



TESIS DE GRADO
EN INGENIERIA INDUSTRIAL

“Optimización de la rotación de camiones”

Autor: Juan Pedro Elizalde

Tutor: Leandro Peñalva

2011

RESUMEN

Los camiones que brindan servicios logísticos dentro de plantas industriales, suelen sufrir grandes demoras en las operaciones de carga y descarga. Este proyecto estudia la factibilidad técnica, práctica y económica de implementar un nuevo método de atención de camiones conocido con el nombre de “*Drop and Hook*” (D&H). El objetivo es maximizar la rotación de camiones a través de la disminución de los tiempos de carga y descarga.

El alcance es implementarlo en la Empresa Cervecería y Maltería Quilmes (CMQ) en la ruta Zárate - Quilmes. Esta ruta es de media distancia (130km) y mueve un volumen mensual de 3.600 paletas de producto terminado y 2.400 paletas de envases (70 viajes / mes).

Este innovador método de carga de camiones, consiste en entregar la carga en el destino desenganchando el semirremolque e inmediatamente después, enganchando otro semirremolque que ya se encontraba listo para retirar y comenzar el viaje al siguiente destino.

Se simula el proceso con la herramienta Rockwell Arena y se concluye que es factible la implementación, dando como resultado una disminución en los tiempos de permanencia en planta y en consecuencia se llega a adicionar una vuelta extra diaria en la rotación de camiones. Esto se traduce económicamente en un mejor aprovechamiento de la flota de camiones, y se traslada a la tarifa de fletes en un ahorro de 15,5% por cada paleta transportada.

El método D&H en la ruta Zárate – Quilmes es factible de realizar de manera sencilla y se obtienen una serie de importantes beneficios tanto económicos como no económicos. No son necesarias grandes inversiones y se obtienen impactos favorables e inmediatos en los procesos y costos logísticos, servicio al cliente, cuidado del medio ambiente y mejora en la calidad de vida de los trabajadores.

ABSTRACT

Trucks that offer logistic services within industrial plants, usually undergo great delays in the operations of loading and unloading,. This project studies the technical, practical and economic feasibility to implement a new method for loading and unloading trucks called “Drop and Hook” (D&H). The aim is to maximize the rotation of trucks through the diminution of the truck cycle time inside the plants.

The scope is to implement it in “Cervecería y Maltería y Quilmes (CMQ)” in the Zárate – Quilmes route. The driving distance is 130km and 3.600 pallets of finished goods and other 2.400 of retournable glass bottles are moved every month (70 trips/month).

This innovative method consists in dropping the trailer at the destination yard and immediately after, hooking another trailer that has already been prepared so that the truck can immediatly start the next trip.

The process is simulated with the Rockwell Arena Software and the conclusion is that the implementation is feasible, giving as a result the reduction of the truck cycle time and consequently a daily extra trip is gained improving the trucks rotation. The economic profit is based on a better usage of the trucks fleet, resulting in a 15,5% rate saving for each transported pallet.

The D&H method, in the Zárate - Quilmes route, is possible to be executed by a simple way and a number of important economic and noneconomic benefits are obtained. A large investment is not necessary, and in a short period several improvements will be viewed in the processes and logistic costs, customer services, environment and workers quality life.

TABLA DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	1
1.2 PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVO	3
1.4 MOTIVACIÓN.....	3
1.5 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	4
2 MÉTODO ACTUAL DE TRANSPORTE.....	5
2.1 INTRODUCCIÓN	5
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE ACARREO	7
2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	9
3 SOLUCIÓN PROPUESTA	19
3.1 INTRODUCCIÓN	19
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	19
3.3 REQUISITOS	20
3.4 BENEFICIOS	23
4 IMPLEMENTACIÓN DE D&H.....	25
4.1 SIMULACIÓN DEL PROCESO.....	25
4.2 DISEÑO DEL MODELO EN ARENA.....	26
4.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN ARENA.....	27
4.4 RESULTADOS TEMPORADA BAJA.....	28
4.5 RESULTADOS TEMPORADA MEDIA	31
4.6 RESULTADOS TEMPORADA ALTA	35
4.7 RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS TRES TEMPORADAS.....	39
5 MODELO ECONÓMICO.....	43
5.1 COSTOS	43
5.2 PARÁMETROS NO ECONÓMICOS	49
5.3 RESULTADOS OBTENIDOS.....	51
5.4 BREVE ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DEL OPERADOR LOGÍSTICO	54
6 CONCLUSIONES	57
7 BIBLIOGRAFÍA	59
8 ANEXOS	61
8.1 MODELIZACIÓN EN ARENA.....	61
8.2 IDENTIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD	71
8.3 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CORRIDAS	75
8.4 DESCRIPCIÓN DEL RECIBO DE SUELDO DE CAMIONEROS	79
8.5 MODELO ECONÓMICO – PARÁMETROS ECONÓMICOS Y NO ECONÓMICOS.....	82

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN

En un mundo cada vez más globalizado, competitivo y con consumidores que piden más calidad en los productos y servicios, la logística juega un papel fundamental para alcanzar buenos resultados en la gestión empresarial.

Cuando se definieron los alcances de logística en las empresas y se pudo comenzar a medir el proceso, se detectó que era un centro de costos relevante y que era la contrapartida del nivel de servicio que cada vez era más exigente. Es por esto que se comenzó a hacer foco en la gestión de este proceso, pasando de ser un concepto totalmente operativo a ser hoy una herramienta estratégica de las compañías.

Ya hace un tiempo atrás que las economías comenzaron a hacer especial hincapié en la obtención de ventajas competitivas y elementos de diferenciación para hacer frente al fenómeno de globalización. Como producto de estos cambios, la función logística va adquiriendo mayor importancia y comienzan a adquirir relevancia los principios de optimización, integración y sincronización.

En la mayoría de las empresas los gastos logísticos tienen gran incidencia sobre el precio de venta de sus productos. Dentro de las tareas de la logística, el transporte generalmente representa el elemento individual más importante en los costos de logística. Se ha observado que el movimiento de carga absorbe entre uno y dos tercios de los costos totales de logística.

La logística y el transporte tienen como objetivo primordial, no solo cumplir con las demandas del consumidor, sino también optimizar aspectos tales como la calidad, la cantidad y la flexibilidad en los procesos productivos y de distribución, minimizando los tiempos de respuesta y los costos.

La función de transporte se ocupa de todas las actividades relacionadas en forma directa o indirecta con la necesidad de situar los productos en los destinos correspondientes, tomando en cuenta: seguridad, servicio y costo. Un sistema eficiente y económico de transporte, contribuye a una mayor competencia en el mercado, a mayores economías de escala en la producción y la reducción de precios de bienes.

El usuario de transporte tiene una amplia gama de servicios a su disposición que giran alrededor de cinco modalidades: marítimo, ferroviario, por camión, aéreo y por ductos. En la elección del tipo de transporte básicamente se deben tener en cuenta estas características: precio, tiempo de tránsito promedio, variación de tiempo de tránsito, pérdidas y daños.

Dentro de los distintos modos de transporte, se destaca el transporte terrestre por ser el más usado. Desde el punto de vista de costos, es un intermedio entre el transporte aéreo y marítimo y dentro de sus características principales se encuentran la accesibilidad, la fiabilidad y una velocidad razonable.

Como anteriormente se describió, uno de los puntos más importantes para obtener una buena gestión logística es el tiempo de tránsito promedio y su variabilidad. El tiempo de tránsito se refiere al tiempo promedio de entrega que le toma a un envío desplazarse desde su punto de origen a su destino (tiempo de puerta a puerta). Es en esta variable de tiempo de tránsito que se hará especial foco en este proyecto ya que tiene un gran impacto en la productividad de camiones y consecuentemente en los costos de transporte y finalmente del producto.

1.2 PROBLEMA

En la actualidad, y por distintos motivos propios de la operación en las plantas industriales, los camiones que brindan servicios logísticos sufren grandes demoras en las actividades de carga y descarga dentro de las plantas. Esto obviamente tiene un impacto directo en la rotación de los camiones, afectando la productividad de los mismos, la capacidad de despacho de las plantas, el nivel de servicio y la calidad de trabajo de choferes de camiones y de autoelevadores.

A modo de ejemplo, en el mes de Julio de 2010 la Cámara Empresaria de Operadores Logísticos (CEDOL) expresó su preocupación por la suba de lo que el sector llama "costos ocultos". En los últimos cuatro años se perdió entre el 15% y el 30% de la productividad de un vehículo por las demoras causadas por los cortes de rutas y caminos. "Un ejemplo concreto: un vehículo que normalmente hacía distribución zonal y volvía a la planta cinco veces en el día, hoy sólo hace tres viajes. Y estos sobre costos van a parar a los precios, porque alguien lo tiene que pagar", [Eduardo Poverene, Director ejecutivo de CEDOL]

Más allá que en este caso que presenta CEDOL la mala rotación de camiones la atribuye a los cortes de rutas, esta introducción sirve para evidenciar el fuerte impacto que tiene una mala rotación de los camiones en los costos de transporte.

1.3 OBJETIVO

Partiendo de este escenario y abordando el proyecto específicamente en el caso de la industria de bebidas (cervezas, gaseosas y aguas), se buscará aplicar una práctica innovadora para solucionar dicho problema. Los beneficios esperados son bajar significativamente los tiempos de espera en plantas y así conseguir una mayor rotación de las unidades. Además, de forma paralela, este método ayudará a evitar altibajos en las actividades de carga y descarga en las plantas y a eliminar problemas sindicales por las largas demoras.

Este proyecto consiste en evaluar la factibilidad técnica, práctica y económica de implementar un método de atención de camiones conocido con el nombre de "*Drop and Hook*" (D&H), que tendrá como objetivo optimizar la rotación de los mismos, a través de la mejora en los tiempos de atención en planta.

El alcance es implementarlo en la Empresa Cervecería y Maltería Quilmes (CMQ) en la ruta Zárate-Quilmes y Quilmes-Zárate. Esta ruta es de media distancia (130km) y mueve un volumen mensual de 3.600 paletas de producto terminado y 2.400 paletas de envases (70 viajes / mes).

Más allá de que este proyecto sólo esté aplicado a esta ruta, el éxito de la implementación abre las puertas a agrandar el espectro y capturar un negocio de CMQ que mueve solamente en Gran Buenos Aires un total de 36.000 paletas por mes de producto terminado. Obviamente que también será aplicable a muchas otras industrias con operaciones similares que atraviesan la misma problemática.

1.4 MOTIVACIÓN

Los costos logísticos preocupan cada vez más a las empresas generadoras de carga o prestadoras de servicios logísticos. Los constantes aumentos en variables que están fuera del control de estas empresas, como pueden ser el gasoil y los salarios, que representan aproximadamente el 70% de los costos,

motiva constantemente a buscar otras iniciativas que contrapongan estos aumentos.

Suena un poco extraño, pero es una realidad, que en rutas de corta y mediana distancia los camiones pasan mucho más tiempo detenidos en las plantas que en el propio movimiento entre el origen y el destino. Es aquí en donde se encontró una beta para aplicar esta nueva propuesta de mejora.

En este sentido, estudiar la factibilidad técnica, práctica y económica de implementar un innovador método de atención de camiones, contribuirá con muchas empresas que constantemente están en busca de mejores prácticas logísticas. Precisamente esta práctica maximiza la eficiencia económica y minimiza el impacto en el medio ambiente.

1.5 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El trabajo está organizado en tres grandes secciones:

La primera sección abarca los capítulos uno y dos. En el primer capítulo se presenta el problema macro, su contexto, su importancia, el objetivo del proyecto y la motivación para resolverlo. En el segundo capítulo se describe con mayor detalle el problema específico de CMQ. Para esto, se describen las principales características de la empresa, los procesos actuales, los agentes que intervienen y también se muestran algunos valores numéricos que evidencian las problemáticas actuales de rotación de camiones.

La segunda sección contiene los capítulos tres, cuatro y cinco. En el tercer capítulo se describe el método propuesto para la solución del problema, detallando el nuevo proceso, sus requerimientos y sus beneficios. En el cuarto y quinto capítulo se demuestra la factibilidad práctica y económica de implementar la solución propuesta. Es aquí donde se simula el método *Drop & Hook*, se desarrolla un modelo de simulación utilizando el software Arena Rockwell y se detallan las variables de costos a través de un modelo económico.

Por último, se deja la tercera y última sección para desarrollar los capítulos seis, siete y ocho donde se muestran las conclusiones, la bibliografía y los anexos donde se incluye material importante que no contribuye directamente al desarrollo del trabajo.

2 MÉTODO ACTUAL DE TRANSPORTE

2.1 INTRODUCCIÓN

Cervecería y Maltería Quilmes (CMQ) forma parte del grupo Anheuser-Busch InBev, una compañía cervecera internacional líder y una de las cinco empresas de consumo masivo más grandes del mundo. Con sede en Leuven, Bélgica, Anheuser-Busch InBev cuenta con un portafolio de más de 200 marcas y con operaciones en más de 30 países.

CMQ es una de las empresas más importantes de la industria de bebidas en la Argentina. Produce, elabora, distribuye y comercializa cervezas, gaseosas, aguas minerales, jugos e isotónicos, en alianza con PepsiCo y Nestlé. La compañía emplea a alrededor de 4.700 personas en forma directa, posee 9 plantas industriales, una maltería, 7 centros de distribución y cuenta con una red de más de 200 distribuidores independientes.

En la tabla 2.1-1 se pueden observar los productos que comercializa actualmente la empresa.

Cervezas	Gaseosas	Aguas
Quilmes	Pepsi	Eco de los Andes
Brahma	Seven Up	Nestle Pureza Vital
Stella Artois	H2O!	Glaciar
Andes	Paso de los Toros	Villa de los Arroyos
Norte	Mirinda	Perrier
Iguana	Tropicana	San Pellegrino
Patagonia	Gatorade	La Moderna
Liberty.	Propel	

Tabla 2.1-1: Productos comercializados por Cervecería y Maltería Quilmes

Los dos grandes canales de venta que se utilizan son los distribuidores y la venta directa. La venta a distribuidores se realiza desde las plantas, donde cada distribuidor utiliza sus propios camiones para retirar su pedido de la planta. En cambio, la venta directa se realiza desde los centros de distribución (CDs) al cliente final. En este caso no se utiliza ningún intermediario o distribuidor, por eso el nombre de venta directa.

De las 9 plantas productoras algunas producen sólo cervezas, otras sólo gaseosas y otras son mixtas, producen cervezas y gaseosas. También es importante destacar que las plantas no producen el portafolio completo de

productos, por lo que es necesario lo que se conoce como movimientos interdepósitos o acarreo. Estos movimientos tienen como finalidad llevar desde la planta origen a la planta o centro de distribución destino los productos que produce la planta origen. De esta forma todas las plantas y centros de distribución tienen en stock el portafolio completo de productos. Las plantas cerveceras tienen el portafolio completo de cervezas, las plantas de gaseosas el portafolio completo de gaseosas y las plantas mixtas y centros de distribución tienen ambos portafolios.

A continuación, en la figura 2.1-1, se muestra en un mapa la ubicación geográfica de todas las operaciones de CMQ.

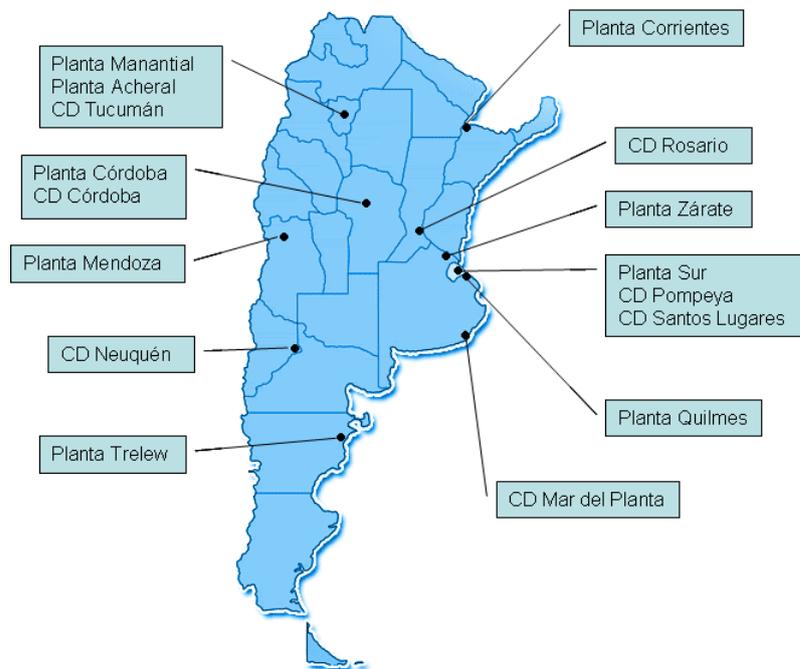


Figura 2.1-1: Plantas y Centros de Distribución de CMQ en Argentina

El volumen anual de ventas de CMQ es aproximadamente 13 millones de hectolitros de cerveza y 11 millones de hectolitros de gaseosas. Con estos volúmenes de venta, CMQ se posiciona como número uno en el mercado de cervezas con el 77% de *market share* y número dos en el mercado de gaseosas con el 18% de *market share*.

Para ejecutar estas ventas es necesario acarrear desde la planta origen hacia otros centros de despacho aproximadamente 7 millones de hectolitros. Esto quiere decir que los restantes 17 millones de hectolitros se venden desde la planta origen que lo produjo sin que sea necesario un movimiento de producto. Esta operación de acarreo de 7 millones de hectolitros, tiene un costo anual de 75 millones de pesos.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE ACARREO

El objetivo de la operación de acarreo es garantizar la disponibilidad de todos los productos que fabrica CMQ en tiempo y forma en todos los centros de despacho (plantas y centros de distribución) del país, para asegurar a los clientes el consumo del producto en las mejores condiciones, teniendo en cuenta siempre la optimización de los costos.

El proceso comienza cuando se detecta la necesidad de un producto en uno de los centros de despacho y termina cuando el producto es entregado en el mismo. Para realizar dicho movimientos, CMQ terceriza el servicio a través de operadores logísticos que cobran sus servicio por medio de una tarifa de \$/paleta transportada.

Los camiones que se utilizan para las operaciones de acarreo deben cumplir con los requerimientos legales de la ley de tránsito número 24.449 y también con las exigencias internas de CMQ. Las mejores prácticas de la industria sugieren la utilización de carrocerías tipo “sider” con cerramiento de lona como se observa en la figura 2.2-1. Este tipo de unidades son versátiles, ayudan a minimizar los tiempos de carga/descarga y preservan la calidad de los productos. Tienen una capacidad de carga máxima en peso de 30 toneladas y en volumen de 28 paletas.



Figura 2.2-1: Camión del tipo sider utilizado por CMQ para las operaciones de acarreo.

El proceso de acarreo se puede dividir en tres grandes secciones: planificación, ejecución y gestión de resultados.

1) Planificación

La planificación mensual de acarreo se realiza en función de una proyección de ventas por centro de despacho que emite el área de planeamiento. Con esta información como input, se realiza una proyección de viajes para cada operador logístico. Esta proyección tiene como finalidad que los operadores logísticos puedan dimensionar sus recursos para poder operar y brindar el nivel

de servicio acordado. Al mismo tiempo, se deben validar la capacidad de carga de cada centro de despacho, definiendo si la misma es suficiente para desplegar la estrategia de transporte establecida.

También existe una planificación semanal de acarreo para cada ruta. Aquí se contemplan viajes entre Plantas y desde Plantas a CDs. Este trabajo se realiza de forma centralizada por el departamento de tráfico quienes tienen bajo su responsabilidad la programación de todos los productos que fabrica la red garantizando la disponibilidad en tiempo y forma de todos los productos en todos los centros de despacho del país. Con la proyección de ventas por centro, los niveles de stock actuales, la política de stock definida por la compañía según la rotación de cada SKU y la optimización de configuración de pesos por paleta se programan las cargas de cada viaje con el detalle de origen, destino, producto, día y horario de carga.

2) Ejecución

Una vez que se realiza la planificación, es necesario el seguimiento de las unidades para controlar el cumplimiento de los programas. Para esto, una parte de los camiones se monitorean a través de un seguimiento satelital (GPS). Con esta herramienta se observan viajes realizados en tiempo y forma, viajes demorados, viajes suspendidos, tiempos de permanencia en planta, tiempos de tránsito, etc.

El operador de tráfico monitorea los viajes en forma satelital y utiliza la herramienta para actuar en forma preventiva para cumplir con los requerimientos de lo planificado.

3) Gestión de resultados

Como parte de la cultura de mejora continua, una vez finalizado el mes, se procede a realizar un reporte de seguimiento de indicadores del sector. A través de este reporte se toman acciones correctivas y preventivas en aquellos indicadores que resultaron desviados.

Los principales indicadores que monitorea el sector son.

- Nivel de cumplimiento de la planificación.
- Cantidad de paletas por camión y toneladas por camión.
- Rotación de las unidades
- \$ de Fletes por hectolitro vendido.

2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los costos logísticos sufren constantes aumentos en variables que están fuera del control de CMQ. Ejemplos de esto pueden ser el gasoil y los salarios que representan más del 60% de los costos de transporte. Teniendo en cuenta que los costos de transporte de acarreo superan los 75 millones de pesos anuales, constantemente se están buscando otras iniciativas que contrapongan estos aumentos.

En la actualidad, y por distintos motivos propios de la operación en las plantas, los camiones sufren grandes demoras en las actividades de carga y descarga dentro de las plantas. Esto obviamente tiene un impacto directo en la productividad de camiones, capacidad de despacho de las plantas, nivel de servicio y calidad de trabajo para los choferes de camiones y autoelevadores.

Estas demoras que se generan en los centros de origen y destino tienen mucho mayor impacto en la rotación de unidades en las rutas de corta distancia. En una ruta de larga distancia donde el tiempo de tránsito puede ser más de 20 horas, el impacto de las demoras de carga descarga es mucho menor que en rutas de corta distancia donde el tiempo de tránsito puede ser de tan sólo una hora de tránsito. Claramente el problema de demoras en planta tiene mayor impacto económico en rutas de corta distancia.

A continuación se muestra en la figura 2.3-1 una curva de sensibilidad que relaciona rotación, costos y distancia.

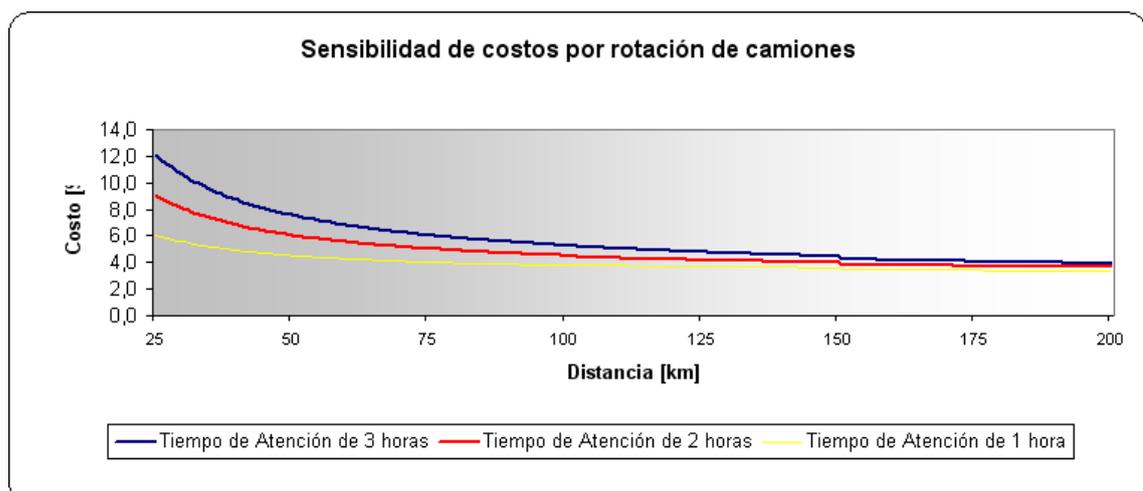


Figura 2.3-1: Curva de costo por kilómetro en relación a la distancia de la ruta y su sensibilidad a la rotación de los camiones

Estas curvas representan el costo por kilómetro en función de la distancia de la ruta. Cuando las rutas son de corta distancia, el \$/km recorrido es más alto que

en rutas de larga distancia. Esto se debe a que la incidencia de todos los costos fijos (costos que no varían con la distancia recorrida) por cada kilómetro recorrido es mucho mayor en rutas de corta distancia que en las de larga. Se puede utilizar la analogía del servicio de un taxi para entender este concepto. El \$/km para recorrer 10 cuadras es mucho mayor que para recorrer 50 cuadras debido al concepto de “bajada de bandera” (costos fijos).

Cada una de las curvas representa un escenario de rotación. La curva azul representa los costos teniendo en cuenta que los camiones demoran 3 horas para la carga/descarga. La segunda curva, de color rojo, representa los costos con demoras de 2 horas y la tercera y última curva, de color amarillo, lo hace con demoras de 1 hora. Para los tres escenarios se fija una marcha con velocidad promedio de 65km/hora. El impacto que tiene la mejora de la rotación es la disminución de costos fijos por cada kilómetro recorrido o paleta transportada.

De este gráfico se desprende que una mejora en los tiempos de espera (mejora de rotación) impacta directamente en los costos. Para una ruta de 25km, pasar de tener demoras de 3 horas a 1 hora, representa un ahorro en costos del 50%. En una ruta de 50km el ahorro sería del 40% y en una de 100km, 30% aproximadamente. En el otro extremo, en rutas de más de 1000km los ahorros sólo alcanzarían el 2,5%.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se hará foco en los problemas de demoras y rotación de camiones que existen en la ruta Planta Zárate – Planta Quilmes. Esta ruta es de media distancia (130km) y mueve un volumen mensual de 3.600 paletas de producto terminado y 2.400 paletas de envases (70 viajes / mes).

