

## MEJORA EN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS CON PROBLEMAS DE CAPACIDAD

### RESUMEN

*El presente estudio buscó evaluar alternativas para incrementar el throughput y lograr un mejor entendimiento del sistema de producción y sus cuellos de botella en el área específica de filtrado-ensacado para una empresa de la industria de las bebidas. Soportado en un modelo de simulación con ProModel® se evalúan diferentes escenarios que permiten incrementar el volumen de producción en más de un 20%, con una inversión de capital baja y periodo de retorno inferior a seis meses. Con el modelo de simulación los ingenieros de la planta y los jefes de la compañía a nivel nacional logran entender la interacción del sistema, identificar los cuellos de botella y dar respuesta a varias de sus preguntas acerca de los elementos que impactan el área y actividades que limitan la producción. Las comparaciones se realizan en términos de hectolitros producidos durante la corrida del modelo y cumplimiento del programa de producción propuesto.*



Decisiones Logísticas © 2011.

## 1 Contexto

El presente artículo muestra los resultados y conclusiones desarrolladas a partir de un estudio de un sistema de producción de refrescos para consumo masivo. En éste se analiza el flujo en la cadena de producción, los cuellos de botella, el balance del sistema y se utiliza un modelo de simulación en ProModel® para apoyar el proceso de toma de decisiones.

Entender el sistema y cómo este interacciona en el tiempo ha sido un problema constante en la compañía y aunque en la literatura se encuentra información disponible sobre flujo de líquidos en sistemas, cada caso resulta particular debido a los elementos y etapas que se involucran en cada industria específicamente.

El estudio se realiza con el fin de mejorar la utilización del área de filtrado, que requiere incrementar la capacidad para cumplir un nuevo objetivo de producción. Se integran elementos de capacidad de planta y sus estaciones y equipos, política y programa de producción, inventario de producto terminado que se representan en un modelo de simulación discreta.

Este documento se encuentra dividido en bloques: la sección dos presenta la definición y marco de la problemática, procesos que se realizan en el área de estudio, los factores que influyen sobre la misma y la relevancia del estudio; en la sección tres se presenta la descripción de la solución base, en la cuarta se presentan algunos de los diferentes escenarios explorados y finaliza en la sección cinco con las conclusiones y recomendaciones.

### **Justificación del estudio:**

- » El área de filtrado impacta directamente la producción de la planta y se presentan problemas en el área de envasado por falta de producto, además que restringe la producción.

- » Establecer los elementos que impacten en mayor medida el sistema permitirá una evaluación de la inversión en CAPEX que se debe realizar para alcanzar la meta de producción.

## 2 El sistema

### **Descripción de la situación actual.**

La compañía hizo una reestructuración de su red de abastecimiento y producción, el cual implicaba redefinir y reposicionar producto y volúmenes de producción en sus diferentes plantas y líneas. En la planta de estudio se requería incrementar la producción en un 20%, para cumplir los objetivos trazados en el plan maestro.

Actualmente la planta produce 11 referencias que atienden diferentes segmentos de mercado en varias presentaciones. Existe una clasificación en productos tipo A y tipo B (los productos tipo A tienen un sabor más concentrado que los de tipo B); esta clasificación que será muy útil en la descripción de procesos y lavados más adelante.

El proceso de producción consta de 6 etapas:

- » Preparación del producto.
- » Filtrado.
- » Estabilización y homogenización de características físicas y químicas.
- » Envasado.
- » Almacenamiento.
- » Distribución.

