

LOGÍSTICA INTERMODAL

Alexander Eslava Sarmiento



Logística

LOGÍSTICA INTERMODAL

Alexander Eslava Sarmiento

edü[®]

Conocimiento a su alcance

BOGOTÁ - MÉXICO, D.F.

Eslava Sarmiento, Alexander

Logística intermodal / Alexander Eslava Sarmiento -- 1a. edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2021

472 p. ; 24 cm.

ISBN 978-958-792-290-5

e-ISBN 978-958-792-312-4

1. Logística 2. Intermodalismo 3. Logística inversa I. Tít.

658.8 cd 24 ed.

Área: Logística

Primera edición: Bogotá, Colombia, septiembre de 2021

ISBN. 978-958-792-290-5

© Alexander Eslava Sarmiento

© Ediciones de la U - Carrera 27 # 27-43 - Tel. (+57-1) 3203510 - 3203499

www.edicionesdelau.com - E-mail: editor@edicionesdelau.com

Bogotá, Colombia

Ediciones de la U es una empresa editorial que, con una visión moderna y estratégica de las tecnologías, desarrolla, promueve, distribuye y comercializa contenidos, herramientas de formación, libros técnicos y profesionales, e-books, e-learning o aprendizaje en línea, realizados por autores con amplia experiencia en las diferentes áreas profesionales e investigativas, para brindar a nuestros usuarios soluciones útiles y prácticas que contribuyan al dominio de sus campos de trabajo y a su mejor desempeño en un mundo global, cambiante y cada vez más competitivo.

Coordinación editorial: Adriana Gutiérrez M.

Carátula: Ediciones de la U

Impresión: DGP Editores SAS

Calle 63 No. 70 D - 34, Pbx. (571) 7217756

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro y otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

A
*Katherine Carrillo Herrera,
hermosa mujer,
hermosa mamá.*

Contenido

Prólogo.....	19
Introducción.....	21
Capítulo 1. Logística de transporte.....	23
1.1 Logística.....	25
1.2 Cadena de suministro.....	31
1.3 Costos.....	35
1.3.1 Caracterización del costo.....	43
1.4 Partes interesadas: « <i>stakeholders</i> ».....	46
1.4.1 Expedidores: « <i>shippers</i> ».....	46
1.4.2 Transportistas: « <i>carriers</i> ».....	47
1.4.3 Agentes de transportes de carga.....	47
1.4.4 Intermediarios.....	47
1.4.5 Asociaciones de embarcadores.....	48
1.4.6 Proveedores de Servicios Logísticos (PSL).....	48
1.4.7 Servicios logísticos tercerizados: « <i>Third Party Logistics (3PL); Fourth Party Logistics (4PL)</i> ».....	49
1.4.8 Transitario: « <i>freight forwarder</i> ».....	50
1.4.9 Consolidadores de carga.....	51
1.4.10 El contrato de transporte.....	51
1.4.11 Agente marítimo o consignatario.....	52
1.4.12 Armador.....	53
1.4.13 Fletador.....	53
1.4.14 Estibador.....	53
1.4.15 Cargador.....	53
1.4.16 Agencia de transportes.....	53
1.4.17 Operador de Transporte Multimodal (OTM).....	53
1.4.18 Agente de aduanas.....	54
1.5 Modos de transporte.....	54
1.5.1 Modo carretero.....	61
1.5.2 Modo marítimo.....	65
1.5.3 Modo ferroviario.....	71
1.5.4 Modo aéreo.....	83
1.5.5 Modo fluvial/lacustre.....	89
1.6 Aspectos logísticos a considerar.....	93

Capítulo 2. El contenedor marítimo.....	97
2.1 Evolución.....	100
2.2 Estructura.....	111
2.3 Identificación.....	118
2.3.1 Matrícula.....	118
2.3.2 Marcas operativas.....	119
2.3.3 Placa de Seguridad de los Contenedores (CSC).....	124
2.3.4 Placa de Transporte Bajo Sello Aduanero.....	128
2.3.5 Logotipo de la sociedad clasificadora.....	129
2.4 Ventajas-limitaciones.....	130
2.5 Tipología.....	140
2.5.1 Contenedor cerrado: «Dry Box».....	142
2.5.2 Contenedor gran cubicación: «High Cube».....	144
2.5.3 Contenedor «Pallet Wide Container».....	144
2.5.4 Contenedor ventilado: «Ventilated Container».....	145
2.5.5 Contenedor de techo abierto: «Open Top Container».....	147
2.5.6 Contenedor «Open Top» de media altura: «Half Height Container».....	149
2.5.7 Contenedor «Hard Top Container».....	149
2.5.8 Contenedor abierto por los costados: «Open Side Container».....	150
2.5.9 Contenedor plataforma: «Platform Container».....	150
2.5.10 Contenedor plataforma de laterales abiertos: «Flat Rack Container».....	152
2.5.11 Contenedor jaula: «Crate Container».....	154
2.5.12 Contenedor de automóviles: «Car Container».....	156
2.5.13 Contenedor plegable: «Foldable Container».....	156
2.5.14 Contenedor calorífico/calefactado: «Heated Container».....	157
2.5.15 Contenedor refrigerado/frigorífico: «Reefer/Refrigerated Container».....	158
2.5.16 Contenedor isoterma: «Insulated Container».....	160
2.5.17 Contenedor para graneles sólidos: «Dry Bulk Container».....	160
2.5.18 Contenedor tanque/isotank: «Tank Container».....	162
2.5.19 Contenedor «Flexi-Tank Container».....	163
2.5.20 Contenedor «TelliBox».....	164
2.5.21 Contenedor de alto aislamiento: «High-Insulated Container».....	165
2.5.22 Contenedor hipobárico intermodal: «Intermodal Hypo baric Container».....	166
2.5.23 Contenedor para suministro en alta mar: «Offshore Container».....	167
2.6 Buque portacontenedores.....	168
2.6.1 Infraestructura.....	171
2.6.2 Estiba.....	172
2.6.3 Bay Plan.....	176
2.7 Contenedorización.....	178
2.7.1 Organismos y convenios internacionales.....	186
2.8 Tecnología Blockchain.....	189

Capítulo 3. Intermodalismo	199
3.1 Ventajas-Limitaciones	207
3.2 Contenedorización	218
3.3 Modal-Intermodal	222
3.4 Instalaciones	229
3.4.1 Terminal portuario	230
3.4.2 Puerto hub	231
3.4.3 Terminal ferroviario	232
3.4.4 Terminal multimodal	232
3.4.5 Terminal portuario intermodal	233
3.4.6 Estación intermodal	236
3.4.7 Intercambiador modal	236
3.4.8 Puerto seco	237
3.4.9 Plataforma logística	238
3.4.10 Centro de transporte	238
3.4.11 Cadena de transporte	239
3.4.12 Centro de distribución	240
3.5. Movimiento de carga	244
3.5.1 Contenedor ISO intermodal, « <i>Containership; Intermodal Container</i> » ..	246
3.5.2 Caja móvil « <i>swap bodies</i> »	247
3.5.3 Semitráiler	247
3.5.4 Remolque sobre plataforma TOFC, « <i>piggyback</i> »	248
3.6 Costos	250
3.7 Elección del modo	259
3.7.1 Accesibilidad	264
3.7.2 Tiempo de tránsito y variabilidad	264
3.7.3 Fiabilidad	265
3.7.4 Seguridad y daños	266
3.7.5 Costos	267
3.8 Opciones de envío	273
3.8.1 Directos y personalizados	273
3.8.2 Consolidados	274
3.9 Riesgos	277
3.9.1 Pérdidas	279
3.9.2 Daños	280
3.9.3 Contaminación	281
3.9.4 Retrasos	283
3.9.5 Interrupciones	285
3.9.6 Inseguridad	287