Esta ruta actualmente funciona con operatoria de 5,5 días por semana (lunes a viernes 24horas y sábado hasta el mediodía) y camión disponible 24hs con dos choferes asociados. Los actuales tiempos de demora hacen que un camión sólo pueda realizar dos viajes completos por día. Con esta forma de operación y para realizar los movimientos requeridos en este corredor, se incurre en un costo de casi 2 millones de pesos por año siendo la tarifa promedio de 46,6 \$/paleta.

En la tabla 2.3-1 se muestran los volúmenes y los tipos de materiales que se mueven entre las plantas Zárate y Quilmes. También se detalla el presupuesto de fletes asignado para cada mes.

Ruta		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL	Prom Men
ZTE-QUI	Flete \$	226.188	170.891	141.485	128.069	118.270	100.745	124.567	123.660	140.953	170.978	208.351	279.251	1.933.408	161.117
	Volumen [pal]	5.252	3.912	3.211	2.999	2.750	2.338	2.715	2.686	3.124	3.673	4.235	5.908	42.802	3.567
	Producto No ret	1.788	1.312	1.082	996	822	696	818	912	1.067	1.276	1.472	1.997	14.237	1.186
	Producto Ret	3.340	2.502	2.029	1.906	1.859	1.582	1.826	1.715	1.940	2.274	2.611	3.720	27.302	2.275
	Envases	124	98	100	97	69	61	71	60	117	124	152	191	1.264	105
	Vacios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QUI-ZTE	Flete \$	5.450	4.395	4.531	4.287	3.050	2.704	3.331	2.817	5.487	5.983	7.757	9.340	59.134	4.928
	Volumen [pal]	5.252	3.912	3.211	2.999	2.750	2.338	2.715	2.686	3.124	3.673	4.235	5.908	42.802	3.567
	Producto No ret	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	66	6
	Producto Ret	124	98	100	97	69	61	71	60	117	124	152	191	1.264	105
	Envases	3.340	2.502	2.029	1.906	1.859	1.582	1.826	1.715	1.940	2.274	2.611	3.720	27.302	2.275
	Vacios	1.788	1.311	1.080	993	818	690	812	905	1.059	1.267	1.462	1.986	14.171	1.181
Flete \$	231.638	175.286	146.017	132.356	121.320	103.449	127.899	126.477	146.440	176.961	216.108	288.591	1.992.542	166.045	
Volumen [pal]	5.252	3.912	3.211	2.999	2.750	2.338	2.715	2.686	3.124	3.673	4.235	5.908	42.802	3.567	
Tarifa [\$ /pal]	44,1	44,8	45,5	44,1	44,1	44,3	47,1	47,1	46,9	48,2	51,0	48,8	46,6	46,6	

Tabla 2.3-1: Volumen y costos mensuales de la ruta Zárate-Quilmes y Quilmes-Zárate

Para poder tener un detalle más preciso de los tiempos de permanencia se describirá el proceso de despacho de camiones, definiendo los puntos de control dentro del circuito de camiones.

Ingreso y registración:

- Al ingresar el camión al predio, vigilancia valida los datos del chofer (DNI) y del camión (patente).
- Si los datos son correctos, el sector de vigilancia le entrega al chofer un registro con la hora de llegada. El chofer estaciona el camión en la playa de estacionamiento y se dirige al sector de despacho.
- En el sector de despacho, el chofer hace entrega de la documentación en el cual se detalla la devolución de envases vacíos y/o de productos terminados además del pedido a retirar.
- El chofer vuelve a su unidad en la playa de estacionamiento y espera el aviso correspondiente para que el mismo ingrese a la planta.

Conteo previo:

- El sector de vigilancia realiza el conteo previo a la unidad estacionada, controlando el detalle de la descarga. Este valor debe coincidir con lo ingresado en el sector de despacho.

Entrada al circuito y conteo preliminar:

- El operador de tráfico es quien administra los movimientos del circuito de camiones y quien activa el ingreso de un camión a la planta.
- El próximo paso es el conteo preliminar, el cual es realizado por el operador de tráfico y el mismo es utilizado como un doble control al conteo previo hecho por vigilancia.

Optimización de la rotación de camiones

- Si lo observado en el conteo preliminar coincide con lo identificado en el conteo previo, el camión se dirige a la zona de descarga. En caso contrario, el sistema no deja continuar el viaje, por lo que el operador debe realizar un recuento preliminar o regresa al sector de vigilancia de la entrada para que realice nuevamente el recuento.

Carga:

- El chofer estaciona el camión en el dock de carga asignado.
- Una vez que el chofer del autoelevador termina de descargar y cargar el camión, confirma la carga y habilita para que se realice el conteo final.
- El sector de vigilancia lleva a cabo el conteo final, donde lo relevado, cuenta con la aprobación del chofer.

Cierre del circuito:

- En el sector de despacho se realizan y se reciben los comprobantes para que el transporte cumpla con todos los requerimientos legales.

Egreso de la planta:

- Una vez generados todos los comprobantes correspondientes al viaje en cuestión, el chofer del camión pasa a retirarlos por portería.
- El camión está autorizado para egresar de planta.

Para facilitar la visualización del proceso se adjunta a continuación la figura 2.3-2:

Optimización de la rotación de camiones

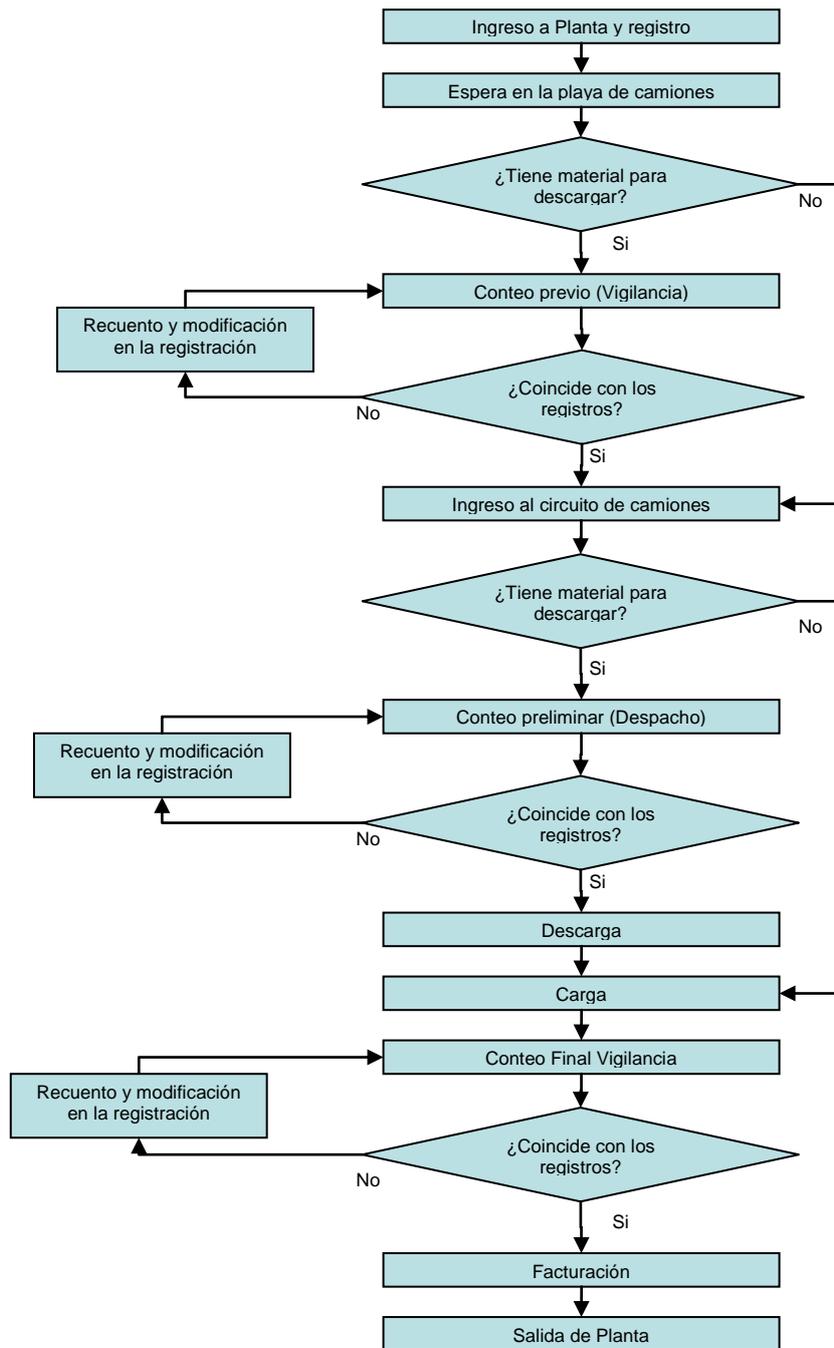


Figura 2.3-2: Diagrama de flujo que representa las actividades del circuito de camiones dentro de una planta.

Los puntos de control que se definieron para la medición de tiempos se pueden observar en la figura 2.3-3:

Optimización de la rotación de camiones

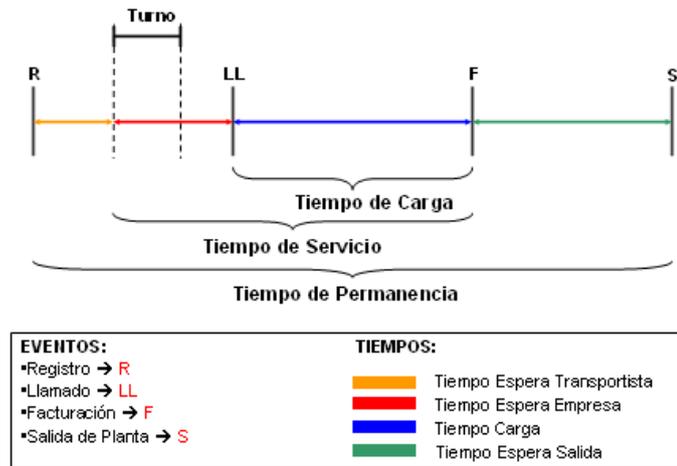


Figura 2.3-3: Eventos que definen la medición de los tiempos de carga, servicio y permanencia.

El tiempo total de permanencia es el que impacta directamente en la rotación de las unidades ya que es el que mide de punta a punta el proceso de carga de los camiones.

Midiendo los tiempos de acuerdo a la metodología del gráfico anterior, se publica en la tabla 2.3-2 los valores actuales promedio de tiempos en las plantas Zárate y Quilmes.

Tiempos	hh:mm:ss		
	Planta ZTE	Planta QUI	Promedio
Tiempo de carga promedio	00:59:03	00:35:31	00:47:17
Tiempo de servicio promedio	01:34:24	00:52:43	01:13:34
Tiempo de permanencia promedio	02:37:03	01:27:04	02:02:04

Tabla 2.3-2: Tiempos reales del año 2010 en planta Quilmes y Zárate.

Para completar esta información, a continuación se muestra en las figuras 2.3-4 y 2.3-5 dos histogramas que permiten ver la distribución de los tiempos de permanencia en planta Zárate y en planta Quilmes respectivamente.

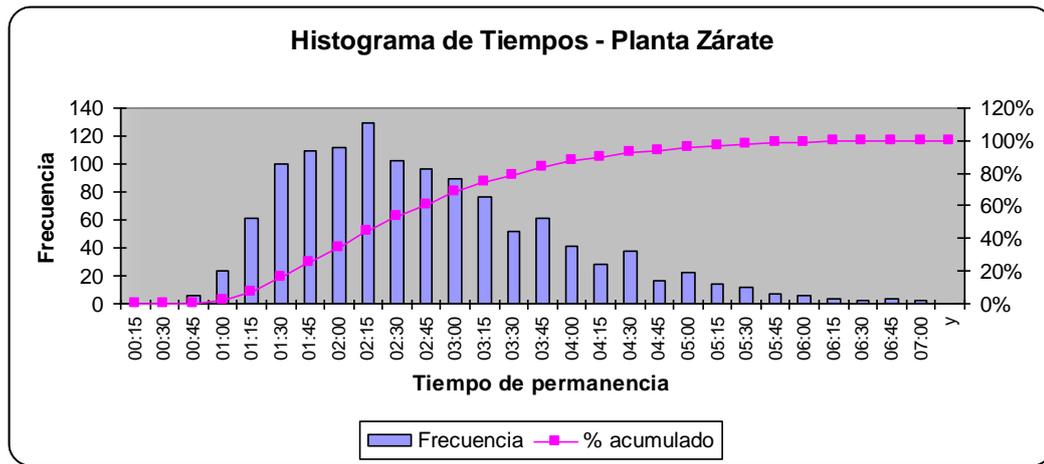


Figura 2.3-4: Histograma de tiempos de permanencia en planta Zárate.

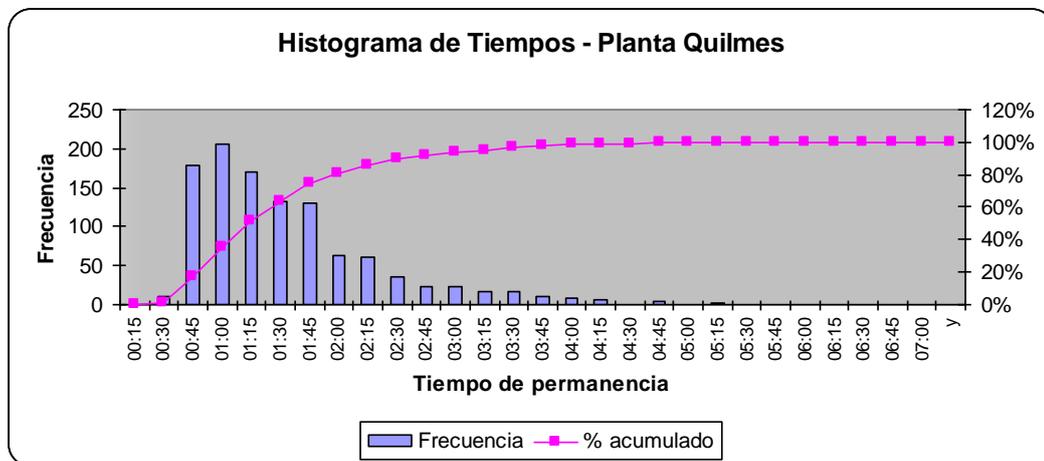


Figura 2.3-5: Histograma de tiempos de permanencia en planta Quilmes.

Más allá de los tiempos propios de cada subproceso, unos de los principales motivos de las largas esperas es que la llegada de los camiones no es perfectamente lineal, o mejor dicho, no acompaña exactamente a la curva de capacidad de carga. Las llegadas de camiones no cumplen exactamente los turnos asignados, y debido a esto, los autoelevadoristas en algunos casos tienen tiempos ociosos y en otros momentos se acumulan camiones retrasando los tiempos y generando el pago de horas extras a los autoelevadoristas. La programación de cargas y asignación de turnos es uno de los actuales métodos que intentan contrarrestar este efecto indeseado, pero no llega a ser completamente efectivo para una utilización optimizada de los recursos de autoelevadores y mano de obra empleados para la carga.

A modo de ejemplo, en la figura 2.3-6 se grafica con barras la cantidad de camiones que llegan a planta Zárate, y por otro lado se grafica con una línea la capacidad de atención de la planta. Más allá de que las dos series de datos

muestran una clara correlación (se debe a la programación por turnos), cada vez que las barras no alcanzan la línea de capacidad, existirán autoelevadores ociosos, y cada vez que las barras sobrepasen la línea, se generarán esperas de camiones que recién serán liberados con generación de horas extras o esperarán hasta encontrar “huecos” con capacidad de carga.

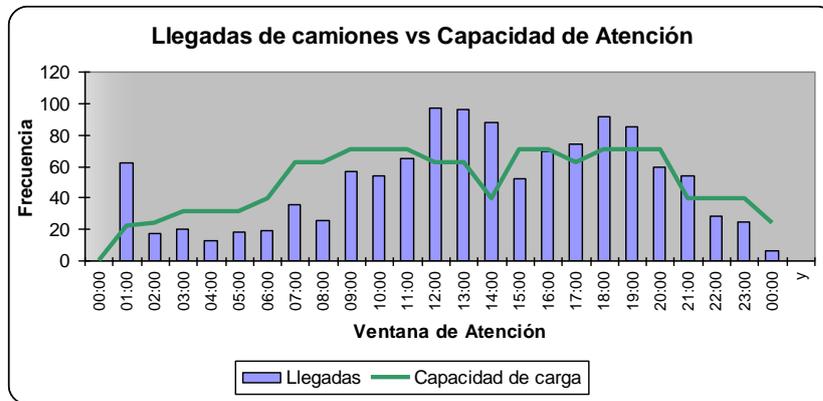


Figura 2.3-6: Arribo de camiones y capacidad de carga de planta Zárate.

El tiempo de permanencia de un camión en planta Zárate es de 2 horas 40 minutos y en planta Quilmes es de 1 hora y media. Por otro lado, también se debe adicionar el tiempo de transito que es de casi 3 horas. A continuación, en la figura 2.3-6 se muestra un diagrama conceptual de actividades diarias de un camión.

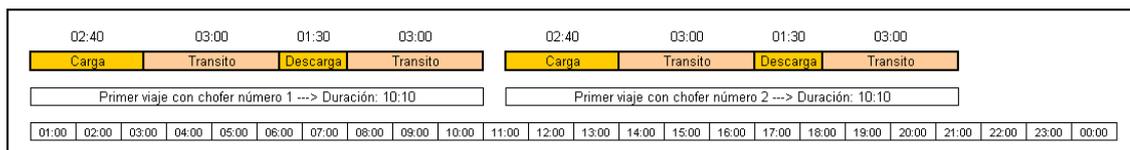


Figura 2.3-7: Programa de actividades diario de un camión trabajando en la ruta Zárate – Quilmes.

De esta manera, un camión que está disponible 24 horas por día y 5,5 días por semana, es capaz de realizar dos vueltas completas por día en la ruta Zárate-Quilmes llegando a completar una rotación mensual de 48 viajes por mes (11 viajes por semana = 2 viajes por día de lunes a viernes más un viaje el sábado). Operando de esta manera un camión recorre casi 12.500km por mes, transporta 1.250 paletas de producto terminado y necesita la asignación de 2 choferes por camión. Teniendo en cuenta esos parámetros y por medio de una modelización económica, se simulan los costos y ganancias de un operador

logístico (simulación para Junio 2010) dando como resultado los valores de la tabla 2.3-3.

	\$ / mes	\$ / pal
COSTOS FIJOS	\$ 9.636	\$ 7,72
Gastos Fijos	\$ 5.202	\$ 4,17
Costo Financiero	\$ 1.324	\$ 1,06
Amortización	\$ 3.111	\$ 2,49
COSTOS VARIABLES	\$ 18.553	\$ 14,87
Neumáticos	\$ 1.572	\$ 1,26
Mantenimiento	\$ 3.993	\$ 3,20
Combustible	\$ 12.989	\$ 10,41
SUELDO CHOFER	\$ 20.227	\$ 16,21
Remunerativo	\$ 12.682	\$ 10,16
No Remunerativo	\$ 2.158	\$ 1,73
Cargas Sociales	\$ 5.387	\$ 4,32
TOTAL COSTOS sin impuestos	\$ 48.417	\$ 38,80
MARK UP 15,00%	\$ 7.262	\$ 5,82
TOTAL con MARK UP	\$ 55.679	\$ 44,61
		TARIFA \$/pal

Tabla 2.3-3: Composición de la tarifa de fletes con el método tradicional de carga.

Ahora bien, la verdadera incógnita y objetivo de este proyecto es como poder mejorar la rotación introduciendo en el circuito una vuelta adicional por día. De esta manera se pasaría de tener una rotación diaria de 2 vueltas/día a realizar 3 vueltas/día.

De alcanzar esta nueva rotación, un camión recorrería 18.700km por mes y transportaría 1.870 paletas de producto terminado. El resultado de costos como primera aproximación lo muestra la siguiente tabla 2.3-4.

	\$ / mes	\$ / pal
COSTOS FIJOS	\$ 11.191	\$ 5,98
Gastos Fijos	\$ 5.202	\$ 2,78
Costo Financiero	\$ 1.324	\$ 0,71
Amortización	\$ 4.666	\$ 2,49
COSTOS VARIABLES	\$ 27.830	\$ 14,87
Neumáticos	\$ 2.358	\$ 1,26
Mantenimiento	\$ 5.989	\$ 3,20
Combustible	\$ 19.483	\$ 10,41
SUELDO CHOFER	\$ 16.480	\$ 8,80
Remunerativo	\$ 9.248	\$ 4,94
No Remunerativo	\$ 3.158	\$ 1,69
Cargas Sociales	\$ 4.074	\$ 2,18
TOTAL COSTOS sin impuestos	\$ 55.501	\$ 29,65
MARK UP 15,00%	\$ 8.325	\$ 4,45
TOTAL con MARK UP	\$ 63.826	\$ 34,10
		TARIFA \$/pal

Tabla 2.3-4: Composición de la tarifa de fletes con el método D&H.

El impacto en tarifa es muy significativo siendo de un 24% de ahorro en cada paleta transportada. Este primer y aproximado análisis económico no tiene en cuenta que costos adicionales serán necesarios para aumentar la rotación. Justamente, a partir de aquí, este trabajo intentará evaluar la factibilidad técnica, práctica y económica de implementar este nuevo método de atención de camiones que tendrá como objetivo optimizar la rotación de los mismos, a través de la mejora en los tiempos de atención en planta. Este nuevo método forma parte de las mejores práctica de transporte y es conocida con el nombre de “*Drop and Hook*”.

3 SOLUCIÓN PROPUESTA

3.1 INTRODUCCIÓN

El nuevo método de carga y descarga de camiones que se busca implementar es conocido con el nombre de “*Drop and Hook*” (D&H) y forma parte de las mejores prácticas que utiliza AB-Inbev en sus operaciones de Estados Unidos.

Una traducción al español para describir esta técnica podría ser “Desacoplar y Acoplar”. Más precisamente, este innovador método consiste en entregar la carga en el destino desenganchando el semirremolque e inmediatamente después, enganchando otro semirremolque que ya se encontraba listo para retirar y comenzar el viaje al siguiente destino. De esta manera se reduce de forma radical los tiempos de espera de los tractores, aumentando así la rotación de los mismos. De forma complementaria, también es una herramienta que evita tiempos ociosos y horas extras en los recursos utilizados para la carga de camiones (autoelevadores + mano de obra).

Resumiendo, con D&H la planta puede comenzar la carga antes de que llegue el camión (maximiza la eficiencia del depósito) y al mismo tiempo, el semirremolque ya está cargado cuando llega el camión (minimiza las demoras de choferes y camiones).

Esta técnica tiene como fundamento dejar de lado el concepto de que cada tractor tiene su semirremolque asociado de forma fija y pasar a operar con un proceso que involucra un pool de semirremolques disponibles para utilizar por cualquier tractor que lo requiera.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de D&H consta de los siguientes pasos:

- 1) El camión (tractor + semirremolque) llega a destino y estaciona en la zona de descarga. Siempre será necesario realizar la maniobra utilizando la marcha atrás.
- 2) Una vez detenido el camión será necesario bajar las patas de apoyo telescópicas del semirremolque, colocar las cuñas delante de las cubiertas del trailer, desconectar las conexiones eléctricas y neumáticas

y por último, desenganchar el plato o disco de acople. En esta instancia, el tractor ya es capaz de avanzar y dejar en la playa el semirremolque que traía.

- 3) Una vez que se realizaron todos esos pasos, el tractor debe dirigirse a la playa de semirremolques que ya están listos para retirar.
- 4) Dirigiéndose marcha atrás, el chofer del tractor deberá hacer coincidir el plato del tractor con el pivote del semirremolque para poder acoplar el tractor con el semirremolque ya cargado. Más tarde, deberá realizar de forma inversa los pasos del punto dos: conectar los cables, levantar los apoyos telescópicos y quitar las cuñas de seguridad.
- 5) Realizados estos últimos pasos, el camión (tractor + semirremolque) está listo para comenzar su nuevo viaje.

Para realizar esta serie de pasos, un chofer entrenado y con equipos modernos, tarda aproximadamente unos 10 minutos para realizar el proceso completo (5 minutos "Drop" y 5 minutos "Hook").

3.3 REQUISITOS

Para poder implementar este método serán necesarias algunas características particulares en las actividades y layout de las plantas y en los propios tractores y semirremolques de los transportistas.

Pool de semirremolques

Una de los requerimientos más importantes y que forman parte del fundamento del método D&H es tener un pool de semirremolques disponibles para operar con un cierto número de tractores. Es condición necesaria que el número de semirremolques sea superior al número de tractores. En las condiciones actuales, la ruta Zte-Qui opera sin D&H y la relación es un semirremolque por cada tractor (ratio = 1 a 1). En el otro extremo, la relación será de 3 a 1, en donde se calcula por cada tractor, un semirremolque en tránsito, uno siendo cargado y otro siendo descargado.

Al ser mayor el ratio, se podrá asegurar una mayor rotación de camiones, pero en contrapartida serán mayores los costos asociados por disponer de un pool de semirremolques mayor. El ratio se calculará con mayor precisión a través de

una simulación que tendrá en cuenta los distintos tiempos de las actividades (tiempos de tránsito y tiempos de atención) y los costos asociados, buscando siempre una optimización de los mismos.

Ventana horaria de atención

Como el objetivo principal de este método es aumentar la rotación de camiones, un requisito primordial es tener una ventana de atención de camiones lo más amplia posible para así no impedir la utilización de camiones en 24hs. A continuación se muestran, en la tabla 3.3-1, las ventanas horarias de ambas plantas.

Planta	Lunes a Viernes	Sábado
Quilmes	de 0 a 24 hs	de 0 a 14 hs
Zárate	de 0 a 24 hs	de 0 a 14 hs

Tabla 3.3-1: Horarios de atención de planta Quilmes y planta Zárate.

Disponibilidad de espacio en el layout de planta

También será necesario un layout que permita la acumulación de semirremolques que ingresan y para los que se encuentran listos para retirar. Para definir precisamente la disponibilidad de espacio, será necesario un seguimiento del stock de semirremolques en planta. Para este caso en particular, las planta Quilmes y Zárate no presentan inconvenientes para poder soportar una operación con D&H en la ruta Zárate-Quilmes.