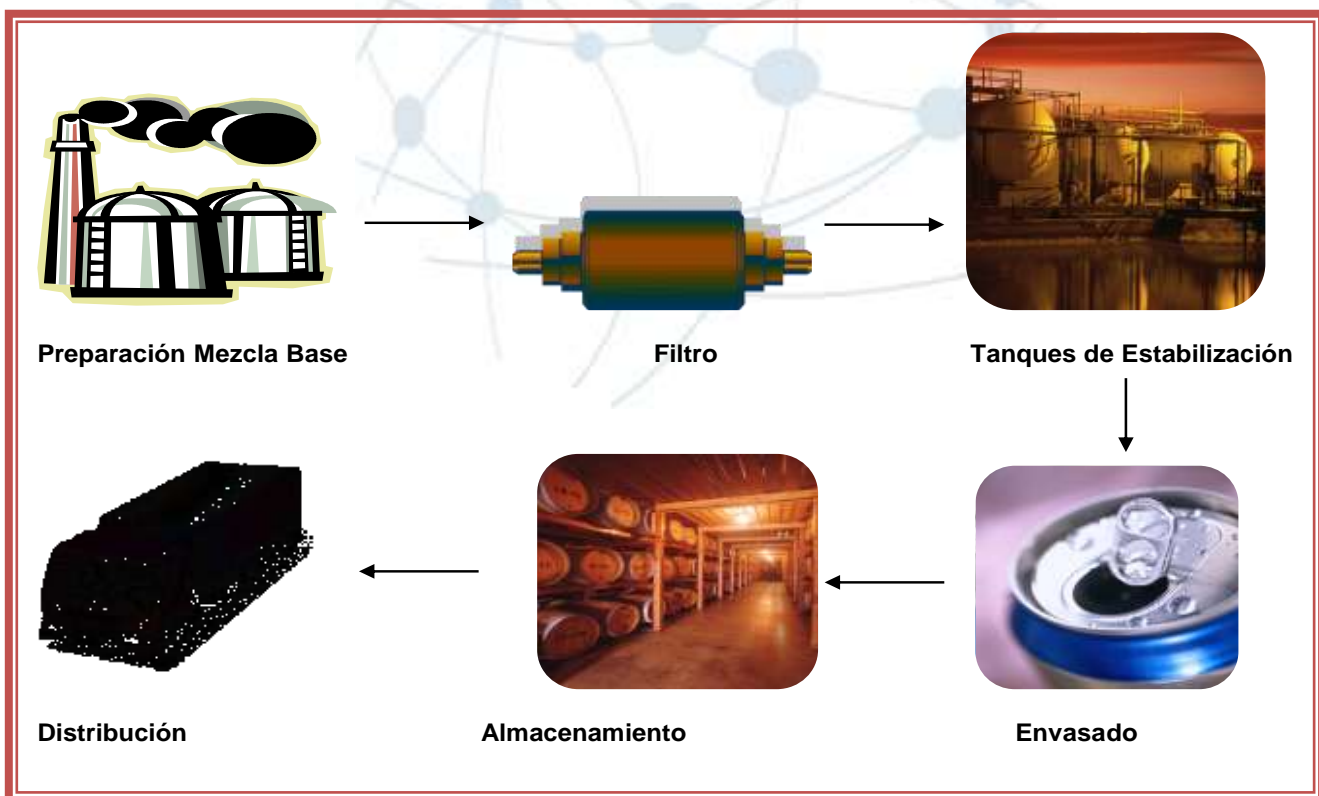
El análisis se centra sólo en las etapas 2 y 4 del proceso, las cuales según la dirección de la compañía se han identificado como cuello de botella; la fase 4 se modela con el fin de determinar la cantidad envasada de cada producto. Vale la pena resaltar que se asume que se espera vender todo el incremento en producción; situación cercana a la realidad de mediano plazo.

Para entender el sistema se describirán cada una

de las etapas, los elementos que se involucran en ellas (Figura No. 1). Es importante recalcar que en la industria de las bebidas resulta de vital importancia mantener controlado en nivel microbiológico de cada uno de los productos; dado el movimiento que debe realizar el producto en cada una de las etapas a través de tuberías y tanques de almacenamiento, se hace necesario realizar gran cantidad de lavados en todo el sistema lo cual se verá más adelante.

1. La preparación del producto consiste en agregar agua y los diversos aditivos que darán como resultado la mezcla base, según cada uno de los productos.
2. Filtrado: Durante este proceso se realiza el aclarado de la mezcla y el retiro de partículas gruesas.

3. A los tanques de estabilización y homogenización llega la mezcla filtrada con adición de agua y estará allí un periodo particular dado por cada producto, en estos tanques se realiza control microbiológico del producto.
4. Envasado: Después de que el producto se ha estabilizado es necesario retirarlo de los tanques lo más pronto posible; cada referencia deberá ser envasada en una botella particular y etiquetada según producto y a una velocidad dada por la línea. En el envasado hay pasteurización del producto.
5. En el almacenamiento y la distribución final cada canasta de producto se lleva a una bodega temporal de inventarios desde donde se enviará a distribución en todo el país, según la demanda.



