

ESTUDIOS e INFORMES de la CEPAL

23

**LA GESTION Y LA INFORMATICA EN  
LAS EMPRESAS FERROVIARIAS DE  
AMERICA LATINA Y ESPAÑA**



**NACIONES UNIDAS**



**ALAF**

ESTUDIOS e INFORMES de la CEPAL



**LA GESTION Y LA INFORMATICA EN  
LAS EMPRESAS FERROVIARIAS DE  
AMERICA LATINA Y ESPAÑA**



**NACIONES UNIDAS**



**ALAF**

**SANTIAGO DE CHILE, 1983**

E/CEPAL/G.1228

Abril de 1983

*Esta publicación es un resultado del proyecto conjunto sobre Sistemas de Información Operativa y de Gestión Ferroviaria (SINFER) entre la Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles (ALAF) y la CEPAL. El proyecto ha contado también con la cooperación del Banco Mundial (BIRF), cuyos puntos de vista y políticas no se reflejan necesariamente en la publicación.*

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

Número de venta: S.83.II.G.18

# I N D I C E

	<u>Página</u>
DEFINICIONES .....	1
INTRODUCCION .....	3
<u>Primera parte</u>	
LA GESTION FERROVIARIA Y LA INFORMATICA .....	9
Capítulo I	
LAS CARACTERISTICAS DE UNA EMPRESA FERROVIARIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INFORMATICA .....	11
Capítulo II	
EL ENTORNO INSTITUCIONAL COMO CONDICIONANTE DE LA GESTION FERROVIARIA .....	17
1. Modelos de gestión hipotéticos según tipo de objetivo .....	18
2. Las empresas ferroviarias en la práctica ..	21
3. Los modelos de gestión tipo en las empresas ferroviarias de América Latina y España ...	22
Capítulo III	
CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACION DE APOYO A LA GESTION FERROVIARIA .....	25
Capítulo IV	
LA COOPERACION INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE INFORMACION EN LOS FERROCARRILES DE AMERICA LATINA Y ESPAÑA .....	33
1. Experiencias recogidas en el proyecto SINFER .....	33
2. Lineamientos para la continuación del proyecto SINFER .....	36

Segunda parte

MONOGRAFÍAS SOBRE SISTEMAS DE INFORMACION OPERATIVA Y DE GESTION .....	39
Capítulo I	
CONTROL INTEGRADO DE GESTION EN LA RED NACIONAL DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES .....	41
1. Aspectos conceptuales .....	41
2. Control integrado de gestión de un ferrocarril .....	49
3. Evolución del sistema de control en RENFE .	59
Capítulo II	
GESTION DE VAGONES DE CARGA .....	63
Introducción .....	63
A. SISTEMA CENTRAL DE INFORMACION Y CONTROL DE OPERACIONES EN LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO .....	64
1. Causas que motivaron la elaboración del sistema .....	65
2. Diseño del sistema .....	67
3. Operación del sistema .....	71
4. Medidas de seguridad .....	79
5. Implantación del sistema .....	79
B. SISTEMA DE UTILIZACION DEL MATERIAL OPERATIVO EN LA FERROVIA PAULISTA S.A. ....	84
1. Causas que motivaron la elaboración del sistema .....	85
2. Diseño del sistema .....	87
3. Operación del sistema .....	89
4. Medidas de seguridad .....	100
5. Implantación del sistema .....	101

Capítulo III

GESTION DE PASAJEROS .....	109
Introducción .....	109
SISTEMA DE RESERVA Y EXPENDIO DE PASAJES DE FERROCARRILES ARGENTINOS .....	110
1. Causas que motivaron la elaboración del sistema .....	111
2. Diseño del sistema .....	113
3. Operación del sistema .....	116
4. Medidas de seguridad .....	123
5. Implantación del sistema .....	124

Capítulo IV

LA GESTION DE EXISTENCIAS DE MATERIALES .....	129
Introducción .....	129
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION DE EXISTENCIAS DE MATERIALES .....	137
1. Operación del sistema .....	139
2. Implantación del sistema .....	148
3. Resultados obtenidos .....	152
4. Conclusiones .....	154

Apéndice 1

UN MODELO DE CONTRATO DE PROGRAMA ESTADO-EMPRESA .....	157
Prólogo .....	157
Antecedentes sobre los contratos de programas en España y Francia .....	157
Modelo de contrato de programa .....	159

	<u>Página</u>
<b>Apéndice 2</b>	
<b>EL ENFOQUE DE BASE DE DATOS .....</b>	181
<b>MODELO CONCEPTUAL DE BASES DE DATOS .....</b>	183
1. El módulo insumos .....	183
2. El módulo del manejo de la base de datos .....	185
3. El módulo de aplicaciones .....	186
4. El módulo de productos .....	187
5. El módulo comando .....	188
<b>NOTAS .....</b>	193

## DEFINICIONES

A los efectos del presente trabajo, los siguientes términos deben entenderse en el sentido que se indica:

### Control

Conjunto de procedimientos que se pone en práctica en una instancia jerárquica cualquiera con el objeto de verificar el estado de cumplimiento de una acción que está en ejecución como consecuencia de una orden, de un plan o de un procedimiento operativo normal, para tomar las medidas correctivas que aconseje la comparación de la realidad con lo previsto, sea para tratar de hacer ajustes en las metas fijadas, o bien para modificar la previsión formulada a fin de que ésta se adapte mejor a la realidad.

### Control por excepción

El que se realiza sólo con relación a las desviaciones significativas respecto de lo establecido formalmente como normal.

### Banco de datos

El acervo de toda la información disponible en la Empresa, sea cual sea el tipo de soporte en el cual esté contenida.

### Base de datos

Un conjunto de elementos de datos afines, definidos unívocamente y con una estructura lógica compatible, para que pueden ser manejados por un sistema computacional.

### Sistema de administración de bases de datos

Un conjunto de programas computacionales -o "paquete" de software- mediante el cual es posible utilizar los elementos de datos en varias aplicaciones, y para producir distintas clases de informes.

## INTRODUCCION

La creciente importancia de los sistemas de información como herramientas de apoyo a la toma de decisiones gerenciales ha motivado el interés de los organismos regionales tales como la Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles (ALAF) y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) por reforzar la cooperación entre las empresas ferroviarias de América Latina y España para la búsqueda de mejoras en el diseño y aplicación de sus sistemas de información. Esta coincidencia de intereses llevó a estos dos organismos a emprender una serie de actividades conjuntas.

Así, en 1968 se realizó en Santiago de Chile un Seminario sobre Estadística, Contabilidad y Costos de Empresas Ferroviarias, bajo los auspicios de la CEPAL y de la ALAF, y financiado en su mayor parte por la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas. Aunque para ser más precisos, habría que señalar que este seminario era la cristalización de inquietudes expresadas por los propios ferrocarriles latinoamericanos, los cuales en la Asamblea Constitutiva de la ALAF en 1964, habían aprobado las siguientes recomendaciones:

- La elaboración de un plan mínimo, con datos comunes para todos los ferrocarriles, y la elaboración de normas básicas para los levantamientos estadísticos, además de la compilación de los resultados y la publicación de datos estadísticos por la ALAF;
- La elaboración de un método general de cálculo de costos de explotación ferroviaria, y
- La normalización de las cuentas ferroviarias. [plan contable] 1/

Dicho seminario, que contó también con la destacada participación de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE) y de la firma consultora Ingeniería y Economía del Transporte, S.A. (INECO) como consultores ad honorem, contribuyó a la compatibilización de los sistemas estadísticos ferroviarios en la región al aprobar -tras una cuidadosa revisión- el "Manual de estadística de los ferrocarriles latinoamericanos" preparado por INECO.

Asimismo, hay que mencionar entre los logros alcanzados la resolución adoptada en dicho seminario mediante la cual se solicitó la creación del Comité de Sistemas de Información como órgano permanente de la ALAF. Una de las tareas llevadas a cabo por el Comité ha sido la publicación, desde 1969, del "Anuario estadístico ferroviario latino americano". Además, ha realizado diversas actividades de investigación, participando como contraparte de la CEPAL en las acciones llevadas a cabo conjuntamente con la ALAF, después del seminario de 1968.

Esta colaboración se institucionalizó aún más en 1977 al poner en marcha la ALAF, el Banco Mundial y la CEPAL un proyecto de cooperación horizontal sobre sistemas de información ferroviaria (Proyecto SINFER), el cual tiene como objetivos:

- Mejorar los sistemas de información de las empresas ferroviarias asociadas a la ALAF como mecanismos de apoyo para las decisiones administrativas y de inversión;
- Fomentar la colaboración entre los ferrocarriles a través del intercambio de sistemas de información y de experiencias para aplicarlo con miras a uniformar el grado relativo de desarrollo entre las diferentes empresas en materia de información ferroviaria;
- Iniciar aplicaciones específicas en aquellas áreas en las cuales sea factible obtener avances concretos en el menor plazo posible, y
- Apoyar las actividades del Comité de Sistemas de Información de la ALAF y mejorar la eficacia de su acción.

