

# INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN

de la red de logística en el aceite de palma

## INTRODUCTION TO LOGISTICS NETWORK

Organization in Palm Oil

### AUTOR



**Edgardo A. Tinsay**

Director general  
Integrated Plantations Management  
Singapur

### Palabras CLAVE

Optimización de la red de logística, integración vertical, negocio del aceite de palma, minimizar costos, maximizar rentabilidad, programación lineal.

Logistic network optimisation, vertical integration, business of palm oil, reduce cost, maximize profit, linear programming.

Traducido por Fedepalma.  
Versión original en inglés disponible en el Centro de Documentación de Fedepalma.

### RESUMEN



En la medida que crecen las empresas palmeras se torna más compleja la red de logística. Esto es algo muy común en la agroindustria de la palma ya que debido a su atractivo existe el deseo de invertir cada vez más en operaciones más grandes y de crear integración vertical en el negocio. Con operaciones cada vez más complejas se corre el riesgo de gastar mucho o poco en instalaciones que llevan a la ineficiencia e inclusive a pérdidas. Por esta razón, los costos en que se incurre para la red de logísticas se vuelven muy importantes. Por la naturaleza del negocio de la palma de aceite se requiere que el enfoque sea en los costos y no en el precio, ya que este último es dictado principalmente por factores internacionales de oferta y demanda y no por el manejo de la plantación. Esto crea la necesidad entre las compañías de contar con una herramienta o técnica de optimización para reducir los costos desde la etapa de diseño con el fin de evitar errores graves en cuanto a la ubicación, el tiempo y la capacidad de las instalaciones. Es en este campo en el que se necesita la optimización de la Red de Logística. Esta optimización de la Red de Logística tiene dos objetivos, el primero es minimizar los costos si los precios son fijos. Segundo, maximizar la utilidad si el diferencial de precios entre las posiciones y las variaciones en la demanda en estos sitios es predecible o conocido. De estos dos objetivos disponibles en la red, el de la optimización es un programa de construcción para ampliar y hacer crecer la empresa palmera, el programa de transporte, el programa de manejo y almacenamiento para permitirle a la empresa una expansión de manera optimizada. Se puede lograr la optimización con un modelo matemático utilizando programación lineal. Esta programación lineal es una técnica matemática que nos ayuda a encontrar la solución más optimizada cuando se nos da un problema y al mismo tiempo muchas limitaciones. Por tanto, programación lineal en la optimización de la Red de Logística nos permite encontrar la condición donde se puede obtener la mayor rentabilidad al menor costo

con las limitaciones de disponibilidad, costo, demanda en diferentes periodos de tiempo. El costo está automáticamente relacionado con cada una de las actividades, ya que todas las actividades están relacionadas entre sí. Sin embargo, los esfuerzos en la reducción de costos enfocados en un área específica no garantizan ahorros totales en la red. Se debe considerar la optimización de la red de logística para la obtención de un beneficio máximo en la ampliación de las instalaciones y de la plantación.

## SUMMARY

As the palm oil company grows, more and more complexity is introduced to logistics network. This happens in the palm oil business because of its attractiveness to further invest in larger and larger plantation operations and creating vertical integration in the business. With complexity, it brings the danger of over or under spending in facilities resulting to inefficiencies and even losses. The costs incurred in logistics network has become significant. The nature of palm oil business demands that focus is on costs rather than price since price is dictated mainly by international supply and demand factors and not mainly by plantation management. This breeds the need for companies to have an optimization tool or technique to reduce cost at the design stage to avoid major errors in facilities location, timing and capacity. This is where Logistics Network Optimization is needed. Logistics Network optimization has 2 objectives, first is to minimize cost if prices are fixed. Secondly to maximize profit if the price differentials between locations and demand variations in these locations are known or predictable. Of those 2 objectives, the deliverable in network, optimization is a build program for expanding and growing the plantation company, the transportation program, the handling and storage program to enable the company to expand in an optimized manner. The optimization itself can be done with a mathematical model using Linear Programming. Linear Programming is mathematical technique to find the most optimized solution when given a problem and many constraints. Therefore, Linear Programming in Logistics Network Optimization is to find a condition where maximum profit or minimum cost can be achieved with the varying constraints of availability, cost, demand, at different time periods. Since all activities are related, then automatically, the cost also related to each other. Cost reduction efforts in a focused area of logistics network do not guarantee that it will result into total network savings. To have a maximum benefit in expanding facilities and plantation assets, logistics network optimization must be considered for total logistics network.