**Gráfico 1:** Áreas Básicas del Proceso de Producción de la Planta de Bebidas

» Filtrado:

Al área de filtrado llegan los productos a través de tuberías de acero inoxidable, las cuales alimentarán los 2 filtros que actualmente sostienen la producción total de la planta.

Cada uno de los filtros tiene diferente capacidad de filtrado dependiendo del tamaño del mismo; el filtro 2 tiene una capacidad casi 4 veces mayor a la del filtro 1. De igual forma por la redefinición, sólo filtrarán ciertos tipos de productos de los que conforman el portafolio de la compañía. Lógicamente en el filtro 2 - por ser el de mayor tamaño - procesan los productos tipo A que son los de mayor demanda, mientras que el 1 procesan los tipo B y C.

La velocidad a la que sale líquido y es enviado a los tanques dependerá del producto que se esté filtrando y su presentación. Los filtros pueden trabajar todos los días de la semana en los 3 turnos del día pero hay procesos adyacentes que determinan su nivel de throughput.

La entrada de producto a los filtros no es un problema, dado que se asume que siempre existirá producto base; esta situación se acerca a la realidad práctica ya que esta área se estima tiene un 35% más de capacidad. No obstante la salida de producto dependerá que confluyan 4 factores: (1) que el filtro no esté saturado, (2) que haya agua en los tanques utilizados para bajar la concentración en el líquido base, (3) que existan tanques disponibles en el área de estabilización y (4) que el filtro no esté parado por aseos o mantenimiento.

Cuando hay saturación se debe proceder a una limpieza que implica armar una nueva capa para filtrado. Además de eliminar la capa anterior se deben bloquear los recursos de limpieza y al otro filtro no se le puede hacer mantenimiento mientras se termina la labor de ajuste del que este en limpieza.

» Estabilización:

Esta área dispone de varios tanques con diferentes capacidades, los cuales serán llenados con el producto después de filtrado y servirán como buffer para envasado. Después de llenar cada uno de los tanques con algún producto es necesario realizar un aseo corto o largo dependiendo del producto que se encuentre en el tanque y del producto que posteriormente vaya a estar en el mismo; esta operación se realiza con el fin de mantener el nivel microbiológico controlado y calidad estable de producto. Si no se realiza un correcto lavado los productos de sabores concentrados podrían contaminar a los de sabores suaves.

» Envasado:

El área de envasado consta de tres líneas, cada una maneja envases y tasas de envasado diferentes según el producto y el envase. Línea 1: Es la más rápida y moderna de las líneas, aunque solo maneja un tipo de formato; allí se envasan los productos de mayor demanda.

Línea 2: Maneja diferentes tipos de formato, por lo cual es un poco más lenta que la línea 1. Por ésta se envasan productos tipo A y tipo B.

Línea 3: Esta línea es la más lenta pero envasa en nuevos tipos de formatos; está prácticamente dedicada a productos tipo B y realiza muchos aseos durante su envasado debido al tipo de formato que maneja.

Cada línea realiza diferentes paradas tanto programadas como no programadas que se incluyen en el análisis, las cuales disminuirán la eficiencia total de la línea al igual que el tiempo disponible para envasar.

» Estaciones de Lavado:

Se cuenta 3 estaciones de lavado, las cuales interactúan en los procesos de filtrado, líneas, tuberías y estabilización del producto con los aseos de los diferentes tanques y recursos.

### 3 Metodología de estudio

El proceso de producción analizado fue modelado en ProModel y corrido para un periodo de 1 mes. El modelo se concentró en analizar y evaluar como diferentes escenarios de operación y de carga generada hacia el sistema podrían favorecer o no las cantidades producidas en cada una de las líneas de envasado.

#### 3.1 Modelo en ProModel

Con el escenario base se comprobó la fortaleza del modelo frente al sistema real, que representaba razonablemente el sistema luego de algunos ajustes. Una vez validado se corrió incrementando las necesidades de producción a los valores requeridos, con el fin de identificar cual sería el comportamiento de la planta ante la nueva necesidad.

Con este ajuste, en la Figura No.2 se muestra cómo a través de las cuatro semanas de horizonte del análisis, los lanzamientos de las órdenes de producción se van acumulando, lo que implica que no se alcanzaría a completar el programa estipulado. Esta situación era de esperarse dado que la producción semanal actual está muy por debajo de la meta que se requiere.