El cumplimiento de estos objetivos se concibió como un programa de mediano plazo a realizarse en fases sucesivas, fijando para la primera las siguientes tareas:

- Inventariar los sistemas de información existentes en las empresas;
- Establecer sus necesidades de información más inmediatas;
- Confeccionar monografías descriptivas y diagnósticas sobre sistemas determinados y sobre los recursos de procesamiento electrónico de datos;
- Definir un modelo de análisis para un sistema de información;
- Evaluar los resultados obtenidos en la primera fase;
- Identificar sistemas específicos que podrían ser interesantes de implantar en otras empresas, y
- Establecer un plan de acción para la segunda fase.

Esta primera fase tuvo resultados positivos entre los cuales se cuentan:

1) Las empresas participantes en el proyecto prepararon monografías descriptivas sobre la situación de sus servicios de procesamiento de datos, en las cuales, después de una reseña histórica, se incluyó un detalle de los objetivos de dicho servicio, así como un diagnóstico de la estrategia aplicada en la empresa para el diseño de los sistemas de información. También confeccionaron monografías sobre sus sistemas de información, que contenían un resumen de las operaciones realizadas, los objetivos del sistema, sus usuarios principales, y sus

relaciones con otros sistemas computacionales en la empresa. Una vez sistematizada, la información proporcionada en ambos tipos de monografías sirvió para levantar un inventario de los sistemas de información existentes que permitió identificar aquellos subsistemas que, por la relativa facilidad con la cual se podían desligar del sistema global en el que estaban insertos, se prestaban para ser transferidos a otras empresas.

ii) Entre los subsistemas así identificados se escogió para un primer ensayo de cooperación horizontal entre empresas ferroviarias, el Sistema Único de Costos en Talleres, que fue diseñado por los Ferrocarriles Argentinos para controlar la eficiencia de cada taller y sus secciones, así como para establecer sistemas de mantenimiento preventivo, preparar programas de inversión en equipo nuevo y mejorar el cálculo de los servicios que ofrece el ferrocarril. Por estas razones, y atendiendo al beneficio que de esta experiencia podrían derivar las otras empresas miembros de la ALAF, se preparó un documento didáctico que fue utilizado posteriormente en el curso demostrativo organizado por el proyecto y dictado por los Ferrocarriles Argentinos en Buenos Aires. 2/ Asimismo, con posterioridad al curso y con el apoyo del proyecto para pagar los pasajes y viáticos, se concretó el viaje a Lima de expertos argentinos quienes, atendiendo la solicitud de la Empresa Nacional de Ferrocarriles del Perú, le proporcionaron ayuda técnica a fin de que implantara su propio sistema de costos en talleres.

iii) Otro subsistema de información que dio origen a una experiencia de cooperación horizontal fue el referente al Sistema de Control Automatizado de Terminales. El proyecto financió la asistencia de las empresas interesadas al curso demostrativo realizado por los Ferrocarriles Nacionales de México, el cual puso de manifiesto la utilidad de estos encuentros para la transferencia de conocimientos, especialmente dadas las características del subsistema en referencia el cual une a su sencillez de implantación -que no requiere ningún tipo de ayuda externa- un excelente ordenamiento lógico que facilita la programación computacional del control de las operaciones en terminales. El documento didáctico preparado por los Ferrocarriles Nacionales de México para este curso está disponible para los interesados en el Centro de Documentación de la ALAF. 3/

#### a) Primera reunión de expertos

En 1981, poco más de tres años después de haber comenzado el Proyecto SINFER, se estimó que ya era oportuno organizar un encuentro de expertos de las empresas ferroviarias para dar a conocer los sistemas de información para la gestión que se habían venido

desarrollando en este lapso. Así, se realizó la primera reunión de expertos sobre sistemas de información operativa y de gestión en los ferrocarriles de América Latina y España, la que sirvió para presentar los avances logrados por algunas empresas en esta materia, y para analizar las opciones existentes para lograr un desarrollo más armónico de los sistemas de información gerencial. La reunión tuvo lugar en la Sede de la CEPAL en Santiago de Chile, del 5 al 9 de octubre de 1981, y se realizó con la colaboración de la Empresa de Ferrocarriles del Estado de Chile (EFE). Contó con la participación de la mayoría de la empresas asociadas a la ALAF, incluida RENFE. Teniendo presente que no existen publicaciones especializadas en idioma español relacionadas con estos temas, se decidió divulgar las experiencias del Proyecto SINFER a través del presente libro.

Asimismo, en el curso del debate quedó de manifiesto que, para encarar el estudio sistemático de cuál es el sistema de información gerencial más adecuado, se requeriría, en primer lugar, establecer las relaciones entre el entorno institucional y los objetivos de la gestión ferroviaria, así como la influencia de tales aspectos en el diseño de los sistemas de información de apoyo a la gestión. En consecuencia, se encargó a la CEPAL que, dentro del marco del Proyecto SINFER, se abocara al análisis de la relación entre la gestión ferroviaria y la informática e investigara estas hipótesis.

Al término de esta investigación se preparó la monografía que constituye la primera parte de la presente publicación, en la cual, luego de una breve reseña de las características de una empresa ferroviaria desde la perspectiva de la informática, se entra de plano a examinar los modelos de gestión hipotéticos, según tipo de objetivo, y los existentes en las empresas ferroviarias de América Latina y España, en el contexto de la hipótesis que visualiza el entorno institucional como condicionante de la gestión ferroviaria. Luego se analizan las consideraciones generales que resultan aconsejables tener en cuenta para el diseño de sistemas de información de apoyo a la gestión ferroviaria, habida cuenta de las condicionantes externas. Por último, se analizan las posibilidades de cooperación técnica entre los ferrocarriles de América Latina y España en relación con el desarrollo de sus sistemas de información, y se presentan los lineamientos para la continuación del Proyecto SINFER.

La segunda parte de esta publicación está constituida por las monografías presentadas a la primera reunión de expertos por algunas de las empresas participantes en el Proyecto SINFER. Dichas monografías describen algunas de las aplicaciones computacionales

desarrolladas para el control de gestión -a nivel ejecutivo- y para la gestión operativa de aspectos tales como la reserva de asientos para pasajeros, el control de vagones, y el manejo de las existencias de repuestos y materiales.

Asimismo, por estimarse que podrían ser de utilidad para las empresas participantes en el Proyecto SINFER, se prepararon dos apéndices. En el primero de ellos se presenta un modelo de contrato de programa destinado a definir las relaciones entre el gobierno y la empresa ferroviaria. En el otro, se describe un modelo conceptual para la organización de una base de datos.

En la primera reunión de expertos, la Red Ferroviaria Federal S.A. (RFFSA) de Brasil presentó dos sistemas experimentales para la gestión de vagones de carga: el Sistema de Gestión para el Control de Vagones (SISVAG), aplicado en la región nordeste con asiento en Recife, y el Sistema de Informaciones para la Gestión del Material Rodante (SIGEOP) en la región central de Belo Horizonte. Sin embargo, la RFFSA determinó posteriormente que sus objetivos requerían reemplazar estos sistemas, razón por la cual las monografías correspondientes no se han incluido en la presente publicación. Pero, teniendo en cuenta que ambos sistemas pueden resultar atractivos para empresas más pequeñas, pues utilizan equipos computacionales de bajo costo y los elementos de comunicaciones tradicionales de un ferrocarril, se deja constancia que los documentos correspondientes están disponibles en el Centro de Documentación de la ALAF.

Asimismo, parece interesante mencionar que la RFFSA, aprovechando las experiencias recogidas con estos dos sistemas preliminares, inició en 1982 la implantación de un sistema totalmente nuevo, llamado el Sistema Gerencial Operativo (SIGO), que en su primer módulo pretende proporcionar a los diversos niveles administrativos, en tiempo real y en forma integrada, las posiciones y situaciones de todos los vagones y locomotoras de la flota, así como el control de los trenes y de su personal. En etapas subsiguientes la RFFSA espera agregar las funciones de mantenimiento del material rodante, control de patios y terminales, control de todos los procesos que intervienen en la operación, y la integración del SIGO con los demás subsistemas de información de la empresa.