En el caso de conseguir la tercera rotación en el día y considerando el mes de más alta actividad (diciembre), será necesaria la operación de cuatro tractores como máximo. En conjunto, estos cuatro tractores podrán realizar aproximadamente 280 viajes por mes, totalizando un movimiento de 7.400 paletas. Si se toma en cuenta el ratio más pesimista, que es el de 3 semirremolques por cada tractor, cada planta deberá tener el espacio suficiente para soportar 4 o 5 semirremolques. Esta necesidad se satisface con holgura con el actual layout de las plantas.

Compatibilidad de equipos entre tractores y semirremolques

No todos los tractores pueden engancharse a todos los semirremolques, hay diferentes alturas y tipos de gancho, por lo cual será necesario tener bien

Optimización de la rotación de camiones

identificados los tractores y semirremolques compatibles que serán utilizados en este corredor.

También será importante el uso de fichas, conectores neumáticos y eléctricos compatibles. Es a través de estos artefactos que se comunica la cabina del tractor con el semirremolque para garantizar el correcto funcionamiento del sistema vigía, luces y frenos.

Por último, es importante que cada semirremolque cuente con un sistema ágil y seguro de patas de apoyo telescópicas. Estas son indispensables para que los semirremolques queden estacionados de forma estable independientemente del apoyo que les brinda el tractor.

La acción de acoplar y desacoplar el semirremolque es una tarea manual, ejecutada por el chofer, y que requiere una atención y disciplina especial para evitar accidentes. El buen funcionamiento de todos estos componentes es indispensables para un accionar seguro y ágil del método D&H. La figura 3.3-1 muestra los 5 accesorios anteriormente detallados.

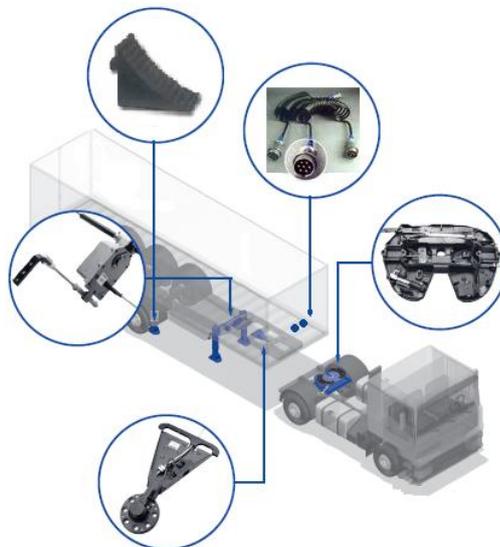


Figura 3.3-1: Accesorios necesarios para operar con D&H.

Manejo de semirremolques en planta

En muchas operaciones será necesario un tractor de maniobras que exclusivamente estará dedicado al manejo de los semirremolques dentro del layout de la planta. El objetivo de este tractor de maniobras será mover los semirremolques dentro de la planta, más precisamente, entre la playa de desenganche, la zona de carga/descarga y la playa de enganche. Teniendo en

cuenta las características del layout, la velocidad de acople/desacople y la cantidad de camiones a atender, se calculará la cantidad de camiones de maniobra que serán necesarios en cada planta.

También existe la posibilidad de operar sin un tractor de maniobra. En este caso, los tractores que están en tránsito serán lo mismos encargados de coordinar las maniobras de los semirremolques que se encuentran en la planta. Esto no es lo más recomendable para una optimización de la rotación, pero si la operación es muy pequeña, será mejor sacrificar rotación y no disponer de un tractor de maniobras que pasará la mayor parte del tiempo ocioso.

3.4 BENEFICIOS

¿Quién ganará y qué se ganará al aplicar el método D&H?

1) La empresa de transporte y Cervecería Quilmes, que reducirán sus costos y mejorarán su competitividad con la optimización de la rotación de sus unidades. También mejorarán su reputación de empresas responsables, serias y maduras. Esto se logra a través de ejecutar el máximo de actividades con el número mínimo de vehículos.

2) Cervecería Quilmes que podrá mejorar su nivel de servicio con sus clientes internos y externos al reducir significativamente los tiempos de reacción frente a faltantes de producto en sus depósitos.

3) Las plantas productoras, que podrán independizar los procesos de llegada de camiones y atención de camiones. De esta manera, podrán optimizar los recursos se autoelevadores y mano de obra que se utilizan en la carga y descarga, evitando tiempos ociosos y horas extras.

4) Las empresas transportistas y Cervecería Quilmes que mejorarán claramente la calidad de trabajo de sus choferes con la eliminación de las largas esperas. Al mismo tiempo se evitarán los constantes conflictos gremiales ocasionados por estas demoras.

5) Las poblaciones cercanas más afectadas por las operaciones de transporte, ya que se beneficiarán de un número menor de vehículos en circulación, menos contaminación, reducción de riesgos de tráfico y accidentes. Esto contribuirá a una mejora de la salud y a mejores relaciones entre las empresas y sus vecinos.

6) El medio ambiente en su sentido más amplio, con la reducción de los gases de invernadero y la prevención del calentamiento global.

4 IMPLEMENTACIÓN DE D&H

En esta etapa del proyecto se demuestra de manera cuantitativa las mejoras que se obtiene en la rotación de camiones a través de la implementación de D&H. En este cuarto capítulo se analiza la factibilidad de alcanzar los resultados esperados. Para el desarrollo de este capítulo se utiliza el software "Rockwell Arena" para modelizar y simular el comportamiento del sistema.

4.1 SIMULACIÓN DEL PROCESO

La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias, dentro de límites impuestos por un cierto número de criterios.

La simulación es una herramienta que nos permite minimizar el riesgo y la incertidumbre en la toma de decisiones. Además, minimiza los costos involucrados en la decisión mediante un mejor uso de los recursos, la disminución del tiempo utilizado y la minimización de las posibilidades de riesgo. A través del diseño del modelo de un sistema real, se puede entender el comportamiento del sistema, lo cual permite tomar mejores decisiones. En pocas palabras, la simulación pretende obtener la esencia de algo, sin contar con la realidad.

Las principales ventajas de las técnicas de simulación son las siguientes:

- Flexibilidad para modelar los procesos tal como son en la realidad (o serían), aún los más complejos.
- Permite introducir el factor aleatorio dentro del modelo.
- Las salidas gráficas hacen que los resultados sean fácilmente comprensibles.
- Existen grandes avances en los paquetes de software para simulación. Siendo estos cada vez más simples de usar, permitiendo la facilidad de crear distintos tipos de modelos y la gran mayoría traen incorporados herramientas de análisis estadístico.

Mientras que las principales desventajas son:

Optimización de la rotación de camiones

- No se obtienen respuestas exactas, ni óptimas, sino sólo aproximaciones.
- La construcción de un modelo requiere un alto entendimiento del problema, dominio de la técnica y entrenamiento en la herramienta.
- Requiere una alta cantidad de datos confiables.
- Los resultados pueden ser difíciles de interpretar.
- La creación de un modelo y el análisis de los resultados insumen, en general, una gran cantidad de tiempo.

A partir de aquí, se pretende lograr un proceso artificial que mediante el uso de un volumen considerable de datos y la ejecución de un alto número de repeticiones del proceso, nos permitirá tomar una decisión con un alto grado de confiabilidad.

El software que se eligió para simular el proceso de D&H es el Rockwell Arena. El desarrollo de modelos de simulación mediante este sistema tiene varias ventajas: es una poderosa herramienta de simulación, comprende un entorno amigable, cuenta con una excelente capacidad gráfica, ofrece gran versatilidad y es compatible con otros productos de Microsoft Office.

4.2 DISEÑO DEL MODELO EN ARENA

Se diseñó un sistema que simula los movimientos de cargas entre planta Zárate y planta Quilmes. Dicha simulación tiene una duración de 133 horas, iniciando el proceso a las 00:00hs del día Lunes y terminando el día Sábado a las 13:00hs. Se corre el modelo con tres configuraciones distintas, de manera de poder simular la baja temporada, la media y la alta. En estos tres escenarios, lo único que se modifica son la cantidad de camiones que se encuentran dentro del sistema.

El modelo es un sistema cerrado, ya que no van ingresando nuevas entidades al sistema con el paso del tiempo. Se comienza la simulación con un número "x" de entidades que permanece constante hasta la finalización de la corrida. Las entidades van circulando a través de los distintos procesos en las plantas y al fin de la simulación (sábado a las 13:00hs) se analiza la performance de los camiones (tiempos de permanencia, tiempos de rotación, cantidad de rotaciones, etc)

Para la realización del modelo, se utilizaron las principales herramientas y recursos que brinda el software arena, como pueden ser los módulos de procesos, los de decisión, los de formación y separación, etc.

Básicamente se utilizaron tres tipos de entidades en el modelo. La primera entidad son los tractores, la segunda son los semirremolques y la tercera y última resulta de la unión de las dos primeras que forma los camiones.

Para obtener un detalle más preciso de todo el armado del modelo, se adjunta una descripción en el anexo 8.1 “Modelización en Arena”.

También se anexan en los capítulos 8.2 y 8.3 dos factores importantes a tener en cuenta en la realización de un modelo y la ejecución del mismo para obtener datos confiables. Estos capítulos se refieren a que tipo de distribuciones se utilizaron para simular los procesos y que cantidad de corridas del modelo fueron necesarias.

4.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN ARENA

El punto principal en la simulación está puesto en generar escenarios artificiales con el modelo y analizar los resultados. Bajo un enfoque tradicional, se puede obtener una idea sobre el rango de valores que puede tomar una determinada variable aleatoria que se desee estudiar, pero sin considerar la probabilidad de ocurrencia de cada uno de esos valores, es decir, no se llega a describir el comportamiento de dicha variable en términos de una distribución de probabilidad. Con este método se pueden determinar todos los valores posibles que una variable riesgosa puede tomar y determinar la probabilidad relativa de cada uno de esos valores.

El modelo se corrió con tres configuraciones distintas, simulando la temporada baja, la media y la alta. En la tabla 4.3-1 se muestran las distintas configuraciones en Arena de los tres escenarios:

	Temp. Baja	Temp. Media	Temp. Alta
Cant. Tractores	2	3	4
Cant. Semirremolques	4	5	6
Ratio	2,00	1,67	1,50
Paletas Transportadas	3.640	5.460	7.280

Tabla 4.3-1: Configuraciones en Arena para simular la baja, la media y la alta temporada con D&H.

4.4 RESULTADOS TEMPORADA BAJA

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla 4.4-1.

	N1					N2					N3					N4					N5					RESULTADOS D&H				
	Prom [I]	Desv Est [S]	HWo	HW	LI	Prom [I]	Desv Est [S]	HWo	HW	LI	Prom [I]	Desv Est [S]	HWo	HW	LI	Prom [I]	Desv Est [S]	HWo	HW	LI	Prom [I]	Desv Est [S]	HWo	HW	LI	Prom [I]	Desv Est [S]	HWo	HW	T anteriores
T. Permanencia																														
QUI	0,80	0,78	0,79	0,79	0,81	0,80	0,01	0,04	0,02	00:46	00:47	00:48	01:27																	
ZTE	0,99	1,01	1,02	1,05	1,00	1,01	0,02	0,05	0,03	00:59	01:00	01:02	02:37																	
T. Rotación	07:48	07:51	07:43	07:48	07:48	07:48	00:03	00:23	00:03																					
TOTAL	7,82	7,86	7,73	7,82	7,81	7,80	0,05	0,39	0,06	07:44	07:48	07:52	10:04																	

Tabla 4.4-1: Resultados de tiempo de permanencia y rotación en temporada baja.

Con la implementación de D&H el tiempo de permanencia en planta Quilmes es de 00:47 [hh:mm]. De esta forma, se obtiene una reducción de 40 minutos frente al tradicional método de carga de camiones. En cuanto a planta Zárate el tiempo de permanencia pasa a ser de 01:00 [hh:mm] frente a las 02:37 [hh:mm] del método anterior.

Después de realizar las cinco corridas independientes, se obtienen 171 datos acerca de los tiempos de permanencia en cada planta. La distribución de esos tiempos están representados en las siguientes dos figuras 4.4-1 y 4.4-2.

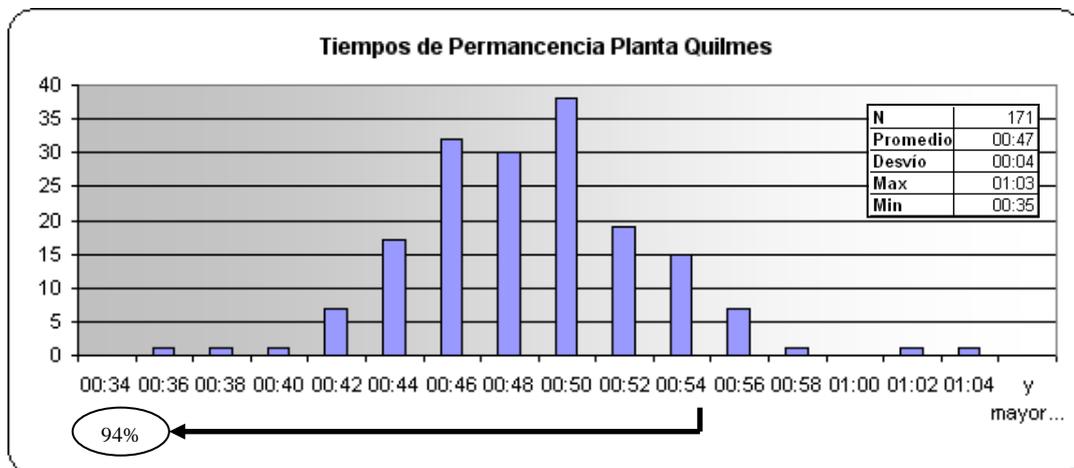


Figura 4.4-1: Histograma de tiempo de permanencia en Quilmes con D&H en temporada baja.

El histograma de los tiempos de planta Quilmes está formado por 171 eventos dando como resultados un tiempo promedio de 00:47 [hh:mm] y un desvío estándar de 4 minutos. De dicha muestra, el 94,2% de los tiempos fueron menores o iguales a 54 minutos y el tiempo más probable es el de 50 minutos. En cuanto a los tiempos máximos y mínimos registrados, estos fueron 01:03 [hh:mm] y 00:35 [hh:mm] respectivamente.

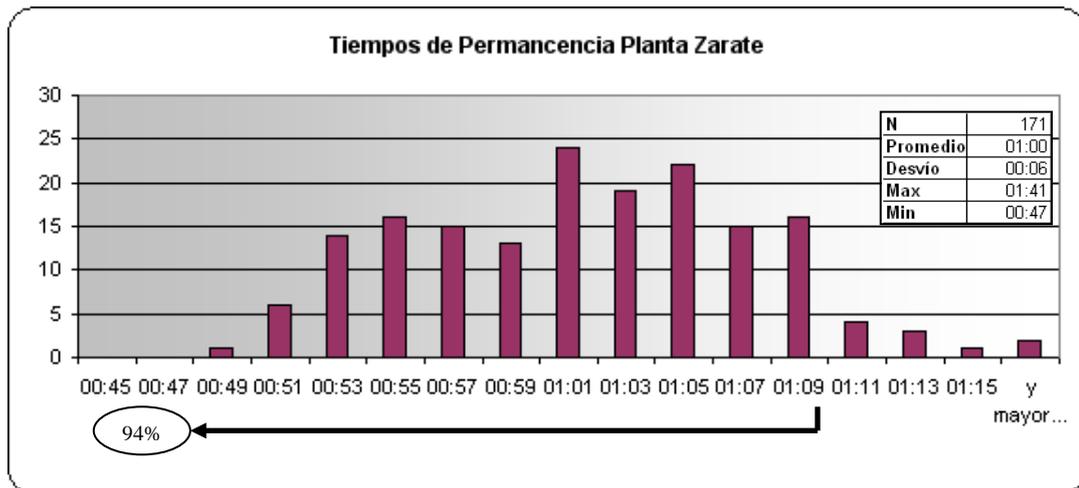


Figura 4.4-2: Histograma de tiempo de permanencia en Zárate con D&H en temporada baja.

El histograma de los tiempos de planta Zárate también está formado por 171 eventos. El tiempo promedio es de 01:00 [hh:mm] con un desvío estándar de 6 minutos. En este caso, 94,2% de los tiempos fueron menores o iguales a 01:09 [hh:mm] y el tiempo más probable, que coincide con la media, es el de 60 minutos. En cuanto a los tiempos máximos y mínimos registrados, fueron de 01:41 [hh:mm] y 00:47 [hh:mm] respectivamente.

El otro tiempo que es necesario tener en cuenta para el cálculo de la rotación, es el tiempo de tránsito en ruta. Como se menciona en el anexo 8.2, estas demoras se definieron en Arena a través de la distribución triangular con los parámetros ($a = 02:30$ [hh:mm], $m = 02:45$ [hh:mm] y $b = 03:45$ [hh:mm]). Al simular estos tránsitos en Arena, se obtiene los resultados que se muestran en la figura 4.4-3.

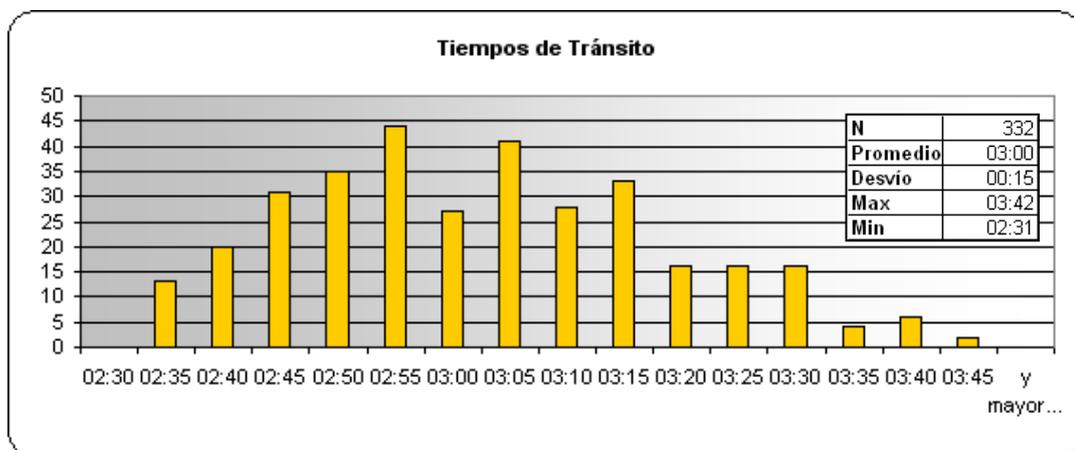


Figura 4.4-3: Histograma de tiempo de tránsito.

Optimización de la rotación de camiones

Para el cálculo de los tiempos de la rotación completa, es necesario sumar el tiempo de permanencia en Zárate, el tiempo de tránsito Zte-Qui, el tiempo de permanencia en Quilmes y el tiempo de tránsito de Qui-Zte. Aquí el número de eventos bajó a 163, ya que sólo se tomaron rotaciones completas. Los resultados se pueden observar en la siguiente figura 4.4-4.

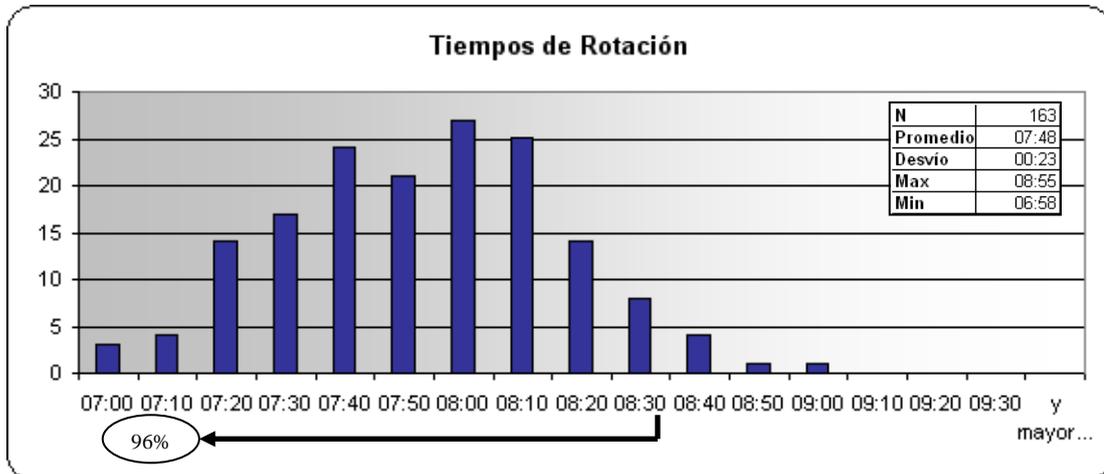


Figura 4.4-4: Histograma de tiempo de rotación con D&H en temporada baja.

El tiempo promedio que tarda un camión en realizar una vuelta completa es de 07:48 [hh:mm], con un desvío estándar de 23 minutos. El valor máximo que se observó es de 08:55 [hh:mm] y el mínimo 06:58 [hh:mm]. El 96,3% de los casos son menores a 08:30 [hh:mm]

Para poder ver la evolución de los tiempos de rotación dentro de la semana, se muestra en la figura 4.4-5, las cinco semanas que se corrieron. En la misma se pueden distinguir los tiempos de cada camión en circulación (los dos camiones de temporada baja, el 101 y el 202).

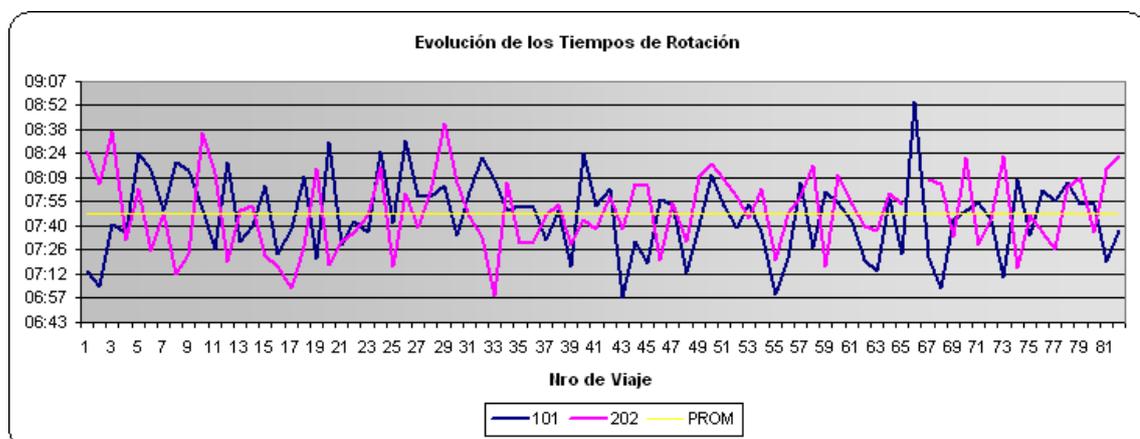


Figura 4.4-5: Evolución de tiempos de rotación de los dos camiones operando en temporada baja.

También se puede observar que a lo largo de 5 semanas, los camiones completaron 81 y 82 viajes completos (163 totales). En todos los casos, los camiones realizaron 16 o 17 rotaciones semanales. Para poder trabajar con un esquema de horarios más estable se programarán los viajes respetando las 16 rotaciones semanales. De esta manera, los camiones operarán con un esquema de tres rotaciones diarias de lunes a viernes, más una vuelta adicional los días sábados. De esta manera se completan las 16 rotaciones semanales o expresadas de manera mensual, 70 vueltas mensuales.

En la figura 4.4-6 se muestran las rotaciones promedio de cada camión a lo largo de las 5 semanas.

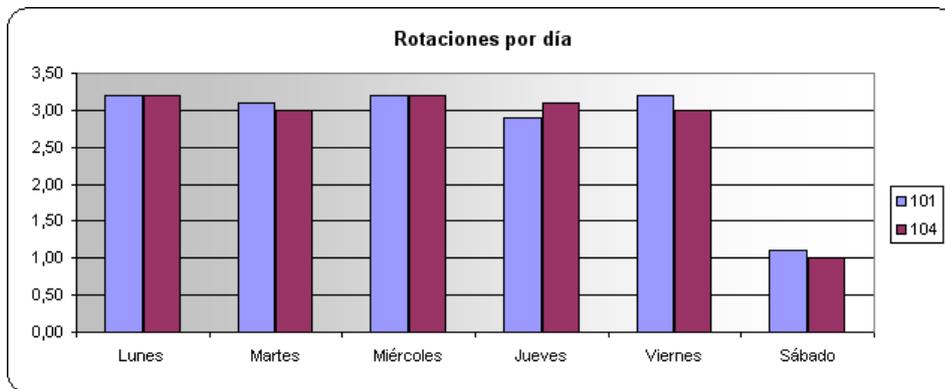


Figura 4.4-6: Cantidad de rotaciones diarias de cada camión en temporada baja.

4.5 RESULTADOS TEMPORADA MEDIA

Para este escenario se agrega un tractor y un semirremolque en el circuito. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.5-1:

T. Permanencia	N1	N2	N3	N4	N5	Prom [U]	Desv Est [S]	HWO	HW	RESULTADOS D&H			T anteriores
	LI	Prom [U]	LS										
QUI	0,83	0,83	0,81	0,80	0,81	0,81	0,01	0,04	0,02	00:47	00:48	00:49	01:27
ZTE	1,04	1,07	1,04	1,05	1,02	1,05	0,02	0,05	0,02	01:01	01:02	01:04	02:37
T. Rotación	07:53	07:52	07:49	07:51	07:50	07:51	00:01	00:23	00:02				
TOTAL	7,90	7,86	7,83	7,85	7,84	7,86	0,03	0,39	0,04	07:49	07:51	07:53	10:04

Tabla 4.5-1: Resultados de tiempo de permanencia y rotación en temporada media con D&H.