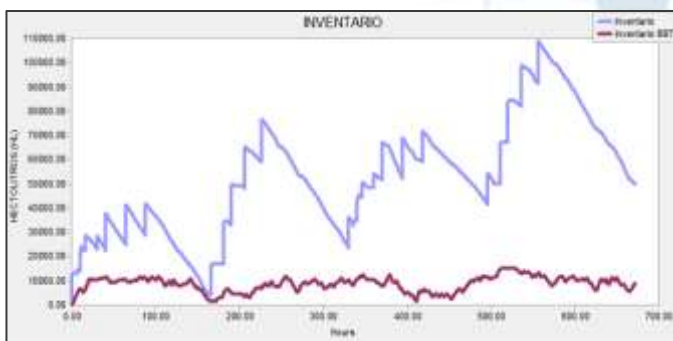


Figura 2: Inventario en el sistema

Así mismo se logró identificar los filtros como el cuello de botella del sistema. La Figura No. 3 muestra cómo estos se mantienen ocupados el 100% del periodo, aunque no en actividades de operación; la gran mayoría del tiempo están en

espera por tanques de estabilización o en aseos, motivo por el cual resulta necesario atacar estos puntos críticos.

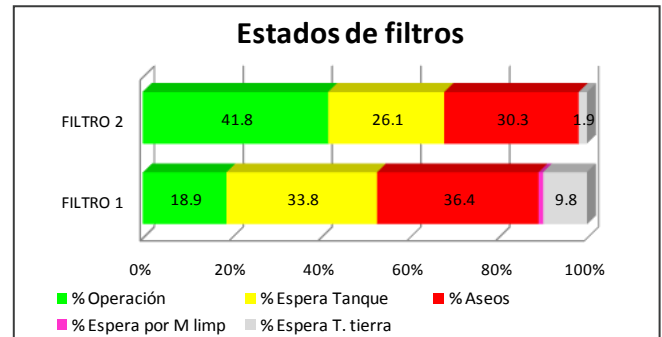


Figura 3: Estados de los Filtros durante la Corrida del Escenario Base

En la Figura No. 4 se muestra cómo es la utilización de cada uno de los tanques de estabilización. Su uso es relativamente alto, teniendo en cuenta que además de la operación de estabilización son un buffer entre la línea de envasado y los filtros. Adicionalmente los tanques 1 y 2 presentan un muy alto uso por las referencias exclusivas asignadas a estos.

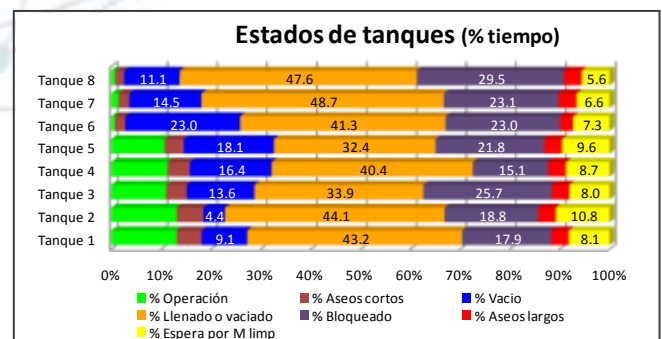


Figura 4: Estados de los Tanques de Estabilización en el Escenario Base

#### 3.2 Escenarios

Para aumentar la producción a la meta requerida y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el escenario base fue necesario realizar varios cambios al sistema y se buscó evaluar soluciones que nacieran dentro del equipo propio de la

compañía y que fueran viables en el corto / mediano plazo. Este paso resulta fundamental dado que cada uno de los escenarios debe ser viable desde el punto operacional o mediante inversiones razonables.

Se desarrollaron varios escenarios y mejoras que incluyeron entre otros:

- » Cambios en el programa de secuenciación de producción, tamaño de lotes y asignación de productos.
- » Reducción de tiempos de estabilización.
- » Incremento de número de tanques.
- » Incremento de recursos de aseo.
- » Disminución de tiempos de alistamiento y aseo.
- » Aumento de los ciclos de filtrado introduciendo un proceso previo al filtrado.
- » Reprogramación de aseos.

Aquí sólo se explicarán tres, para tener un entendimiento del problema; finalmente estos se comparan con los resultados obtenidos en el escenario base.

#### 4 Resultados

##### Resultados comparación entre escenarios

En el escenario A se mantiene el programa de producción del escenario base, se reduce el tiempo de aseos cortos de los tanques de estabilización a la mitad cuando contengan productos tipo A y se añade un tanque de estabilización para ser utilizado con productos de la categoría en mención.