[illegible]

Capítulo 5. Logística inversa del contenedor marítimo	359
5.1 Terminal Portuario de Contenedores (TPC)	360
5.1.1 Características del TPC	361
5.1.2 Funciones básicas del TPC	362
5.1.3 Subsistemas del TPC	364
5.1.4 Operaciones del TPC	366
5.1.5 Clasificación y movimientos del contenedor	368
5.2 Adquisición del contenedor	372
5.2.1 Arrendatarios, «Leasing»	374
5.2.2 Costos	377
5.2.3 Mitigando el «imbalance»	377
5.3 Logística del contenedor marítimo	381
5.3.1 Partes interesadas, «stakeholders»	385
5.3.2 Logística directa	390
5.3.3 Logística inversa	398
Referencias bibliográficas	437

ANEXOS



En el **código QR** podrá acceder a los anexos relacionados a continuación.

- Anexo I. Características técnicas contenedores intermodales
- Anexo II. Optimización del pallet
- Anexo III. Configuración de la carga
- Anexo IV. Factores de estiba
- Anexo V. Estiba, trincaje y sujeción de la carga en el contenedor marítimo
- Anexo VI. Estiba, trincaje y sujeción de contenedores en barcas
- Anexo VII. Contaminación fitosanitaria de contenedores
- Anexo VIII. Precintado de contenedores
- Anexo IX. Clasificación del contenedor marítimo
- Anexo X. Flujo documental del contenedor marítimo
- Anexo XI. Buenas prácticas Cargue/Descargue
- Anexo XII. Indicadores de gestión terminal portuario de contenedores
- Anexo XIII. Entendiendo la cadena de suministro

Índice de figuras

Figura 1.1. Costo de transporte alcanzado con sistema eficiente e ineficiente de transporte.	36
Figura 1.2. Relación generalizada entre la distancia y el costo del transporte.	40
Figura 1.3. Relación generalizada entre el peso del embarque y el costo por tonelada transportada.	40
Figura 1.4. Relación generalizada entre la densidad del embarque y el costo por tonelada transportada.	41
Figura 1.5. Relación coexistente entre los diferentes modos de transporte.	57
Figura 1.6. Patrones de transporte y costos totales.	58
Figura 1.7. Principales variables que afectan la tarifa del flete.	59
Figura 1.8. Modo de transporte carretero.	61
Figura 1.9. Modo de transporte marítimo.	65
Figura 1.10. Modo de transporte ferroviario.	72
Figura 1.11. Vagón clase R (Rmmps).	79
Figura 1.12. Modo de transporte aéreo.	84
Figura 1.13. Modo de transporte fluvial/lacustre.	90
Figura 2.1. Contenedor CONEX.	101
Figura 2.2. Primera edición del Der Behälter, de la Oficina Internacional de Contenedores, París.	102
Figura 2.3. Malcom Purcell McLean, camionero de Carolina del Norte, es reconocido universalmente como el individuo que contenedorizó el comercio global.	104
Figura 2.4. Cargue de contenedores en la cubierta del Ideal X.	106
Figura 2.5. Embarque de contenedores en el Hawaiian Merchant.	107
Figura 2.6. Cantoneras, «corner castings», para el trincaje de los contenedores intermodales.	113
Figura 2.7. Partes principales de un contenedor intermodal estándar.	114
Figura 2.8. Adhesivo Corten Steel - mantenimiento.	115
Figura 2.9. Matrícula o número de identificación del contenedor marítimo.	119
Figura 2.10. Panel de pesos máximos autorizados, tara y volumen.	120
Figura 2.11. Contenedor [i/c] (izquierda) apto tanto para los modos ferroviario-marítimo-carretero. Contenedor [i/t] (derecha) apto únicamente para los modos de transporte terrestre (ferroviario-carretero).	121
Figura 2.12. Placas-etiquetas identificación mercancía peligrosa transportada.	122
Figura 2.13. Placas-etiquetas desechadas de manera inadecuada del contenedor marítimo.	122
Figura 2.14. Placa de aprobación de seguridad o de resistencia estructural.	125
Figura 2.15. Calcomanía de reinspección del Convenio CSC.	127
Figura 2.16. Placa CCC para el transporte bajo precinto aduanero.	128
Figura 2.17. Placa única de Acuerdos y Convenios CSC-CCC.	129
Figura 2.18. Logotipos sociedades de clasificación.	130
Figura 2.19. Contenedor de uso general 40' Dry Box.	143

Figura 2.20. Contenedor gran cubicación (9'6") High Cube y contenedor cerrado (8'6").....	144
Figura 2.21. Contenedor High Cube Pallet Wide, 45' PW.....	145
Figura 2.22. Pequeños respiraderos contenedor ISO estándar.....	146
Figura 2.23. Contenedor ventilado con aberturas en el raíl superior, vista exterior e interior.....	146
Figura 2.24. Contenedor 40' ventilado con piso perforado.....	147
Figura 2.25. Contenedor 40' de techo abierto «Open Top».....	148
Figura 2.26. Contenedor 40' de techo abierto de media altura «Half Height».....	149
Figura 2.27. Contenedor 40' «Hard Top».....	150
Figura 2.28. Contenedor 20' abierto por los costados «Open Side».....	151
Figura 2.29. Contenedor plataforma 20' «Platform Container».....	151
Figura 2.30. Contenedor 20' «Flat Rack».....	153
Figura 2.31. Contenedor plataforma 40' «Super Flat Rack».....	153
Figura 2.32. Contenedor 20' «Flat Rack» plegado convertible a «Platform».....	154
Figura 2.33. Contenedor jaula 20'.....	155
Figura 2.34. Contenedor 40' jaula media altura.....	155
Figura 2.35. Contenedores 40' de automóviles «Car Container».....	156
Figura 2.36. Contenedores plegable «Foldable» 40'.....	157
Figura 2.37. Contenedores calorífico «Heate container» 20'.....	158
Figura 2.38. Contenedor HC «Reefer» 40'; contenedor 20' «Reefer».....	158
Figura 2.39. Generador de corriente eléctrica en patio de contenedores «Reefers».....	159
Figura 2.40. Contenedor isoterma 40'.....	161
Figura 2.41. Cargue de contenedor granelero «Dry Bulk» 20'.....	161
Figura 2.42. Descargue de contenedor granelero «Dry Bulk» 20'.....	162
Figura 2.43. Contenedor cisterna «Tank» 20'.....	163
Figura 2.44. Contenedor 20' «Flexi-Tank».....	164
Figura 2.45. Contenedor «MegaSwapBox».....	165
Figura 2.46. Contenedor «High-Insulated Container».....	166
Figura 2.47. Contenedor hipobárico intermodal.....	167
Figura 2.48. Contenedor «Offshore Reefer Container» de 10'; contenedor «Offshore Tank Container» de 10'.....	168
Figura 2.49. Container ship efficiency.....	169
Figura 2.50. Ubicación del contenedor de 20' (A) y contenedor de 40' (B) en un buque portacontenedores.....	175
Figura 2.51. Posición del contenedor de 20' (A) —vista de proa— y 40' (B) —vista de popa— en un buque portacontenedores.....	176
Figura 2.52. Explosión en el portacontenedores Fortune, en el golfo de Adén, océano Índico.....	186
Figura 2.53. Representación gráfica tecnología Blockchain en el transporte marítimo.....	189
Figura 3.1. Sistema de maniobrabilidad de cajas móviles.....	203
Figura 3.2. Caja móvil clase B (30').....	204
Figura 3.3. Caja móvil clase C (C745 apilable).....	205
Figura 3.4. Transporte intermodal de mercancías.....	220
Figura 3.5. Elementos básicos del transporte intermodal.....	222