El tiempo de permanencia en planta Quilmes, implementando D&H, es de 00:48 [hh:mm]. Este tiempo, es casi igual que en temporada baja, más allá de que en este escenario el ratio es de de 1,67 semirremolques por cada tractor. Lo mismo sucede en planta Zárate, siendo el tiempo de permanencia de 01:02 [hh:mm].

Optimización de la rotación de camiones

En este escenario, al contar con tres camiones en circulación, las cinco corridas independientes, dan como resultado 258 datos acerca de los tiempos de permanencia en cada planta. La distribución de esos tiempos están representados en los siguientes dos histogramas de las figuras 4.5-1 y 4.5-2.

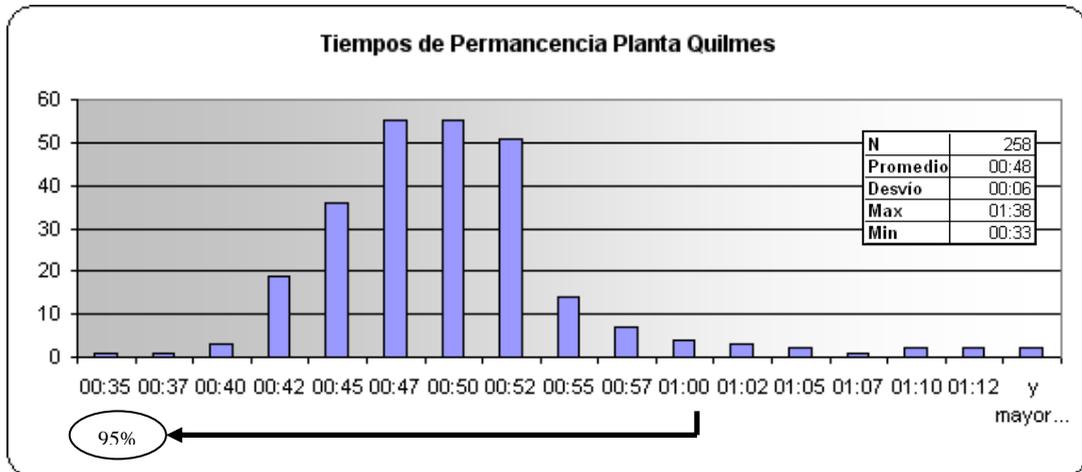


Figura 4.5-1: Histograma de tiempo de permanencia en Quilmes con D&H en temporada media.

De los 258 eventos se obtiene un tiempo promedio de 00:48 [hh:mm] y un desvío estándar de 6 minutos. De dicha muestra, el 95,3% de los tiempos fueron menores o iguales a una hora y el tiempo más probable está entre 45 y 50 minutos. En cuanto a los tiempos máximos y mínimos registrados, estos fueron 01:38 [hh:mm] y 00:33 [hh:mm] respectivamente.

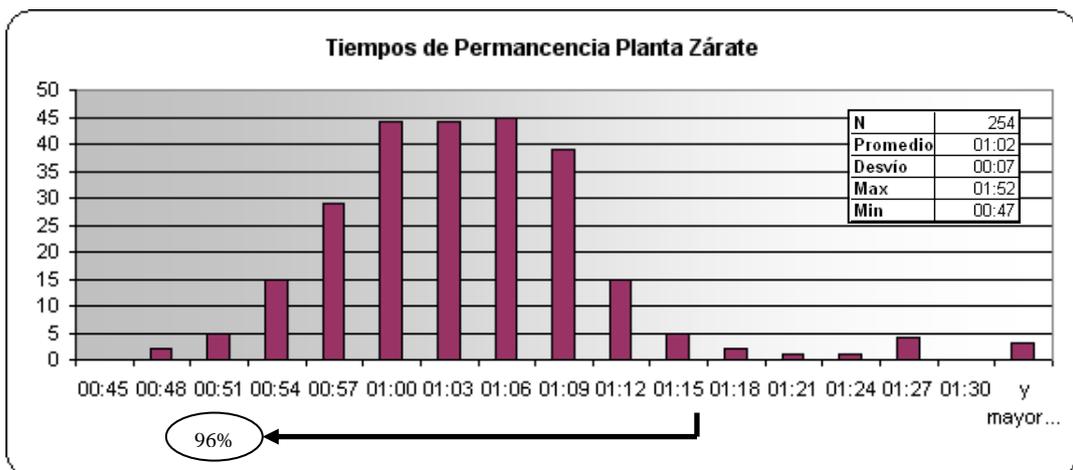


Figura 4.5-2: Histograma de tiempo de permanencia en Zárate con D&H en temporada media.

El histograma de los tiempos de planta Zárate también está formado por 254 eventos. El tiempo promedio es de 01:02 [hh:mm] con un desvío estándar de 7 minutos. En este caso, 95,7% de los tiempos fueron menores o iguales a 01:15 [hh:mm] y el tiempo más probable es de 01:06 [hh:mm]. En cuanto a los tiempos máximos y mínimos registrados, fueron de 01:52 [hh:mm] y 00:47 [hh:mm] respectivamente.

Arena devuelve los valores graficados en la figura 4.5-3 para la distribución triangular definida para los tiempos de tránsito.

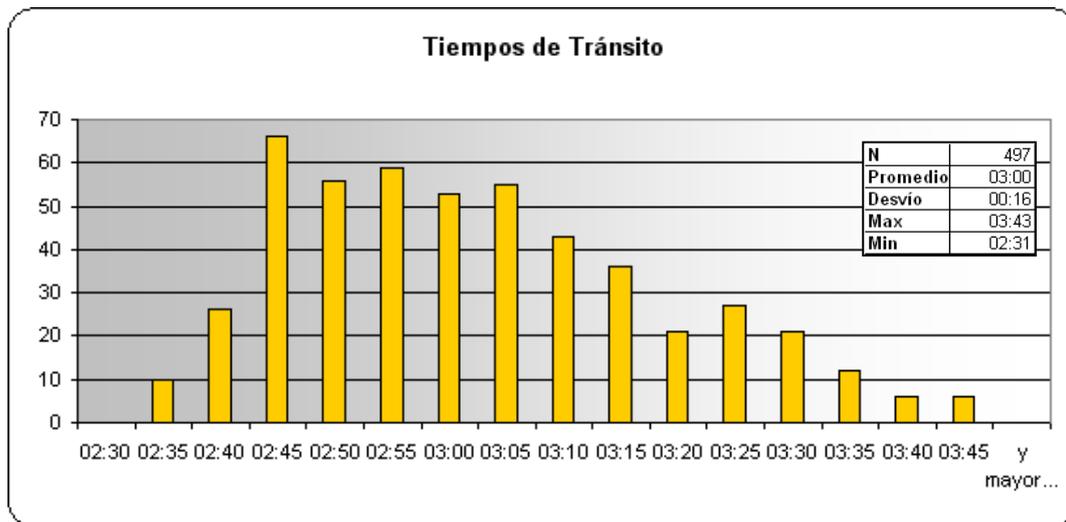


Figura 4.5-3: Histograma de tiempo de tránsito.

Como resultado de la suma de los tiempos de tránsito y los de permanencia se puede observar los tiempos de rotación en la figura 4.5-4.

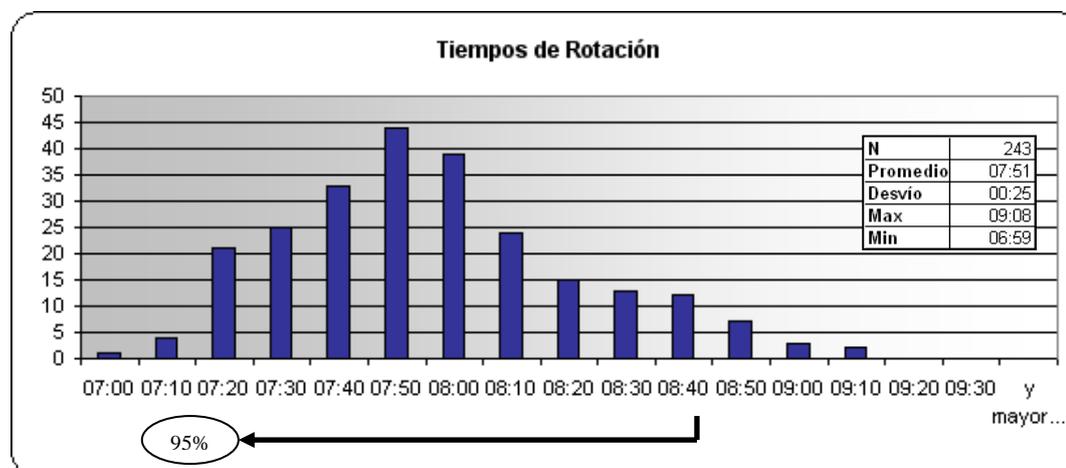


Figura 4.5-4: Histograma de tiempo de rotación con D&H en temporada media.

Optimización de la rotación de camiones

El tiempo promedio que tarda un camión en realizar una vuelta completa es de 07:51 [hh:mm], con un desvío estándar de 25 minutos. El valor máximo que se observó es de 09:08 [hh:mm] y el mínimo 06:59 [hh:mm]. El 95,1% de los casos son menores a 08:40 [hh:mm]

La evolución de los tiempos de rotación dentro de la semana, se muestra en la figura 4.5-5 para las cinco semanas que se corrieron. En el mismo se pueden ver en paralelo los tiempos de los tres camiones activos.

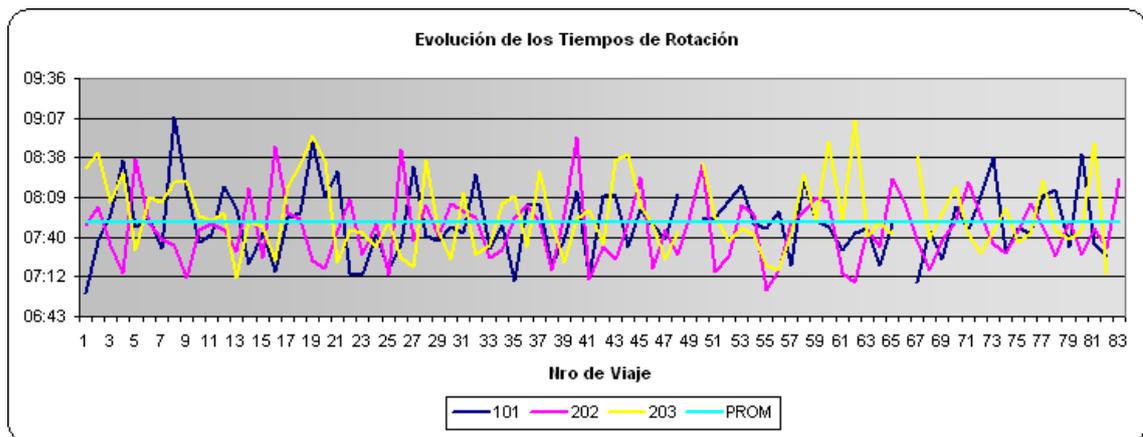


Figura 4.5-5: Evolución de tiempos de rotación de los tres camiones operando en temporada media.

A lo largo de las 5 semanas, los camiones completaron 80, 83 y 80 viajes completos (243 totales). Todos los tractores realizaron entre 16 y 17 vueltas semanales. Para trabajar con un esquema laboral más simple para los choferes, se programarán los viajes con la rotación de 16 vueltas semanales (lunes a viernes 3 rotaciones diarias más una adicional los sábados). La rotación mensual resulta 70 vueltas.

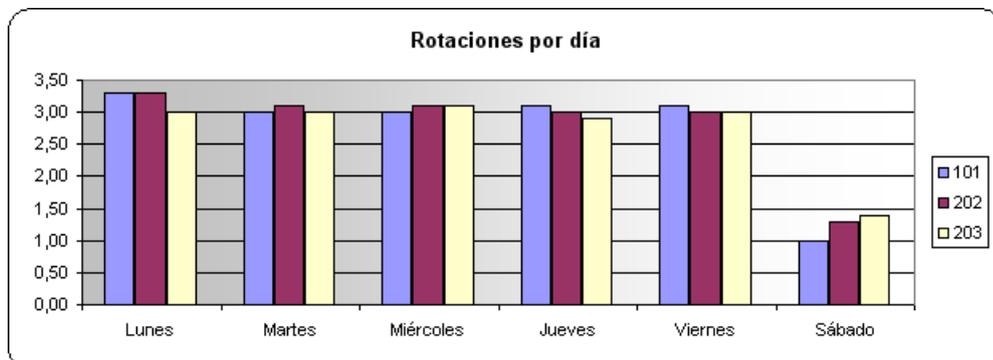


Figura 4.4-6: Cantidad de rotaciones diarias de cada camión en temporada media.

4.6 RESULTADOS TEMPORADA ALTA

Para este escenario se utilizan 4 camiones y un pool de 2 semirremolques extras. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 4.6-1.

	N1 N2 N3 N4 N5					Prom [I]	Desv Est [S]	HWo	HW	RESULTADOS D&H			T anteriores
										LI	Prom [I]	LS	
T. Permanencia													
QUI	0,87	0,83	0,82	0,85	0,84	0,84	0,02	0,04	0,02	00:49	00:50	00:51	01:27
ZTE	1,03	1,07	1,10	1,05	1,10	1,07	0,03	0,05	0,04	01:02	01:04	01:06	02:37
T. Rotación													
TOTAL	7,89	7,87	7,95	7,77	7,96	7,89	0,08	0,39	0,09	07:47	07:53	07:59	10:04

Tabla 4.6-1: Resultados de tiempo de permanencia y rotación en temporada alta con D&H

El tiempo de permanencia en planta Quilmes es de 00:50 [hh:mm], siendo este tiempo sólo algunos minutos mayor que el de baja temporada. La parte positiva, es que se obtiene una escala de movimientos mayor, que permite operar con un ratio de 1,5 semirremolques por tractor. El tiempo en Zárate también se incrementa unos pocos minutos con respecto al escenario de baja y de media, siendo este de 01:04 [hh:mm].

En el escenario de temporada alta, al contar con 4 camiones, las cinco corridas independientes nos brindan una muestra de 338 casos. La distribución de esos tiempos están representados en los siguientes dos histogramas de las figuras 4.6-1 y 4.6-2.

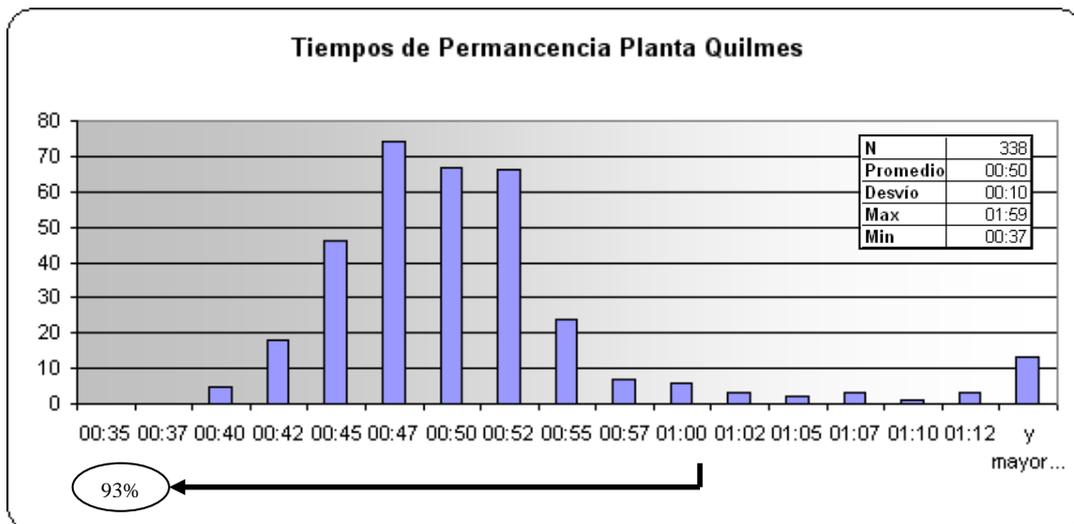


Figura 4.6-1: Histograma de tiempo de permanencia en Quilmes con D&H en temporada alta.

El tiempo promedio de planta Quilmes es de 00:50 [hh:mm] y un desvío estándar de 10 minutos. De dicha muestra, el 92,6% de los tiempos fueron menores o iguales a una hora y el tiempo más probable es 47 minutos. En

cuanto a los tiempos máximos y mínimos registrados, estos fueron 01:59 [hh:mm] y 00:37 [hh:mm] respectivamente.

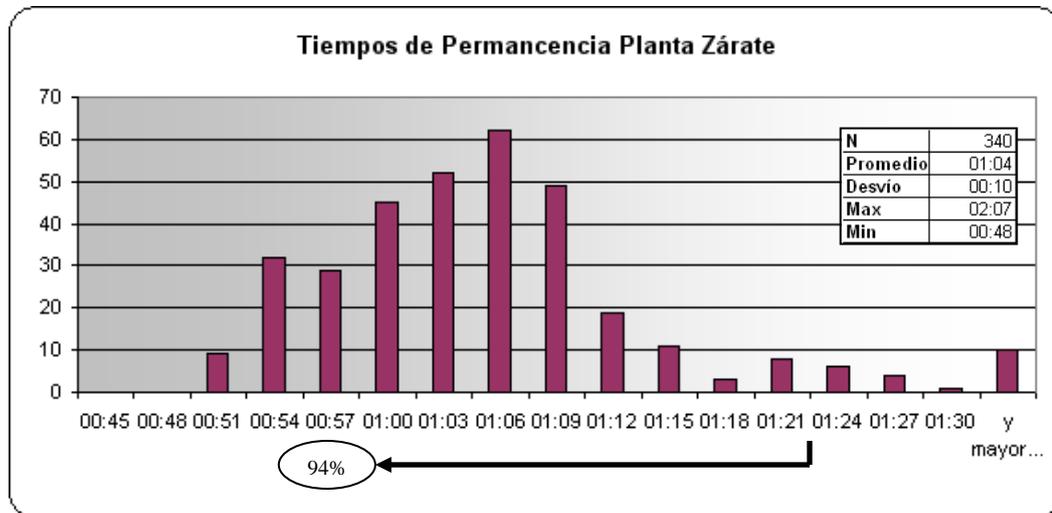


Figura 4.6-2: Histograma de tiempo de permanencia en Zárate con D&H en temporada alta.

El histograma de los tiempos de planta Zárate está formado por 340 eventos. El tiempo promedio es de 01:04 [hh:mm] con un desvío estándar de 10 minutos. En este caso, 93,8% de los tiempos fueron menores o iguales a 01:21 [hh:mm] y el tiempo más probable también es de 01:06 [hh:mm]. En cuanto a los tiempos máximos y mínimos registrados, fueron de 02:07 [hh:mm] y 00:48 [hh:mm] respectivamente.

En esta tercera corrida, Arena devuelve los valores de la figura 4.6-3 para la distribución triangular definida para los tiempos de tránsito.

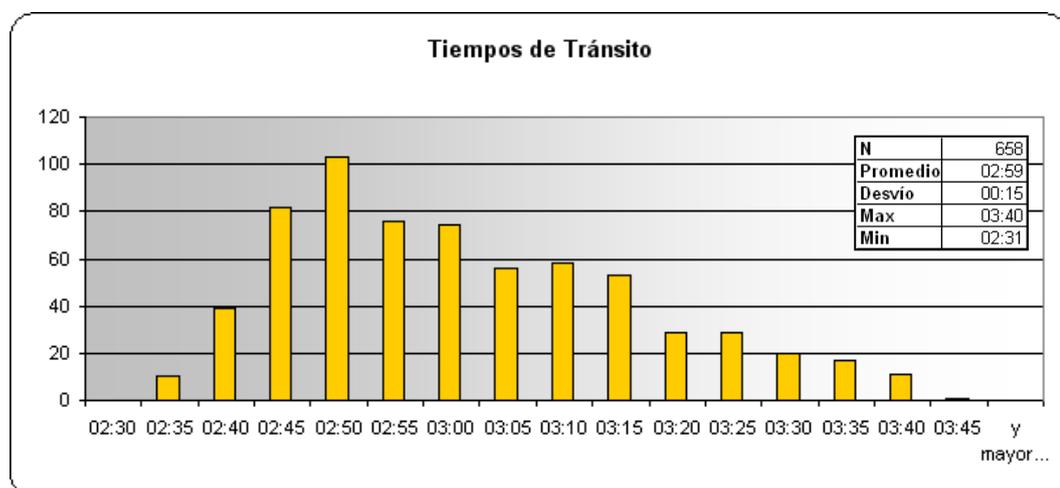


Figura 4.6-3: Histograma de tiempo de tránsito.

Como resultado de la suma de los tiempos de tránsito y los de permanencia se pueden observar los tiempos de rotación en la figura 4.6-4.

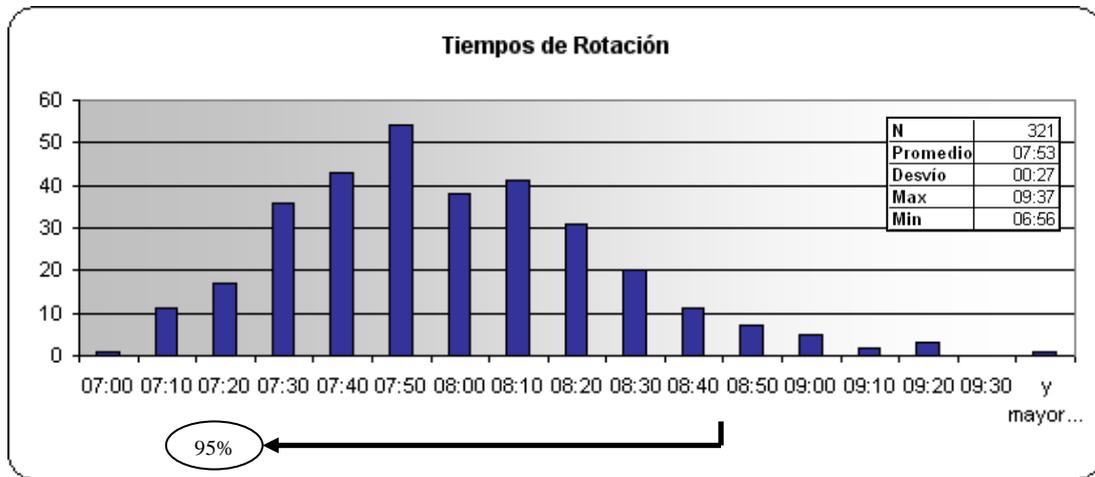


Figura 4.6-4: Histograma de tiempo de rotación con D&H en temporada alta.

El tiempo promedio que tarda un camión en realizar una vuelta completa es de 07:53 [hh:mm], con un desvío estándar de 27 minutos. El valor máximo que se observó es de 09:37 [hh:mm] y el mínimo 06:56 [hh:mm]. El 94,4% de los casos son menores a 08:40 [hh:mm]

La evolución de los tiempos de rotación dentro de la semana, se muestra en la figura 4.6-5 para las cinco semanas que se corrieron. En el mismo se pueden ver en paralelo los tiempos de los cuatro camiones activos.

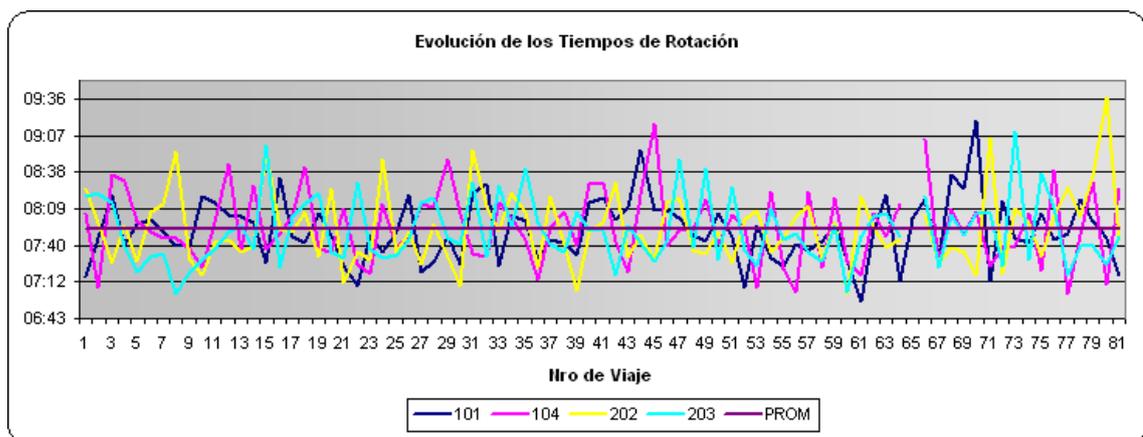


Figura 4.6-5: Evolución de tiempos de rotación de los cuatro camiones operando en temporada alta.

A lo largo de las 5 semanas, los camiones completaron 81, 80, 80 y 80 viajes completos (321 totales). En todos los casos, los tractores realizaron 16 o 17

Optimización de la rotación de camiones

rotaciones semanales. Como ya se explicó antes, se opta por ceder una rotación y programar los viajes con 16 vueltas semanales (lunes a viernes 3 rotaciones diarias más una adicional los sábados). La rotación mensual resulta 70 vueltas.

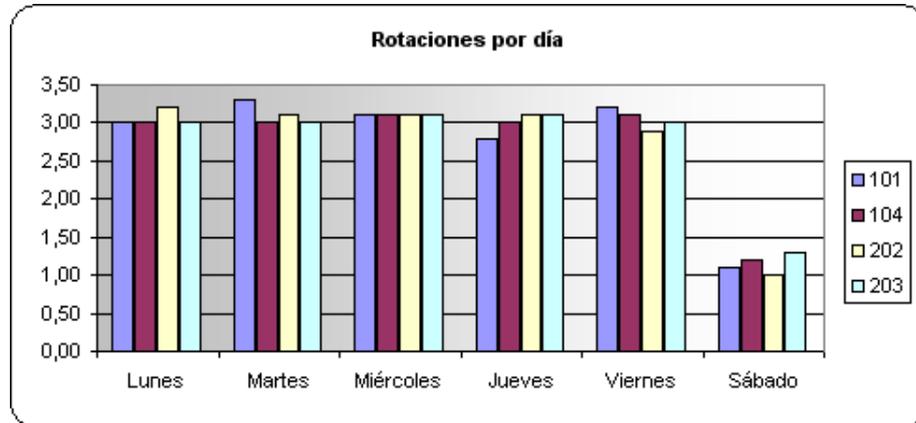


Figura 4.6-6: Cantidad de rotaciones diarias de cada camión en temporada alta.