#### b) Segunda reunión de expertos

Durante la segunda reunión de expertos, realizada en la sede de la CEPAL en Santiago de Chile, del 22 al 26 de noviembre de 1982, se analizó el contenido de la primera parte de esta publicación y se le incorporaron algunas modificaciones a fin de que el texto reflejase mejor el

pensamiento de los expertos. Por considerarlo de interés, a continuación se reproducen las conclusiones y recomendaciones adoptadas en esta última reunión para orientar la acción futura del proyecto:

- "1. Las características específicas de la empresa ferroviaria hacen que los sistemas de información adquieran en ella una trascendencia especial.
- "2. El ferrocarril genera corrientes de información de tal magnitud que resulta aconsejable utilizar técnicas de procesamiento electrónico.
- "3. Los sistemas de información ferroviarios pueden agruparse en dos grandes conjuntos:
  - Los sistemas de apoyo a la gestión operativa, y
  - El sistema de información gerencial, que se alimenta, entre otras fuentes, de los sistemas anteriores.
- "4. El diseño de estos sistemas debe concebirse con un enfoque modular y de integración, de tal manera que:
  - Constituyan el flujo natural de información de la empresa, aportando la información pertinente en forma fidedigna y oportuna a todos los niveles decisorios de la organización, y
  - Aporten la información necesaria al más alto nivel de gerencia, en forma acorde con el marco de relaciones institucionales establecido con la autoridad de tutela y con el modelo de control de gestión elegido.
- "5. La utilización de sistemas de procesamiento electrónico de datos influye en forma positiva en las condiciones de trabajo de todo el personal ferroviario, sea cual fuere su campo de acción, eliminando actividades rutinarias y potenciando los aspectos más nobles de su capacidad de actuación. Sin embargo, dada la resistencia a aceptar innovaciones que tradicionalmente presentan algunos de los sectores del personal ferroviario, es preciso que la implantación de estas mejoras se aborde teniendo en cuenta los problemas que esta resistencia puede acarrear. Esto supondrá, entre otros aspectos, preocuparse del reciclaje formativo del personal y, de ese modo, darle un estímulo a su iniciativa y su responsabilidad." 4/

Primera parte

LA GESTION FERROVIARIA Y LA INFORMATICA

## Capítulo I

### LAS CARACTERISTICAS DE UNA EMPRESA FERROVIARIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INFORMATICA

La incertidumbre está presente en la toma de decisiones de toda actividad empresarial. Por lo tanto, no se considera necesario entrar aquí en un análisis detallado de este aspecto del proceso decisorio. Baste señalar que para enfrentar con posibilidad de éxito la incertidumbre es preciso tener un adecuado acceso a la información sobre la situación actual. En el caso de las empresas ferroviarias, el proceso decisorio es bastante complejo, lo cual hace más necesario un soporte informático integrado.

Entre los factores que han contribuido a que este proceso tenga características peculiares, está la práctica, corriente en América Latina, de reunir en una empresa estatal varias líneas ferroviarias privadas que, además, habían sido diseñadas en los tiempos en que el ferrocarril tenía el monopolio del transporte terrestre.

Otras características que hay que tener en cuenta en el análisis de la gestión ferroviaria, son las siguientes:

1) La "función de producción" ferroviaria resulta de la integración de muchos procesos, algunos de ellos remotamente relacionados con la prestación misma del servicio de transporte. Por ejemplo, la compra, construcción y/o mantención de la infraestructura ferroviaria: vía, terminales, equipos de control de tráfico y señalización, etc. En consecuencia, mientras que para el transporte carretero el costo de la infraestructura vial -y el de su mantenimiento- es una variable exógena, para los ferrocarriles la infraestructura forma parte de los activos a amortizar, y su mantenimiento es uno de los costos de operación debidamente registrados en su contabilidad. Así, a la hora de evaluar la justificación económica de las inversiones gubernamentales en el transporte ferroviario, la comparación con inversiones alternativas en otros medios de transporte carecería de validez si no se hiciera la corrección correspondiente. Precisamente para realizar dicha corrección, sería de gran utilidad para los ferrocarriles contar con información sobre el monto del subsidio implícito otorgado al medio carretero, por ejemplo, que es motivo de queja por las empresas ferroviarias en todas parte del mundo. 5/

Además, en algunos países, los ferrocarriles tienen aun la obligación de construir viviendas y facilidades comunitarias para sus empleados. Tampoco es extraño encontrar que la cobertura de un sistema de seguridad

social propio se halle incorporada en la gestión ferroviaria.

ii) Los ferrocarriles son empresas integradas verticalmente, lo cual les permite decidir tanto sobre la prestación de los servicios (calidad, frecuencia, dirección, etc.) como sobre el uso de la vía. Por otra parte, ello exige un mayor esfuerzo de coordinación y contar con información más amplia y detallada que si la empresa manejara sólo los servicios. Además, este mayor campo de decisión ha llevado a los gobiernos a ejercer control sobre las actividades ferroviarias. Aun en países en que el grado de intervención estatal en la economía es mínimo, hay una reglamentación bastante estricta que marca los límites de la libertad de acción de la empresa ferroviaria en cuanto a tarifas, prestación de servicios, formas de llevar su contabilidad, y actos administrativos, en general. Esta reglamentación frecuentemente restringe la capacidad del ferrocarril para competir con otros medios de transporte, en especial con el transporte por carretera.

Ahora bien, si se trata de ferrocarriles estatales, no es raro que se utilice a la empresa como una herramienta de política económica, de defensa, de desarrollo social, etc., según sea la orientación de los gobiernos. Es decir, estas ferrovías deben cumplir con "obligaciones de servicio público" que restringen el campo de maniobras para su gestión. Sin embargo, estas obligaciones no tienen su contrapartida en asientos contables que permitan reflejar qué parte del déficit de operación de la empresa ferroviaria, en un período dado, corresponde al costo de dar cumplimiento a directivas no relacionadas con la prestación de servicios de transporte, pura y simple.

iii) Las empresas ferroviarias producen una gran cantidad de información sobre sus operaciones, para distintos usos -estadísticas internas, contabilidad general, cálculo de costos en talleres, estadísticas de clientes, contabilidad analítica, etc.- y preparar los diferentes informes que se requieren para cumplir las disposiciones legislativas, tributarias o de otra índole impuestas por el Gobierno central, o estadual, según sea el caso.

iv) El ferrocarril, como empresa prestataria de servicios, no puede recurrir a la acumulación de existencias como un medio de hacer frente a variaciones en la demanda. Lo que produce es de consumo instantáneo, y si no se vende el total de la oferta de transporte, el exceso se pierde.

Más aún, es muy frecuente que exista desequilibrio en las corrientes de carga transportada en los viajes de

ida y regreso. Es decir, el tráfico que se mueve en un sentido, puede ser de un volumen considerable debido a la naturaleza de los productos consumidos en una ciudad capital, pero difícilmente se da el caso de que en el sentido inverso se mueva el mismo volumen de carga, sea porque la carga con destino al resto del país es menos voluminosa por tratarse, por ejemplo, de productos manufacturados, o bien porque los ferrocarriles tienen, generalmente, menor flexibilidad para ir en busca de clientes que les entreguen carga suficiente para el viaje de regreso, y es bastante común que arrastren un porcentaje significativo de vagones vacíos. Esto también puede ser el resultado de que el tipo de vehículo usado en el viaje de ida no sea apropiado para transportar la carga disponible en el de regreso. Así, aunque el volumen de carga pudiera ser equivalente, las tolvas utilizadas para llevar cemento no servirían para transportar de regreso combustible líquido, por ejemplo.

v) Rara vez puede el ferrocarril estatal compensar lo anterior mediante el incremento de sus tarifas cuando hay exceso de demanda. En efecto, en muchos casos el ferrocarril debe obtener autorización de uno -o varios- organismos gubernamentales para cambiar sus precios.

vi) Existen indivisibilidades resultantes de la gran disparidad entre la capacidad de la unidad en que se ofrece el servicio -el tren- y la capacidad requerida por los embarques individuales en la misma unidad de tiempo y lugar. Si ésta última es inferior a la ofrecida, no siempre es posible dejar atrás la fracción de capacidad excedente. Hay que transportar a lo menos un vagón con poca carga o retirar un vagón y dejar la carga en espera de otro tren. En la práctica, un ferrocarril muchas veces, por razones de servicio público, se ve en la obligación de transportar todo el volumen de carga demandado, aunque ello signifique poner un tren adicional, parcialmente ocupado. En el caso inverso, hay también un límite físico al aumento de la oferta, pues la longitud máxima del tren está determinada por la pendiente del tramo, el largo de los desvíos, la potencia de la locomotora, y otros factores técnicos. Asimismo, aun si no existieran esas limitaciones, la decisión de correr trenes más largos puede tener como contrapartida un deterioro en la calidad del servicio, debido al incremento en el tiempo total de transporte por la menor velocidad de un tren más pesado y la mayor estada en los terminales para realizar las maniobras necesarias.

vii) El servicio de transporte que ofrece el ferrocarril es heterogéneo y varía considerablemente según sean sus determinantes de lugar, tiempo, equipo utilizado, etc., aparte de diferenciarse por la naturaleza de lo transportado. Aun a nivel global hay que distinguir entre el transporte de carga o de pasajeros.