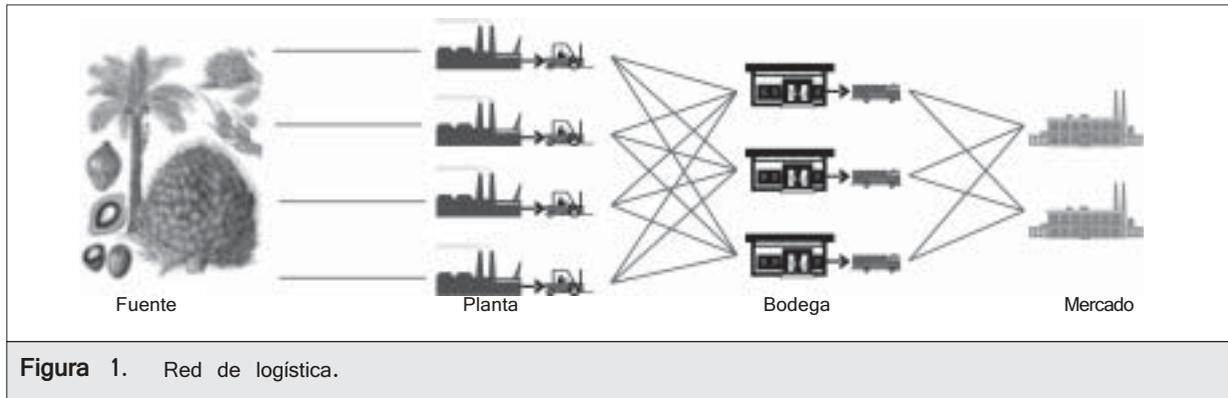
## ANTECEDENTES

Al igual que en otros procesos, en el negocio del aceite de palma existen una gran cantidad de procesos que no puede hacerse en un solo sitio ni en un solo proceso. La producción pasa por muchos procesos, tales como el de las plantaciones, planta de beneficio, bodegas, palmistería, refinerías y transporte marítimo. La unión de todos estos procesos en la producción se conoce como la cadena de suministro.

Cada uno de estos puntos en el proceso tiene su costo, al igual que también existe un costo entre los puntos y este costo es el que ejerce la mayor influencia sobre el del negocio del aceite de palma. El costo puede tomar

la forma de los costos de transporte, del proceso, del almacenamiento, del tiempo, etcétera. Estos están relacionados entre sí, lo que está influenciado por la decisión en la cadena de suministro.

En el negocio del aceite de palma en el que no se puede controlar el precio del mercado, lo más aconsejable es minimizar los costos primero que todo para prepararse para lo peor. O en los casos en que el precio ha sido acordado, lo más deseable es obtener el mayor margen de rentabilidad posible bajo el contrato. Para poder obtener todos los resultados deseados, se tiene que tomar una decisión basada en razones sólidas. Es allí donde la organización necesita lograr la optimización de la red de logística.



**Figura 1.** Red de logística.

## CONCEPTO

La optimización de la red de logística es un sistema de modelación que se puede utilizar para estudiar los distintos problemas relacionados con la optimización de esta red. Se trata de un método que sustenta la decisión en la planeación estratégica, el cual se basa en una programación matemática empleando un modelo de producción y distribución. Ofrece una guía para la ubicación de las instalaciones y la planeación de las operaciones de logística. Crea y optimiza un modelo matemático basado en la información suministrada.

