Centro de Especializaciones Noeder

Florida Global University

Diplomado de Especialización

GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LOGÍSTICA

CICLO REGULAR

MÓDULO IV

CLASE 2

GESTIÓN DE ALMACENES, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

Mg. Ing. Jonatan Livia Ayala

RESUMEN VISUAL DE LA CLASE 3: MAPA CONCEPTUAL

ESTRUCTURA GENERAL DE LA SESIÓN 3

01. CUBICAJE Y PALETIZACIÓN

Ingeniería de empaque, estándares GMA vs. EPAL.

02. ECONOMÍA DEL TRANSPORTE

Estructura de costos fijos y variables, economía de escala (FTL vs. LTL) y distancia (Chopra Cap. 14).

03. OPERADORES 3PL/4PL Y SLAS

Tercerización (Chopra Cap. 15), modelos 1PL-5PL, contratos de nivel de servicio (SLAs) y KPIs de auditoría.

Objetivo de Aprendizaje (Chopra Caps. 14 y 15): Diseñar esquemas de estiba física y modelos de contratación y costeo de transporte que maximicen la utilización de flota y aseguren el cumplimiento mediante contratos blindados.

FUNDAMENTOS DEL CUBICAJE E INGENIERÍA DE EMPAQUE

OPTIMIZACIÓN ESPACIAL TRIDIMENSIONAL DE CARGA

El cubicaje es la disciplina técnica que analiza la disposición geométrica de la carga dentro de vehículos y contenedores:

JERARQUÍA DEL EMPAQUE

- **Primario:** Contiene directamente el producto (ej. botella o blister).
- **Secundario:** Agrupa unidades primarias (caja de cartón corrugado máster).
- **Terciario (Unidad de Carga):** Palet consolidado con film estirable listo para flete.

OBJETIVOS DE LA INGENIERÍA DE EMPAQUE

- **Modularidad GS1:** Diseñar cajas cuyas dimensiones sean submúltiplos exactos de la huella del palet.
- **Densificación de Carga:** Reducir el espacio de aire dentro del empaque para evitar pagar fletes por "transportar viento".
- **Resistencia a la Compresión (BCT):** Proteger el producto contra aplastamiento en apilamiento vertical.

UNIDADES DE CARGA Y ESTÁNDARES DE PALETIZACIÓN

PATRONES DE ESTIBA Y MEDIDAS GLOBALES

PALET AMERICANO / UNIVERSAL (GMA)

- **Dimensiones:** 1200 × 1000 mm (1.20 × 1.00 m).
- Estándar dominante en América del Norte y del Sur en retail y consumo masivo.
- Soporta hasta 1,200 − 1,500 kg de carga dinámica.

EUROPALET (EUR / EPAL)

- **Dimensiones:** 1200 × 800 mm (1.20 × 0.80 m).
- Estándar normado en Europa adaptado al ancho interior de vagones y furgones (2.40 m).
- Permite estibar exactamente 3 europalets transversales o 2 longitudinales.

PATRONES DE APILAMIENTO EN EL PALET

- **En Columna (Alineado):** Mayor resistencia vertical a la compresión, pero inestable ante frenadas de transporte.
- **Trincado / Trabado (Interlocked):** Se rotan las cajas 90° en capas sucesivas. Aumenta la estabilidad hasta un 45% ante vibraciones en ruta.

OPTIMIZACIÓN DE CAPACIDAD: PESO VS. VOLUMEN

FACTOR DE ESTIBA Y RELACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO

Los transportistas están limitados por dos techos físicos: la capacidad en toneladas y el volumen interior en m^3:

$$\text{Factor de Estiba } (\Phi) = \frac{\text{Volumen Total } (m^3)}{\text{Peso Bruto Total (Ton)}}$$

- Si $\Phi > \Phi$ vehículo : Carga liviana y voluminosa (llena por volumen).
- Si $\Phi < \Phi$ vehículo : Carga densa y pesada (llena por peso).

$$P\,\text{vol} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto (cm)}}{k}$$

- **Aéreo (IATA):** $k = 6000\ cm^3/kg \rightarrow 1\ m^3 = 167\ kg$.
- **Courier Express / Terrestre:** $k = 5000\ cm^3/kg \rightarrow 1\ m^3 = 200\ kg$.