Temporada alta es el escenario más ajustado para poder obtener las tres vueltas diarias. Igualmente, al analizar el gráfico, todos los camiones superan las 16 vueltas de la semana, por lo que se alcanzan las 70 rotaciones mensuales.

4.7 RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS TRES TEMPORADAS

A continuación se muestra la tabla 4.7-1 y la figura 4.7-1 que facilitan la lectura de los principales indicadores de las tres configuraciones de Arena (temporada baja, media y alta) y la comparación con el método actual de carga.

		Método D&H			Método Actual
		Baja	Media	Alta	Media
Camiones		2	3	4	4,4
Semirremolques Adicionales		2	2	2	0
Ratio (semis/tractor)		2,00	1,67	1,50	1,00
Tiempo de Permanencia QUILMES	Promedio	00:47	00:48	00:50	01:27
	Desvío Std	00:04	00:06	00:10	00:50
	Max	01:03	01:38	01:59	06:14
	Min	00:35	00:33	00:37	00:29
	Prob. <= 60 min	98,8%	95,3%	92,6%	36,0%
Tiempo de Permanencia ZARATE	Promedio	01:00	01:02	01:04	02:37
	Desvío Std	00:06	00:07	00:10	01:08
	Max	01:41	01:52	02:07	06:57
	Min	00:47	00:47	00:48	00:34
	Prob. <= 80 min	98,8%	96,5%	93,2%	10,5%
Tiempo de Tránsito	Promedio	03:00	03:00	02:59	03:00
	Desvío Std	00:15	00:16	00:15	00:16
	Max	03:42	03:43	03:40	03:43
	Min	02:31	02:31	02:31	02:31
	Prob. <= 3,5 horas	96,4%	95,2%	95,6%	95,2%
Tiempo de Rotación	Promedio	07:48	07:51	07:53	10:04
	Desvío Std	00:23	00:25	00:27	S/D
	Max	08:55	09:08	09:37	S/D
	Min	06:58	06:59	06:56	S/D
	Prob. <= 8 horas	67,5%	68,7%	62,3%	S/D
	Prob. <= 8,5 horas	96,3%	90,1%	91,0%	S/D
Cantidad de rotaciones en 5 semanas	Camión 1	82 (16+16+17+17+16)	80 (16+16+16+16+16)	81 (16+16+16+17+16)	S/D
	Camión 2	81 (16+16+17+16+16)	83 (16+16+17+17+17)	80 (16+16+16+16+16)	S/D
	Camión 3		80 (16+16+16+16+16)	80 (16+16+16+16+16)	S/D
	Camión 4			80 (16+16+16+16+16)	S/D
	Promedio	81,50	81,00	80,25	S/D
Rotación Semanal	Promedio	16,3	16,2	16,1	11,0
	Máxima	17	17	17	S/D
	Minima	16	16	16	S/D
Rotación Mensual para programar		70	70	70	48
Volumen transportado	Total	3640	5460	7280	5460
	Por camión	1820	1820	1820	1248

Tabla 4.7-1: Resumen de los distintos resultados arrojados por Arena para las tres corridas de baja, media y alta temporada. También se adjuntan algunos valores del método tradicional de carga de camiones.

Optimización de la rotación de camiones

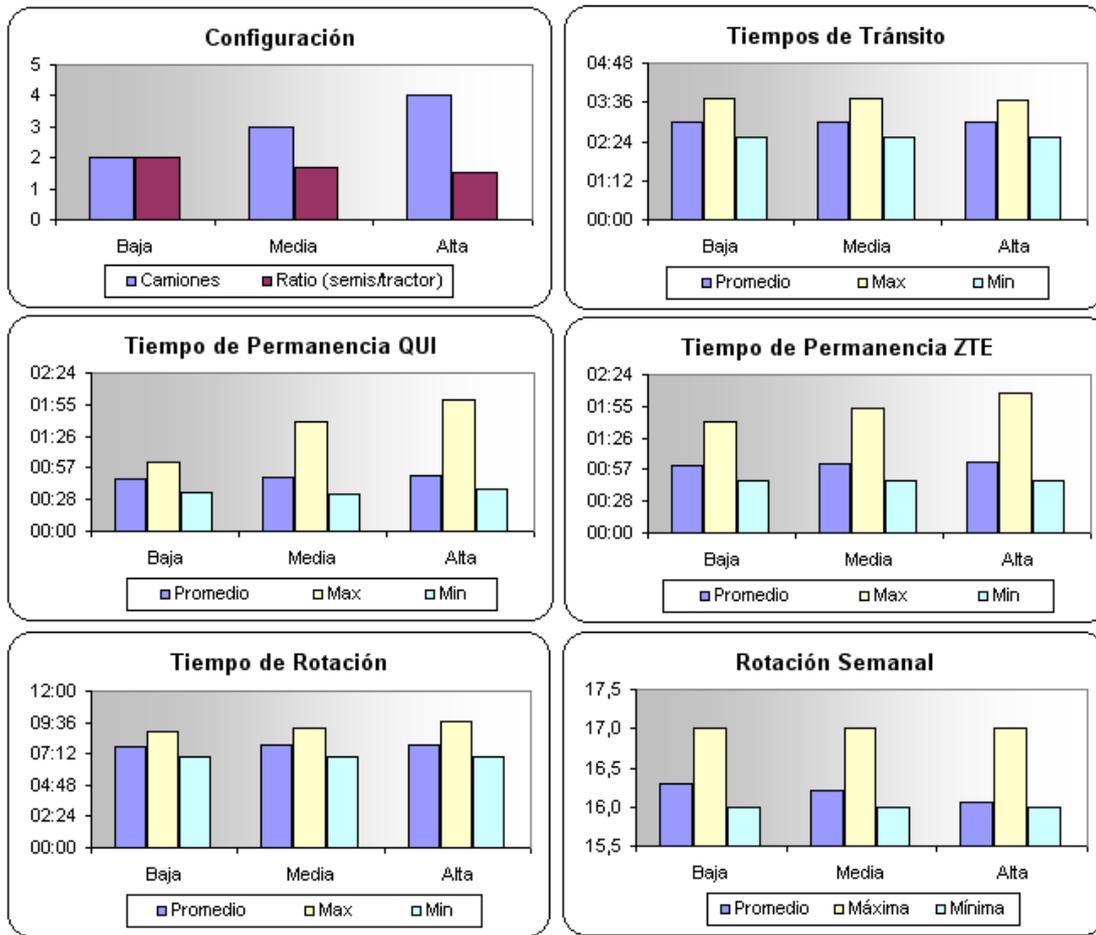


Figura 4.7-1: Comparación de los principales resultados de Arena.

Se observa que lo que básicamente diferencia a los tres escenarios es la dispersión de la performance. Los valores promedio y mínimos tanto de tiempos de permanencia, tiempos de rotación y cantidad de rotaciones permanecen casi constantes. Los tiempos máximos van creciendo a medida que aumentan la cantidad de camiones dentro del sistema (temporada alta). Por ejemplo, el tiempo máximo de permanencia en planta Quilmes casi que se duplica entre la temporada baja y la alta (01:03hs vs. 01:59hs). Esto obviamente se debe a que en temporada alta está más estresado el sistema por la mayor cantidad de camiones y con la utilización de un ratio más exigente como lo es el 1,5 semirremolques por cada camión.

Por otro lado es muy importante destacar que en las tres temporadas, más allá de que los resultados tienen mayor dispersión, se aseguran como mínimo las 16 rotaciones semanales o 70 rotaciones mensuales.

También son muy significativos los cambios en el promedio y la dispersión de los tiempos de permanencia entre el método actual y D&H. Esta afirmación se ve observada claramente en las siguientes figuras 4.7-2 y 4.7-3.

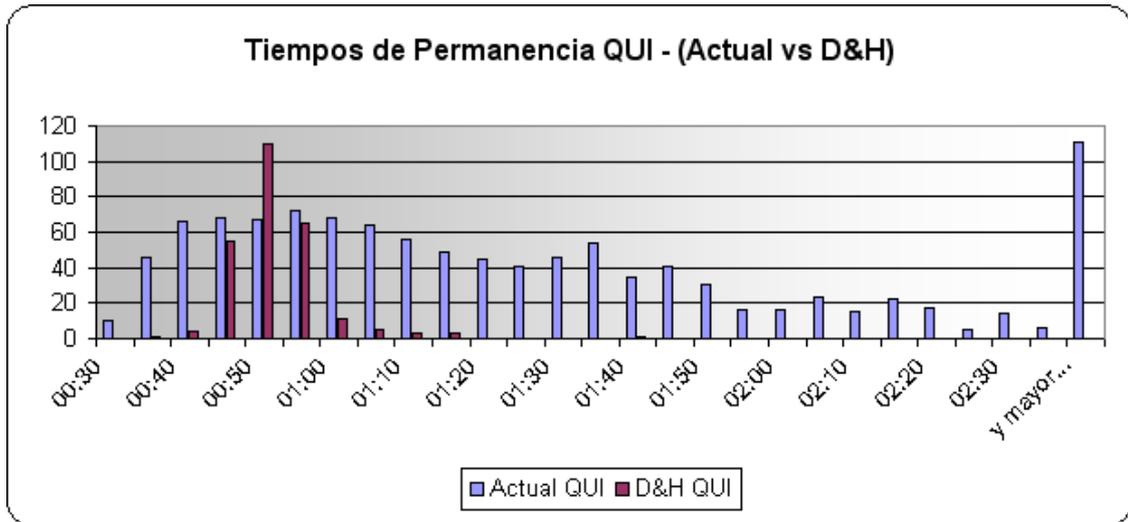


Figura 4.7-2: Comparación de los tiempos reales del método tradicional versus los simulados en arena para D&H en la planta Quilmes.

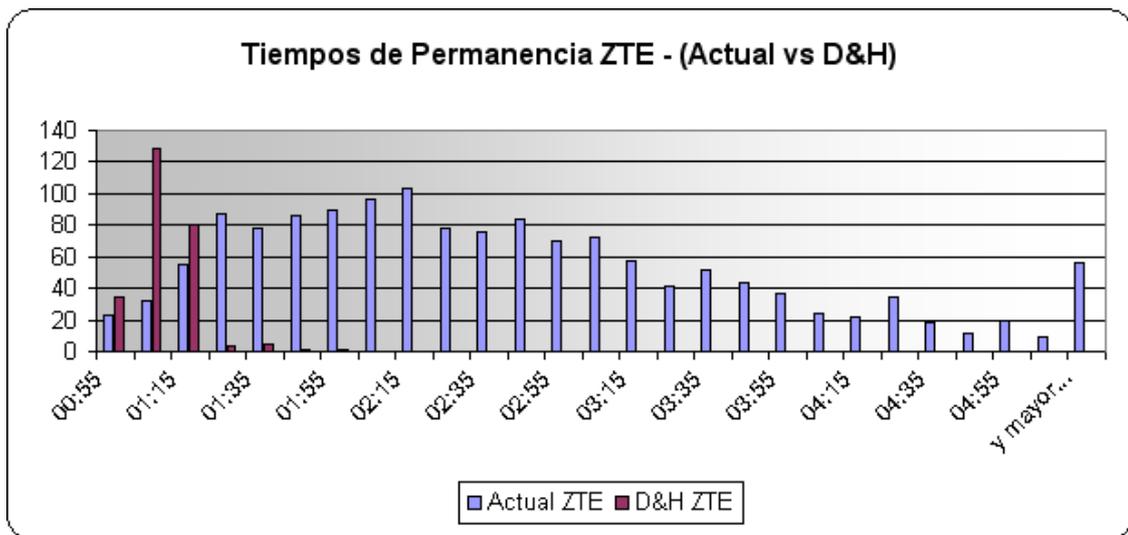


Figura 4.7-3: Comparación de los tiempos reales del método tradicional versus los simulados en arena para D&H en la planta Zárate.

5 MODELO ECONÓMICO

La factibilidad práctica de implementar D&H ya se analizó en los capítulos anteriores. Las 70 rotaciones son realizables, por lo que ahora es momento de entender cual es el impacto económico que causa en CMQ y en el Operador Logístico la aplicación de esta mejor práctica. Para poder entender esto, se realizó un modelo económico que nos permite visualizar todos los factores / parámetros que forman o tienen impacto en el costo total de un flete. Para el armado de este modelo se utilizó el software "Microsoft Excel".

Este capítulo número cinco se desarrolla comenzando desde lo más general de los costos, hasta lo más particular. El fin del mismo, es entender donde se generan los ahorros y sobrecostos cuando se pasa de operar con el método tradicional de carga de camiones, a utilizar la práctica de D&H.

5.1 COSTOS

Para comenzar desde lo más general, se puede decir que los costos de este tipo de fletes está compuesta por tres grandes factores: sueldos de los choferes, gastos de combustible e ítems que sufre ajuste por inflación.

Para el caso de la ruta Qui-Zte con el método tradicional de carga de camiones, los pesos relativos se observan en la figura 5.1-1.

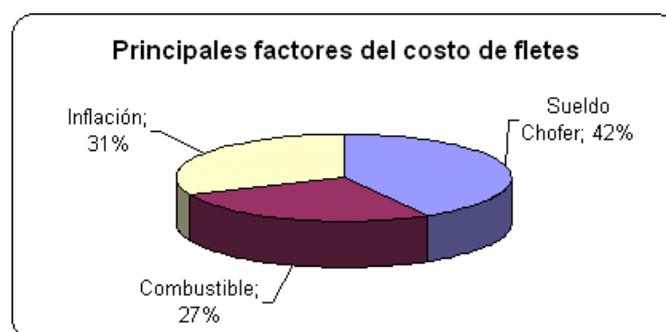


Figura 5.1-1: Composición de los costos de fletes de la ruta Zárate - Quilmes.

Costos sueldo chofer

Empezando por el de mayor peso, los sueldos de camioneros, al pertenecer al sindicato de camioneros, cobran un sueldo mínimo establecido (todos cobran el mismo básico) que se ajusta a través de paritarias anuales. El gremio de

camioneros fue tomando cada vez más fuerza y poder a lo largo de los últimos años. En consecuencia, a la hora de la negociación de aumento de sueldos, se observan muy fuertes incrementos a lo largo de los últimos años. A continuación se muestra la evolución de los salarios en la figura 5.1-2.

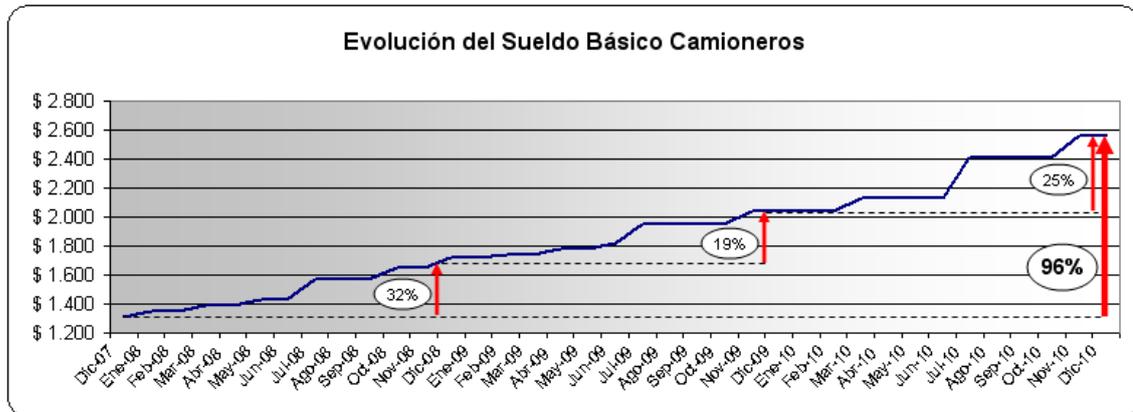


Figura 5.1-2: Evolución del sueldo básico de choferes incluidos dentro de convenio de camioneros.

A nivel costo empresa, se puede distinguir tres grandes conceptos: salario remunerativo, salario no remunerativo y aportes sociales. Como para tener un mayor entendimiento de cómo se conforma un recibo de sueldo, se describirán todos los ítems que lo conforman en el anexo 8.3. El recibo que se detalla corresponde a un chofer de primera categoría y de larga distancia (es considerado transporte de larga distancia aquel que supera los 100km del lugar habitual de trabajo).

Costos de Combustible

El segundo de los factores, y con un peso de 27%, es el consumo de combustible. A diferencia del costo de sueldo de choferes, el costo de combustible es totalmente variable, por lo que el peso relativo crece a medida que se utilicen rutas de más larga distancia.

La evolución del precio de gas oil también ha sufrido grandes aumentos en los últimos años. Claramente hay dos factores que impulsan los precios: inflación argentina y costo internacional del petróleo. Existe una correlación entre el precio del barril de petróleo (WTI) y el costo del Gas Oil. A continuación se muestran en las figuras 5.1-3, 5.1-4 y 5.1-5 información relevante para entender la posible evolución de los costos del gas oil.

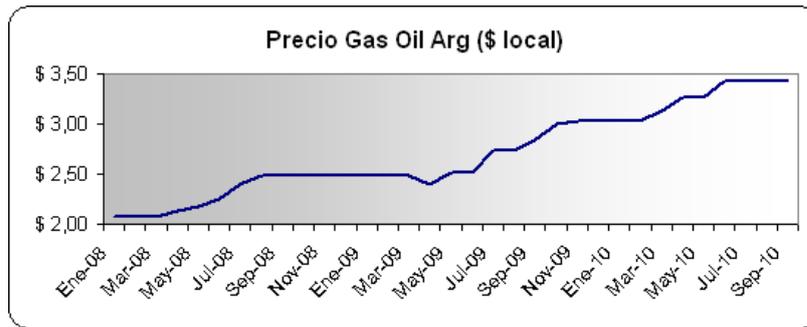


Figura 5.1-3: Evolución del precio del gas oil en moneda local (\$ argentinos).

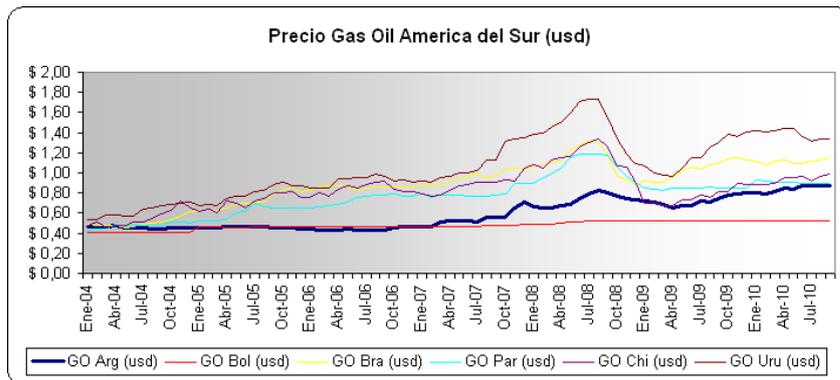


Figura 5.1-4: Evolución del precio del gas oil en dólares versus otros países la región.

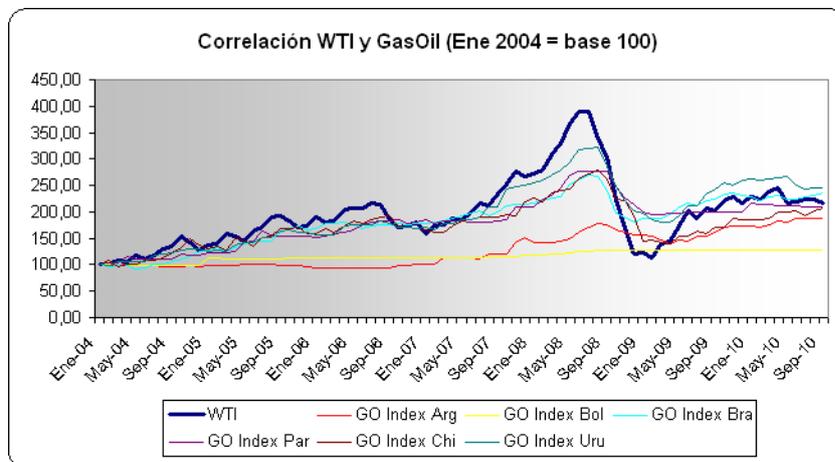


Figura 5.1-5: Correlación del precio del gas oil en dólares versus el WTI.

Es importante aclarar que el precio de surtidor del gasoil es superior al costo real que afronta la empresa. Al precio de surtidor hay que restarle la devolución del IVA (Impuesto al Valor Agregado) y el ITC (Impuesto a la Transferencia de Combustibles) que puede ser computado como pago a cuenta del impuesto a las ganancias. La tabla 5.1-1 muestra un promedio del costo de gas oil en Argentina al mes de Junio de 2010.

Optimización de la rotación de camiones

Precio Neto	2,26	\$ / litro
IVA	0,47	\$ / litro
Taso Gas Oil	0,35	\$ / litro
ITC	0,30	\$ / litro
Precio Surtidor	3,37	\$ / litro
Costo Empresa	2,60	\$ / litro

Tabla 5.1-1: Composición del precio del gas oil en \$ argentinos de Junio 2010.

Además, el otro parámetro a tener en cuenta para poder simular el costo de combustible, es el consumo de combustible por cada kilómetro recorrido. Para esto, se tomó un promedio de los valores que figuran en los manuales de un listado de camiones. Dicho listado se conformó con camiones Iveco, Scania, Mercedes Benz y Ford con potencias que van desde los 250 hasta los 380 caballos de fuerza. El valor que se usa para la simulación es de 40 litros cada 100 kilómetros.

Otros costos ajustables por inflación

En este tercer y último grupo de costos, se agrupan el resto de los costos que no son ni sueldo de chofer ni costos de combustible.

Conceptos	%	Peso
Mantenimiento Preventivo y Correctivo		8,2%
Seguro + Patente + Rastreo Satelital		6,4%
Amortización Tractor + Semirremolque		6,4%
Gastos de Estructura		4,4%
Neumáticos		3,2%
Gastos Financiero		2,7%
		31%

Tabla 5.1-2: Peso relativo de otros costos ajustables por el índice de inflación.

Siguiendo la tabla 5.1-2 se observa que en el primer lugar se encuentran los costos de mantenimiento preventivo y correctivo. Estos costos están relacionados al cambio de aceite, filtros y correas en el caso del preventivo, y cambio de embrague, alternador, burro de arranque, mangueras, rodamientos, bombas, sistema de frenos, etc., para el caso del correctivo. Todos estos

costos son totalmente variables en función de los kilómetros recorridos. El costo preventivo resulta ser 0,08 \$/Km. y el correctivo de 0,24 \$/Km.

El costo de seguro contra terceros, pago de patente y servicio de rastreo satelital alcanzan el 6,4% de los costos. Estos costos, se comportan totalmente diferente a los de mantenimiento preventivo y correctivo, ya que estos son totalmente fijos. El pago de seguro y patente es un costo fijo mensual o bimestral directamente relacionado con la valoración económica del camión. Para el modelo económico se configuró un costo de 996 \$/mes para la patente y de 1.794 \$/mes para el seguro contra terceros. El costo del rastreo satelital también es un costo fijo mensual que alcanza los 300 \$/mes.

En tercer lugar se encuentran los costos de amortización del tractor y el semirremolque. Al igual que se explicó en un punto anterior, para calcular el valor del bien, se tomó un promedio de diferentes unidades (Iveco, Scania, Mercedes Benz y Ford). El valor del tractor es de \$347.000 (sin IVA) y se amortiza a los 8 años o al millón de kilómetros recorridos (lo que suceda antes). En el caso particular de esta ruta, se amortiza por cada kilómetro recorrido llegando al millón de kilómetros con un valor residual del 50%. El semirremolque tiene un valor aproximado de \$131.000 (sin IVA) que se amortiza a los 12 años o al los 1,3 millones de kilómetros (lo que suceda antes). Cuando alcanza esa distancia recorrida, se simula un valor residual del 25%. Con todos estos datos se calcula un costo de amortización del camión de 0,25 \$/Km.

Los gastos de estructura se dividen en dos: estructura de personal y estructura de trabajo. En el primer concepto se vuelcan todos los sueldos correspondientes al personal necesario para mantener la estructura de trabajo para poder operar. En el caso de CMQ, trabaja con grandes operadores logísticos (más de 200 camiones) donde estos costos se ven optimizados debido a la economía de escala. En un organigrama tipo para estas empresas podemos tener un gerente general, un gerente de administración y finanzas, un gerente comercial, un gerente de operaciones y un gerente de personal. Debajo de estas gerencias se pueden encontrar puestos administrativos, de mantenimiento, encargados de depósito, analistas, etc. Se tomó para el modelo una empresa de 200 camiones que se sostiene con una estructura de 22 personas. Tomando como costo empresa 10.539\$/persona, resulta que el costo de estructura de personal por cada camión es de 1.159\$/mes/camión.

El concepto de costos de estructura de trabajo es para incluir todos los costos relacionados a honorarios y consultaría (abogados, escribanías, contadores, etc.), sistemas y conectividad (desarrollo y mantenimiento de sistemas,

Optimización de la rotación de camiones

Internet, etc.), seguridad, comunicaciones, servicios públicos, tasas, impuestos, seguros, amortizaciones de inmuebles, gastos general de oficina (mensajería, viáticos, papelería, mantenimiento de oficinas, etc.), gastos comerciales y gastos de marketing. La suma de todos estos conceptos dan como resultado un costo mensual de aproximadamente 190.000 \$/mes. Nuevamente, tomando la estructura de 200 camiones, tenemos como resultado un costo en estructura de trabajo de 953 \$/mes/camión.