La red de logística comprende una gran variedad de actividades, incluyendo la compra de materia prima, fabricación, bodegaje y embarques a y entre los centros de acopio y embarques a los mercados (Figura 1). Algunas opciones salen a la superficie en cada una de las actividades y en sus distintas relaciones, como por ejemplo la determinación de los principales proveedores para cada planta, la determinación de la ruta de la planta al centro de acopio o a alguna otra planta, luego la escogencia de la ruta desde el centro de acopio a los mercados. Cada opción tiene en cuenta algunas variables como costo, disponibilidad y distancias.

La optimización en sí es un término para representar el procedimiento empleado para encontrar una condición donde se han considerado todas las variables influyentes para obtener el mejor resultado posible. En la búsqueda de la solución óptima, el procedimiento ensaya cada opción de variables y su combinación para obtener un resultado. Luego se escoge el resultado más deseado como el óptimo.

La combinación de variables que forma el resultado deseable se conoce como la solución optimizada.

Por tanto, la optimización de la red de logística es un proceso mediante el cual se consideran todas las variables en la red para obtener la solución óptima. En esta red la solución optimizada puede ser el costo minimizado la rentabilidad maximizada o cualquier otro objetivo de alto nivel que esté en línea con el objetivo de la organización.

Se puede obtener el costo mínimo cuando la combinación de costos en todas las actividades de la red de logística esté en el mínimo. En el objetivo de alto nivel, no se tiene en cuenta el precio de venta del producto. En los casos en que el precio es impredecible se puede usar este objetivo para el negocio del aceite de palma.

Se puede obtener la rentabilidad máxima después de considerar la combinación de precio de venta en las diferentes ubicaciones y el costo de la red de logística de los productos. En el negocio del aceite de palma, este objetivo es idóneo cuando existen contratos de preventa o venta anticipada.

Es posible optimizar el modelo de la red de logística con programación lineal y con la programación integral mezclada. La programación lineal se define como una técnica matemática empleada para encontrar la solución matemática según la referencia a <http://wordnet.princeton.edu/perl/webwn> y además para hallar el máximo o el mínimo de las funciones lineales en muchas variables sujetas a limitaciones. Esto soluciona el problema de optimización de la red de logística donde el objetivo es encontrar la rentabilidad máxima o los costos mínimos, el problema consiste en la combinación de las variables y las acciones que

hay que emprender. La limitación consiste en la capacidad y la demanda limitada.

## OBJETIVOS

Tal como se mencionó, la optimización de la red de logística tiene como objetivo entregar la recomendación que arroja el costo mínimo o la rentabilidad máxima para el total de la red, con base en las variables y en el modelo. Para ser más específicos los objetivos del estudio de la optimización de la red de logística se dividen en tres sugerencias principales:

- Programa de construcción. Recomendar este programa para las plantas de beneficio y de extracción de palmiste. Este programa ofrece información sobre la ubicación, el momento y la cantidad necesarios para construir una planta
- Programa de transporte. Describe la ruta óptima y racional para la entrega de:
  - RFF (racimo de fruta fresca) desde las plantaciones hasta las plantas de beneficio
  - APC (aceite de palma crudo) desde las plantas de beneficio hasta los centros de acopio o a los puntos de mercado

- APC (aceite de palma crudo) de los centros de acopio hasta los puntos de mercado
- Palmiste desde las plantas de extracción de palmiste hasta las bodegas o hasta los puntos de mercado
- AP (aceite de palmiste) y el expulsor del palmiste de la planta de extracción de palmiste hasta los centros de acopio / bodegas o puntos de mercado.
- Programa de almacenamiento. Ofrece información sobre dónde, cuándo y cuánta capacidad se necesita para construir un punto de almacenamiento.

## METODOLOGÍA

La optimización de la red de logística es un proceso que ofrece las pautas para el manejo del proceso de toma de decisiones para las estrategias a corto y a largo plazos. Las características de optimización tienen que ver con las combinaciones de variables, también pueden utilizarse como herramientas de simulación para ensayar los distintos escenarios según las opciones estratégicas de la compañía.