Regla de Cobro Comercial (Peso Tasable / Facturable):

$$\text{Peso Facturable } (P_{fact}) = \max(P_{real}, P_{vol})$$

CASO PRÁCTICO: CÁLCULO DE PESO FACTURABLE

DETERMINACIÓN DE TARIFA SEGÚN MODO DE TRANSPORTE

Una importadora trae un bulto de repuestos plásticos con las siguientes características físicas:

❖ **Dimensiones:** 100 cm × 80 cm × 60 cm (Volumen = 0.48 m^3) | **Peso Bruto Real:** 40 kg.

1. Modalidad Aérea

IATA ($k = 6000$):

$$P_{vol} = \frac{100 \times 80 \times 60}{6000} = \mathbf{80\ kg}$$

❖ Como $P_{vol}(80\ kg) > P_{real}(40\ kg)$, la aerolínea **cobra por 80 kg**.

¡Se paga el doble del flete por exceso de volumen!

2. Modalidad Courier Terrestre ($k = 5000$):

$$P_{vol} = \frac{100 \times 80 \times 60}{5000} = \mathbf{96\ kg}$$

❖ Como $P_{vol}(96\ kg) > P_{real}(40\ kg)$, se **factura por 96 kg**.

Ahorro Potencial: Rediseñar la caja a 40 cm de alto ahorraría 32 kg facturables.

SOFTWARE DE CUBICAJE Y SIMULACIÓN 3D

INGENIERÍA DIGITAL DE ESTIBA Y DISTRIBUCIÓN DE EJES

Los algoritmos computacionales de cubicaje 3D (ej. CargoWiz, EasyCargo, Cape Pack) eliminan la improvisación en rampa:

DISTRIBUCIÓN DE EJES

Calculan la ubicación del centro de gravedad (*CG*) de la carga para no sobrepasar el límite de toneladas por eje en balanzas viales del MTC.

RESTRICCIONES FÍSICAS

Configuran parámetros de rigidez: orientación permitida ("Este lado arriba"), apilabilidad máxima y compatibilidad química (IMO).

SECUENCIA DE DESCARGA

Planifican la estiba en orden inverso a la ruta **(LIFO):** el último cliente que recibe se carga al fondo del contenedor o furgón.

CASO PRÁCTICO: CÁLCULO DE PALETIZADO Y APROVECHAMIENTO

DISEÑO DE PATRÓN DE ESTIBA EN PALET AMERICANO (120 × 100 CM)

Se dispone de cajas de aceite vegetal con dimensiones: **Largo:** 40 cm | **Ancho:** 25 cm | **Alto:** 28 cm | **Peso:** 10 kg. Altura máxima permitida en almacén = 1.60 m (incluyendo palet de 15 cm).

1.Cajas por Capa (Huella Base):

- **A lo largo:** 120 cm/40 cm = 3 cajas.
- **A lo ancho:** 100 cm/25 cm = 4 cajas.

Cajas por Capa = 3 × 4 = **12 cajas/capa**

- **Área ocupada:** Extra close brace or missing open brace

2.Altura y Cantidad Total:

- **Altura útil de carga:** 160 cm − 15 cm = 145 cm.
- **Número de capas:** 145 cm/28 cm = 5.17 → **5 capas**.

Total Cajas = 12 × 5 = **60 cajas/palet** (600 kg)

- **Altura Total Final =** (5 × 28) + 15 = **155 cm (Aprobado en racks).**

ESTRUCTURA DE COSTOS DE TRANSPORTE

DESGLOSE DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES (CHOPRA CAP. 14)

COSTOS FIJOS (TIEMPO)

Se incurren independientemente de si el camión rueda o permanece estacionado:

- **Depreciación / Leasing:** Cuota mensual del vehículo.
- **Seguros y Permisos:** SOAT, póliza contra accidentes y licencias.
- **Salarios Fijos:** Sueldo base de conductores y cargas sociales.
- **Costos Indirectos:** Equipos GPS y monitoreo de flota.

COSTOS VARIABLES (DISTANCIA / VOLUMEN)

Varían de forma directamente proporcional a los kilómetros recorridos:

- **Combustible (Diésel / GNV):** Representa entre el **35% y 45%** del costo operativo total.
- **Neumáticos:** Desgaste por banda de rodadura por kilómetro.
- **Mantenimiento y Lubricantes:** Cambios de aceite y correctivos.
- **Peajes:** Tarifas por eje en tramos concesionados.