Para el costo de los neumáticos es necesario contar con tres parámetros: la cantidad de neumáticos por cada unidad, la duración y los costos de los mismos. Un tractor tiene 6 neumáticos, donde cada uno tiene una duración de 240.000 kilómetros. Un semirremolque cuenta con 10 neumáticos, donde cada uno dura 300.000 kilómetros. Así mismo, un neumático nuevo con el adicional de un recapado (para lograr mayor durabilidad) cuesta 2.159 \$/neumático. Como resultado final se determina que por cada kilómetro recorrido se gasta 0,13 \$.

Por último, se encuentra el gasto financiero (pago de intereses) asociado a la compra/reposición de los tractores y semirremolques. Se necesita un crédito cada 6 años para reemplazar un tractor (valor de mercado del 60%) y un semirremolque (valor de mercado del 50%). Con una Tasa Efectiva Mensual del 0,65% se incurre en un costo financiero por pago promedio de intereses de 1.324 \$/mes. (Se pagan 60 cuotas de \$23 por cada \$1.000 de préstamo).

Para simular la ganancia del operador logístico, CMQ tiene la política de aplicar un mark up de 15% sobre los costos sin impuestos. La estructura de costos para la ruta Qui-Zte con el método tradicional de carga quedaría conformado según la figura 5.1-6.

	\$ / mes	\$ / viaje	\$ / km	\$ / pal	Peso %
COSTOS FIJOS	\$ 9.636	\$ 201	\$ 0,77	\$ 7,72	20%
Gastos Fijos	\$ 5.202	\$ 108	\$ 0,42	\$ 4,17	11%
<i>Patente</i>	\$ 996	\$ 21	\$ 0,08	\$ 0,80	2%
<i>Rastreo Satelital</i>	\$ 299	\$ 6	\$ 0,02	\$ 0,24	1%
<i>Seguro contra 3eros</i>	\$ 1.794	\$ 37	\$ 0,14	\$ 1,44	4%
<i>Gastos de Estructura</i>	\$ 2.113	\$ 44	\$ 0,17	\$ 1,69	4%
Costo Financiero	\$ 1.324	\$ 28	\$ 0,11	\$ 1,06	3%
Amortización	\$ 3.111	\$ 65	\$ 0,25	\$ 2,49	6%
<i>Tractor</i>	\$ 2.165	\$ 45	\$ 0,17	\$ 1,73	4%
<i>Semiorremolque</i>	\$ 946	\$ 20	\$ 0,08	\$ 0,76	2%
COSTOS VARIABLES	\$ 18.553	\$ 387	\$ 1,49	\$ 14,87	38%
Neumáticos	\$ 1.572	\$ 33	\$ 0,13	\$ 1,26	3%
Mantenimiento	\$ 3.993	\$ 83	\$ 0,32	\$ 3,20	8%
<i>Plan de mantenimiento</i>	\$ 1.041	\$ 22	\$ 0,08	\$ 0,83	2%
<i>Mant. Correctivo</i>	\$ 2.952	\$ 61	\$ 0,24	\$ 2,37	6%
Combustible	\$ 12.989	\$ 271	\$ 1,04	\$ 10,41	27%
SUELDO CHOFER	\$ 20.227	\$ 421	\$ 1,62	\$ 16,21	42%
Remunerativo	\$ 12.682	\$ 264	\$ 1,02	\$ 10,16	26%
No Remunerativo	\$ 2.158	\$ 45	\$ 0,17	\$ 1,73	4%
Cargas Sociales	\$ 5.387	\$ 112	\$ 0,43	\$ 4,32	11%
TOTAL COSTOS sin impuestos	\$ 48.417	\$ 1.009	\$ 3,88	\$ 38,80	100%
MARK UP 15,00%	\$ 7.262	\$ 151	\$ 0,58	\$ 5,82	
TOTAL con MARK UP	\$ 55.679	\$ 1.160	\$ 4,46	\$ 44,61	
				TARIFA \$/pal	

Figura 5.1-6: Composición de la tarifa de fletes para Zte-Qui con el método tradicional de carga.

Todo el detalle de estos costos se encuentra en el capítulo 8.5 Modelo Económico.

5.2 PARÁMETROS NO ECONÓMICOS

En la etapa anterior se describieron todos los costos, y en esta etapa, se busca describir los parámetros o variables no económicas que indirectamente afectan al costo final. Todos los costos descritos en el capítulo 5.1 se mantienen constantes tanto para el método tradicional de carga como para D&H, no así muchos de los parámetros no económicos. Un ejemplo de costo, sería el costo de combustible de 3,37 \$/litro, en cambio un parámetro no económico sería el consumo de litros de combustible por cada kilómetro recorrido (40 litros cada 100km). Este es un parámetro no económico del modelo pero que afecta directamente a los costos.

Con el modelo económico, al igual que en Arena, se simularán los 4 escenarios:

- Método tradicional de carga
- D&H en temporada baja

Optimización de la rotación de camiones

- D&H en temporada media
- D&H en temporada alta.

Para simular esos cuatro escenarios sólo será necesario modificar ciertos parámetros no económicos en el modelo. Estos pocos parámetros son sólo cinco, pero que impactan muy fuertemente en los costos: cantidad de chóferes por tractor, cantidad de semirremolques por tractor, rotación mensual del tractor y los tiempos de permanencia en planta Zárate y planta Quilmes. Variando esos cinco parámetros no económicos será posible simular económicamente los cuatro escenarios. La tabla 5.2-1 muestra los parámetros no económicos que se modifican para simular los 4 escenarios.

		Tradicional	D&H Baja	D&H Media	D&H Alta
Parametros No Económicos	Choferes/Tractor	2	3	3	3
	Ratio: Semirremolques / Tractor	1,00	2,00	1,67	1,50
	Rotación mensual	48	70	70	70
	Tiempo de permanencia ZTE	02:37:03	01:00:49	01:02:47	01:04:20
	Tiempo de permanencia QUI	01:27:04	00:47:47	00:48:52	00:50:36

Tabla 5.2-1: Configuración del modelo económico para simular los cuatro escenarios.

¿Dónde impactan mayormente cada uno de estos parámetros?

La cantidad de choferes por tractor impacta directamente en los costos fijos de un recibo de sueldo y las cargas sociales asociadas. Los conceptos de mayor impacto son el sueldo básico, el adicional por actividad, antigüedad y presentismo.

El parámetro de cantidad de semirremolques por cada tractor tiene efecto en los costos de financiación y amortización debido al mayor capital invertido y también en los gastos asociados a seguros, patentes y rastreo satelital.

La cantidad de viajes que realiza un tractor (rotación) incide muy fuertemente en el volumen transportado y en los costos variables. Al aumentar la rotación, aumentarán los kilómetros recorridos y en consecuencia lo harán todos los costos variables. Los más significativos son la amortización del capital, costos de neumáticos, mantenimiento y combustible y todos los ítems variables del recibo de sueldo. Al aumentar la rotación también aumentará la cantidad de paletas transportadas, es por eso que aquí es interesante analizar los costos por cada paleta transportada y no los costos por mes.

Los tiempos de permanencia tienen impacto en el ítem 4.2.6 del recibo de sueldo. Este ítem es el "Control Carga y Descarga" y fija el pago de un jornal

cuando el conductor de larga distancia permanece afectado al vehículo mientras se realiza la carga o descarga en períodos mayores de 2 horas.

En el gráfico 5.2-1 se toman como referencia los costos del método tradicional, y se modifican los 5 parámetros no económicos de a uno por vez. A través de esta figura se puede ver como y cuanto impacta cada parámetro en los costos de fletes.

PARAMETROS NO ECONÓMICOS	Referencia				
Choferes/Tractor	2	3	2	2	2
Ratio: Semirremolques / Tractor	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
Rotación mensual	48	48	48	70	48
Tiempo de permanencia ZTE	02:37:03	02:37:03	02:37:03	02:37:03	01:00:49
Tiempo de permanencia QUI	01:27:04	01:27:04	01:27:04	01:27:04	00:47:47
	\$ / mes	\$ / mes	\$ / mes	\$ / mes	\$ / mes
COSTOS FIJOS	\$ 9.636	\$ 9.636	\$ 11.270	\$ 11.062	\$ 9.636
Gastos Fijos	\$ 5.202	\$ 5.202	\$ 6.050	\$ 5.202	\$ 5.202
<i>Patente</i>	\$ 996	\$ 996	\$ 1.270	\$ 996	\$ 996
<i>Rastreo Satelital</i>	\$ 299	\$ 299	\$ 381	\$ 299	\$ 299
<i>Seguro contra 3eros</i>	\$ 1.794	\$ 1.794	\$ 2.286	\$ 1.794	\$ 1.794
<i>Gastos de Estructura</i>	\$ 2.113	\$ 2.113	\$ 2.113	\$ 2.113	\$ 2.113
Costo Financiero	\$ 1.324	\$ 1.324	\$ 1.687	\$ 1.324	\$ 1.324
Amortización	\$ 3.111	\$ 3.111	\$ 3.533	\$ 4.536	\$ 3.111
<i>Tractor</i>	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 3.157	\$ 2.165
<i>Semirremolque</i>	\$ 946	\$ 946	\$ 1.368	\$ 1.379	\$ 946
COSTOS VARIABLES	\$ 18.553	\$ 18.553	\$ 18.553	\$ 27.057	\$ 18.553
Neumáticos	\$ 1.572	\$ 1.572	\$ 1.572	\$ 2.292	\$ 1.572
Mantenimiento	\$ 3.993	\$ 3.993	\$ 3.993	\$ 5.823	\$ 3.993
<i>Plan de mantenimiento</i>	\$ 1.041	\$ 1.041	\$ 1.041	\$ 1.518	\$ 1.041
<i>Mant. Correctivo</i>	\$ 2.952	\$ 2.952	\$ 2.952	\$ 4.305	\$ 2.952
Combustible	\$ 12.989	\$ 12.989	\$ 12.989	\$ 18.942	\$ 12.989
SUELDO CHOFER	\$ 20.227	\$ 27.772	\$ 20.227	\$ 22.582	\$ 13.910
Remunerativo	\$ 12.682	\$ 17.974	\$ 12.682	\$ 13.644	\$ 8.199
No Remunerativo	\$ 2.158	\$ 2.238	\$ 2.158	\$ 3.074	\$ 2.158
Cargas Sociales	\$ 5.387	\$ 7.559	\$ 5.387	\$ 5.864	\$ 3.553
TOTAL COSTOS sin impuestos	\$ 48.417	\$ 55.961	\$ 50.051	\$ 60.701	\$ 42.100
MARK UP 15% (Operador Log)	\$ 7.262	\$ 8.394	\$ 7.508	\$ 9.105	\$ 6.315
TOTAL con MARK UP	\$ 55.679	\$ 64.355	\$ 57.558	\$ 69.806	\$ 48.415
VOLUMEN TRANSPORTADO	1.248	1.248	1.248	1.820	1.248
TARIFA \$/pal	\$ 44,61	\$ 51,57	\$ 46,12	\$ 38,36	\$ 38,79

Figura 5.2-1: Cambios en los parámetros no económicos y sus impactos en los costos.

5.3 RESULTADOS OBTENIDOS

En los capítulos anteriores se buscó describir el funcionamiento y entendimiento del modelo económico, pero se ha llegado hasta aquí sin todavía poder responder cuál es el impacto económico de implementar D&H. Como ya se nombró más de una vez, la simulación económica del método tradicional de carga da como resultado una tarifa de 44,61 \$/pal. Este escenario, se usará

como referencia para comparar los resultados de D&H en baja, media y alta temporada. Los resultados se observan en la tabla 5.3-1.

PARAMETROS NO ECONÓMICOS	Referencia	D&H Baja	D&H Media	D&H Alta
Choferes/Tractor	2	3	3	3
Ratio: Semirremolques / Tractor	1,00	2,00	1,67	1,50
Rotación mensual	48	70	70	70
Tiempo de permanencia ZTE	02:37:03	01:00:49	01:02:47	01:04:20
Tiempo de permanencia QUI	01:27:04	00:47:47	00:48:52	00:50:36
	\$ / mes	\$ / mes	\$ / mes	\$ / mes
COSTOS FIJOS	\$ 9.636	\$ 12.273	\$ 11.869	\$ 11.668
Gastos Fijos	\$ 5.202	\$ 6.050	\$ 5.767	\$ 5.626
<i>Patente</i>	\$ 996	\$ 1.270	\$ 1.179	\$ 1.133
<i>Rastreo Satelital</i>	\$ 299	\$ 381	\$ 354	\$ 340
<i>Seguro contra Beros</i>	\$ 1.794	\$ 2.286	\$ 2.122	\$ 2.040
<i>Gastos de Estructura</i>	\$ 2.113	\$ 2.113	\$ 2.113	\$ 2.113
Costo Financiero	\$ 1.324	\$ 1.687	\$ 1.566	\$ 1.506
Amortización	\$ 3.111	\$ 4.536	\$ 4.536	\$ 4.536
<i>Tractor</i>	\$ 2.165	\$ 3.157	\$ 3.157	\$ 3.157
<i>Semiorremolque</i>	\$ 946	\$ 1.379	\$ 1.379	\$ 1.379
COSTOS VARIABLES	\$ 18.553	\$ 27.057	\$ 27.057	\$ 27.057
Neumáticos	\$ 1.572	\$ 2.292	\$ 2.292	\$ 2.292
Mantenimiento	\$ 3.993	\$ 5.823	\$ 5.823	\$ 5.823
<i>Plan de mantenimiento</i>	\$ 1.041	\$ 1.518	\$ 1.518	\$ 1.518
<i>Mant. Correctivo</i>	\$ 2.952	\$ 4.305	\$ 4.305	\$ 4.305
Combustible	\$ 12.989	\$ 18.942	\$ 18.942	\$ 18.942
SUELDO CHOFER	\$ 20.227	\$ 20.652	\$ 20.652	\$ 20.652
Remunerativo	\$ 12.682	\$ 12.211	\$ 12.211	\$ 12.211
No Remunerativo	\$ 2.158	\$ 3.154	\$ 3.154	\$ 3.154
Cargas Sociales	\$ 5.387	\$ 5.286	\$ 5.286	\$ 5.286
TOTAL COSTOS sin impuestos	\$ 48.417	\$ 59.982	\$ 59.578	\$ 59.376
MARK UP 15% (Operador Log)	\$ 7.262	\$ 8.997	\$ 8.937	\$ 8.906
TOTAL con MARK UP	\$ 55.679	\$ 68.979	\$ 68.515	\$ 68.282
VOLUMEN TRANSPORTADO	1.248	1.820	1.820	1.820
TARIFA \$/pal	\$ 44,61	\$ 37,90	\$ 37,65	\$ 37,52
		-15,0%	-15,6%	-15,9%

Figura 5.3-1: Detalle de los costos para los distintos escenarios. (Método Tradicional y D&H)

Al implementar D&H en baja temporada, es decir, agregar un chofer, un semirremolque, alcanzar las 70 rotaciones mensuales y no superar las dos horas de espera en planta, se alcanza un beneficio económico de 15%. Los beneficios de los otros dos escenarios, media y alta temporada, son levemente más económicos, 15,6% y 15,9%, ya que se trabaja con los parámetros anteriores y con un pool de semirremolques menor. Las tarifas obtenidas para baja, media y alta temporada son 37,90 \$/pal, 37,65 \$/pal y 37,52 \$/pal

respectivamente. En promedio se puede decir que implementar D&H causa un beneficio económico en CMQ de 15,5%.

De la figura 5.3-1, se puede concluir que las principales consecuencias de implementar D&H son:

- Aumenta el volumen transportado un 46% (de 1.248 palets a 1.820 palets).

Esto es debido a la mayor rotación de cada tractor. Se pasa de una rotación de 48 viajes mensuales a 70 viajes mensuales.

- Aumentan los costos fijos en un 24% (de \$9.636 a \$11.937)

Todos los costos de patentes, seguros, rastreo satelital, intereses y amortizaciones se ven incrementados debido al mantenimiento de un mayor número de semirremolques por cada tractor.

- Aumentan los costos variables en un 46% (de \$18.553 a \$27.057)

Los costos de combustible, mantenimiento y neumáticos están directamente relacionados con la cantidad de kilómetros recorridos. Los kilómetros recorridos de cada tractor aumentan debido al aumento de la rotación.

- El costo en sueldo de choferes aumenta sólo 2% (de \$20.227 a \$20.652)

En este caso, casi se anulan dos efectos. Por un lado, se incrementan los costos por el uso de más choferes por cada tractor. En ese caso, el aumento viene dado por el pago del salario básico, el adicional por actividad y las cargas sociales relacionadas. Por otro lado, y causando un efecto contrario, el costo empresa de cada chofer disminuye. La explicación de esto, viene dada por el hecho de que se deja de pagar el concepto de "Control de Carga y Descarga" (ítem 4.2.6 del recibo). Este concepto sólo se paga si las demoras en plata superan las dos horas. Resumiendo, en el método tradicional de carga se necesitan 2 choferes con un costo empresa de \$10.000 por cada chofer, dando un costo total de \$20.000. En D&H se requieren 3 choferes por cada tractor con un costo unitario de \$7.000, resultando un costo final de \$21.000.

- La tarifa en \$/pal baja un 15,5% (de 44,61\$/pal a 37,69\$/pal)

Esto es una consecuencia de todos los aspectos antes detallados: aumento del volumen transportado (46%), aumentan los costos fijos (24%), aumentan los costos variables (46%) y aumentan los costos de sueldos camioneros (2%).

5.4 BREVE ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DEL OPERADOR LOGÍSTICO

Ya se observó que hay un impacto netamente económico, con un ahorro del 15,5% en CMQ cuando implementa D&H. En esta sección, se quiere visualizar de forma breve, los impactos económicos y financieros que podría tener el operador logístico al implementar D&H.

En principio, está claro que habrá una necesidad de invertir en semirremolques ya que se deja de utilizar el ratio de un semirremolque por cada tractor. Pero también hay que tener en cuenta que como consecuencia de una mayor rotación de los camiones, será posible disminuir la cantidad de tractores disponibles. Después de esto habrá que analizar en conjunto la necesidad de invertir en semirremolques versus la oportunidad de desinvertir en tractores y la menor facturación por cada paleta transportada debido a la baja de tarifa versus la baja en los costos.

El negocio de los transportistas, es por lo general, optimizado a través de la sinergia con otras empresas. Muy rara vez los operadores logísticos trabajan para una única empresa, sino que intentan utilizar su flota de camiones para darle servicio a más de una empresa. Lo ideal es que esas empresas sean compatibles en los tipos de carga como para utilizar un único tipo de camión, que sean compatibles geográficamente como para obtener sinergia de viajes que de por si no tienen retorno, y también que sean compatibles estacionalmente dentro del año para que la flota pueda trabajar los 12 meses del año sin altibajos.

En el cuadro siguiente se muestran los volúmenes de la ruta Zárate – Quilmes y la necesidad de flota por mes para cada método de carga.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom Mensual	Inv Inicial
Volumen [pal]		5.252	3.912	3.211	2.999	2.750	2.338	2.715	2.686	3.124	3.673	4.235	5.908	3.567	
Método Tradicional	Tractor	4,2	3,1	2,6	2,4	2,2	1,9	2,2	2,2	2,5	2,9	3,4	4,7	2,9	\$ 991.647
	Ratio	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Semirremolque	4,2	3,1	2,6	2,4	2,2	1,9	2,2	2,2	2,5	2,9	3,4	4,7	2,9	\$ 375.321
D&H	Tractor	2,9	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,5	1,5	1,7	2,0	2,3	3,2	2,0	\$ 679.987
	Ratio	1,67	1,67	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,67	1,67	1,50	1,8	
	Semirremolque	4,8	3,6	3,5	3,3	3,0	2,6	3,0	3,0	3,4	3,4	3,9	4,9	3,6	\$ 475.406
Diferencia	Tractor	-1,3	-1,0	-0,8	-0,8	-0,7	-0,6	-0,7	-0,7	-0,8	-0,9	-1,1	-1,5	-0,9	\$ -311.661
	Semirremolque	0,6	0,4	1,0	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,4	0,5	0,1	0,8	\$ 100.086

Tabla 5.4-1: Relación entre el volumen transportado y la necesidad de camiones según el método de carga utilizado.

Se observa que no se utilizan números enteros para la cantidad de tractores y semirremolques. Esto es debido a los comentarios del párrafo anterior, donde se describe que un camión puede trabajar parte del mes para CMQ (Cervecería y Maltería Quilmes) y otra parte del mes para otra empresa. Por ejemplo, en el mes de septiembre y con el método tradicional de carga serán necesarios 2 camiones el mes completo y un tercer camión solamente durante 15 días. Con esa configuración se transportarán las 3.124 paletas correspondientes al mes.

En la última parte de la tabla se muestra que al cambiar de método se podrá prescindir en promedio de 0,9 tractor, pero por otro lado, también será necesario un adicional de 0,8 semirremolques. Esto a nivel financiero, significa que no será necesario realizar una inversión sino todo lo contrario. Los precios 0km de un tractor son m\$ 347 y del semirremolque son m\$ 131. De esta manera se desinvierte en m\$ 312 por el -0,9 tractor que se libera y se invierte en 0,8 semirremolques por un total de m\$100. Como conclusión, para una misma ruta y un mismo volumen, el método de D&H es aplicable con un menor nivel de inversión que el método tradicional de carga. A través de D&H será posible liberar recursos que serán utilizados en otras rutas.

A continuación se muestran en las figuras 5.4-1 y 5.4-2 los cuadros de resultados y algunos indicadores para un tractor trabajando con el método antiguo, y haciéndolo con el método D&H en temporada media.

	\$ / mes	\$ / viaje	\$ / km	\$ / pal
Facturación	\$ 55.679	\$ 1.160	\$ 4,46	\$ 44,61
Gastos Fijos	\$ -5.202	\$ -108	\$ -0,42	\$ -4,17
Costo Financiero	\$ -1.324	\$ -28	\$ -0,11	\$ -1,06
Neumáticos	\$ -1.572	\$ -33	\$ -0,13	\$ -1,26
Mantenimiento	\$ -3.993	\$ -83	\$ -0,32	\$ -3,20
Combustible	\$ -12.989	\$ -271	\$ -1,04	\$ -10,41
Sueldo Chofer	\$ -20.227	\$ -421	\$ -1,62	\$ -16,21
EBITDA	\$ 10.373	\$ 216	\$ 0,83	\$ 8,31
Amortización	\$ -3.111	\$ -65	\$ -0,25	\$ -2,49
EBIT	\$ 7.262	\$ 151	\$ 0,58	\$ 5,82
I.GCIAS (35%)	\$ -2.542	\$ -53	\$ -0,20	\$ -2,04
II.BB (3,0%)	\$ -1.670	\$ -35	\$ -0,13	\$ -1,34
NPAT	\$ 3.050	\$ 64	\$ 0,24	\$ 2,44

Indicadores	
EBITDA / Facturación	18,63%
EBIT / Facturación	13,04%
NPAT / Facturación	5,48%
ROE = NPAT / Inversión	10,69%
Mark Up	15,00%

Inversión Inicial	\$ 478.285
Capital Promedio	\$ 342.299

Figura 5.4-1: Cuadro de resultados para un tractor utilizando el método tradicional de carga.

Optimización de la rotación de camiones

	\$ / mes	\$ / viaje	\$ / km	\$ / pal
Facturación	\$ 68.515	\$ 979	\$ 3,76	\$ 37,65
Gastos Fijos	\$ -5.767	\$ -82	\$ -0,32	\$ -3,17
Costo Financiero	\$ -1.566	\$ -22	\$ -0,09	\$ -0,86
Neumáticos	\$ -2.292	\$ -33	\$ -0,13	\$ -1,26
Mantenimiento	\$ -5.823	\$ -83	\$ -0,32	\$ -3,20
Combustible	\$ -18.942	\$ -271	\$ -1,04	\$ -10,41
Sueldo Chofer	\$ -20.652	\$ -295	\$ -1,13	\$ -11,35
EBITDA	\$ 13.473	\$ 192	\$ 0,74	\$ 7,40
Amortización	\$ -4.536	\$ -65	\$ -0,25	\$ -2,49
EBIT	\$ 8.937	\$ 128	\$ 0,49	\$ 4,91
I.GCIAS (35%)	\$ -3.128	\$ -45	\$ -0,17	\$ -1,72
II.BB (3,0%)	\$ -2.055	\$ -29	\$ -0,11	\$ -1,13
NPAT	\$ 3.753	\$ 54	\$ 0,21	\$ 2,06

Indicadores	
EBITDA / Facturación	19,66%
EBIT / Facturación	13,04%
NPAT / Facturación	5,48%
ROE = NPAT / Inversión	11,34%
Mark Up	15,00%

Inversión Inicial	\$ 565.832
Capital Promedio	\$ 397.015

Figura 5.4-2: Cuadro de resultados para un tractor utilizando el D&H en temporada media.

A través de estas últimas tablas se puede ver que para el operador logístico es más rentable tener un camión trabajando con una modalidad D&H que con el método viejo a pesar de la baja de tarifa del 15,5%. La ganancia por cada paleta disminuye pero las ganancias mensuales aumentan al igual que los indicadores de EBITDA sobre facturación y Ganancia Neta sobre inversión promedio.

6 CONCLUSIONES

El método D&H en la ruta Zárate – Quilmes es factible de realizar de manera sencilla y se alcanzan una serie de importantes beneficios tanto económicos como no económicos. No son necesarias grandes inversiones y se obtienen impactos favorables e inmediatos en los procesos y costos logísticos, servicio al cliente, cuidado del medio ambiente y mejora en la calidad de vida de los trabajadores.

Puntualmente se obtiene una baja en los tiempos de carga y descarga dentro de las plantas, impactando en una mayor rotación de los camiones. Este método genera una rotación diaria adicional frente al actual método de carga de camiones, pasando de las actuales dos rotaciones a tres. Esto trae aparejado un mayor aprovechamiento de los camiones, aumentado su productividad y reduciendo los costos de transporte en un 15,5%.