La Figura 2 explica el funcionamiento en cuanto a la optimización de la red de logística. Cuenta con algunos *inputs* o información sobre como se deben considerar las variables, tales como costo, temas técnicos, temas no técnicos y otros temas.

La optimización cuenta con cuatro procesos:

1. Modelación  
2. Optimización  
3. Racionalización  
4. Análisis

1. Modelación
2. Optimización
3. Racionalización
4. Análisis

### 1. Modelación

En la etapa de modelación se tienen en cuenta todas las posibilidades en la combinación de las variables o de los escenarios para la modelación matemática

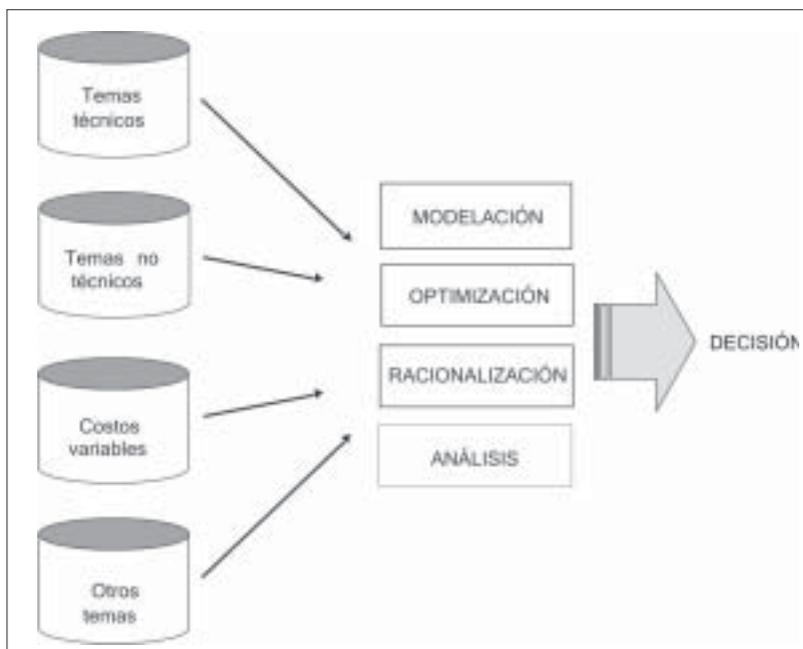


Figura 2. Sistema de apoyo a las decisiones.



con programación lineal. Es en este paso donde las variables quedan representadas como variables matemáticas para fines de la simulación.

Aquellas variables que no pueden representarse en el modelo matemático, deben representarse en un modelo independiente. En esos casos se requieren otros escenarios para las representaciones.

## 2. Optimización

Posteriormente se calcula el modelo matemático para obtener el resultado optimizado. Cuando existen varios escenarios en la modelación se escoge el mejor resultado como solución.

## 3. Racionalización

La racionalización es el proceso donde se revisa y se optimiza el resultado para que se amolde a las condiciones realistas que a lo mejor no pueden convertirse en un modelo matemático. Se explican racionalmente los datos y los resultados para que el resultado optimizado y realista pueda llevarse a cabo.

## 4. Análisis

Con base en el resultado optimizado se hace un análisis para hacer que la acción sea tenida en cuenta para la red de optimización de logística. El resultado del análisis debe tener el programa de construcción, transporte y almacenamiento.

El recurso de apoyo se planea en esta parte del análisis para poder lograr la solución optimizada.

# OPTIMIZACIÓN TOTAL DE LA RED DE LOGÍSTICA EN EL ACEITE DE PALMA

## Aplicación en aceite de palma

La optimización de la red de logística se representa de la siguiente manera en el negocio del aceite de palma:

- Objetivo:
  - Minimizar el costo total o
  - Maximizar la rentabilidad total para el precio de venta conocido.
- Problema:
  - Encontrar la ubicación, la capacidad, los tiempos y la ruta adecuados.
- Limitaciones y variables:
  - Proyección de RFF, costos de transporte, de almacenamiento, del proceso, proyección de la demanda, ruta existente, punto de oferta y demanda, despacho y puntos de almacenamiento.

