las consecuencias económicas de la elevación especificadas de la siguiente forma:
 - Si el navío es cargado entre el NOR y NOR + n-1 días, la terminal recibe la bonificación por carga anticipada, o despacho. El valor de n queda determinado por el cociente entre el volumen a cargar y el volumen de carga diario del barco descontando los días no laborables.
 - Si el barco es cargado en el día NOR + n, la fecha de fin de contrato, la terminal no sufre ninguna consecuencia económica.
 - Si el navío es cargado después del día NOR + n, la terminal sufre una penalización por demora – o *demurrage* - por cada día de atraso, penalización usualmente varias veces superior al beneficio por despacho para el mismo barco.

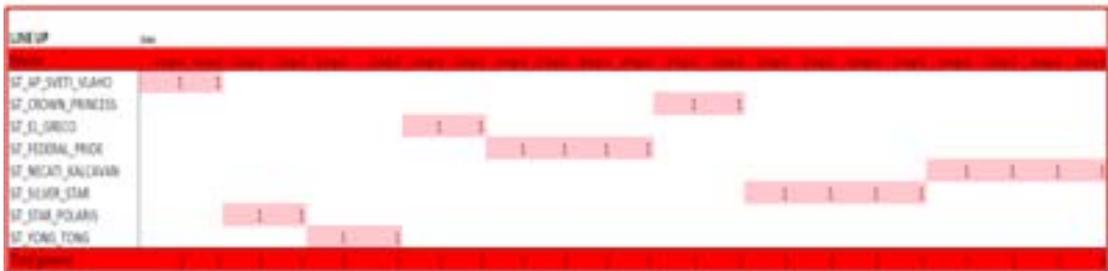


UCA

Pontificia Universidad Católica Argentina
"Santa María de los Buenos Aires"
Facultad de Ciencias Económicas
Departamento de Investigación "Francisco Valsecchi"

- El cumplimiento efectivo del *line-up* planeado está sujeto a varias condiciones que deben cumplirse simultáneamente:
 - El barco tiene que estar en condiciones técnicas antes de cumplir la carga en el momento ordenado.
 - El producto tiene que estar disponible, tanto en términos físicos como contables, es decir, la cuenta corriente del cliente debe tener el saldo suficiente.
 - La documentación de embarque tiene que estar disponible a tiempo para comenzar el cargamento.
 - Y otros factores asociados al clima, al despachante de aduana, etc.

Lamentablemente, la mayoría de estas condiciones está sujeta a contingencias que pueden invalidar el cumplimiento del plan operativo poco antes del atraque del barco, que acarrea modificaciones del *line-up*, por motivos no sujetos a planificación.



Entonces, ¿cómo asegurar que esa secuencia de atendimento en particular es la más conveniente desde el punto de vista económico?

Se identificaron dos abordajes como posibles: el de *la optimización económica* - programación lineal - debido a que este enfoque permite traducir el conflicto en un editor de problemas. Pero esto supone trabajar en periodos de tiempo fijos y predeterminados, siendo la decisión de *line-up* continua en el tiempo. Pero por otro lado, la herramienta resultaba ideal para atacar un problema de optimización económica, ya que la mayoría de las herramientas que apuntan a la *secuenciación* de órdenes de producción o venta – segundo de los posibles enfoques - ignoran los aspectos económicos, centrándose en un cumplimiento de variables de servicio – fecha de entrega, prioridad, etc.

Dado este balance atractivo y enfoque, se realizó un estudio más profundo de posibilidades de modelización, lo que eventualmente condujo a la solución. La misma fue enfocada hacia la maximización de la contribución económica – máximo beneficio por adelantar la carga y mínimas multas por demoras.

La solución hallada controla el cumplimiento de las condiciones físicas – el barco en rada o en el horizonte de planeamiento de acuerdo a su ETA – el producto a cargar está disponible en la terminal o estará de acuerdo a los programas de entrada de producto, tanto en términos físicos como contables, y otras. También toma en consideración la capacidad de carga de las dos terminales, el calendario de los muelles – paradas planificadas de equipamiento – y otras variables, para producir una recomendación de secuencia o cola de navíos de máxima contribución económica.