Esta heterogeneidad dificulta la asignación satisfactoria de costos comunes, así como determinar con alguna precisión la magnitud de los costos evitables. Sin embargo, es menester tener información sobre estas magnitudes para poder tomar decisiones respecto de tarificación y para determinar la rentabilidad de los distintos tipos de servicios.

viii) Los ferrocarriles desarrollan sus actividades en extensas zonas geográficas. Esto tiene importantes implicaciones para la gestión ferroviaria pues, a menos que se cuente con un buen sistema de comunicaciones, los efectos -ecos- de lo sucedido en un lugar muy alejado del centro de control tienden a llegar con retraso, y muy amortiguados a éste, en forma análoga al modo en que se aminora la intensidad de las ondas a medida que éstas se alejan del punto de impacto. Por otra parte, la solución a un problema, adoptada en el centro, puede también llegar al lugar de origen cuando la oportunidad de actuar ya ha pasado.

ix) Una de las características más importantes de una empresa ferroviaria es la larga vida de gran parte de los equipos y de la infraestructura. Esto permite diferir la mantención, de la vía, por ejemplo, sin un desmedro aparente en el corto plazo de la seguridad, medida por la tasa de accidentes producidos por descarrilamientos. Sin embargo, esta misma característica puede hacer que se pierdan de vista las interrelaciones del mantenimiento de la vía con la calidad del servicio prestado y con el costo de producirlo.

Es decir, aunque es evidente que la velocidad máxima de un tren en un tramo dado puede tener una limitación debido al estado de esa vía, de esto no se desprende que sea fácil determinar cuál es la relación entre el costo de mantener la vía a un estándar técnico dado y las repercusiones de esa decisión sobre el monto y el período de tiempo en que se adelanta la inversión de reposición correspondiente, ni la relación entre velocidad -mayor intensidad de uso de los equipos- y mayores ingresos.

Asimismo, esta característica de larga vida y de gran valor de los equipos e infraestructura ferroviarios, implica que las decisiones de inversión sean cruciales, ya que no es fácil reparar errores en la elección o especificación de las mismas. A este respecto, adquiere gran relevancia el contar con información oportuna y adecuada para la toma de dichas decisiones.

x) Otra característica de los ferrocarriles es que el vehículo no está siendo utilizado en forma continua para el transporte, sino que la mayor parte del tiempo está a la espera de que se realice alguna función accesoria para ser cargado en el desvío del usuario, o

descargado una vez que llega a destino, o está en los patios de clasificación de vagones y armado del tren.

En suma, "El movimiento es la quintaesencia de la industria del transporte, pero en los ferrocarriles éste es más bien la excepción que la regla. El vagón se mueve -en promedio- unos 80 kilómetros por día y, en forma rentable, cerca del diez por ciento de su vida útil." 6/ Según estudios en los ferrocarriles belgas, el tiempo que el vagón pasa en trayecto alcanza apenas al 5% de su disponibilidad. 7/

Lo anterior, sumado a la existencia de desequilibrios de tráfico, explica porqué el control del movimiento de vagones es una de las áreas críticas de la gestión ferroviaria.

xi) Las empresas ferroviarias por el amplio espectro de sus necesidades, las cuales, como se dijo, pueden abarcar hasta la fabricación de piezas o equipos, tienen que manejar inventarios de gran número de repuestos y materiales, no solamente heterogéneos, sino que frecuentemente muy valiosos. En vista de lo cual no cabe duda que para una gestión de existencias eficaz, estas empresas deberían contar con un subsistema computadorizado de apoyo informático.

xii) Una de las características que es propia a todos los servicios de apoyo a las actividades económicas proporcionados por el Estado, como el transporte ferroviario, es que ellos se planifican con miras a satisfacer ampliamente la demanda futura. Esto es, se dimensionan más allá de los requerimientos actuales para que ellos no constituyan un freno a los planes de los agente económicos, aunque de esto resulte que las prestaciones actuales se realicen con una planta antieconómica. Específicamente, en el caso del ferrocarril, sin embargo, el costo que significa mantener este exceso de capacidad no debería cargarse a la producción de sus servicios, sino debería imputarse en forma separada como costo por concepto de infrautilización.

xiii) Si bien es cierto que los ferrocarriles muestran amplias necesidades en el campo de la computación y de los sistemas de información automatizados, es igualmente cierto que pocas otras actividades económicas en gran escala ofrecen tantas y tan prometedoras posibilidades para aplicaciones de informática. La computación ya ha tenido un impacto importante en las actividades ferroviarias, transformando numerosas tareas rutinarias -tanto manuales como mecánicas- en términos de calidad, cantidad y seguridad de realización. La revolución de la microelectrónica tenderá a profundizar este impacto, permitiendo avanzar hacia la cibernización

del ferrocarril. En combinación con computadoras más potentes, se podrán inclusive hacer reales algunos de los sueños ferroviarios, como por ejemplo mantener un balance dinámico de los movimientos de trenes, mediante una retroalimentación con cada tren en operación en tiempo real, a fin de minimizar los conflictos potenciales entre trenes sin perjudicar el cumplimiento de sus horarios, minimizando al mismo tiempo la demanda de energía.

En un plano más inmediato y tangible, la informática ya está afectando marcadamente las actividades cotidianas de los ferrocarriles, como se puede constatar en las monografías presentadas en la segunda parte de este libro. Su papel en la gestión es particularmente importante, sobre todo por su aporte a la calidad, cantidad y oportunidad de la información que requieren todos los niveles de la empresa ferroviaria para su operación y administración. Esto redundará en una mayor flexibilidad para enfrentar los desafíos económicos que se presentan cada vez con más frecuencia, así como en un mayor control sobre las acciones y objetivos de la empresa para responder a la competencia de otros medios de transporte.

xiv) Otra característica importante de un ferrocarril es que su modelo de gestión de largo plazo tiene, generalmente, un alto grado de continuidad. Esta continuidad o estabilidad de los objetivos básicos de la empresa favorece el desarrollo e implantación de un sistema de información global, para el cual se requiere contar con recursos importantes y durante un lapso más o menos prolongado. Evidentemente, si la empresa fuera una entidad con mucha movilidad y con cambios frecuentes en su organización, no se justificaría hacer el esfuerzo -y la inversión- de desarrollar un sistema de información integral de apoyo a la gestión del ferrocarril.

## Capítulo II

### EL ENTORNO INSTITUCIONAL COMO CONDICIONANTE DE LA GESTIÓN FERROVIARIA

Las empresas ferroviarias reciben, en la mayoría de los países, orientación del gobierno central. Aun en las economías de mercado existe una normativa bastante estricta en cuanto al comportamiento de los ferrocarriles, la cual influye sobre las políticas de gestión de estas empresas de transporte. Esto resulta muy explicable si se tiene en cuenta lo señalado en el primer capítulo respecto de su utilización como herramienta de política económica, y el hecho de que las ferrovías generan también economías externas importantes.

Para los países en desarrollo resulta indispensable evitar que la falta de capacidad de transporte limite las posibilidades de intercambio tanto dentro del país como a nivel internacional, y por esta razón, a menudo asignan a este sector un volumen considerable de recursos.

En los países latinoamericanos, los objetivos para las empresas ferroviarias están insertos, generalmente, en un Plan de Transportes, el cual se formula de manera más o menos explícita y con mayor o menor periodicidad, conforme al esquema económico vigente en cada país. Pero, la forma como los organismos de gobierno controlan y en algunos casos, financian su actuación, varía de un país a otro. En general, estos organismos estarán emitiendo directivas sobre materias tan diversas como nivel y estructura de tarifas; contratación (despido) de personal; nivel y estructura de remuneraciones; servicios para el transporte de pasajeros; política financiera; proyectos de inversión; etc., y por lo tanto, habrá un gran número de centros de influencia existentes en la economía, las más de la veces con intereses antagónicos, presionando sobre la dirección del ferrocarril. De este modo, puede ocurrir que la empresa ferroviaria reciba directivas contradictorias, si no existe una coordinación de dichas directivas. Por ejemplo, minimizar las pérdidas y, al mismo tiempo, no subir sus tarifas.

Por lo tanto, se plantea la hipótesis que para examinar el proceso de gestión ferroviaria es indispensable identificar cuáles son las restricciones y condicionantes que le impone el entorno institucional. Así, a partir de un modelo de análisis en el que se consignen cuáles son las relaciones institucionales entre la empresa ferroviaria y el Gobierno, se vería hasta qué punto algunos de los objetivos fijados al ferrocarril son variables exógenas para la empresa en el sentido de limitar su radio de acción.