Otro de los grandes beneficios es la optimización de los recursos de planta. El disponer de un pool de semirremolques hace de “colchón” entre los eventos llegada de camiones y carga de los mismos. La planta puede adelantar la carga de semirremolques sin que los tractores hayan llegado y en el caso de que lleguen varios tractores al mismo tiempo, no se generaran grandes esperas ya que habrá disponibles semirremolques ya cargados. Automáticamente se obtienen tiempos promedios de permanencia menores y a su vez una menor dispersión de esos tiempos. Los tiempos de permanencia en Quilmes disminuyen 40 minutos y en Zárate 90 minutos y con máximos y mínimos mucho más acotados.

También es importante mencionar que impacta positivamente en la calidad de trabajo de los chóferes al minimizar las largas esperas, e impacta también positivamente en los pobladores cercanos ya que se beneficiarán con un menor número de camiones en los alrededores. Se pueden utilizar un 30% menos de camiones para soportar el mismo volumen de movimientos de paletas.

Para implementar D&H, básicamente sólo es necesario contar con un “pool” de semirremolques, compatibilidad entre tractores y semirremolques y una buena coordinación entre la planta y los transportes para optimizar los movimientos.

El alcance de este proyecto fue el estudio de la implementación de D&H en la ruta Zárate – Quilmes, pero es importante destacar que es una práctica con un potencial enorme y que puede ser fácilmente aplicable a otras industrias y negocios con problemáticas similares.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Argentina de Logística Empresaria.
<http://www.arlog.org/>
- Cámara Empresaria de Operadores Logísticos (CEDOL).
<http://www.cedol.org.ar>
- Clean Air Initiative (Interstate Distributor Co. Green Freight Training Program).
<http://www.cleanairinitiative.org>
- Departamento de Ingeniería Industrial – Proyecto Final.
<http://www.itba.edu.ar/proyectofinal/>
- Federación Argentina de Entidades Empresarias de Autotransporte de Cargas (FADEEAC).
<http://www.fadeeac.org.ar>
- Qualcomm Transportation - How to Maximize Trailer Utilization and reduce dormancy.
<http://www.qualcomm.com/>
- Real Academia Española.
<http://www.rae.es>
- Simulation Analysis of Truck Driver Scheduling Rules.
<http://www.informs-sim.org/wsc04papers/247.pdf>
- Sindicato de Choferes de Camiones.
<http://www.camioneros-ba.org.ar>
- Warier, Prashant. Dynamic decision support for regional ltl carriers. Ph.D., Georgia Institute of Technology, 2007
- WIKIPEDIA, la enciclopedia libre.
<http://es.wikipedia.org/>

8 ANEXOS

8.1 MODELIZACIÓN EN ARENA.

- **Entidades:** una entidad es una componente (objeto) del sistema que requiere una representación explícita en el modelo. En este modelo se utilizan tres tipos de entidades a lo largo de todo el circuito. Estas son los tractores, los semirremolques y la unión de estas que forman los camiones (1 camión = 1 tractor + 1 semirremolques). A dichas entidades se le van asignando atributos a medida que circulan en el sistema. Los atributos son características que definen a las entidades.
- **Recursos:** son entidades o elementos permanentes del modelo, que proveen servicio a otras entidades. Los recursos tienen capacidad y características particulares, y su estado de ocupación puede ser disponible u ocupado. En este modelo se usan 6 recursos distintos (3 por cada planta). Respetando el orden de aparición, el primer recurso es la vigilancia, luego los operadores de despacho y por último los autoelevadores. Todos estos recursos son utilizados en más de una tarea / actividad.
- **Módulo Crear:** las entidades que pasarán a ser procesadas en el sistema simulado se generan en estos módulos. En el modelo se pueden identificar 6 módulos crear. Dos de ellos crean las entidades “tractor”, otros dos crean las entidades “semirremolque”. Partiendo de esos 2 pares de módulos se forman las entidades “camión”. Por último, existen otros dos módulos que también crean “semirremolques” con el fin de simular el stock de semirremolques en planta (pool de semirremolques necesario para operar D&H). Los módulos se describen de a pares ya que siempre hay uno para planta Quilmes y otro para planta Zárate.

A partir de este módulo se simulan los tres escenarios:

- Temporada Baja: en este escenario el modelo se corre con 2 camiones y 2 semirremolques de pool. A las 00:00hs comienzan a trabajar los dos camiones, uno arranca su recorrido en planta Zárate y el otro en planta Quilmes. Cada planta tiene en stock un semirremolque listo a ser

utilizado para operar el D&H. Resumiendo, en este escenario se utilizan 2 tractores y 4 semirremolques, dando como resultado un ratio de 2 semis / tractor.

- Temporada Media: la simulación es similar a la anterior, pero en esta se agrega un camión más. Este camión parte de planta Quilmes a las 00:30hs del lunes (media hora más tarde que el primero). En este caso la operación queda formada con 3 tractores y 5 semirremolques, siendo el ratio de 1,67. (3 camiones + 2 semirremolques en stock).

- Temporada Alta: en este caso se corre el modelo con 4 camiones y nuevamente un semirremolque de stock en cada planta. Los horarios de salida son a las 00:00hs (un camión desde Quilmes y otro desde Zárate) y a las 00:30hs (un camión desde Quilmes y otro desde Zárate). El ratio de semirremolques por tractor es de 1,5.

A modo de ejemplo, en la tabla 8.1-1, se muestra la vista en Arena de la configuración de la alta temporada.

NOMBRE	TIPO DE ENTIDAD	GENERACIÓN	VALOR	UM	ENTIDADES POR ARRIBO	MÁXIMO DE ARRIBOS	PRIMERA CREACIÓN
Inicio Tractor ZTE	Tractor	Constant	30	Minutes	1	2	Lunes 00:00 hs
Inicio Semirremolque ZTE	Semirremolque	Constant	30	Minutes	1	2	Lunes 00:00 hs
Stock Inicial Semirremolques ZTE	Semirremolque	Constant	1	Minutes	1	1	Lunes 00:00 hs
Inicio Tractor QUI	Tractor	Constant	30	Minutes	1	2	Lunes 00:00 hs
Inicio Semirremolque QUI	Semirremolque	Constant	30	Minutes	1	2	Lunes 00:00 hs
Stock Inicial Semirremolques QUI	Semirremolque	Constant	1	Minutes	1	1	Lunes 00:00 hs

Tabla 8.1-1: Configuración de los 6 módulos “crear” utilizados.

- **Módulo Salida:** este módulo tiene como función retirar una entidad del modelo. Esta simulación es distinta ya que las entidades no salen del sistema. Como se describió anteriormente, las entidades entran al sistema en los primeros minutos del día lunes, y luego recorren un circuito cerrado (QUI-ZTE-QUI-ZTE-QUI- etc.) dándose por terminado la simulación a las 13:00hs del día sábado sin ser necesario retirar las entidades del sistema a través de módulo salida.
- **Módulo Proceso:** en este módulo las entidades experimentan una operación que involucra la utilización de un recurso, la demora que ocasiona el tiempo de procesamiento y la liberación del recurso. Este módulo también da la posibilidad de demorar la entidad sin ocupar recursos.

Para definir la demora de cada actividad o proceso, el Arena nos da 4 posibilidades. Se pueden definir las demoras por medio de:

- *Expresión*: corresponde a una distribución estadística para la generación de números aleatorios del tipo normal, exponencial, beta, discreta, Erlang, triangular, gamma, etc. Para poder especificar una distribución se deben introducir los valores de todos los parámetros.
- *Constante*: el valor de demora se define con una constante que no varía en el tiempo. (También se puede ver como un caso particular de “expresión”).
- *Cronograma*: la demora varía de acuerdo a una programación previamente establecida que sirve de input del módulo.
- *Uniformes*: la demora es aleatoria definiendo un mínimo y un máximo. (También se puede ver como un caso particular de “expresión”).

El módulo proceso es el más utilizado en toda la simulación de D&H, por que es a través de estos que se simulan todas las actividades del proceso de atención de camiones y tiempos de tránsito. A continuación se describen brevemente todos los procesos generados para simular el sistema:

- Ingreso y registración en planta: Al ingresar el camión al predio, vigilancia valida los datos del chofer y del camión. El chofer hace entrega de la documentación en el cual se detalla la devolución de envases vacíos y/o de productos terminados además del pedido a retirar. El sector de vigilancia le entrega al chofer un registro con la hora de llegada.
- Espera en la playa de camiones: El chofer vuelve a su unidad en la playa de estacionamiento y espera el aviso correspondiente para poder ingresar a la planta.
- Conteo previo: El sector de vigilancia realiza el conteo previo a la unidad estacionada, controlando el detalle de la descarga. Este valor debe coincidir con lo ingresado en el sector de despacho.

- Conteo preliminar: es realizado por el operador de despacho y el mismo es utilizado como un doble control al conteo previo hecho por vigilancia.
- Modificación del registro: si lo observado en el conteo previo no coincide con el conteo preliminar, será necesario realizar un recuento, y tal vez modificar los registros de ingreso.
- Entrada al circuito: si lo observado en el conteo preliminar coincide con lo identificado en el conteo previo, el camión se dirige a la zona de descarga.
- Drop: el tractor se dirige a los docks y desacopla el semirremolque que traía y se dirige a la zona de hook.
- Descarga de semirremolques: el semirremolque que desacoplan en la zona de drop es descargado por los autoelevadores.
- Carga de semirremolques: una vez descargado el semirremolque es cargado con los productos correspondientes.
- Hook: el tractor que venía del proceso de drop, en este caso realiza la operación inversa acoplando un semirremolque previamente cargado.
- Conteo final: el sector de vigilancia lleva a cabo el conteo final, donde lo relevado cuenta con la aprobación del chofer.
- Demora por inconsistencia: en el caso de que el conteo final no coincida con los registros, será necesario hacer recuentos, revisar cargas y si fuera necesario modificar los registros.
- Facturación y salida de planta: en el sector de despacho se realizan y se reciben los comprobantes para que el transporte cumpla con todos los requerimientos legales. Una vez generados todos los comprobantes correspondientes al viaje en cuestión, el chofer del camión pasa a retirarlos por portería. El camión está autorizado para egresar de planta.
- Tiempo de tránsito: este proceso simula el tiempo transcurrido del viaje Quilmes hacia Zárate o viceversa.

Las tablas 8.1-2 y 8.1-3 muestran la configuración en Arena que se utilizó para cada módulo de planta Zárate y Planta Quilmes respectivamente:

NOMBRE	ACCIÓN	RECURSOS	DEMORA	UM	MÍN	MED	MÁX
Ingreso y Registracion	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	8	10	15
Espera en playa de camiones	Delay	-	Triangular	Minutos	8	12	20
Conteo Previo	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	3	4	7
Conteo Preliminar	Seize Delay Release	Despacho	Triangular	Minutos	3	4	7
Modificacion del Registro	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	10	15	25
Entrada al Circuito	Delay	-	Triangular	Minutos	3	4	8
Drop	Delay	-	Triangular	Minutos	4	5	8
Descarga de semirremolques	Seize Delay Release	Autoelevadores	Triangular	Minutos	20	25	35
Carga de semirremolques	Seize Delay Release	Autoelevadores	Triangular	Minutos	20	30	45
Hook	Delay	-	Triangular	Minutos	4	5	8
Conteo Final	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	5	6	8
Demora por inconsistencia	Seize Delay Release	Desp + Vig	Triangular	Minutos	20	30	50
Facturacion y salida de planta	Seize Delay Release	Despacho	Triangular	Minutos	5	8	12
Tiempo de transito	Delay	-	Triangular	Minutos	150	165	225

Tabla 8.1-2: Configuración de los módulos “Proceso” utilizados en planta Zárate

NOMBRE	ACCIÓN	RECURSOS	DEMORA	UM	MÍN	MED	MÁX
Ingreso y Registracion	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	3	5	8
Espera en playa de camiones	Delay	-	Triangular	Minutos	4	8	16
Conteo Previo	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	2	3	6
Conteo Preliminar	Seize Delay Release	Despacho	Triangular	Minutos	2	3	6
Modificacion del Registro	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	10	15	25
Entrada al Circuito	Delay	-	Triangular	Minutos	1	2	5
Drop	Delay	-	Triangular	Minutos	4	5	8
Descarga de semirremolques	Seize Delay Release	Autoelevadores	Triangular	Minutos	15	20	30
Carga de semirremolques	Seize Delay Release	Autoelevadores	Triangular	Minutos	15	20	35
Hook	Delay	-	Triangular	Minutos	4	5	8
Conteo Final	Seize Delay Release	Vigilancia	Triangular	Minutos	4	5	10
Demora por inconsistencia	Seize Delay Release	Desp + Vig	Triangular	Minutos	15	20	35
Facturacion y salida de planta	Seize Delay Release	Despacho	Triangular	Minutos	4	5	8
Tiempo de transito	Delay	-	Triangular	Minutos	150	165	225

Tabla 8.1-3: Configuración de los módulos “Proceso” utilizados en planta Quilmes

- **Módulo Decisión:** permite direccionar el flujo de entidades de acuerdo con una regla de decisión, la cual se puede basar en una condición, en una probabilidad o en una expresión.

Más allá que en el modelo se usan más de 15 módulos de este tipo, básicamente se pueden agrupar en tres grupos de acuerdo a su funcionalidad.

- ¿Está vacío?: este módulo sirve para diferenciar los camiones que ingresan a planta vacíos de los que ingresan a planta con carga. Dicha carga puede ser tanto producto terminado como envases vacíos. Es necesario direccionar el flujo de acuerdo a estas condiciones ya que los camiones vacíos no pasan por algunos controles que los llenos si lo hacen. Por ejemplo, los

camiones que ingresan vacíos a planta no deben pasar por los procesos de conteo previo, conteo preliminar y descarga de semirremolque.

Para estos módulos de decisión se utiliza el tipo direccionamiento llamado “2 direcciones por probabilidad”. En planta Zárate la probabilidad que un camión ingrese vacío es de 34%, en cambio el 100% de los camiones que llegan a Quilmes están llenos.

Estas probabilidades se calculan de acuerdo al mix de producto que producen / venden las plantas. Quilmes recibe de Zárate producto terminado (retornable y no retornable) y los envases vacíos del producto que previamente había enviado a Zárate. En cambio Zárate recibe de Quilmes producto terminado (retornable y no retornable), los envases vacíos del producto que previamente había enviado a Quilmes y todos los viajes vacíos como consecuencia de la gran cantidad de producto no retornable que envía Zárate a Quilmes.

La composición del mix de viajes se muestra en la tabla 8.1-4 y la figura 8.1-1.

	Zte - Qui	Qui - Zte
Producto No ret	33%	0%
Producto Ret	64%	3%
Envases	3%	64%
Vacios	0%	33%

Tabla 8.1-4: Porcentaje del tipo de productos transportados en cada tramo.

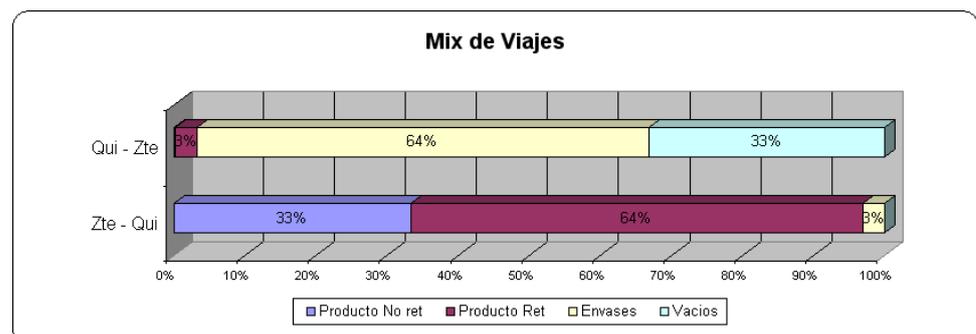


Figura 8.1-1: Porcentaje del tipo de productos transportados en cada tramo.

- ¿Coinciden los conteos?: este módulo sirve para simular el triple control de los conteos (previo, preliminar y final) y el chequeo de los registros. Siempre que exista un conteo, será necesario que coincida con el primer registro de portería. En la realidad suele suceder que algunos controles no coincidan. En estos casos, el

sistema no permite que el camión continúe en el circuito, desviándolo por el flujo que simula la no coincidencia de los datos y como consecuencia de esto, sufre demoras adicionales (reconteos, cambio en los registros, validaciones, etc.). El módulo de decisión para estos casos está configurado con el tipo “2 direcciones por probabilidad”. La probabilidad de que los datos del conteo coincidan con los del registro es del 99,5% en el conteo previo y el preliminar y del 99,9% en el conteo final. (en 1 de cada 200 y en 1 de cada 1000 no coinciden los datos respectivamente).

- Separa el semirremolque del tractor: se utiliza para poder separar en dos flujos distintos los dos tipos de entidades: semirremolques y tractores. Aquí se utiliza el tipo de configuración “2 direcciones por condición” y siempre se usa a continuación de los módulos “Separar”.

En la tabla 8.1-5 se muestra la vista en Arena de los módulos de decisión.

NOMBRE	TIPO	PORCENTAJE VERDADERO	CONDICIÓN	TIPO DE ENTIDAD
¿El semirremolque está vacío?	2-way by Chance	34	-	-
¿El conteo previo coincide con el registro?	2-way by Chance	99.5	-	-
¿El conteo preliminar coincide con el registro?	2-way by Chance	99.5	-	-
¿El conteo final coincide con el registro?	2-way by Chance	99.9	-	-
Separa Tractor y Semirremolque	2-way by Condition	-	Entity Type	Tractor

Tabla 8.1-5: Configuración de los módulos “Decisión” utilizados.

- **Módulo Formación:** se utiliza este módulo para formar lotes o grupos de entidades. Las entidades que ingresan se retienen hasta completar el tamaño indicado para el lote. Cuando se cumple esa condición, una entidad representativa del grupo se libera y continúa a instancias subsiguientes en el modelo. Específicamente, aquí se utiliza para simular el acople de un tractor con un semirremolque para formar un camión. Es importante destacar que se utiliza el tipo de lote “temporal” ya que seguramente en otro momento se necesitará desmembrar el lote formado. La acción de drop es interpretada perfectamente por este módulo, donde ingresan un tractor y un semirremolque y sale la entidad camión.
- **Módulo Separación:** así como existe el módulo “formación”, existe su opuesto llamado “separación”. Se usa para desmembrar un lote

temporal en las entidades que lo componen. La actividad de hook es representada por este módulo, donde entra una entidad “camión” (formada previamente por las entidades tractor y semirremolque por medio de un módulo “formación”) y salen las dos entidades tractor y semirremolque.

- **Módulo Ensamble:** este módulo sirve para simular el stock de semirremolques en planta. Es un módulo donde ingresan entidades por dos vías distintas y salen por una. Por una de esas vías entran las entidades tractor y por la otra entran las entidades semirremolques y salen por la única vía de salida como la entidad camión. Las entidades se acumulan en cada fila y sólo se libera la primera entidad de cada cola cuando las dos entidades (tractor y semirremolque) están disponibles. Ejemplo: puede haber en la cola 4 semirremolques en espera y hasta que no llegue un tractor, no se formará ningún camión. Este módulo permite monitorear el stock de semirremolques en planta a través del seguimiento de esa cola. Si el pool de semirremolques es muy pequeño, serán muchas las veces que un tractor deba esperar en esta cola. Por el otro lado, si el pool está sobredimensionado, no se generan demoras en los tractores, pero serán mayores los costos asociados a la posesión de un número mayor de semirremolques. Monitorear este módulo es de gran utilidad para optimizar el ratio de cantidad de semirremolques por tractor.
- **Módulo Asignación:** se emplea para la creación o modificación de atributos de las entidades. En este modelo se usaron 6 de estos módulos para poder tener trazabilidad de cada tractor midiendo el horario de cada entrada y salida de la planta. Básicamente se pueden agrupar en 3 grupos:
 - Identificación del tractor: inmediatamente después de que se crea la entidad tractor, se le asigna un número identificador único e irrepetible. Este código es de gran utilidad para tener un perfecto seguimiento de todos los movimientos de un tractor a lo largo de toda la semana. Es un código que se crea a la hora 00:00hs del Lunes y no se modifica en el resto de la semana.
 - Horario de ingreso a la planta: cada vez que un tractor ingresa a la planta, ya se Quilmes o Zárate, se graba en la entidad el horario de ingreso.

- Horario de salida de la planta: cada vez que un tractor sale de la planta, ya se Quilmes o Zárate, se graba en la entidad el horario de salida.
- **Módulo Leer/Escribir:** se utiliza este módulo para poder armar la base de datos de todos los atributos creados por el módulo asignación. Se utilizaron dos de estos módulos ubicados uno a la salida de cada planta. De esta manera, cada entidad tractor que se retira de planta, deja toda su información grabada en una base de datos. Los datos almacenados son: código de identificación del tractor, horario ingreso a planta y horario egreso de planta. A través de estos datos, se pueden calcular los siguiente indicadores: Tiempo de permanencia en planta, tiempo de transito, tiempo de rotación, cantidad de rotaciones en la semana, cantidad rotaciones por día, etc.

En la tabla 8.1-6 se muestra solamente una parte de la base de datos generada por Arena en el escenario de temporada alta (cuatro camiones en el circuito):

ID Tractor	Planta Ingreso	Horario Ingreso [hs]	Horario Egreso [hs]
202	QUI	0,00	0,80
101	ZTE	0,00	0,86
203	QUI	0,50	1,49
104	ZTE	0,50	1,86
101	QUI	3,59	4,40
202	ZTE	4,02	5,03
203	ZTE	4,69	5,69
104	QUI	4,95	5,69
101	ZTE	7,26	8,38
202	QUI	8,42	9,35
104	ZTE	8,60	9,63
203	QUI	8,82	10,44
101	QUI	11,13	11,99
104	QUI	12,26	13,06
202	ZTE	12,71	13,81
203	ZTE	13,39	14,41
101	ZTE	15,04	16,07
104	ZTE	15,74	16,90
202	QUI	16,40	17,23
203	QUI	17,18	18,04
101	QUI	19,40	20,24
104	QUI	19,91	21,10
202	ZTE	19,95	21,01
203	ZTE	21,36	22,40
101	ZTE	23,37	24,34
202	QUI	23,84	24,69
104	ZTE	24,35	25,47
...
...
...

Tabla 8.1-6: Base de datos que arroja Arena como "output".

Las flechas de colores de la tabla 8.1-6 nos indican como de esta base de datos, y a través de la codificación de los tractores (primera columna de la tabla), se obtiene una trazabilidad que permite calcular los indicadores de la figura 8.1-2.

Referencia	Descripción	Fórmula	Valor [hs]	Valor [hh:mm]
	Tiempo de Permanencia en QUILMES	= 0,80 - 0,00	0,80	00:48
	Tiempo de Transito QUILMES - ZARATE	= 4,02 - 0,80	3,22	03:13
	Tiempo de Permanencia en ZARATE	= 5,03 - 4,02	1,01	01:00
	Tiempo de Transito ZARATE - QUILMES	= 8,42 - 5,03	3,39	03:23
	Tiempo de Rotación	= 8,42 - 0,00	8,42	08:25

Figura 8.1-2: Indicadores obtenidos a partir de la base de datos que arroja Arena.

También se puede observar en la tabla 8.1-6 que el camión identificado con el número 202 realizó tres rotaciones en su primer día de trabajo. Ingresó en planta Quilmes a las 00:00hs, luego lo hizo a las 08:25hs (8,42), más tarde a las 16:24hs (16,40) y por último a las 23:50hs (23,84). (Tiempos de rotación 08:25hs, 07:59hs y 07:26hs respectivamente).

8.2 IDENTIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD

Identificar cuales son las distribuciones de probabilidad adecuadas que deben utilizarse para simular cada una de las variables aleatorias de un modelo es uno de los aspectos más importantes para la aplicación exitosa de la simulación. Igualmente, no siempre es sencillo seleccionar la distribución de probabilidad adecuada. Hay distintos enfoques para elegir una distribución que se ajuste al comportamiento. Principalmente, se presentan dos situaciones: cuando existe información empírica y cuando no existe información disponible.

► Quando existe información empírica:

Para muchos inputs de un modelo de simulación podría existir información empírica disponible, a través de registros históricos o recopilados especialmente para el caso en cuestión. En estos casos se recurre a métodos de ajuste, para identificar o caracterizar el comportamiento de la variable bajo estudio en base a la información disponible y determinar de esa manera cuál sería la distribución de probabilidad pertinente para la variable en cuestión.

Existen métodos computarizados de inferencia estadística que permiten responder muchos problemas estadísticos reales sin recurrir a la complejidad de las fórmulas. Este enfoque tiene sus desventajas ya que la información histórica podría no representar adecuadamente la verdadera población debido a un error de muestreo.

Una manera de solucionar estos inconvenientes es intentar ajustar una distribución teórica a la información disponible y luego verificar estadísticamente la validez del ajuste. En este sentido, un resumen de las estadísticas principales provee criterios adicionales o pistas para definir la naturaleza de la distribución. La media, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación usualmente proveen información sustancial.

Siguiendo este tipo de análisis podemos obtener una hipótesis de cual sería la distribución que ajusta mejor a los datos. En estos casos, es necesario verificar esta hipótesis de manera formal utilizando tests estadísticos.

A continuación se identifican los 4 pasos para la determinación de la ley de probabilidad:

- 1) Recolección de datos del sistema real bajo análisis y preparar un histograma de frecuencias.
- 2) Identificar la ley de distribución del proceso. Aquí es donde se debe relacionar la función de distribución con el proceso, aproximar la “forma” del histograma con trazo continuo y confirmar que las “formas” de ambas resulten similares.

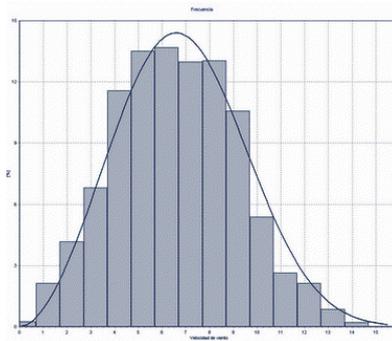


Figura 8.2-1: Histograma con trazo continuo para reconocer la distribución de probabilidad.