Figura 3.6. Cadena típica de transporte intermodal de mercancías«puerta a puerta», sin fraccionamiento de la carga.	227
Figura 3.7. Red de transporte intermodal de mercancías.	227
Figura 3.8. Transferencia de carga marítimo-carretero.	241
Figura 3.10. Transferencia de carga modos carretero-aéreo.....	247
Figura 3.11. Tren refrigerado que une Valencia con el puerto de Róterdam a través del Corredor Mediterráneo.....	248
Figura 3.12. Costos en una red de transporte intermodal de mercancías.	252
Figura 3.13. Estructuración de precios, costos y cargos en el transporte intermodal de mercancías.	258
Figura 3.14. Costos de transferencia modal en el transporte intermodal de mercancías.....	259
Figura 3.15. Modos de transporte y su relación con la carga, distancia y velocidad.	260
Figura 3.16. Costos de transporte de envíos unitarios según el modo de transporte.	268
Figura 3.17. Costos logísticos de transbordo de carga por modo de transporte....	269
Figura 3.18. Red de consolidación «hub-and-spoke».....	275
Figura 3.19. Explosión en el portacontenedores FORTUNE, en el golfo de Adén, océano Índico.	280
Figura 3.20. Tensiones mecánicas y dinámicas resultantes en contenedores ISO intermodales.	281
Figura 3.21. Contenedores ISO intermodales contaminados fitosanitariamente. ..	282
Figura 3.22. Buque portacontenedores bajo tormenta en Tauranga, Nueva Zelanda. 830 contenedores se pierden en el mar.	284
Figura 3.23. Mega-portacontenedores EVERGIVEN, de 400 metros de eslora, con 18.300 contenedores a bordo, encallado en el kilómetro 151 del canal de Suez.	286
Figura 3.24. Migración humana involuntaria movilizada en contenedores ISO intermodales.....	288
Figura 4.1. La UTI y técnicas de cargue/descargue en la logística intermodal de mercancías.....	292
Figura 4.2. Flujo de información y de carga —UTI— entre el terminal de origen y el terminal de destino.	293
Figura 4.3. Seguimiento activo digital a la UTI en tránsito por los modos de transporte.	295
Figura 4.4. VERA, camión eléctrico, autónomo y sin cabina.....	296
Figura 4.5. Componentes del transporte intermodal de mercancías (carretero-marítimo).	300
Figura 4.6. Componentes del transporte intermodal de mercancías (carretero-marítimo-ferroviario/fluvial/lacustre/aéreo).	301
Figura 4.7. «Spreaders».....	309
Figura 4.8. Grúa «Rubber Tyred Gantry Cranes» (RTG).	310
Figura 4.9. «Rail Mounted Gantry Cranes» (RMG).	310
Figura 4.10. Carretilla apiladora de alcance «Reach Stackers».....	312
Figura 4.11. Carretilla apiladora de alcance «Straddle Carrier».....	313
Figura 4.12. Vehículo autónomo «Automated Guided Vehicle».....	314
Figura 4.13. Evolución espacial y operativa de la cadena de suministro.....	319

Figura 4.14. Alternativas para el transporte de origen a destino (O-D) en una red intermodal de 10 nodos.....	320
Figura 4.15. «Shuttle Train».....	329
Figura 4.16. Sistema «hub-and-spoke».....	330
Figura 4.17. Interfaces de un terminal portuario de contenedores (TPC).....	334
Figura 4.18. Relaciones de costo/desempeño, modos de transporte de mercancías a nivel interior.....	344
Figura 4.19. Costos y tiempos de tránsito por modalidad.....	345
Figura 4.20. Evolución del stock en las instalaciones del receptor.....	347
Figura 4.21. Compensación entre costos de almacenamiento y transporte.....	349
Figura 4.22. Distancia y costo del transporte intermodal carretero-ferroviario-carretero.....	351
Figura 4.23. Distancia y costo del transporte intermodal carretero-marítimo-ferroviario-carretero.....	352
Figura 4.24. Costos de transporte de envíos unitarios según el modo de transporte.....	353
Figura 4.26. Costos de envíos unitarios por modo de transporte (marítimo-carretero-ferroviario) en el trayecto Quito, Ecuador - Santiago, Chile.....	358
Figura 5.1. Disposición e instalaciones de un terminal portuario de contenedores.....	364
Figura 5.2. Interfaces de un terminal marítimo de contenedores.....	365
Figura 5.3. Ciclo adverso en la reserva de contenedores vacíos.....	376
Figura 5.4. Proceso de plegado del contenedor Six-in-One.....	379
Figura 5.5. Proceso de plegado del contenedor Six-in-One.....	380
Figura 5.6. Logística del transporte marítimo de contenedores.....	382
Figura 5.7. Actividades básicas de un depósito de contenedores.....	385
Figura 5.8. Logística del contenedor marítimo; intermodalidad marítimo-terrestre.....	394
Figura 5.9. Operaciones terrestres de la cadena logística de contenedores FCL-LCL.....	398
Figura 5.10. Flujo logístico de contenedores marítimos a través de continentes y océanos.....	405
Figura 5.11. Flujo logístico básico del contenedor marítimo.....	407
Figura 5.12. Flujo logístico del contenedor marítimo: «match back».....	408
Figura 5.13. Flujo logístico del contenedor marítimo: triangulación.....	409
Figura 5.14. Flujo logístico del contenedor marítimo: recepción y entrega de contenedores marítimos vacíos (V).....	410
Figura 5.15. Flujo logístico del contenedor marítimo: «match back con el apoyo de depósito vacíos (V)».....	410
Figura 5.16. Flujo logístico de un contenedor marítimo de exportación consolidado en las instalaciones del cargador.....	412
Figura 5.17. Flujo logístico de un contenedor marítimo de exportación consolidado en el terminal ferroviario.....	413
Figura 5.18. Flujo logístico de desconsolidado de un contenedor marítimo de importación en las instalaciones del cargador.....	414
Figura 5.19. Flujo logístico de desconsolidado de un contenedor marítimo de importación en el terminal ferroviario.....	415

Figura 5.20. Flujo logístico de contenedores marítimos llenos (LL) y vacíos (V).....	416
Figura 5.21. Flujos de movimiento y reposicionamiento de los contenedores marítimos.	420
Figura 5.22. Estrategias de reposicionamiento.	422
Figura 5.23. Reposicionado de contenedores vacíos (V).	423
Figura 5.24. Reposicionado de contenedores vacíos (V) con el uso intermedio del depósito de contenedores.	424
Figura 5.25. Flujo logístico del contenedor marítimo: match back.	425
Figura 5.26. Match back con el uso intermedio del depósito de contenedores.	426
Figura 5.27. Esquema de triangulación.	427
Figura 5.28. Flujos de contenedores de importación y exportación.	433
Figura 5.29. Usos del contenedor durante su vida útil.	434
Figura 5.30. Mega-carrier HMM ALGECIRAS, 24.000 TEU.	436