DETERMINANTES ECONÓMICOS DEL TRANSPORTE

VARIABLES QUE CONDICIONAN EL VALOR DEL FLETE (CHOPRA CAP. 14)

1. ECONOMÍA DE ESCALA

A mayor tamaño de envío (camión completo FTL frente a consolidado LTL), el costo fijo por kilogramo disminuye drásticamente.

2. ECONOMÍA DE DISTANCIA

El costo por kilómetro desciende a medida que aumenta la distancia total recorrida (Principio cónico de tarifas de flete).

3. DENSIDAD Y RETORNO

Cargas de alta densidad y la disponibilidad de carga de retorno (*Backhaul*) reducen los viajes vacíos mejorando el margen.

El Desafío del Flete Falso (*Deadhead*): Un camión que viaja lleno de Lima a Arequipa pero retorna vacío duplica el costo real por tonelada de la ida.

MODELOS DE TARIFICACIÓN DE FLETES

MECANISMOS COMERCIALES DE COBRO EN EL MERCADO

MODELO DE TARIFA	APLICACIÓN OPERATIVA	VENTAJAS	RIESGOS
Flete por Kilo / Vol. (LTL)	Envíos consolidado paquetería y courier.	Solo se paga por el espacio físico utilizado.	Tarifas unitarias altas para envíos medianos.
Flete por Viaje (FTL)	Camión exclusivo punto a punto.	Máxima rapidez y control de la carga directa.	Costo elevado si el camión va a media carga.
Costo Más Margen (Cost-Plus)	Flotas dedicadas de largo plazo.	Transparencia total de costos de diésel y peajes.	Poco incentivo al transportista para Ahorrar combustible.

CASO PRÁCTICO: CÁLCULO DE COSTO POR KILÓMETRO (CPK)

ESTRUCTURA DE COSTO UNITARIO DE UN FURGÓN DE 10 TONELADAS

Un furgón de 10 Ton recorre en promedio 5,000 km/mes en operaciones de distribución regional:

1. Costos Fijos Mensuales:

- ✓ Sueldo de conductor + beneficios: $1,500 USD
- ✓ Cuota leasing del camión: $1,800 USD
- ✓ Seguros SOAT y rastreo GPS: $300 USD

$$CF_{km} = \frac{\$3,600\ USD}{5,000\ km} = \mathbf{\$0.72\ USD/km}$$

2.Costos Variables por Kilómetro:

- ✓ Diésel (10 km/galón a $4.50/gal): $0.45/km
- ✓ Neumáticos y lubricantes: $0.12/km
- ✓ Peajes promedio de ruta: $0.18/km

$$CV_{km} = 0.45 + 0.12 + 0.18 = \mathbf{\$0.75\ USD/km}$$

Costo Total por Kilómetro (CPK): $CPK = \$0.72 + \$0.75 = \mathbf{\$1.47\ USD/km}$. Un viaje de ida y vuelta de 400 km tiene un costo directo mínimo de **$588 USD**.

DECISIÓN ESTRATÉGICA: ¿FLOTA PROPIA O TERCEROS?

TRADE-OFFS FINANCIEROS Y OPERATIVOS (CHOPRA CAP. 14 Y 15)

FLOTA PROPIA (IN-HOUSE)

- **Control Operativo:** Control total de prioridades, imagen de marca en carrocería y capacitación de choferes.
- **Limitación:** Inmoviliza capital masivo (**CAPEX**), asume riesgo de mantenimiento y viajes vacíos en valles de baja demanda.

TRANSPORTE TERCERIZADO (3PL)

- **Flexibilidad Financiera:** Convierte costos fijos en costos variables (**OPEX**). Permite escalar flota en días pico.
- **Economía de Escala:** El 3PL agrega volúmenes de múltiples clientes logrando tarifas menores de combustible.
- **Riesgo:** Pérdida de visibilidad y dependencia operativa.