- 3) Determinación de los parámetros a partir de las muestras: parámetros de posición (media), parámetros de forma (desvío).
- 4) Evaluación de la bondad de ajuste. Con esta cuarta etapa se busca formalizar estadísticamente la bondad del ajuste a una ley de distribución de probabilidad. Dos métodos conocidos son el Test de Chi Cuadrado y el Test de Kolmogorov – Smirnov.

► Cuando no existe información disponible:

Esta situación sucede muy a menudo y se da mayormente cuando se quiere simular un sistema que no existe aún. En el caso de que no exista información disponible, todo queda librado al juicio de quien construye el modelo en cuanto a seleccionar la distribución adecuada para modelizar el comportamiento de cierta variable aleatoria. Un conocimiento de las distintas alternativas de distribuciones que se pueden utilizar, resulta muy valioso en estos casos.

Otra forma de abordar la situación es a través del método Delphi. El método Delphi es una metodología de investigación multidisciplinar para la realización de pronósticos y predicciones. Su objetivo es la obtención de un consenso basado en la discusión entre expertos.

Pueden presentarse sin embargo situaciones en las que simplemente no esté muy claro que distribución utilizar. En estos casos, se deberá definir a criterio un rango o intervalo de valores $[a,b]$ que podría tomar la variable en estudio. Si existen razones para pensar que cierto valor m comprendido entre a y b tiene una probabilidad de ocurrencia mayor al resto, sería adecuado usar la distribución triangular.

La distribución triangular tiene 3 parámetros:

- > **a** (límite inferior de la variable)
- > **b** (límite superior de la variable)
- > **m** (el modo)

La esperanza o media está definida por: $\frac{a+m+b}{3}$

La varianza está definida por: $\frac{(b-a)^2 - (b-m)(m-a)}{18}$

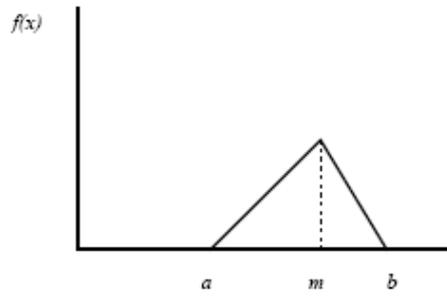
La distribución triangular se define luego que se conocen los 3 parámetros a , b y m y es especialmente útil como una aproximación inicial en situaciones en las que no se dispone de datos confiables. Es muy utilizada para estimar las duraciones de las actividades de un proyecto usando las tres estimaciones: optimista, más probable y pesimista.

Se denomina así por el hecho de que la función de densidad tiene una forma triangular, que viene definida de la siguiente manera:

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{2}{(b-a)(m-a)}(x-a) & a \leq x \leq m \\ \frac{2}{(b-a)(b-m)}(b-x) & m \leq x \leq b \\ 0 & \text{en el resto} \end{cases}$$

Optimización de la rotación de camiones

La representación gráfica de su función de densidad es:



Para la simulación de D&H se utilizó mayormente la distribución estadística triangular por todas las características antes mencionadas.

8.3 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CORRIDAS

En esta sección se busca responder la siguiente pregunta: ¿Cuántas observaciones (mediciones) independientes son necesarias para que los resultados de la simulación sean válidos para poder realizar estimaciones valederas en términos estadísticos? Fue necesario correr el modelo 5 veces de manera independiente para poder asegurar que todos los resultados están dentro de los límites +/- 5% con un nivel de confianza de 95%. Este análisis se realizó utilizando el Teorema Central del Límite y el Test de Student.

El Teorema Central del Límite establece que si se tiene un grupo numeroso de variables independientes y todas ellas siguen el mismo modelo de distribución (cualquiera que esta sea), la suma de ellas se distribuye según una distribución normal.

Adicionalmente a esto, se utiliza la distribución T de Student, ya que esta es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

Indicadores y Corridas

Corrida N° 1: $I_{11}; I_{12}; I_{13}; \dots; I_{1D} \rightarrow$ Promedio de la corrida 1 = \hat{I}_1

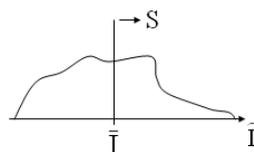
Corrida N° 2: $I_{21}; I_{22}; I_{23}; \dots; I_{2D} \rightarrow$ Promedio de la corrida 2 = \hat{I}_2

Corrida N° 3: $I_{31}; I_{32}; I_{33}; \dots; I_{3D} \rightarrow$ Promedio de la corrida 3 = \hat{I}_3

Corrida N° N: $I_{N1}; I_{N2}; I_{N3}; \dots; I_{ND} \rightarrow$ Promedio de la corrida N = \hat{I}_N

Estadísticos de la muestra

Distribución: Cualquiera



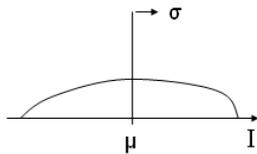
Cantidad de Corridas: N

Promedio Muestral:
$$\bar{I} = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \hat{I}_i \right)$$

Desvío estándar muestral:
$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\hat{I}_i - \bar{I})^2}{N-1}}$$

Estadísticos de la población

Distribución: Cualquiera

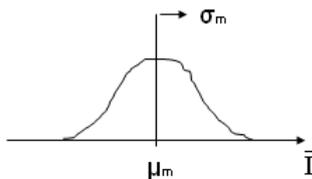


Promedio de la población: μ

Desvío estándar de la población: σ

Estadísticos de la Distribución Muestral de Medias (DMM)

Distribución: Normal (muestras grandes) o t de Student (muestras chicas)



Promedio de la DMM: $\mu_m = \mu$

Desvío estándar de la DMM:
$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

La determinación de la cantidad de corridas es un proceso iterativo, que se representa a través de la figura 8.3-1.

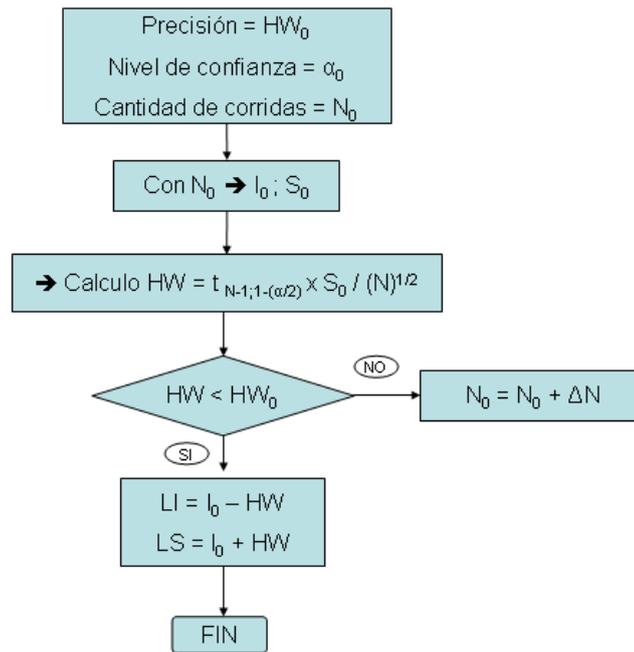


Figura 8.3-1: Flujoograma que describe el proceso iterativo para determinar la cantidad de corridas necesarias.

Se comenzó por definir los parámetros

- > Precisión = $HW_0 = \pm 5\%$
- > Nivel de confianza = $1 - \alpha_0 = 95\%$ ($\alpha_0 = 5\%$)
- > Cantidad de corridas = $N_0 = 5$

Con estos valores iniciales es posible calcular el Promedio Muestral de las cinco muestras independientes.

$$l_0 = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5) / 5$$

Y también su desvío estándar muestral

$$S_0 = \{[(l_1 - l_0)^2 + (l_2 - l_0)^2 + (l_3 - l_0)^2 + (l_4 - l_0)^2 + (l_5 - l_0)^2] / [4]\}^{1/2}$$

Luego de esto, y utilizando los valores de la tabla de Student, se puede determinar la precisión del resultado:

$$HW = t_{N-1, 1-(\alpha/2)} \times S_0 / (N)^{1/2}$$

Optimización de la rotación de camiones

En el caso de que HW sea menor que nuestra precisión buscada NW_0 el proceso se da por terminado pudiendo asegurar que con 5 corridas obtenemos resultados con una precisión de +/- 5% con un nivel de confianza de 95%.

En el caso de que HW sea mayor que la precisión buscada de NW_0 , será necesario incrementar el N_0 y así iterar este procedimiento hasta poder asegurar que $HW < HW_0$

En todos los resultados que se presentan en este proyecto, se puede asegurar con un 95% de confiabilidad, que la precisión es menor o igual al 5%. El resultado estará dado por

$$\mu = I_0 \pm HW \text{ con un nivel de confianza de 95\% (con } HW \leq \text{ al } 5\% * I_0)$$

8.4 DESCRIPCIÓN DEL RECIBO DE SUELDO DE CAMIONEROS.

► Remunerativos

- Sueldo Básico: corresponde al salario mínimo percibido por todo personal comprendido en el convenio colectivo de trabajo del sindicato de conductores de camiones.
- Adicional Actividad: es un adicional permanente sobre el salario básico de la categoría, formando parte integrante del mismo a todos sus efectos.
- Ítem 4.2.3 Horas extras por km recorrido: de acuerdo a las particularidades del transporte de larga distancia, los choferes de dicha categoría perciben, además de las retribuciones señaladas anteriormente, un monto fijo por cada kilómetro recorrido. Esta retribución forma parte integrante del salario. Los kilómetros recorridos los sábados después de las 13 horas, los domingos y/o feriados nacionales, son abonados con el 100% de recargo.
- Ítem 4.2.5 inc b) Permanencia fuera de residencia habitual: en los casos que el personal de larga distancia debiera permanecer en las cabeceras y/o fuera de su residencia habitual por razones de servicio, una vez transcurridas las primeras 12 horas de inactividad forzosa, el empleador debe abonarle un monto fijo por cada 24 horas continuadas o fracción mayor de 12 horas.
- Ítem 4.2.6 Control carga y descarga: cuando el conductor de larga distancia, dentro de las normas legales y convencionales vigentes, acepta realizar operaciones de control de descarga, o en su defecto permanece afectado al vehículo mientras se realiza la misma, en el destino final del viaje, u operaciones de reparto en lugares intermedios entre el inicio y la finalización del viaje, en períodos mayores de 2 horas, percibirá por tal tarea el importe equivalente al previsto en el convenio para un jornal de su categoría. Dicha remuneración se computa una vez por día. El plazo de 2 horas previsto precedentemente, comienza a correr a partir del momento en que el conductor le comunica al destinatario de la carga que se encuentra a su disposición para proceder a la descarga, siempre y cuando se encuentre dentro del horario normal y habitual de las

operaciones de carga y descarga del destinatario de las cosas transportadas.

- Presentismo: no es uno de los ítems establecido en el convenio colectivo, pero forma parte de los conceptos que se suelen pagar. Este ítem busca minimizar los grandes valores de ausentismo que se vienen dando en los últimos años.
- Ítem 6.1.5 Adicional por Antigüedad: la totalidad de los trabajadores comprendidos en el convenio, perciben, a partir del primer año de antigüedad en la empresa, un adicional equivalente al 1% por cada año de antigüedad, calculado sobre la totalidad de los rubros remunerativos.

► No remunerativos

- Ítem 4.2.4 Viático por km recorrido: atento a las peculiaridades del transporte de larga distancia los conductores perciben la suma fija por cada kilómetro recorrido en concepto de viáticos. Este importe nunca podrá ser inferior al resultante de la aplicación de 350 kilómetros por día y por persona en viaje. El empleador debe anticipar al personal de larga distancia, a la iniciación de cada viaje, una suma a cuenta de viáticos aproximada a la estimación de la duración del viaje o permanencia fuera de su residencia habitual.
- Ítem 4.2.5 inc a) Permanencia fuera de residencia habitual: en los casos que el personal de larga distancia debiera permanecer en las cabeceras y/o fuera de su residencia habitual por razones de servicio, una vez transcurridas las primeras 12 horas de inactividad forzosa, el empleador debe abonarle un monto fijo por cada 24 horas continuadas o fracción mayor de 12 horas.
- Decreto 2005/04 "Paz Social": es uno de los últimos decretos que establece la paga de un monto fijo que forma parte de los conceptos no remunerativos.

► Aportes Sociales y otros

Todos los ítems que se nombran a continuación corresponden a cargas sociales y a otros costos que afronta la empresa para poder operar.

- Jubilación (SIJP): Las jubilaciones y pensiones están regidas por el Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones (SIJP - Ley N° 24.241) que se encarga de la cobertura de los riesgos de vejez, invalidez y muerte, integrando el Sistema Único de la Seguridad Social. → 10,17%
- Ley 19.132 (INSSJP): Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados. (Ley 19.032) → 1,5%
- Asignaciones Familiares: (Ley 24.714) tiene como fin la generación de fondos de las ANSES (Administración Nacional de la Seguridad Social) para el pago de asignaciones familiares. → 4,44%
- Fondo Nacional de Empleo: (Ley 24.013) tiene el objeto de proveer al financiamiento de los institutos, programas, acciones, sistemas y servicios contemplados en la Ley Nacional de Empleo. → 0,89%
- REFOP: A través de la secretaría de Transporte de la Nación, se genera un subsidio conocido con el nombre de "Régimen de Fomento de la Profesionalización". Este consiste en la devolución de los pagos correspondientes a las contribuciones patronales (SIJP + INSSJP + Asignaciones Familiares + Fondo Nacional de Empleo = 17% de los conceptos remunerativos)
- Obra Social Ley 26.660: corresponde al aporte obligatorio de cada trabajador a su obra social → 6%
- Sindicato: es un monto que ronda el 2 o el 3% y se aplica según cada gremio y va directo a la entidad sindical.
- ART: es obligatorio afiliarse a una Aseguradora de Riesgos de Trabajo (ART). Las prestaciones por parte de las ART se financian con una cuota mensual a cargo del empleador. → 5%
- También existen otros conceptos a tener en cuenta que impactan directamente en los costos del empleador: aportes al Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social; sueldo anual complementario SAC y cargas sociales sobre SAC; plus vacacional y cargas sociales sobre Plus Vacacional, reemplazos por vacaciones y suplencias por ausentismo.

Optimización de la rotación de camiones

En el siguiente capítulo del anexo se puede ver un ejemplo numérico de todos los ítems descriptos anteriormente.

8.5 MODELO ECONÓMICO – PARÁMETROS ECONÓMICOS Y NO ECONÓMICOS.

Se adjunta un detalle del modelo de costos. El ejemplo que se adjunta, corresponde al método tradicional de carga que da como resultado una tarifa de 44,61 \$/pal.

PARÁMETROS

Parametros No Económicos	Choferes/Tractor	2	choferes / tractor
	Ratio: Semirremolques / Tractor	1,00	semis / tractor
	Rotación mensual	48	viajes / mes / tractor
	Tiempo de Atención ZTE	2,62	horas
	Tiempo de Atención QUI	1,45	horas
Otros Parametros No Económicos	Distancia Zte-Qui	130	km
	Distancia recorrida	12.480	km / mes
	Volumen mensual	1.248	paletas / mes
	Días de Atención	24	días / mes

COSTOS

		Tractor	Semiremolque	
Inversión	Cantidad	1	1,00	unidades
	Costo Unitario	346.965	131.320	\$/ unidad
	Amortización x Tiempo	8	12	años
	Amortización x Distancia	1.000.000	1.300.000	km
	Valor Residual [%]	50%	25%	%
	Valor Residual [\$]	173.483	32.830	\$/ unidad
	Amortización x Tiempo	1.807	684	\$/ mes
	Amortización x Distancia	2.165	946	\$/ mes
	Costo Amortización	2.165	946	\$/ mes
	Costo Financiero	960	363	\$/ mes
	COSTO x KM	0,36		\$/ km
	COSTO MENSUAL	4.434		\$/ mes

Combustible	Consumo	40	litros / 100 km
	Precio Neto	2,26	\$/ litro
	IVA	0,47	\$/ litro
	Taso Gas Oil	0,35	\$/ litro
	ITC	0,30	\$/ litro
	Precio Surtidor	3,37	\$/ litro
	Costo Empresa	2,60	\$/ litro
	COSTO x KM	1,04	\$/ km
COSTO MENSUAL	12.989	\$/ mes	

		Tractor	Semiremolque	
Neumáticos	Cantidad x Unidad	6	10	neumáticos
	Duración	240.000	300.000	km
	Costo	2.159	2.159	\$/ neumático
	COSTO x KM	0,13		\$/ km
	COSTO MENSUAL	1.572		\$/ mes

Optimización de la rotación de camiones

COSTOS

		Cant	\$ / Unit	Frecuencia [km]	\$ / km
Plan de Mantenimiento	Aceite Motor	35	16,27	30.000	0,019
	Filtros aceite motor	2	255,70	30.000	0,017
	Filtro de Combustible	1	257,78	30.000	0,009
	Grasa	0,2	9,30	30.000	0,000
	Prefiltro de Combustible	1	88,83	30.000	0,003
	Filtro de Aire	1	475,73	60.000	0,008
	Aceite Caja	15	11,31	120.000	0,001
	Aceite Puente Posterior	22	16,95	120.000	0,003
	Aceite ruedas anteriores	2	16,95	120.000	0,000
	Líquido Embrague	0,5	30,49	120.000	0,000
	Refrigerante	25	18,63	120.000	0,004
	Filtro Deshumectante	1	197,85	120.000	0,002
	Filtro Líquido Direccion	1	11,23	120.000	0,000
	Correa	1	362,28	120.000	0,003
	Mano de obra M1	1	176,40	30.000	0,006
Mano de obra M2	1	302,40	60.000	0,005	
Mano de obra M3	1	403,20	120.000	0,003	
COSTO x KM	0,08	\$ / km			
COSTO MENSUAL	1.041	\$ / mes			

		Cant	\$ / Unit	Frecuencia [km]	\$ / km
Mantenimiento Correctivo	Embrague	1	2.042	120.000	0,017
	Alternador	1	235	100.000	0,002
	Burro de Arranque	1	510	200.000	0,003
	Mangueras	1	58	200.000	0,000
	Rodamiento-Retenes	1	1.400	200.000	0,007
	Diferencial	1	346	40.000	0,009
	Bomba Inyectora	1	744	200.000	0,004
	Sistema de Frenos	1	1.531	40.000	0,038
	Circuito Eléctrico	1	160	30.000	0,005
	Amortiguadores	1	4.791	150.000	0,032
	Bomba de Agua	1	1.224	150.000	0,008
	Compresor	1	288	100.000	0,003
	Correa Ventilador	1	80	20.000	0,004
	Tren Delantero	1	802	100.000	0,008
	Cambio de Aros	1	3.389	250.000	0,014
	Escape	1	842	130.000	0,006
	Patas de Motor	1	715	200.000	0,004
	Bulones de Ruedas	1	109	200.000	0,001
	Cardan	1	2.042	200.000	0,010
	Turboalimentador	1	2.552	300.000	0,009
	Bateria	1	722	517.104	0,001
	Inyectores	1	26.032	500.000	0,052
	COSTO x KM	0,24	\$ / km		
COSTO MENSUAL	2.952	\$ / mes			

		Tractor	Semiremolque		
Costos Fijos	Patente	723	274	\$ / mes	2,50%
	Satelital	217	82	\$ / mes	0,75%
	Seguro Terceros	1.301	492	\$ / mes	4,50%
	Estructura Personal	1.159		\$ / mes	
	Estructura de Trabajo	953		\$ / mes	
	COSTO x KM	0,42		\$ / km	
	COSTO MENSUAL	5.202		\$ / mes	

Optimización de la rotación de camiones

COSTOS

	Cantidad	Unitario	\$
Remunerativo			\$ 6.341
Sueldo Básico	24 días	\$ 88,95	\$ 2.135
Rama (Adicional Actividad)		\$ 672,18	\$ 672
Item 4.2.3 Horas Extras por KM Recorrido	6.240	\$ 0,16	\$ 999
Item 4.2.5 inc b) Permanencia fuera de residencia habitual	0	\$ 60,44	\$ 0
Item 4.2.6 Control Carga y Descarga	24	\$ 88,95	\$ 2.135
Presentismo			\$ 98
Item 6.1.5 Antigüedad	5 años	1%	\$ 302
No Remunerativo			\$ 1.079
Item 4.2.4 Viatico por Km Recorrido	6.240	\$ 0,16	\$ 999
Item 4.2.5 inc a) Permanencia fuera de residencia habitual	0	\$ 115,29	\$ 0
Decreto 2005/04 "Paz Social"			\$ 80
Aportes Sociales			\$ 2.693
	¿Con REFOP? (Si/No)	Si	
Jubilacion (SJP)		10,17%	\$ 0,00
Ley 19.132 (INSSJP)		1,50%	\$ 0,00
Asignaciones Familiares		4,44%	\$ 0,00
Fondo Nacional de Empleo		0,89%	\$ 0,00
		\$ 1.078	
Obra Social Ley 26.660		6,0%	\$ 380
Sindicato		2,5%	\$ 159
ART Fijo		\$ 0,60	\$ 0,60
ART Variable		5%	\$ 317
Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social		2%	\$ 127
Sueldo Anual Complementario SAC			\$ 528
Cargas Sociales sobre SAC		32,50%	\$ 172
Plus Vacacional	15 días	\$ 42,27	\$ 52,84
Cargas Sociales sobre Plus Vacacional		32,50%	\$ 17
Reemplazo x vacaciones	15 días		\$ 427
Ausentismo		5%	\$ 513
<i>Remunerativo</i>		\$ 6.341	
<i>No Remunerativo</i>		\$ 1.079	
<i>Aportes Sociales y otros</i>		\$ 2.693	
Costo Empresa x Chofer		\$ 10.114	
COSTO x KM	1,62	\$ / km	
COSTO MENSUAL	20.227	\$ / mes	

Recibo Camiones

Modelo Económico - Cálculo de tarifa (\$/pal)

	\$ / mes	\$ / viaje	\$ / km	\$ / pal
COSTOS FIJOS	\$ 9.636	\$ 201	\$ 0,77	\$ 7,72
Gastos Fijos	\$ 5.202	\$ 108	\$ 0,42	\$ 4,17
<i>Patente</i>	\$ 996	\$ 21	\$ 0,08	\$ 0,80
<i>Rastreo Satelital</i>	\$ 299	\$ 6	\$ 0,02	\$ 0,24
<i>Seguro contra 3eros</i>	\$ 1.794	\$ 37	\$ 0,14	\$ 1,44
<i>Gastos de Estructura</i>	\$ 2.113	\$ 44	\$ 0,17	\$ 1,69
Costo Financiero	\$ 1.324	\$ 28	\$ 0,11	\$ 1,06
Amortización	\$ 3.111	\$ 65	\$ 0,25	\$ 2,49
<i>Tractor</i>	\$ 2.165	\$ 45	\$ 0,17	\$ 1,73
<i>Semiorremolque</i>	\$ 946	\$ 20	\$ 0,08	\$ 0,76
COSTOS VARIABLES	\$ 18.553	\$ 387	\$ 1,49	\$ 14,87
Neumáticos	\$ 1.572	\$ 33	\$ 0,13	\$ 1,26
Mantenimiento	\$ 3.993	\$ 83	\$ 0,32	\$ 3,20
<i>Plan de mantenimiento</i>	\$ 1.041	\$ 22	\$ 0,08	\$ 0,83
<i>Mant. Correctivo</i>	\$ 2.952	\$ 61	\$ 0,24	\$ 2,37
Combustible	\$ 12.989	\$ 271	\$ 1,04	\$ 10,41
SUELDO CHOFER	\$ 20.227	\$ 421	\$ 1,62	\$ 16,21
Remunerativo	\$ 12.682	\$ 264	\$ 1,02	\$ 10,16
No Remunerativo	\$ 2.158	\$ 45	\$ 0,17	\$ 1,73
Cargas Sociales	\$ 5.387	\$ 112	\$ 0,43	\$ 4,32
TOTAL COSTOS sin impuestos	\$ 48.417	\$ 1.009	\$ 3,88	\$ 38,80
MARK UP 15,00%	\$ 7.262	\$ 151	\$ 0,58	\$ 5,82
TOTAL con MARK UP	\$ 55.679	\$ 1.160	\$ 4,46	\$ 44,61
				TARIFA \$/pal

Modelo Económico – Cuadro de Resultados

	\$ / mes	\$ /viaje	\$ / km	\$ / pal
Facturación	\$ 55.679	\$ 1.160	\$ 4,46	\$ 44,61
Gastos Fijos	\$ -5.202	\$ -108	\$ -0,42	\$ -4,17
Costo Financiero	\$ -1.324	\$ -28	\$ -0,11	\$ -1,06
Neumáticos	\$ -1.572	\$ -33	\$ -0,13	\$ -1,26
Mantenimiento	\$ -3.993	\$ -83	\$ -0,32	\$ -3,20
Combustible	\$ -12.989	\$ -271	\$ -1,04	\$ -10,41
Sueldo Chofer	\$ -20.227	\$ -421	\$ -1,62	\$ -16,21
EBITDA	\$ 10.373	\$ 216	\$ 0,83	\$ 8,31
Amortización	\$ -3.111	\$ -65	\$ -0,25	\$ -2,49
EBIT	\$ 7.262	\$ 151	\$ 0,58	\$ 5,82
I.GCIAS (35%)	\$ -2.542	\$ -53	\$ -0,20	\$ -2,04
II.BB (3,0%)	\$ -1.670	\$ -35	\$ -0,13	\$ -1,34
NPAT	\$ 3.050	\$ 64	\$ 0,24	\$ 2,44

Indicadores Económicos

EBITDA / Facturación	18,63%
EBIT / Facturación	13,04%
NPAT / Facturación	5,48%
ROE = NPAT / Inversión	10,69%
Mark Up	15,00%