## Complejidad

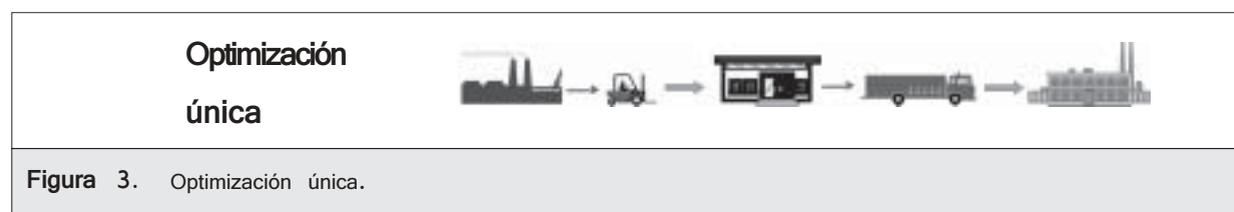
Existen dos tipos de complejidades en la optimización de la red de logística:

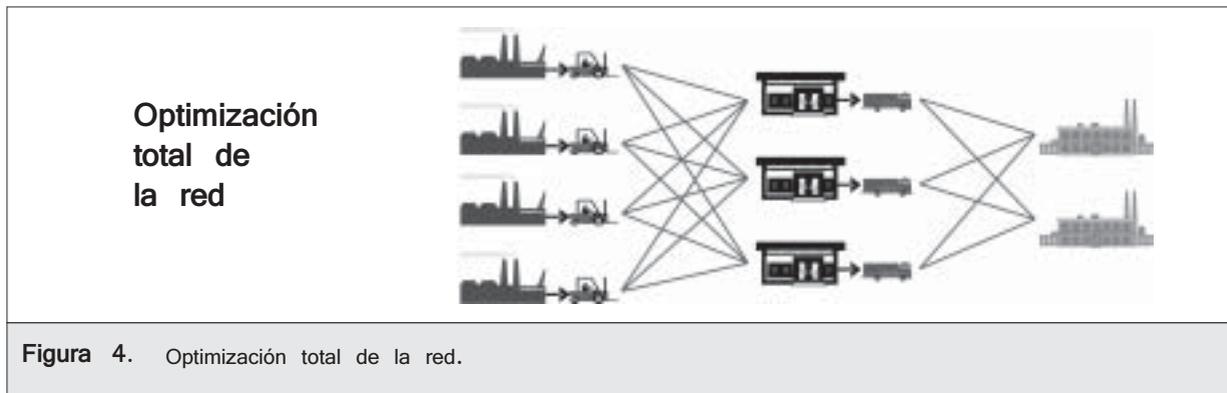
### 1. Optimización única

Es fácil trabajar en la optimización única (Figura 3). Esta supone que la red de logística es de una sola línea. La optimización única se usa cuando no hay muchas variables involucradas y para obtener una ubicación optimizada si existen varias opciones de ubicación.

### 2. Optimización total de la red

La optimización se vuelve más compleja cuando existen varias fuentes y destinos (Figura 4). Para obtener la solución optimizada se debe considerar todo desde el principio hasta el fin. La solución de optimización se concentra solo en un área de la red de logística y esto no garantiza que la red de logística quede optimizada ya que la red no optimizada puede existir en otra área. Por ejemplo, si no se optimiza la red de logística desde la planta al centro de acopio, entonces se puede presentar una condición en la cual la planta, donde se





produce gran parte del APC, puede tener los costos de transporte más altos al centro de acopio.

Durante el proceso de optimización de la red, se observa la red como una optimización total de red que incluye todas las plantaciones, plantas y mercados relacionados con la red total. No se percibe la red como una optimización única que solo incluye una parte de la red.