En la Figura No. 5 se puede ver cómo se logra aumentar el cumplimiento del programa propuesto en un 5% pero esto no es suficiente ni realmente impactante a pesar de estar afectando directamente el cuello de botella del sistema. Se probaron diferentes cambios del programa de producción, lo que llevó a entender que la secuenciación afecta significativamente el sistema y se analizó cuales cambios eran más positivos.

Linea	Cumplimiento		
	Base	Es. A	Es. B
1	88.6%	97.4%	100.0%
2	75.9%	80.6%	88.8%
3	66.4%	62.4%	93.7%
<b>Total</b>	<b>80.7%</b>	<b>85.7%</b>	<b>95.9%</b>

Figura 5: Comparación entre Escenarios Base A y B

En el escenario B se utiliza un nuevo programa de producción con una programación quincenal en donde los productos de menor rotación se producirán en este periodo de tiempo, teniendo cuidado con las referencias que comparten envasadoras o filtros; igualmente se mantienen los cambios del escenario A.

En la Figura No. 5 se muestra cómo con estos simples cambios se logra un cumplimiento del 95.9%. Si bien esto representa un incremento en inventario cercano al 7% al pasar unas referencias de ciclo semanal a quincenal, el aumento en producción lo justifica.

En la Figura No. 6 se observa cómo aún con estas mejoras y este nuevo programa de producción los filtros continúan actuando como cuello de botella y su porcentaje de tiempo libre es muy bajo.

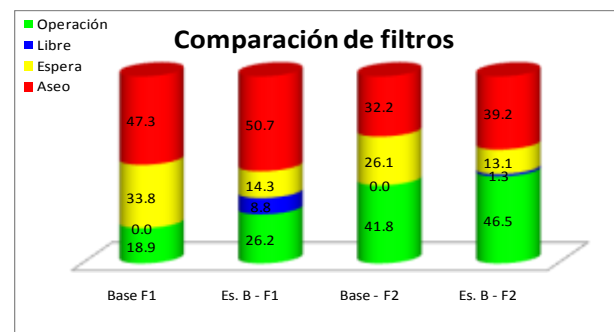


Figura 6: Estados de los Filtros en el Escenario Base Vs Escenario B

El escenario C se enfoca en impactar directamente el filtro 1 que - como se muestra en las gráficas anteriores - es un filtro

completamente saturado y con muy poco tiempo de operación como utilización real frente a sus tiempos de aseos. Para ello se mantendrán las condiciones del escenario B y se sumarán las indicadas.

La línea 3 se utiliza en domingos, los tiempos de reposo en tanques se reducen 1 hora para productos tipo A, los ciclos de filtración en el filtro 1 se aumentan un 5%, se llevan los aseos de 1 tanque de estabilización a una estación de limpieza externa, se aprovechan al máximo la capacidad en los tanques de estabilización y se logra la reducción en los tiempos de estabilización de los tanques.

En la Figura No. 7 se muestra cómo en este escenario se logra completar el 100% de lo programado y se ha alcanzado la meta de envasado de las 3 líneas. Además en la Figura No. 8 se ve cómo al correr el escenario C por 4 semanas, en cada una se logra llevar a cabo todo lo programado, el inventario de órdenes a procesar crece como respuesta al plan de producción, pero baja a cero a tiempo para realizar los aseos semanales en todas las líneas; igualmente en la Figura No.9 se ve cómo los cambios logran generar tiempo libre a los filtros.

Linea	Cumplimiento	
	Base	Es. C
1	88.6%	100.0%
2	75.9%	100.0%
3	66.4%	100.0%
<b>Total</b>	<b>80.7%</b>	<b>100.0%</b>