NIVELES DE OPERADORES LOGÍSTICOS (1PL A 5PL)

EVOLUCIÓN DEL GRADO DE INTEGRACIÓN Y ALCANCE

NIVEL	DEFINICIÓN Y ALCANCE	ENFOQUE	EJEMPLO PRÁCTICO
1PL	Autogestión total de logística.	Propiedad de camiones y bodegas.	Distribuidora local con choferes en planilla.
2PL	Subcontratación de capacidad física básica.	Porteador de flete o alquiler de espacio.	Contratación de un camión para un viaje puntual.
3PL	Tercerización de procesos integrados continuos.	Almacenamiento, preparación y flete.	Ransa, DHL Supply Chain, Dinet.
4PL	Integrador neutral no basado en activos (*Asset-Light*).	Orquestación tecnológica y gestión de 3PLs.	Torre de control logístico global de multinacional.
5PL	Gestión de redes masivas de e-commerce global.	Big Data, IA y automatización digital.	Ecosistemas tipo Amazon Logistics / Cainiao.

OPERADORES LOGÍSTICOS 3PL Y 4PL: MODELOS DE SERVICIO

DIFERENCIAS ESTRATÉGICAS Y ARQUITECTURA DE GESTIÓN (CHOPRA CAP. 15)

OPERADOR 3PL (EJECUCIÓN FÍSICA)

- **Basado en Activos (*Asset-Based*):** Es dueño de los almacenes, racks, montacargas y furgones.
- **Enfoque Operativo:** Maximizar la utilización de sus propios almacenes y rutas.
- **Esquema Comercial:** Cobro transaccional por bulto manipulado, palet almacenado y flete por kilómetro.

OPERADOR 4PL (INTEGRADOR DE CADENA)

- **Sin Activos Físicos (*Asset-Light*):** Provee el software, la inteligencia y la torre de control.
- **Neutralidad:** Selecciona y licita a los mejores transportistas 3PL para cada ruta sin sesgo de propiedad.
- **Esquema Comercial:** Tarifa de administración + bonos por ahorros compartidos (*Gain-Sharing*).

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE OPERADORES 3PL/4PL

FILTROS CRÍTICOS PARA LA LICITACIÓN LOGÍSTICA (CHOPRA CAP. 15)

1. CAPACIDAD TÉCNICA
Capilaridad geográfica de centros de distribución, antigüedad de flota (< 5 años) y certificaciones BASC e ISO 9001.

2. MADUREZ DIGITAL
WMS/TMS moderno con capacidad de conectividad mediante Webhooks, APIs y trazabilidad GPS abierta en tiempo real.

3. RESPALDO Y RIESGO
Pólizas de seguro de transporte contra todo riesgo y solidez de estados financieros auditados para soportar siniestros.

ACUERDOS DE NIVEL DE SERVICIO (SLA)

SERVICE LEVEL AGREEMENT EN TRANSPORTE Y ALMACÉN

El SLA es el anexo contractual legal que blinda la operación fijando las reglas objetivas de cumplimiento:

CLÁUSULAS ESENCIALES DEL SLA

- **Indicadores Clave y Metas:** Cumplimiento de entrega puntual $OTIF \geq 96\%$, exactitud de inventario $ERI \geq 99\%$.
- **Esquema Simétrico de Penalidades y Bonos:** Multas progresivas por retrasos imputables al 3PL y bonificaciones por sobrecumplimiento en picos de demanda.
- **Tiempos de Respuesta ante Reclamos:** Resolución de incidencias de mermas en menos de 48 horas.

Liquidación Mensual = Flete Base − Penalidades por Demoras + Bonificación por OTIF

AUDITORÍA Y CONTROL DE DESEMPEÑO DEL TRANSPORTE

FISCALIZACIÓN CONTINUA Y TORRE DE CONTROL LOGÍSTICA

AUDITORÍA ADMINISTRATIVA

- **Auditoría de Fletes (Freight Audit):** Validación cruzada del flete facturado contra la matriz de tarifas y peajes contratados, detectando sobrecostos.
- **Prueba de Entrega Digital (POD):** Conformidad de entrega con firma y foto digital para autorizar pagos.

AUDITORÍA OPERATIVA EN RUTA

- **Monitoreo Satelital GPS:** Verificación de paradas no autorizadas, excesos de velocidad y desvíos de ruta.
- **Revisiones de Negocio (QBR):** Comités mensuales de desempeño con el operador para ejecutar planes Kaizen.