Figuras en Anexos (Código QR)

Figura 1. Anexo II. Estiba óptima del pallet (1.200 mm x 1.000 mm).
Figura 1. Anexo III. Estiba óptima isopallet/pallet americano/pallet universal (1.200 mm x 1.000 mm) en diferentes tipos de contenedores.
Figura 2. Anexo III. Estiba óptima isopallet/pallet americano/pallet universal (1.200 mm x 1.000 mm) en diferentes tipos de contenedores.
Figura 3. Anexo III. Estiba óptima europallet (1.200 mm x 800 mm) en diferentes tipos de contenedores.
Figura 4. Anexo III. Estiba óptima europallet (1.200 mm x 800 mm) en diferentes tipos de contenedores.
Figura 1. Anexo V. Aceleraciones en el contenedor marítimo intermodal de acuerdo con el modo de transporte.
Figura 2. Anexo V. Fuerzas experimentadas por el contenedor marítimo intermodal acorde al modo de transporte.
Figura 3. Anexo V. Centro de gravedad longitudinal y transversal de la carga y centros geométricos del contenedor.
Figura 4. Anexo V. Trincaje y sujeción de la carga con eslinga o cinturones de nylon.
Figura 5. Anexo V. Adecuado trincaje y sujeción de la carga con bolsas de aire.
Figura 6. Anexo V. Inadecuado trincaje y sujeción de la carga con bolsas de aire.
Figura 7. Anexo V. Técnica de apuntalamiento.
Figura 8. Anexo V. Apuntalamiento de la carga con listones de madera.
Figura 9. Anexo V. Técnica de estiba amarre por rozamiento o amarre superior.
Figura 10. Anexo V. Técnica bloqueo.
Figura 11. Anexo V. Técnica amarre directo inclinado/diagonal.
Figura 12. Anexo V. Técnica amarre efecto muelle o amarre por resorte.
Figura 13. Anexo V. Falla estructural —compresión— contenedor refrigerado.
Figura 14. Anexo V. Falla estructural —compresión— contenedor Dry Box.
Figura 15. Anexo V. Inadecuadas prácticas de mantenimiento y maniobrabilidad de contenedores e inadecuadas prácticas de estiba, trincaje y sujeción de la carga.
Figura 16. Anexo V. Inadecuadas prácticas de mantenimiento y maniobrabilidad de contenedores e inadecuadas prácticas de estiba, trincaje y sujeción de la carga.

- Figura 17. Anexo V. Inadecuadas prácticas de mantenimiento y maniobrabilidad de contenedores e inadecuadas prácticas de estiba, trincaje y sujeción de la carga.
- Figura 18. Anexo V. Malas prácticas de estiba de contenedores, modo marítimo.
- Figura 19. Anexo V. Malas prácticas de estiba de contenedores, modo carretero.
- Figura 20. Anexo V. Proceso de contenedorización de mercancías.
- Figura 1. Anexo VI. Contenedores intermodales estibados en barcaza.
- Figura 2. Anexo VI. Colapso de contenedores intermodales durante su desplazamiento en barcaza.
- Figura 3. Anexo VI. Colapso de contenedores intermodales por un inadecuado plan de trincaje y sujeción.
- Figura 1. Anexo VII. Contenedores en áreas libres con riesgo de contaminación fitosanitaria por la vegetación, el suelo y aguas estacionarias.
- Figura 2. Anexo VII. Export inspection of empty containers.
- Figura 1. Anexo IX. Contenedor GRADO F.
- Figura 2. Anexo IX. Contenedor GRADO A.
- Figura 3. Anexo IX. Contenedor GRADO A-.
- Figura 4. Anexo IX. Contenedor GRADO B+.
- Figura 5. Anexo IX. Contenedor GRADO B.
- Figura 6. Anexo IX. Contenedor GRADO B-.
- Figura 7. Anexo IX. Contenedor GRADO C.
- Figura 8. Anexo IX. Contenedor GRADO D.
- Figura 9. Anexo IX. Contenedor Reefers GRADO D.
- Figura 1. Anexo XI. Fuente: © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®
- Figura 2. Anexo XI. Fuente: © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®
- Figura 3. Anexo XI. Fuente: © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®
- Figura 4. Anexo XI. Fuente: © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®
- Figura 5. Anexo XI. Fuente: © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®
- Figura 6. Anexo XI. Fuente: © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®
- Figura 7. Anexo XI. Limpieza del contenedor.
- Figura 8. Anexo XI. Presencia de humedad al interior del contenedor.
- Figura 9. Anexo XI. Inspección del piso del contenedor.
- Figura 10. Anexo XI. Inspección estructural exterior del contenedor.
- Figura 1. Anexo XIII. Fuente: el auto; © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®
- Figura 2. Anexo XIII. Fuente: el auto; © vectorstock; © dreamstime; Google © SMTM®

Índice de tablas

Tabla 1.1. Estadísticas de rendimiento por modo de transporte.	58
Tabla 1.2. Clasificación relativa de los modos de transporte.	59
Tabla 2.1. Distancia entre puertos marítimos.	186
Tabla 3.1. Dimensiones exteriores y masas brutas de algunos tipos de cajas móviles según normas EN.	206
Tabla 3.2. Atributos por modo de transporte.	263
Tabla 3.4. Clasificación del desempeño de los modos de transporte.	269

Tabla 3.5. Matriz de elección modal.	274
Tabla 3.6. Clasificación relativa de los modos de transporte.	275
Tabla 4.1. Costos y características operativas de los diferentes modos de transporte de mercancías.	348
Tabla 4.2. Características de costos promedio por modo de transporte.	354
Tabla 4.3. Datos específicos de envío por modo de transporte.	356
Tabla 4.4. Evaluación de las opciones de transporte para la empresa Alfa SAS.	357
Tabla 4.5. Datos específicos de envío por modo de transporte.	358
Tabla 5.1. Diferentes combinaciones despacho-recepción embarques FCL, LCL.	373
Tabla 5.2. Características contratos tipo de alquiler de contenedores.	375

Tablas en Anexos (Código QR)

Tabla 1. Anexo I. Longitudes-peso bruto contenedores ISO Intermodales.
Tabla 2. Anexo I. Altura-longitud nominal contenedores refrigerados —aislados— ISO.
Tabla 3. Anexo I. Dimensiones mínimas interiores de los contenedores marítimos según las normas ISO 668 (contenedores secos) e ISO 1496-2 (contenedores frigoríficos).
Tabla 4. Anexo I. Clasificación térmica contenedores ISO Intermodales.
Tabla 5. Anexo I. Características físicas contenedores de propósito general.
Tabla 6. Anexo I. Características físicas contenedores secos y refrigerados ISO inter- modales.
Tabla 7. Anexo I. Características físicas contenedores refrigerados ISO intermodales.
Tabla 8. Anexo I. Masas brutas máximas autorizadas, taras aproximadas, cargas útiles máximas autorizadas aproximadas de los contenedores de uso más frecuente.
Tabla 9. Anexo I. Número de isopallets y de europallets que pueden ser estibados en diferentes tipos de contenedores.
Tabla 10. Anexo I. Especificaciones precintos de seguridad.
Tabla 11. Anexo I. Especificaciones de seguridad precintos de contenedores ISO/PAS 17712.
Tabla 12. Anexo I. Principales Normas ISO sobre contenedores.
Tabla 13. Anexo I. Tipos de contenedor según la forma de presentación de la mercan- cía. Norma 150-6346.
Tabla 1. Anexo IV. Factores de estiba.
Tabla 1. Anexo V. Carga lineal recomendada para la distribución uniforme de la carga en contenedor.
Tabla 2. Anexo V. Limitaciones uso del montacargas dentro del contenedor.
Tabla 3. Anexo V. Cantidad y resistencia de anillos de trincaje.