Figura 7: Cumplimiento Comparativo entre el Escenario Base y el Escenario C

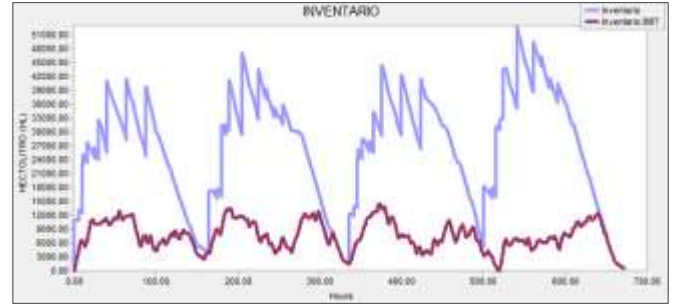


Figura 8: Inventario en el Escenario C

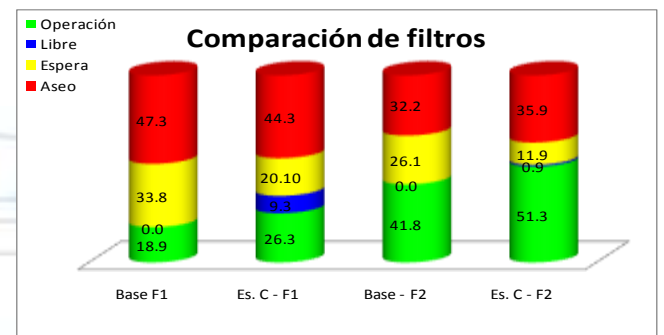


Figura 9: Estados de los Filtros en el Escenario Base Vs. el Escenario 7

Todos los cambios propuestos son viables de implementar en el sistema real en el corto plazo. Respecto a las inversiones se estima realizar adecuaciones por más de \$2.860.000, las cuales podrían poner a punto la línea en unos 4 meses. Hay unos leves incrementos en el costo de operación debido a una designación de mayor personal para recursos de aseo y además por el mayor costo de capital y manipulación de inventario.

Asumiendo que todo el producto elaborado se vende, los ingresos adicionales podrían superar unos mil millones/mes y el tiempo para la recuperación de la inversión sería inferior a seis meses.

## 5 Conclusiones

- » Con el modelo desarrollado se logró identificar qué acciones llevarían a alcanzar la meta planteada y permitió a los ingenieros tener una visión de cómo sus acciones impactaban el sistema.
- » Los filtros fueron claramente identificados como cuello de botella, puesto que aparecen como los de mayor actividad particularmente por el tiempo en las labores de aseo y mantenimiento; por lo tanto resultó clave realizar cambios en las áreas adyacentes a estos, lo que terminaba impactando directamente al filtro.
- » Con el incremento en capacidad de los filtros, en otros recursos fue necesario aumentar su capacidad en particular las líneas de envasado.
- » Si bien las acciones planteadas contribuyeron al incremento de envasado, no fueron suficientes y fue decisivo revisar el programa de producción y algunos parámetros como tamaños de lote e inventarios entre otros.
- » Se requirió incrementar el inventario en algunas referencias de menor rotación, pero este incremento es aceptado por calidad y el incremento en capacidad justificaba el intercambio.
- » El retorno de la inversión del proyecto es muy alto y el periodo de repago es menor a seis meses por lo que la inversión está claramente sustentada.
- » El estudio desarrollado demuestra cómo la simulación permite evaluar diferentes alternativas que mejorarán la producción antes de realizar grandes inversiones de dinero que puedan resultar inoficiosas.

## 6 Acerca de Decisiones Logísticas

- » Decisiones Logísticas es una compañía con más de 16 años de experiencia, que ofrece servicios de consultoría especializada en diseño y planeación de operaciones en la cadena de suministro y de rediseño del esquema de atención a clientes
- » Como rediseño del esquema de atención a clientes se incluyen: aumento de la productividad por punto de atención, estimación de capacidad, definición de la promesa de servicio, sincronización y alineación de los recursos con la demanda, redefinición de tareas y funciones, diseño de la sucursal o del centro de atención, entre otros.
- » Ofrece una sólida base de conocimiento en estrategia operacional, soportada en el uso de herramientas de diseño que brindan un poder analítico diferencial, por medio de evaluación de escenarios de atención y sus implicaciones en servicio y costos de servir
- » DL utiliza como soporte tecnologías en análisis de decisión, con fundamento en modelaje matemático de última generación, líderes mundiales en sus respectivas áreas.
- » Expertos y líderes en la región Andina en el uso de tecnología de simulación y optimización de redes, DL ha adelantado estudios con uso de esta tecnología más que ninguna otra compañía en la región.
- » Cuenta con un equipo elite de ingenieros, que acumula amplia experiencia en análisis y diseño de operaciones y procesos logísticos.
- » Experiencia, técnica gerencial y práctica garantiza soluciones con preciso análisis y gran aplicabilidad.