Además, el modelo ayudaría a determinar un elemento esencial para el control de los planes: el objetivo prioritario de la gestión, el cual servirá de aglutinante o columna vertebral del proceso decisorio, y por ende, del sistema de información respectivo.

Ahora, si los objetivos son de tipo general como los contenidos en un enunciado de política gubernamental o en un plan para todo el sector transporte, el papel de un modelo de análisis, como el sugerido más arriba, sería aún más relevante ya que permitiría sacar a la luz los conflictos que se pueden presentar para el logro de algunas de las correspondientes metas.

### 1. Modelos de gestión hipotéticos según tipo de objetivo

Desde el punto de vista teórico, es posible visualizar la empresa ferroviaria inserta en dos marcos institucionales diametralmente opuestos: el correspondiente a una economía centralmente planificada, y el de una economía de mercado.

En el primer marco institucional, el organismo de planificación central decide tanto la localización de los entes productivos como las metas de producción, lo cual determina las demandas de transporte en general, y de transporte ferroviario, en particular. En general, el plan para el ferrocarril en este sistema contiene metas físicas y económicas. El desempeño de la empresa es evaluado en términos del cumplimiento de dicho plan, pero la forma como la empresa lo cumple tiene generalmente como única restricción la minimización de costos, aunque puede suceder que el organismo de planificación ponga el acento, como ocurrió en el caso de la Unión Soviética durante los años 1930-1940, en la minimización del número de trenes para maximizar la intensidad de uso de los equipos y de la infraestructura existentes y, de este modo, minimizar la asignación de recursos productivos al sector transporte. 8/

En el segundo modelo hipotético, en el polo opuesto, el gobierno aplica al transporte en general -también al ferrocarril- políticas de un estricto laissez-faire, y por lo tanto, la empresa se desenvuelve en un ambiente influido únicamente por consideraciones de eficiencia comercial. Qué servicios de transporte va a producir y para quiénes, cómo y cuándo son todas decisiones que resultan de la libre interacción de la empresa y el mercado, pues la autonomía para decidir sobre todas estas variables es la que caracteriza al modelo de economía de mercado. Esto es, el éxito de la empresa dependerá únicamente de su habilidad para interpretar en forma correcta las señales del mercado (la estructura de precios

relativos) y de su capacidad para captar el favor de sus clientes -en suma, de su eficiencia competitiva.

a) La empresa ferroviaria en una economía centralmente planificada

Una economía centralmente planificada "pura" daría a la empresa ferroviaria un marco institucional caracterizado por el gran peso del Estado en las actividades económicas. En efecto, el Estado sería el propietario de la mayor parte de los medios de producción de bienes y servicios y empresario de los mismos; contrataría directamente a una proporción importante de la población activa. Para llevar a cabo su gestión le sería necesaria una burocracia organizada, la cual operaría a través de numerosos organismos a nivel ministerial, con poderes para regular y dirigir la actividad económica. Aunque si existiría cierta actividad privada en áreas menos importantes, habría un organismo central el cual formularía planes quinquenales o decenales, fijaría las metas para los sectores productivos, y establecería los estándares de eficiencia compatibles con el objetivo de pleno empleo.

Un ferrocarril en este entorno hipotético se desenvolvería en condiciones como las siguientes:

- La estructura y el nivel de sus tarifas, expresadas en unidades de cuenta, estarían fijadas por el organismo o ministerio encargado del control central del transporte;
- Su acceso al capital fiscal y otros aportes para la operación de la empresa estaría en estrecha relación con el logro de las metas del plan;
- Para la introducción de innovaciones tecnológicas requeriría autorización previa del gobierno central, en especial, si se tratara de gastar divisas para importarlas, y
- La administración de determinadas prestaciones sociales se incorporaría dentro de las actividades normales a supervisar por la alta dirección de la empresa ferroviaria.

Por otra parte, la empresa ferroviaria recibiría directivas muy coherentes y claras, generalmente expresadas en términos físicos, u otro tipo de indicador cuantitativo, de parte del organismo de planificación.

Habría también reglas muy definidas respecto de los objetivos globales asignables al ferrocarril, tales como:

- Estructurar los servicios, y la calidad de los mismos, de modo compatible con las metas del plan y en consulta con las autoridades locales y regionales;

- Minimizar el nivel de recursos insumidos en la operación y emplear el tipo de combustible más económico para el país;
- Utilizar la tecnología más apropiada para el logro de los objetivos económicos nacionales, y
- Maximizar las unidades de transporte acarreadas por unidad de tiempo, es decir, lograr la mayor eficiencia física.

Con estos objetivos y encuadrándose dentro de las metas que le han sido fijadas en el plan nacional, la empresa haría su planificación interna probablemente en forma análoga a la de los ferrocarriles en una economía de mercado. Es decir, el ferrocarril elaboraría su plan de acción y de éste derivaría los programas y presupuestos parciales correspondientes, a saber:

- Programas e itinerarios de trenes;
- Programa de mantenimiento;
- Programa de inversiones (buscando iterativamente la congruencia con los dos anteriores);
- Control de existencias (interrelacionado con el plan de mantenimiento preventivo), y
- Control de vagones (vinculado a los tres primeros).

#### b) La empresa ferroviaria en una economía de mercado

En un modelo "puro" de economía de mercado con competencia perfecta habría un casi completo laissez-faire. Es decir, aunque se podría pensar en que existiría alguna reglamentación respecto de la seguridad en el sector transporte, no habría ni controles de tarifas, ni sería necesario obtener una autorización del gobierno para eliminar ramales no productivos, o para tomar decisiones similares. Tampoco habría leyes de salarios mínimos, ni obligación de establecer sistemas de prestaciones sociales incorporados a las empresas ferroviarias. Ni se otorgarían subsidios de ninguna clase, ni tratamientos tributarios preferenciales.

Tampoco se financiaría, ni siquiera en parte, la construcción y el mantenimiento de la infraestructura vial. Habría un sistema para que la mayoría de los costos se internalizaran a través del mecanismo impositivo y que estos recargos se trasladaran a los usuarios via precios. La mayoría de los servicios públicos serían operados por empresas particulares.

Los objetivos del ferrocarril en una economía de competencia perfecta, aunque diferentes, serían tan claros y coherentes como los del modelo planificado a nivel nacional, pues buscaría la máxima rentabilidad. Además, este logro sería también fácilmente controlable puesto que las metas que se deducen de los objetivos son mensurables

en términos muy concretos. En última instancia la eficacia de la gestión estaría medida por los resultados de la cuenta de pérdidas y ganancias.

## 2. Las empresas ferroviarias en la práctica

Sin embargo, por las razones que se señalaron en el primer capítulo, no existe en la práctica empresa ferroviaria alguna que se desenvuelva en un entorno de completo laissez-faire. Aun en las economías de mercado más liberales existe un control estatal o reglamentación por la cual deben regirse las empresas ferroviarias. También hay que señalar que no se conoce caso alguno de quiebra de una empresa ferroviaria estatal. Por otra parte, no es raro ver que en países con economías del tipo centralmente planificado se exija que estas empresas se autofinancien y aun se recurra al mecanismo de precios para incentivar la producción de transporte ferroviario. 9/

En suma, el entorno de la gran mayoría de los ferrocarriles, no corresponde a ninguno de los modelos extremos. Sin embargo, las empresas ferroviarias que actúan en entornos económicos del tipo centralmente planificados o de mercado, aunque éstos no sean cien por ciento "puros", tendrían en común el contar con objetivos bastante claros y el tener bien delineadas sus relaciones con el Gobierno. Por otra parte, la situación más corriente en la región es la de encontrarse con empresas que se desenvuelven en economías mixtas, con una intervención estatal bastante fuerte, pero con reglas del juego no muy claras.

Por consiguiente, muchas de las empresas ferroviarias europeas buscaron definir su modelo de gestión -en cuanto a metas claras y cuantificables- a través de la negociación con el Estado. Este modelo, que se encuentra entre los dos anteriores, es el que, a falta de mejor nombre, denominaremos como modelo de gestión concertada. La responsabilidad por las decisiones que tome la empresa recae únicamente sobre ella pero hace su planificación a partir de un contrato de programa negociado con el Gobierno, en el cual se definen las metas, objetivos y, en general, las reglas del juego aplicables. Así, logra contar con objetivos coherentes, aunque la formulación de ellos se diferenciaría de la que corresponde a los modelos analizados con anterioridad.