La optimización total de la red va a manejar toda la cadena de logística en la compañía. Al usar la optimización total de la red, se harán estudios para determinar cuándo, dónde y qué tanto de expansión debe hacerse que esté alineada con la situación existente y con la planeación estratégica en el largo plazo. La optimización total de la red ayuda a ofrecer la mejor ruta que tenga el margen más alto y el costo más bajo para entregar RFF desde todas las plantaciones hasta las plantas de beneficios y para entregarle los productos al consumidor final. El problema aparece cuando la cantidad de RFF aumenta durante los próximos años, ¿se tendrán suficientes plantas de beneficio y centros de acopio para procesar y almacenar las cosechas y almacenar el APC y el AP? ¿Dónde están las mejores ubicaciones para esas plantas de beneficio y centros de acopio y cuándo es el momento oportuno para construirlas?

### Tiempos

La optimización de la red de logística puede cubrir dos alcances de tiempo.

1. Corto plazo. La optimización se hace para encontrar la solución óptima para la situación actual.

El uso potencial de la optimización de la red de logística es para un programa optimizado de ruta o para el programa de construcción que se tiene planeado para el futuro cercano.

2. Largo plazo. La optimización se hace para el largo plazo, generalmente empezando con cinco años. Se deben suponer algunas variables en este alcance, como por ejemplo la proyección de RFF, costos de transporte, demanda, etcétera.

El uso potencial para la optimización a largo plazo es cuando la organización planea llevar a cabo una expansión o tener un recibo significativo de RFF.

## EL BENEFICIO DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE LOGÍSTICA

La ubicación de las instalaciones es uno de los tipos de estudios estratégicos más interesantes que puede resolverse con un sistema de modelación. Solo en esta área existe todo un grupo de preguntas que pueden ser resueltas, por ejemplo:

- ¿Cuándo y dónde se deben construir las nuevas plantas y las bodegas y qué tan grande deben ser éstas?
- ¿Sería mejor tener menos centros de distribución y si esto es así, de cuáles deben deshacerse?
- ¿Cuáles son las instalaciones de producción (líneas y procesos) que deben tener en cada planta?
- ¿Cuál es el valor de una adquisición propuesta?
- ¿Cómo se debe reestructurar el sistema de distribución después de la adquisición?



- La optimización de la red de logística también ofrece guía de apoyo a las decisiones para una gran gama de estudios de planeación táctica, tales como:
- Presupuesto anual
- Planes mensuales y trimestrales
- Recuperación por paradas no programadas
- Ajustes por oportunidades inesperadas.

### **Beneficio para el departamento de ventas**

El estudio de optimización de logística puede ayudar al departamento de ventas en relación con la satisfacción de la demanda. Este estudio puede responder a la pregunta que puede surgir al hacer el plan para satisfacer la demanda, la cual estaría en línea con la optimización total de la red de logística propuesta en el estudio. Las soluciones ofrecidas en el estudio son la determinación de las necesidades de almacenamiento para el inventario que va a acumularse mientras se satisface la demanda y la ubicación y el momento propuestos para la expansión del punto de almacenamiento que se necesite.

### **Beneficio para el departamento de logística**

El departamento de logística maneja el flujo de materiales (desde materia prima hasta producto

terminado) que ocurre en la red de logística. El estudio sobre la optimización de la red de logística les ayuda a configurar la red que llevará a tener costos totales mínimos de logística. De igual modo, el estudio le dará al departamento de logística la ruta de transporte ideal considerada óptima para el total de la red. También indica la planeación de los requisitos de transporte que ayudarán al departamento de logística a decidir cuántos camiones, carro tanques y buques se necesitan para apoyar la ruta de transporte ideal ofrecida en el estudio.

### **Beneficio para el departamento de planeación estratégica**

El departamento de planeación estratégica le brinda apoyo a la compañía ofreciéndole una planeación a largo plazo con base en datos históricos, situación actual y situación proyectada. La optimización de la red de logística podría ayudar al departamento de planeación estratégica mediante simulaciones de todos los escenarios posibles incluyendo cambios y factores influyentes. La pregunta que surge es cuándo y dónde se debe ampliar o construir las nuevas instalaciones. La optimización de la red de logística ofrecerá recomendaciones al programa de construcción para anticipar el aumento en la oferta de la cosecha.