UCA

Pontificia Universidad Católica Argentina
"Santa María de los Buenos Aires"
Facultad de Ciencias Económicas
Departamento de Investigación "Francisco Valsecchi"

Esta solución tiene un conjunto de características poco frecuentes en aplicaciones de los enfoques tipo Simplex, ya que en este caso el modelo tiene muchas características de una aplicación transaccional:

- Estructura variable: Cada barco que es apuntado o propuesto para apuntamiento por los clientes debe ser agregado al modelo.
- Al mismo tiempo, los navíos ya cargados deben ser retirados del modelo. Esto hace que el modelo cambie de estructura con frecuencia.
- Los datos contenidos son complejos y detallados en términos de interfaz.
- La dependencia del *line-up* a contingencias y factores no sujetos a planificación requiere de un modelo que sea amigable para la gestión por los usuarios – Planeamiento, Operaciones y Comercial –

Finalmente, el modelo fue desarrollado con datos de un operador logístico de azúcar que opera en el puerto de Santos, Brasil. Con un enfoque muy ambicioso de contribución de valor, competitividad y lucro a las actividades empresariales que lidian con el problema del *line-up* de navíos.

- Alimentar el modelo semanal de planeamiento de transporte. El modelo de *line-up* es el primero en ser corrido.
- Cargar el estado del sistema al inicio – stocks físicos y contables reales al inicio – mas todos los movimientos de disponibilidad ya lanzados – lead time ...
- ... y entregar la demanda semanal emergente del mejor *line-up* para el plazo comprendido en el horizonte del modelo.
- Descontar los días de lluvia en el futuro inmediato – previsión – de la “demanda” de las terminales
- Correr escenarios del estado del sistema permanentemente.
- Pasar a un enfoque proactivo de gestión de los apuntamientos, Available-to-Promise y Capable-to-Promise, es decir, permitir al área comercial negocie con los clientes la fecha de carga – nuevos apuntamientos – que se ajusten mejor al *line-up* óptimo de los barcos ya secuenciados.
- Reaccionar a novedades en el horizonte inmediato: días de lluvia, rotura de equipamiento en barcos o terminales, novedades de documentación de carga, etc.

Como medida de valor el modelo dice el diferencial del costo de demora entre la secuencia natural de atendimento FIFO – primero llegado, primero atendido – la secuencia de la empresa que proveyó los datos para la simulación para el mismo set de datos y condiciones, y la secuencia optima encontrada por la solución es de millones de dólares por mes como puede verse en el siguiente cuadro.

en dolares por terminal por mes - mes de alto volumen

Costo de demora óptimo (SNO)	\$1,282,000.00
Costo de demora de RUMO	\$2,979,000.00
Costo de demora FIFO	\$4,576,000.00



UCA

Pontificia Universidad Católica Argentina
"Santa María de los Buenos Aires"
Facultad de Ciencias Económicas
Departamento de Investigación "Francisco Valsecchi"

Facultad de Ciencias Económicas ***Departamento de Investigación "Francisco Valsecchi"***

Documentos de Trabajo en Ciencias Empresariales

Nº 1: Benzrihen, Jorge, Alejandro Jacobo, Ernesto A. O'Connor, Jorge Vignale. "Sistema Tributario Argentino: Un análisis comparativo de la contribución por sectores productivos y de la equidad sectorial". Mayo de 2015.

Nº 2: Rissotto, Hernán O. La ciudad humana: sociedad, ambiente, economía. Mayo de 2015.

Nº 3: Tomé, Raúl. Productividad: ¿Tipo de Cambio o Mejora Continua? Mayo de 2015.

Nº 4: Tomé, Raúl. Activity based costing. ABC. Otra vuelta de tuerca. Junio de 2015.

Nº 5: Losada, Víctor Alejandro. Doble imposición tributaria. Junio de 2015.

Nº6: Tomé, Raúl. Competitividad y tecnología para la toma de decisiones. Julio de 2015.

Nº7: Benzrihen, Jorge. Breves Reflexiones sobre el Presupuesto Público. Julio de 2015.

Nº8: Gloria Allo. Es tiempo de lo público no estatal en un estado red. Agosto de 2015.

Nº9: Tomé, Raúl. Diagnóstico y Plan de Acción para atender a la adherencia de los planes de estudio y contenidos de la Carrera de Contador Público Nacional a las recomendaciones de la International Federation of Accountants (IFAC). Agosto de 2015.

Nº10: Tomé, Raúl. El problema de la Inversión Comercial. Agosto de 2015.

Nº11: Sorlino, Juan y Tomé, Raúl. Modelo de secuenciación: Line-up de navíos. Agosto de 2015