Es decir, la empresa del tercer modelo, a diferencia de la del segundo, que trabaja exclusivamente a partir de un estudio del mercado, y de la del primero, la cual para actuar debe esperar recibir el plan del organismo central, toma sus decisiones a partir de las condiciones del contrato de programa negociado con el gobierno y observando la situación del mercado.

En una situación en que el Gobierno no haya establecido reglas del juego claras, la fijación de objetivos se hará siempre por parte de la empresa la cual complementará, de acuerdo con su interpretación, los objetivos implícitos en las directivas emitidas por la autoridad superior u organismo de tutela del ferrocarril. Por lo tanto, es probable que las metas fijadas no concuerden necesariamente con las que el Gobierno les hubiera fijado en un plan o en un contrato de programa. Sin embargo, existe una alta probabilidad que la evaluación del desempeño de la empresa por parte del Gobierno sea hecha sobre la base de su propia visión del papel de los ferrocarriles. En consecuencia, parece muy aconsejable la concertación de un acuerdo escrito en el cual se deje constancia de los objetivos del Gobierno y se establezcan claramente metas para la empresa dirigidas hacia el logro de dichos objetivos.

Como una ilustración de las materias que puede contener este tipo de acuerdo, se muestra en el apéndice 1 de esta publicación un contrato de programa preparado teniendo en cuenta los que han estado en vigor entre la SNCF de Francia, RENFE, y sus respectivos gobiernos.

### 3. Los modelos de gestión tipo en las empresas ferroviarias de América Latina y España

La gran mayoría de los ferrocarriles de América Latina y España son estatales, lo cual implica que su gestión está frecuentemente regida por objetivos diferentes de los que primarían en una empresa ferroviaria netamente comercial o privada. Desde luego, como quedó de manifiesto en la XV Asamblea General de la ALAF (México, 1979) en el momento actual entre las empresas asociadas, hay una amplia gama de situaciones respecto de la forma cómo interviene el gobierno central en la administración de éstas.

En esa oportunidad el representante de la Empresa de Ferrocarriles del Estado de Chile hizo una exposición de cómo habían variado los objetivos de esta entidad hacia un enfoque de tipo comercial, bajo directivas acordes con la política económica social de mercado, vigente. Esto es, el objetivo primordial de esta empresa no es el cumplimiento de una "obligación de servicio público" sino alcanzar en una primera etapa el autofinanciamiento de sus operaciones y luego tratar de obtener beneficios comerciales.

En el caso de los Ferrocarriles de Cuba, por el contrario, su representante informó que se sigue una política de servicio público y, en consecuencia, se da la mayor prioridad al incremento en la disponibilidad de coches y vagones "para estar en condiciones de atender los excesos de demandas en los periodos ciclicos". Es del

caso recordar que estos ferrocarriles deben atender el transporte de la cosecha de azúcar que es el principal producto de exportación de Cuba.

Distinto es el caso de RENFE, cuyo programa de acción se apoya en el contrato negociado con el Gobierno, en el cual se define para el mediano plazo, dentro del marco de una planificación a más largo plazo cuáles van a ser las condiciones para el transporte ferroviario, desde el cálculo de las proyecciones de tráfico, basado en pronósticos a nivel macroeconómico, al nivel de gasto máximo, el cual RENFE se compromete a no sobrepasar. Por su parte, el Gobierno estipula en dicho contrato cuáles van a ser las inversiones en el ferrocarril durante el período, así como qué medidas concretas va a adoptar en cuanto a políticas de transporte, etc.

A partir de estos primeros indicios sobre los diferentes aspectos que presentan los medios institucionales en que se desenvuelven los ferrocarriles iberoamericanos, habría que estructurar un modelo de análisis general para identificar cuál sería el papel que el Gobierno le asigna al ferrocarril en el largo plazo, y por ende, cuáles serían los objetivos de la gestión, y cuáles son las variables de decisión correspondientes en el corto plazo, a fin de estar en condiciones de formular los lineamientos para el desarrollo de sistemas de información congruentes. Desde luego, se reconoce que ésta no será una tarea fácil, entre otras cosas, por el hecho de que muchas facetas de la gestión están íntimamente relacionadas entre sí.

### Capítulo III

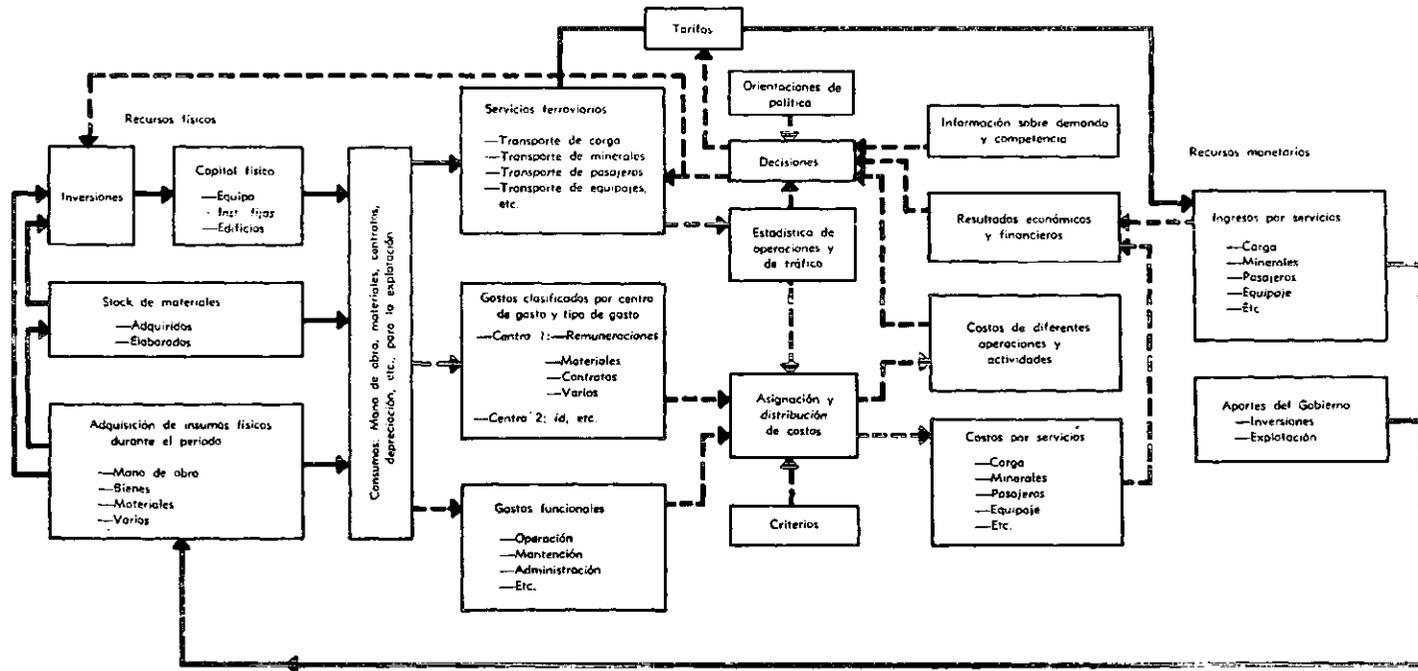
#### CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACION DE APOYO A LA GESTION FERROVIARIA

En el Seminario sobre sistemas de información ferroviaria realizado por la ALAF y la CEPAL en 1968, se señalaba que el sistema de gestión en una ferrocarril puede visualizarse como un sistema impulsado por tres tipos de decisiones: i) las relativas a los servicios ferroviarios que se prestarán, y la forma de organizar los medios para prestarlos, ii) las relacionadas con las inversiones que es preciso realizar para mejorar la rentabilidad de los servicios a prestar, o aumentar la capacidad de oferta mediante nuevos métodos de trabajo o mediante la incorporación de equipos adicionales o nuevas tecnologías, y iii) las referentes a las tarifas que se aplicarán a los diferentes servicios. Este enfoque, tal como se muestra en el gráfico 1, tiene subyacente la premisa de que el desarrollo de subsistemas de información como los de estadística, costos y contabilidad son necesarios para apoyar el proceso decisorio gerencial. Aún más, pone el acento en la planificación, vista como la anticipación consciente y metódica de la acción antes de ponerla en práctica.

Desde luego, cabría agregar al respecto que ninguna de las etapas del proceso de gestión tiene valor por sí sola; para lograr éxito en la gestión ferroviaria es imprescindible que todas ellas estén formando un ciclo integrado entre sí y con las respectivas corrientes de información. Más aún, es preciso que, como ya se ha señalado, todas las políticas u objetivos globales se hayan establecido de manera congruente con el entorno institucional en que la empresa desarrolla sus actividades, y que los objetivos sean claramente definidos y jerarquizables; que se ligue estrechamente la formulación de programas y presupuestos al logro de los objetivos que se persiguen; que las metas fijadas por la dirección puedan alcanzarse con los medios y recursos existentes, y que, finalmente, la planificación sea lo bastante flexible como para poder cambiar de rumbo, según se reciban nuevas informaciones, o las desviaciones constatadas en la etapa de control así lo requieran. Así, mediante el principio de retroalimentación (feedback), información, decisión y actividad integran un proceso continuo que sirve de base al sistema de gestión.