Prólogo

La logística intermodal tiene hoy más que nunca una importancia estratégica para la competitividad global. Durante las últimas décadas, los avances logísticos, así como la descentralización geográfica de los procesos industriales, permitieron a pequeñas y grandes empresas regionales ser parte de las cadenas de valor globales. De hecho, gran parte de las aglomeraciones industriales en América Latina es el resultado de un modelo de manufactura globalizado.

Sin embargo, es claro que la región no ha alcanzado todo su potencial. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha estimado que los costos de logística en América Latina y el Caribe pueden ser de entre un 50 % y un 100 % más altos que en los países que forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Una visible consecuencia es que la mayoría de las empresas latinoamericanas orientadas a la exportación entrega productos a un número limitado de mercados, lo que las hace dependientes comercialmente.

Además, las mayores exigencias del consumidor final y el incremento de las interrupciones a las cadenas de suministro, ya sea debido a desastres naturales, pandemias o incidentes causados por el ser humano, están generando una creciente incertidumbre logística. De este modo, el interés de las empresas por diversificar sus mercados las ha empujado a enfrentarse a tiempos de tránsito más largos y a lidiar con procedimientos administrativos que han reducido la confiabilidad de su logística. Ante ello, hoy en día se requiere un mejor y más profundo conocimiento logístico para mantenerse competitivo.

Pero, aunque esto parezca un reto contemporáneo, al menos desde 1844, el ingeniero francés Jules Dupuit dejó publicado, con argumentos cuantitativos, las ventajas que se podrían alcanzar al evaluar la relación transporte e inventarios utilizando un modo de transporte u otro, o bien, la combinación de varios de ellos. Es decir, el potencial de la logística intermodal. Si bien los retos logísticos actuales son cada vez más complejos y una gran cantidad de información para enfrentarlos se encuentra disponible, es necesario contar con buenos elementos de referencia que, como una carta náutica, nos guíen en esta compleja nueva etapa de una globalización más «regionalizada».

Es así que, en los últimos años, un gran número de publicaciones en forma de libros, artículos científicos o boletines con relación a la logística intermodal se han publicado. Sin embargo, siendo muchos de estos documentos demasiado técnicos y otros demasiado generales, resultan tanto poco útiles como manuales para enfrentar los retos actuales, así como poco aptos para ser usados como libros de texto en la formación de las personas que guiarán a la logística del mañana.

En mi opinión, el presente libro es una notable contribución al análisis, práctica y enseñanza de la logística intermodal. Se trata de una importante obra que cubre ampliamente los diferentes tópicos que son un reto actual, tanto para tomadores de decisiones como para estudiantes y académicos. Escrito por un especialista con un sólido bagaje técnico y experiencia práctica, el autor expone los diferentes temas con la adecuada profundidad, siempre interesado en proveer de ejemplos y casos que permitan al lector la adecuada comprensión. En consecuencia, no solo es un excelente libro de apoyo para aquellos profesionales interesados en incrementar su conocimiento logístico, sino también para aquellos interesados en desarrollar sus capacidades para diseñar soluciones innovadoras. Más aún, este libro es un soporte académico ideal para el profesor interesado en preparar a sus estudiantes al más alto nivel en esta apasionante y compleja área.

En conclusión, esta obra es el sobresaliente resultado de la acertada combinación del conocimiento y la experiencia, con la inteligencia del autor para compartir todo ello con el lector. Sin lugar a dudas, favorece la construcción de la inteligencia colectiva en logística, que en la actualidad es necesaria para enfrentar los retos presentes y futuros.

Ing. Miguel Gastón Cedillo Campos

Laboratorio Nacional en Sistemas de Transporte y Logística. Instituto Mexicano del Transporte

Founder Member & First Chairman. Mexican Logistics & Supply Chain Association

Scientific Chairman. International Congress on Logistics & Supply Chain

<https://gastoncedillo.com/>

Introducción

Los crecientes y cada vez mayores flujos de carga son el componente fundamental de los cambios a escala global, regional y local en el sistema económico contemporáneo. La consideración de estos cambios debe hacerse no solo dentro de una perspectiva cuantitativa, sino estructural y operativa, ya que la globalización tiene gran impacto en el intercambio de bienes, en la economía de servicios, implicando la expansión espacial de la economía con su intrincada red de circulación de mercancías, cargas y servicios.

El transporte intermodal de mercancías es el transporte de cargas unificadas mediante el empleo coordinado de más de un modo de transporte sin la rotura de la carga, es el indicador de la calidad del nivel de integración entre distintos modos de transporte; es el desplazamiento de mercancías en una misma unidad o vehículo usando sucesivamente dos o más modos de transporte sin manipular la mercancía en los intercambios de modo. El contenedor marítimo es la Unidad de Transporte de Carga (UTC) por excelencia del transporte intermodal. Sus características técnicas lo hacen apto para el transporte por carretera, ferroviario, marítimo, fluvial y lacustre, hecho que lo convierte en la UTC más empleada a nivel global.

A mayor intermodalidad, mayor integración, colaboración y complementariedad entre modos, lo que permite utilizar de manera más eficaz la cadena de transporte. La base económica de la intermodalidad es que modos de transporte que poseen individualmente características intrínsecas favorables desde el punto de vista económico y de funcionamiento pueden integrarse en una cadena de transporte «puerta a puerta», esto, con el objeto de mejorar la eficacia general de la cadena logística de transporte. Por tanto, es necesario que la integración entre modos se realice a nivel de infraestructura y demás componentes físicos —unidades de carga, vehículos, telecomunicaciones— y servicios, así como de disposiciones reglamentarias.

Esto implica una excelente coordinación en el flujo y la logística de contenedores marítimos, lo que requiere de eficientes transferencias y conexiones o interfases entre los diversos modos de transporte, y lo que hace que estos enlaces o articulaciones sean casi perfectos es el uso de técnicas donde no es necesario descargar y recargar la mercancía del contenedor, es decir, sin fragmentar la carga y/o reco-

brar el flete. De hecho, en el transporte de carga a nivel global, hoy día el término «intermodal» generalmente se refiere al uso del contenedor, o al transporte de contenedores en tránsito por los medios de transporte: tierra, mar, aire. El intermodalismo fomenta un enfoque más equilibrado que maximiza el uso eficiente de la infraestructura disponible por donde transita la mercancía contenedorizada; el contenedor marítimo es el ejemplo más elemental del enfoque intermodal en el transporte global de mercancías.