TALLER PRÁCTICO 1: CUBICAJE Y SELECCIÓN DE FLOTA

ENUNCIADO Y RESOLUCIÓN NUMÉRICA PASO A PASO

Un CD debe despachar **500 cajas** de productos (40 × 30 × 30 cm, peso = 12 kg/caja) en palets americanos (120 × 100 cm). Factor volumétrico = 1 m^3 = 167 kg.

1. Estiba por Palet:

- **Base:** $\frac{120}{40} \times \frac{100}{30} = 3 \times 3 = 9$ cajas/capa.
- **Altura:** 4 capas por palet

Cajas/Palet = 9 × 4 = **36 cajas**

2. Palets Necesarios:

$N = \frac{50}{0\,36} = 13.88 \rightarrow$ **14 palets**

- 13 palets completos de 36 cajas y 1 palet parcial de 32 cajas.

3.Peso Facturable:

- Peso Real: 500 × 12 kg = **6, 000 kg**.
- Vol.: 500 × 0.036 m^3 = 18 m^3.
- P_{vol} = 18 × 167 = 3, 006 kg.

Se factura por Peso Real: 6,000 kg (6 Ton).

TALLER PRÁCTICO 2: RUTEO Y PROGRAMACIÓN VEHICULAR

PROGRAMACIÓN CON RESTRICCIÓN DE CAPACIDAD Y DISTANCIAS

Un centro de distribución debe abastecer a 3 clientes con pedidos de carga: **A:** 2.0 Ton **| B:** 1.5 Ton **| C:** 2.5 Ton. Capacidad máxima del camión = 5.0 Ton.

1. Diagnóstico de Capacidad:

Carga Total = 2.0 + 1.5 + 2.5 = **6.0 Ton** > 5.0 Ton

- **La carga excede el camión:** Exige obligatoriamente 2 viajes o 2 unidades.
- **Agrupación factible:** Camión 1 (Clientes A + B = 3.5 Ton) y Camión 2 (Cliente C = 2.5 Ton).

2.Planificación de Recorridos:

- **Ruta 1:** CD → A (10 km) → B (5 km) → CD (12 km) = **27 km**.
- **Ruta 2:** CD → C (15 km) → CD (15 km) = **30 km**.

Distancia Total Recorrida = 27 + 30 = **57 km**

Utilización de Flota: Camión 1 al 70% y Camión 2 al 50%.

CUADRO DE MANDO INTEGRADO DE TRANSPORTE Y ALMACÉN

BALANCED SCORECARD LOGÍSTICO COMPLETO

1. GESTIÓN DE ALMACÉN

- **Exactitud ERI:** ≥ 99% en Clase A.
- **Productividad Picking:** > 120 líneas/hora.
- **Ocupación de Racks:** 80% – 85%.

2. DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE

- **Nivel de Servicio OTIF:** ≥ 96%.
- **Costo Flete % Ventas:** 3% – 5%.
- **Utilización Vehicular:** ≥ 85%.

3. GESTIÓN 3PL / SLAS

- **Cumplimiento de SLA:** ≥ 98%.
- **Tasa de Entregas Fallidas:** < 2.5%.
- **Índice de Mermas en Flete:** < 0.15%.

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES DEL MÓDULO IV

RESUMEN DE COMPETENCIAS ESTRATÉGICAS Y OPERATIVAS ADQUIRIDAS

- **El Layout y Cross-Docking definen la velocidad:** Un diseño optimizado de flujo en "U" o "I" y muelles sincronizados reduce drásticamente el tiempo de ciclo.
- **La Última Milla exige tecnología:** La integración de WMS y TMS con ruteo dinámico es indispensable para viabilizar el comercio omnicanal.
- **El Cubicaje protege la rentabilidad:** Estibar correctamente y controlar la relación peso-volumen evita pagar sobrecostos por aire en el transporte.
- **Los contratos con SLAs alinean a los 3PLs:** Medir objetivamente el OTIF y aplicar esquemas simétricos de penalidades garantiza la excelencia del flete tercerizado.

¡Gracias!

Centro de
Especializaciones
Noeder

Conéctate con nuestra comunidad

© 2026 | CENTRO DE ESPECIALIZACIONES NOEDER | R.U.C. 20604924236 | Todos los derechos reservados