Gráfico 1

## ESQUEMA GENERAL DE INFORMACION FERROVIARIA



— — — — — Flujo de información

————— Flujo monetario y de recursos

Es indudable que la inclusión de los objetivos en cada etapa de la gestión es muy importante, pero más aún, en las de planificación y control. Pues, si esa dimensión no está considerada en los programas y presupuestos en una forma mensurable o las metas parciales a cumplir no se han derivado del objetivo prioritario del modelo de gestión, se corre el riesgo de perder de vista las interrelaciones de las diferentes fases de la operación y gestión ferroviaria y, por lo tanto, no se puede asegurar la puesta en práctica de planes congruentes, aunque se hayan formulado metas claras y factibles. Vale decir, para que un modelo informático de apoyo al proceso decisorio sea eficaz, éste debe ser concebido, como se ha señalado, sobre la base de los objetivos de largo plazo que caracterizan el modelo de gestión para el cual se desarrolla.

En cualquier ferrocarril es posible concebir la estructura de su sistema de información gerencial como una pirámide cuya base estará constituida por subsistemas parciales de información que pueden ser comunes a toda empresa ferroviaria, y hasta cierto punto intercambiables. Sin embargo, es importante enfatizar que para que esos subsistemas (estadísticas de tráfico; control de existencias; sistema de pago y control de personal, etc.) sean útiles ellos deben estar integrados de manera que respondan a los objetivos de cada empresa en particular. Además, es igualmente necesario integrar los elementos de datos en una base común, de manera que su utilización no se restrinja sólo a la actividad que los genera.

Una vez que se ha determinado cuál es el objetivo prioritario de la gestión de un ferrocarril en particular, es posible desarrollar su modelo informático, pues ese será el elemento que sirva de aglutinante para la integración de la información. Así, en términos generales, una vez explicitado ese objetivo prioritario, éste servirá de pauta para decidir i) cuales serán las prioridades en el desarrollo de los diferentes sistemas de información parciales y ii) cuál será la forma en que se integrarán dichos subsistemas en un modelo informático bien estructurado y útil para la gestión.

Esta metodología es una reacción al desarrollo de subsistemas o aplicaciones particulares que funcionan en relativo aislamiento uno de otros y prestando poca o ninguna atención a proveer información adecuada a las necesidades de alta dirección.

Aunque la estructura de los módulos computacionales en sí sea independiente de los criterios de decisión -lo cual permite que sean intercambiables entre distintos ferrocarriles- parece indispensable establecer un ordenamiento lógico y armónico de los elementos de datos que componen el acervo de información de la empresa, de

modo que permita su integración en informes adecuados tanto para el control por excepción como para el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en el marco institucional en que se desenvuelve la empresa.

Este ordenamiento lógico es una parte esencial de un sistema informático integral, el cual debe ser diseñado en forma completa en el plano conceptual, es decir, estableciendo desde el comienzo todas las definiciones de las características de los elementos de datos en concordancia con los productos (informes) que se necesitarán, aunque se espere implementar dicho sistema en forma gradual. Si se ha pensado en forma acuciosa, y por anticipado, todas las interrelaciones será posible modificar y ampliar el sistema con un mínimo de dificultad y demora. No sucederá así si dichas definiciones se posponen hasta el momento de la programación de una aplicación o módulo computacional en particular, ya que ello será extremadamente engorroso y puede resultar en un fracaso eventual del subsistema o aplicación deseada o, todavía más importante, en la imposibilidad de obtener los productos informáticos que se requieren para la gestión eficaz del ferrocarril. Asimismo, al diseñar un subsistema específico, resulta conveniente adoptar un enfoque modular para facilitar las modificaciones que pueda ser preciso introducir ante nuevas necesidades.

Paralelamente, es indispensable incorporar desde el principio en el diseño del sistema informático ciertos criterios para evitar la producción de "todos" los listados e informes que es dable obtener con el sistema. Esto, aunque parezca una paradoja, es lo que ocurre frecuentemente. Parece existir una gran tentación por obtener todos los productos posibles -tal vez por la rapidez con que puede hacerlo la computadora- sin percatarse que de este modo no sólo se aumenta en forma injustificada los gastos sino que, más importante, los resultados de esa tendencia serán contraproducentes. En efecto, hay que recordar que una "línea impresa" se convierte en información sólo si es leída, asimilada y usada por alguien. Si una persona, en este caso el director del ferrocarril, ve inundada su oficina con productos computacionales se verá materialmente imposibilitado de encontrar en esa masa de líneas impresas la información de apoyo que realmente necesita.

Una extensión importante del criterio de producción informática selectiva es la preparación de informes por excepción, o informes que respondan a demandas específicas. En el primer caso, para apoyar el control por excepción -elemento crucial de una gestión por objetivos- el módulo computacional correspondiente tendría que hacer periódicamente comparaciones entre los valores reales de los indicadores claves (supuestamente definidos en concordancia con los objetivos del ferrocarril) y los

valores esperados (o designados previamente como estándares de medición de los resultados o metas a obtener). Si la desviación constatada supera los márgenes de tolerancia definidos de antemano, el sistema de información produciría un informe indicando la desviación que existe y la magnitud de la diferencia con respecto al margen de tolerancia contemplado. Este procedimiento posibilitaría la oportuna investigación de la causa de la desviación y, en consecuencia, la adopción de las medidas correctivas necesarias.

Los informes que responden a demandas específicas también sirven de apoyo al control por excepción, y serán complementarios al primero si la información provista en ellos sobre desviaciones detectadas no basta para llegar a la causa de las mismas. Naturalmente, el pedir información para un análisis gerencial específico no predeterminado, puede obedecer a necesidades no relacionadas con el control por excepción.

La organización de un modelo informático de este tipo puede visualizarse dentro de un modelo conceptual en que la empresa constituye un organismo que se maneja por el ciclo información, decisión, actividad, como se señaló más arriba.

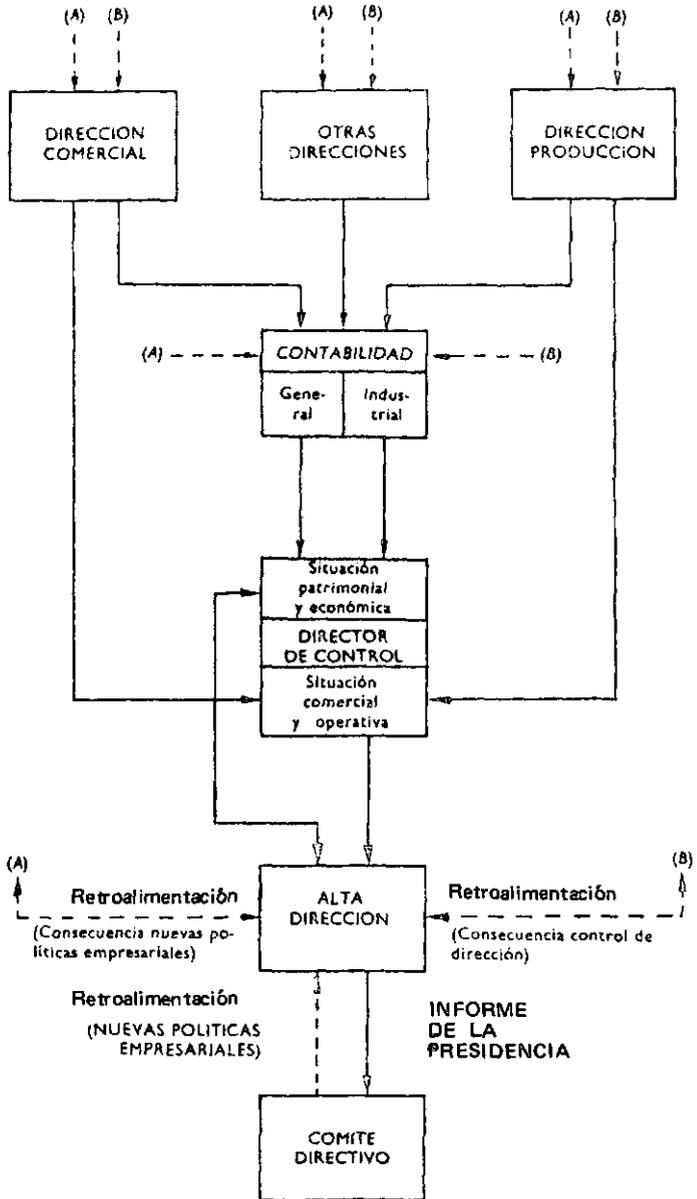
Este modelo informático podría tener la estructura que se muestra en el gráfico 2. Es decir, la información procedente de los diversos subsistemas de la empresa converge hacia la alta dirección. En este contexto, es de particular interés la definición de los dos tipos de retroalimentación o feedback resultantes de la actividad de control, a saber:

- "Un primer feedback, consistente en el flujo de medidas correctivas emitidas directamente por el director general." (En esta frase, el término "director general" debe entenderse como la Dirección General, sea unipersonal o pluripersonal.) "Esas medidas tienen una influencia inmediata sobre la actividad de la empresa puesto que tienen como objetivo resolver problemas contingentes."
- "Un segundo feedback, consecuencia de la definición de nuevas políticas empresariales. . Las medidas correctivas derivadas de las nuevas políticas tienen una influencia a largo plazo sobre las actividades empresariales y pueden requerir cambios en los planes." 10/

Se puede agregar que esta segunda retroalimentación tendrá repercusión en la modificación que aparezca necesaria en los parámetros y estándares definidos para medir la actuación de la empresa.