El término «intermodal» fue mencionado por primera vez en el *Cise Oxford English Dictionary of 1980*, refiriéndose a una estrategia por la cual el transporte general (de una carga) se realiza en su totalidad a través de múltiples modos de transporte de manera eficaz realizando enlaces entre los diferentes modos como en los modos mismos. Esto a menudo implica atención especial hacia los puntos de interfaz donde la carga se desplaza de un modo a otro modo de transporte. El transporte intermodal de mercancías es una forma de integración de los modos de transporte con el objeto de que se articulen y funcionen «unificadamente», cooperando y colaborando en lugar de competir. La estrategia intermodal se enfoca no en mejorar los modos individuales, sino en la mejora del sistema global.

Por tanto, la intermodalidad denota el grado de integración de los diversos modos de transporte. La tendencia actual del transporte se orienta hacia la complementariedad entre modos, de manera que se formen cadenas logísticas de transporte más y más competitivas. La competencia entre modos de transporte está siendo sustituida por la competencia entre cadenas de transporte intermodal. El transporte intermodal de mercancías se basa ante todo en una mayor cooperación entre todos los modos de transporte, siendo una estrategia clave para la mejora de costos en la cadena global de suministro e influyendo en el precio final de las mercancías en los mercados de destino.

Alexander Eslava Sarmiento

alxeslavas@gmail.com

Capítulo 1

Logística de transporte

Bajo cualquier punto de vista, económico, político y militar, el transporte es, incuestionablemente, la industria más importante del mundo».

-Congreso de los Estados Unidos de América-

El 19 de septiembre de 2014, Apple lanzó las últimas versiones de sus populares teléfonos inteligentes, iPhone 6 y iPhone 6 Plus. En el momento del lanzamiento del producto, se esperaba que 60 millones de estos dispositivos fueran enviados, a finales de año, desde sitios de ensamblaje en ciudades chinas, incluyendo Shenzhen y Zhengzhou, a clientes en 115 países. Casi todos estos envíos se realizaron por vía aérea; de haberlo hecho por vía marítima hubiera sido más económico. Sabido es que un buque portacontenedores puede transportar más de 180 millones de iPhone, tantas veces como sea necesario para satisfacer la demanda durante los primeros cuatro meses de ventas.

De acuerdo con los precios actuales del combustible, el cálculo del costo de enviar los iPhone a Europa es aproximadamente 1,2 centavos por dispositivo. El tiempo de envío de Shanghái a Róterdam sería de 25 días. Al añadir otros cinco días para la aduana, despachar y transportar el envío a una ciudad del interior, como París o Frankfurt, el tiempo total de tránsito sería de 30 días. Por otro lado, un Boeing 777-F puede transportar alrededor de 450.000 iPhone en un solo viaje. El costo de transportar en un 777-F un iPhone a Europa equivale a unos 54 centavos por dispositivo; el tiempo de tránsito es de aproximadamente 15 horas por vía aérea. Entonces, las preguntas obvias son: ¿por qué Apple paga 50 veces el precio del transporte marítimo? ¿Enviar los iPhone por vía aérea solo para ahorrar 30 días de tiempo de tránsito? ¿Estas empresas reconocen el valor temporal del dinero, la velocidad de entrega es importante para lograr altos niveles de servicio al cliente y minimizar los costos de inventario?

El desarrollo de una economía de mercado o economía de intercambio, en la que los bienes son transferidos desde los puntos de producción a los puntos de

consumo, depende en gran medida de la capacidad de mover mercancías, es decir, de la disponibilidad y gestión de la logística de transporte. La demanda de transporte de bienes surge del hecho de que los bienes típicamente no se producen y consumen en el mismo lugar. Aunque la esencia del transporte, ingresar mercancías de una ubicación a otra, parece ser trivial, identificar la mejor manera hacerlo, entre muchas opciones posibles, no lo es. El transporte de bienes, mercancías o productos es la actividad económica más importante entre los componentes de la logística empresarial.

Un sistema de transporte comprende las mercancías transportadas (objeto de transporte), los medios de transporte utilizados (modo de transporte, rutas) y los procesos de transporte como una secuencia organizada de transporte (cadena de transporte) y el proceso de prestación de servicios se traduce en servicios de transporte; los servicios de transporte provocan movimientos de bienes, mercancías o productos. Por tanto, el transporte no es una función económica que se distinga de las demás. Es un rol conectivo entre varios procesos que resultan en la conversión de recursos en utilidades o bienes, en nombre del consumidor final. Es la planificación de todas estas funciones y subunidades en un sistema de movimiento de mercancías con el fin de minimizar el costo y maximizar el servicio para los clientes es lo que constituye el concepto de logística de transporte.

La responsabilidad de la logística del transporte no siempre reside en un mismo actor, ya que un solo actor puede tener múltiples roles dentro de una cadena de suministro. Normalmente, la logística de transporte, resultante de una demanda de bienes, comienza con la recepción de un pedido que realiza un remitente. Basado en los pedidos recibidos, el remitente busca transportar las mercancías a uno o más receptores. El remitente puede retener el control del proceso en sí, transportar mercancías con sus propios recursos o contratar uno o más transportistas para el transporte de estas. Sin embargo, como el consignante puede carecer de logística, la experiencia para organizar la logística del transporte de manera eficiente puede decidir externalizar el envío a un Proveedor de Servicios Logísticos (PSL); un «PSL» podría ser un proveedor en sí mismo, conocido como «3PL» o «4PL».

Sabido es que el transportar grandes volúmenes da como resultado costos relativamente más bajos debido a la economía de escala, lo que permite identificar mejores oportunidades de consolidación (agrupación de bienes) y utilizar los recursos del transporte de manera más eficiente. Lo anterior se consigue por medio de los dos principios fundamentales que orientan las operaciones y la gestión logística del transporte: «la economía de escala y la economía de distancia». La «economía de escala» se obtiene con la disminución del costo de transporte por unidad de peso con cargas mayores, por ejemplo, cargas en un camión que utilizan toda la capacidad del vehículo tienen un costo más bajo por kilogramo que otro con cargas pequeñas que utilizan una parte limitada de la capacidad de este.

Aunque varias partes, eslabones de la cadena, pueden ser responsables de la gestión logística de transporte, todos comparten el mismo objetivo común: reducir los costos del transporte cumpliendo con las normativas y satisfaciendo los niveles de servicio y expectativas requeridas por el cliente.

1.1 Logística

Los términos logística, cadena de suministro y transporte intermodal tienen significados precisos, pero, en la actualidad, continúan causando cierta confusión. Varias definiciones han sido presentadas en el pasado que difieren considerablemente no solo porque su significado tiende a cambiar dependiendo de la industria en la que se aplican, o incluso evolucionan con el tiempo, o debido a la superposición de los elementos que envuelve.

A continuación, se presentan las diferencias existentes entre estos términos, no con el propósito de llegar a otro conjunto de definiciones, por el contrario, con el objeto de reducir cualquier elemento de confusión:

Las raíces etimológicas e históricas del término «logística» se buscan a menudo en la palabra griega «λόγος», logos, que significa «razón» o «racional»; en latín, «locare», que significa «organizar», «colocar»; en el griego antiguo, «logistikos», adjetivo que significa experto en el cálculo, que como término administrativo fue utilizado en la Roma imperial y los imperios bizantinos para describir los aspectos de la distribución de bienes y materiales. La palabra francesa «logis» está relacionada con «loger», de pie, para el alojamiento de huéspedes o soldados. En el contexto militar, estas actividades se refieren a la gestión de los recursos del campo de batalla, al cálculo del consumo de materiales, al cálculo de las tasas de suministro, al cálculo del tiempo de viaje o desplazamientos, etc. Esta interpretación representa el aspecto «matemático» o «científico» de la logística.

La primera definición formal y funcional del término «logística», aunque no exactamente en el sentido que lo usaríamos hoy, fue dada por Antoine-Henri Jomini (1838-1862). En su obra clásica: *El arte de la guerra*, la logística, según su definición: «es el arte de mover ejércitos. Comprende el orden y los detalles de las marchas y campamentos, y el suministro de tropas del cuartel», en una palabra, es la ejecución de estrategias y tácticas empresariales. Jomini se basa en una lista de 18 funciones principales que todo intendente militar, «el Major général de logis», debe tener presente en «la preparación de todo el material necesario para poner en marcha al ejército; gestionar campamentos y marchas».

La idea principal de logística para Jomini es asegurar el suministro de hombres y materiales para una operación militar. En el momento de la publicación, el libro

de Jomini no atrajo mucho interés. Esta designación fue eliminada de la jerga del ejército francés después de la Revolución francesa, pero el término logístico se mantuvo en uso. Años más tarde, sin embargo, la traducción al inglés encontró su camino y sus usos en el contexto militar, en las escuelas militares estadounidenses. Una definición en el mismo espíritu de Jomini se encuentra en el Manual de campo de Estados Unidos 100-16-Apoyo operativo: «Logística es el proceso de planificación y ejecución del movimiento y mantenimiento de las operaciones militares en la ejecución de la estrategia y operaciones militares. Es la base del combate, del poder, es el puente que conecta la base industrial de la nación con sus fuerzas operativas». Los británicos utilizan el término «administración» para designar «una función cuyas actividades clave se relacionan con el movimiento y mantenimiento de las fuerzas armadas». Similar definición de la OTAN, la que define la logística como «la ciencia de la planificación del movimiento y el mantenimiento de fuerzas».

En 1934, Fritz Nordsieck, un profesional alemán a quien a menudo se le atribuye haber puesto los cimientos para la disciplina del estudio formal de la organización en su país, produjo una representación gráfica de lo que hoy se llamaría una compleja «red de suministro». Argumentó por la necesidad de equilibrar estructuras organizativas con respecto tanto a las similitudes funcionales de actividades y sus interconexiones en los flujos cotidianos de materiales, productos e información. Más de medio siglo antes de muchos de los problemas y soluciones de la gestión moderna de la cadena de suministro en forma sofisticada.

El concepto y la teoría de la logística aparecen en los años 50 (Henry E. Eccles, 1954). Logística: ¿qué es? (*International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 1988). La primera vez que esta pregunta se planteó fue en 1954; se le preguntó en una revista académica a Henry Eccles, almirante estadounidense retirado. Eccles publicó sus pensamientos sobre el significado de logística en *The Naval Research Logistics Quarterly*. La respuesta se basó en un libro aún anterior (1917) del teniente coronel Cyrus Thorpe del Cuerpo de Marines de los Estados Unidos titulado *Logística pura. La ciencia de la preparación de la guerra*. Aunque, en resumen, dijeron que la logística trata de «movilizar medios para llevar a cabo acciones militares, preparándose para la guerra y mantenimiento de la misma durante su duración».

Desde entonces, los tiempos han cambiado. La logística ahora está siendo abordada principalmente en el contexto «civil» de la mejora de las operaciones comerciales y la eficacia de la economía, esto debido al famoso economista Oskar Morgenstern, quien en 1955 escribió un documento sobre la esencia de la logística y la posibilidad de desarrollar su propia teoría. En el documento de Morgenstern, los enfoques logísticos fueron transferidos de contextos militares al campo de los negocios. Para 1962, tres investigadores, Smykay, Bowersox y Mossman, definen en términos generales a la distribución física de productos como: «el área de

administración de negocios responsable del movimiento de materias primas y productos terminados y del desarrollo de sistemas de movimiento».

Ya en 1964, el ámbito de la distribución física de productos era muy amplio y, de nuevo, tres investigadores del tema, Heskett, Ivie y Glaskowsky, publican en 1964 el documento: *Business Logistics: Management of Physical Supply and Distribution*; en el mismo, sustituyen el término «distribución física» por el término «logística empresarial», utilizan el nombre descriptivo de logística empresarial con el propósito de distinguirla de la logística militar, esto con el objeto de centrarse en las actividades logísticas —movimientos entrantes y salientes— que tienen lugar en las empresas comerciales, con el inconveniente de que, en esta nueva asignación, los investigadores obviaron las actividades de compras y de producción.

En 1915, se describe la logística tanto en términos de suministro físico como de distribución física, reconociendo que «la logística tiene lugar en todo el canal de suministro, desde el productor hasta el consumidor final» y sugieren que «debe haber coordinación de los flujos de productos a lo largo de todo el canal de logística de distribución [...] cada transferencia de bienes de una entidad comercial a la siguiente requiere de la coordinación de la demanda y de la oferta entre muchas instituciones diferentes en el canal». Estos conceptos son similares a lo que se conoce en la actualidad como la práctica de la administración de la cadena de suministro o «*Supply Chain Management (SCM)*» y, en ese momento, 1964, la distribución física y la logística eran términos sinónimos.

Lo arriba expuesto evidencia que la logística surgió principalmente de las disciplinas empresariales de gestión y mercadeo, con algunas aportaciones de ingeniería. Después de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos entraron en una era de producción en masa y consumo. Lamentablemente, la industria manufacturera o de producción atrajo tanta atención que pocas firmas estaban interesadas en la distribución física de los productos terminados. Para ellos, el *stock* era más atractivo que la distribución física. Así, las empresas no consideraron necesario mejorar las operaciones de distribución física. Además, la industria del transporte por carretera y el ferrocarril estaban controlados por el Gobierno de los Estados Unidos en los años 50. No hubo incentivo para que las empresas mejorasen la distribución física como tal; se la pensó solo como parte de la contabilidad de costos.

El estudio y la práctica de la logística surgieron en los años 60 y 70; durante este período, los costos logísticos eran altos en todo el mundo. El rápido crecimiento económico de los Estados Unidos impulsó el desarrollo de la teoría y práctica de la logística. Un artículo escrito por Peter Drucker para la revista *Fortune* en 1962 (Peter F. Drucker, 1962. «The Economy's Dark Continent», *Fortune*, vol. LXV, No. 4, pp. 265-270) explicaba la importancia de la distribución física y el poco interés con que las organizaciones tratan el tema. En su artículo, Drucker caracterizó todas las actividades necesarias para llevar un producto al mercado como «el oscuro

continente de la economía». En otras palabras, fue una parte débil de la economía a la que pocas personas prestaron atención, a pesar de su importante contribución e impacto en la economía de las organizaciones.

El concepto y la teoría de distribución física se difundieron a través de las fronteras. Muchos países aceptaron este concepto. En Japón se introdujo en 1956. Fue traducido a un término especial, que fue directamente adoptado por China en 1979. Algunos estudios argumentan que el término distribución física fue introducido en China directamente desde los Estados Unidos a finales de la década de 1970, junto con la teoría del marketing. Adicionalmente, revistas relacionadas con la distribución física emergieron gradualmente durante este período, de igual forma, conferencias relacionadas con el tema se llevaron a cabo y con mucha frecuencia. Los primeros cursos universitarios se establecieron en los Estados Unidos en los años 60. Las primeras revistas académicas fueron *Journal of Business Logistics* (desde 1979) y *The International Journal of Logistics Management* (desde 1989).

En la década de 1970, la industria de la distribución física de productos en los Estados Unidos se vio profundamente afectada por la subida del precio del petróleo. Las empresas se vieron obligadas a encontrar enfoques para reducir sus costos de distribución; adicional a esto, el aumento de precios ralentizó la venta de productos acabados y causó exceso de existencias en los almacenes. En consecuencia, la fuerte presión financiera provocada por el exceso de existencias obligó a las empresas estadounidenses a mejorar sus sistemas de distribución.

Mientras tanto, muchas empresas con sede en el extranjero entraron en el mercado estadounidense durante este período y sus requerimientos de servicios de distribución física hicieron de esta, en los EE. UU., una industria altamente competitiva. Desde principios de la década de 1980, el Gobierno de los Estados Unidos comenzó a alentar la libre competencia en la industria de la distribución física. El Congreso de los Estados Unidos aprobó la ley de control sobre el transporte por carretera y ferroviario.

El logista alemán Gösta, en un documento de su autoría, de 1984, demostró cómo la actividad económica elemental de la producción crea la «utilidad de forma» a través de las operaciones de fabricación y cómo las actividades de la transferencia de materiales en el espacio crean la «utilidad de lugar» a través de las operaciones de transporte; de igual forma, en el tiempo crean la «utilidad de tiempo» a través del almacenamiento y, finalmente, la orden del pedido crea la «utilidad de posesión» a través de clasificación, selección/embalaje, consolidación, cambio de orden y arreglo de los productos. Para Gösta, las utilidades anteriores están interrelacionadas con la distribución física y logística en la creación sistemática de utilidades de «lugar», «tiempo» y «posesión».

Alan Rushton, Phil Croucher y Peter Baker (2014) documentan otro desarrollo estrechamente relacionado con la logística al inicio de la década de los 80, cuando el horizonte de la investigación se amplió desde un enfoque «intra» logístico a un enfoque de relaciones en cadenas organizacionales y flujos en redes entre proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes finales. De esta manera, se iniciaron las discusiones sobre la gestión de la cadena de suministro «*Supply Chain Management (SCM)*». En el nuevo enfoque, los especialistas en logística buscan nuevas y eficientes fuentes de competitividad, esto, con el objeto de crear más valor a los clientes, al estudiar y rediseñar los flujos a nivel interorganizacional.

En 1985, el National Council of Physical Distribution Management (NCPDM) cambió su nombre por el de Council of Logistics Management (CLM), un paso formal que cambia la distribución física de productos por logística. La razón es que el concepto de distribución física de productos era demasiado estrecho o muy reducido, mientras que el concepto de logística es amplio, consistente e integral. A partir de entonces, la logística no es solo un término militar, ya que con el significado propuesto por Chauncey B. Baker (1905) es un nuevo término en el campo de la economía. Desde entonces, los practicantes y los estudiosos de todo el mundo han renunciado a utilizar distribución física y lo han cambiado a logística, tal como lo indica Shapiro en su documento «Get leverage from Logistics» (Roy D. Shapiro (1984). «Get leverage from Logistics», *Harv. Bus. Rev.*, 62(3):119-126). En la fase inicial del desarrollo de la ciencia logística, y a un nivel más abstracto, la logística de primera generación se desarrolló como un subconjunto del marketing, pues centró su atención en los desafíos de mejorar la «capacidad de servicio», la «utilidad» y el «valor» de los productos.

Para 1995, la nueva política del Gobierno de los Estados Unidos promovió el desarrollo de la distribución física por medio del mecanismo de la «desregulación» o procesos de reducción y/o eliminación de controles económicos que restringen la entrada a la industria del transporte y estableció límites a los precios que podrían ser cobrados por los servicios de transporte. Los efectos a largo plazo de dicha regulación económica fueron la protección de un modo de transporte a expensas de competidores potencialmente más eficientes.

La intensa competencia llevó a las empresas a adoptar estrategias de gestión avanzadas y tecnologías de gestión, tales como: la planeación de requerimientos de materiales (*Material Requirements Planning*, MRP); la planeación de recursos de distribución (*Distribution Resource Planning*, DRP); el método justo a tiempo (*Just in Time*, JIT), término usado para describir el resultado de un proceso confiable de producción o distribución que completó su tarea justo a la hora programada, hoy en día se usa JIT para designar brevemente a una organización eficiente en la producción y/o distribución en una cadena de operaciones coordinadas; *Transportation Management System (TMS)*, sistema para la gestión de transporte que utiliza los datos generados en paralelo entre cargadores-transportistas-

entidades gubernamentales para transformarlos en información gerencial como apoyo a la toma de decisiones. Las anteriores estrategias de gestión, con el objeto de obtener ventajas competitivas organizacionales.

Estas estrategias de manejo se aplicaron ampliamente, pero, en la teoría y en la práctica, no se adecuaban correctamente a la distribución física de productos, por tanto, se buscó la manera de implementarlas en los procesos de producción y distribución como tal y fue ahí cuando la distribución física comenzó a ser considerada a nivel estratégico-organizacional, fue entonces cuando los altos directivos en las empresas comenzaron a prestarle atención.

En la segunda década del siglo XXI, no hay desacuerdo sobre la enorme importancia de la práctica de la logística y su crecimiento constante, su impacto en las actividades económicas del día a día. Pero la pregunta sobre la naturaleza de la «logística como ciencia» todavía parece estar sin resolver. En Alemania, hoy día, se entiende la logística como una ciencia, como una disciplina científica orientada a la aplicación, ya que modela y analiza sistemas económicos como redes y flujos de materiales a través del tiempo y espacio (específicamente bienes, información, dinero) que crean valor para las personas y organizaciones. Apunta a suministrar recomendaciones en el diseño e implementación de tales redes a través de métodos científicos. Aspectos científicos de la disciplina logística están relacionados principalmente con la configuración y organización de estas redes y con la movilización y control de los flujos. El objetivo final de la disciplina logística es el progreso, la mejora, el perfeccionamiento, el logro equilibrado entre la economía, ecología y sociedad.

La ciencia de la logística ha evolucionado como un campo interdisciplinario, estimulado e informado por una amplia gama de otros campos de la ciencia más antiguos, que van desde la economía, las matemáticas hasta los campos más jóvenes de administración de empresas, ciencias de la organización e ingeniería. Cada uno de estos tiene su propia perspectiva y prefiere su propio conjunto de métodos, conceptos e instrumentos. Los logistas de las primeras generaciones, si no operaron de manera puramente pragmática e intuitiva, trajeron con ellos las perspectivas y métodos de aquellos campos e instituciones de donde provenían.

Incluso entre los académicos de la generación más joven en logística que recibieron su educación en logística contemporánea y en los programas y departamentos de gestión de la cadena de suministro, el estilo y la dirección de su trabajo suelen estar influenciados por las raíces de la ingeniería, la ciencia del comportamiento y la teoría de la organización, u otras afiliaciones similares. La logística, significativamente, es más que otros campos, está integrada en una red diversa de relaciones intelectuales, lo que también explica la dificultad para que los especialistas en logística establezcan su propia identidad científica.