Gráfico 2

ESTRUCTURA ESQUEMATICA DE UN MODELO INFORMatico GERENCIAL



Fuente: Luciano Ronchi, op.cit.

La aplicación de este modelo en una empresa ferroviaria requeriría establecer previamente lo siguiente:

- Cuáles son las áreas críticas del modelo de gestión (un ejemplo de área crítica puede ser el estado de pérdidas y ganancias;
- Cuáles son los indicadores claves para el control por excepción, y
- Cuáles son los parámetros correspondientes a incorporar en el modelo informático.

Es decir, habría que definir una metodología que facilitara el desarrollo una informática integral e integrada, cuyos subsistemas o aplicaciones computacionales fuesen congruentes con los objetivos del modelo de gestión y, en consecuencia, pudiera dar a la alta dirección una "vista instantánea" de la situación respecto de cada uno de los indicadores claves en comparación con el periodo anterior y las metas fijadas. Esto parece imprescindible, pues aunque no sea posible desarrollar desde el comienzo todos los subsistemas del soporte informático, es necesario definir cuáles serán los subsistemas indispensables, y cuáles serán las vinculaciones entre ellos, para enseguida establecer un programa de avance ordenado para el desarrollo e implementación del sistema de información gerencial, en su conjunto.

Asimismo, para realizar el control por excepción, en forma complementaria se podría:

- Definir metas cuantificadas para cada unidad de la empresa, a cuya actividad pueda aplicarse criterios cuantitativos o algunos estándares o índices de medición, en lo posible con la participación de los responsables por el desempeño de la unidad;
- Definir márgenes de tolerancia en la comparación de los valores efectivos con los parámetros de referencia;
- Determinar niveles críticos en las variaciones respecto de dichos parámetros, de modo de obtener señales de alerta para las correcciones oportunas, sea de los parámetros o de las causas que originan las variaciones (sistema de retroalimentación), e
- Incorporar estos parámetros en los programas computacionales o subsistemas informáticos respectivos.

Por otra parte, considerando los principales aspectos operativos y financieros de la gestión ferroviaria, es necesario constituir núcleos de información, en los cuáles se acumulen datos como los siguientes:

- Núcleo gerencial: datos relativos a los objetivos, a los factores críticos de la gestión a los indicadores clave a controlar y tablas respecto de los correspondientes márgenes de desviaciones tolerables, y al inventario de organismos o vinculaciones vitales para la empresa;
- Núcleo comercial: datos para la gestión de pasajeros y datos relativos a los clientes de carga, a los competidores, a los productos tradicionalmente transportados, etc.;
- Núcleo técnico: datos ligados al itinerario de trenes (códigos de estaciones, tablas de distancias, características físicas de la infraestructura y del material rodante y tractor) y programas de mantención preventiva de la vía, de las obras de arte, de los vagones, del equipo tractor, etc.;
- Núcleo financiero-contable: datos sobre el presupuesto y sobre la situación del patrimonio de la empresa, tablas de tasas de depreciación tributaria admisibles, de tasas de amortización o recuperación del capital y de conversión de monedas, plan de cuentas, costos estándar, etc., y
- Núcleo de personal: antecedentes sobre la estructura de personal, puestos, remuneraciones, capacitación, etc.

De esta manera, se formará la base de datos con la información generada en la actividad de la empresa, de modo que éstos estén disponibles, para ser procesados en las varias aplicaciones ya existentes en la empresa o a ser integradas en el futuro. De hecho, los informes que produzca el sistema informático, tendrán características distintas según el nivel directivo al cual estén dirigidos, variando sustancialmente en el área de control cubierta, la integración o no de indicadores financieros y físicos, la periodicidad y la amplitud de perspectiva.

## Capítulo IV

### LA COOPERACION INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE INFORMACION EN LOS FERROCARRILES DE AMERICA LATINA Y ESPANA

La idea de administrar el activo constituido por los elementos de datos de propiedad de una empresa como un recurso valioso no es de reciente cuño, como tampoco lo es que el reconocer este hecho ha impulsado a los ferrocarriles en todo el mundo a buscar mejores métodos para administrar ese acervo. Sin embargo, como las características de un ferrocarril hacen especialmente complejo el diseño y aplicación de sus sistemas de información, no parece extraño que la mayoría haya llegado a considerar dichos métodos como inseparables del procesamiento electrónico de datos. Aun en este mismo trabajo se ha acogido esa virtual sinonimia en la definición del término informática.

#### 1. Experiencias recoñidas en el proyecto SIMFER

En la región, casi todos los ferrocarriles cuentan desde hace algunos años con ciertos subsistemas de información automatizados, como los de estadísticas, contabilidad general, y pagos al personal. Otros han logrado un mayor grado de avance y se interesan en explorar ahora la viabilidad de desarrollar un sistema informático integrado que responda a las necesidades de la alta dirección ferroviaria.

Sin embargo, como se señaló en la primera reunión de expertos, la magnitud de los problemas que presenta una tarea de esa envergadura requiere que se hagan cuidadosos estudios y análisis de las opciones disponibles antes de que se adopte un programa de acción para llevarla a cabo. Desde luego, el encarar el estudio sistemático de cuál es el sistema de información gerencial más adecuado requiere, en primer lugar, tener presente que no siempre es fácil asimilar los subsistemas computacionales existentes en otras empresas, sin una adaptación previa. En efecto, el desarrollo de un esquema coherente exige que se analicen y definan las características de los elementos de datos para que éstos puedan ser combinables e integrables en las aplicaciones o subsistemas que se planifican.

Lo anterior no quiere decir que si hay módulos computacionales básicos, con una eficacia demostrada, en el sistema de información de un ferrocarril cualquiera, éstos no puedan ser trasladados a otros ferrocarriles con distintos modelos de gestión -o más bien con objetivos de gestión diferentes. Como quedó demostrado en la mencionada reunión, es totalmente factible que los ferrocarriles mexicanos puedan aprender de lo realizado

por los ferrocarriles argentinos en el subsistema de gestión de pasajeros, por ejemplo.

La Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE), cuya gestión, como se mencionó más arriba, está regida por parámetros económicos, pero con la obligación de alcanzar ciertos niveles de tráfico, definidos en su contrato con el Gobierno, ha aplicado en buena medida esta metodología en el desarrollo de un sistema de información al cual le ha dado el nombre de Control Integrado de Gestión. Como puede verse en el capítulo I de la segunda parte del presente documento, dicho sistema fue concebido para recoger los datos físicos, valorarlos en términos monetarios con un criterio uniforme, y dar una visión global al integrar los análisis parciales en la cuenta de resultados (o cuenta de pérdidas y ganancias).

Las actividades realizadas en el proyecto SINFER han puesto de manifiesto que no sólo es posible que los ferrocarriles de América Latina y España conversen sobre aspectos concretos de la informática e intercambien experiencias con provecho, sino que hay más similitud en sus modelos de gestión de lo que podría parecer a primera vista. En efecto, ninguno de ellos se rige por modelos del tipo "puro" (o correspondientes 100% al modelo hipotético centralmente planificado, o al de una economía de mercado). Aun se podría afirmar que el conjunto de elementos de datos básicos que se requieren para una aplicación o subsistema determinado -por ejemplo, para el subsistema de gestión de vagones- son casi los mismos en cualquiera de estas empresas ferroviarias, aunque variará fundamentalmente la manera como los datos generados por esa aplicación se van a integrar para llegar a la cúspide de la pirámide informática en apoyo de las decisiones gerenciales propiamente tales.

Un ejemplo de esta cuasi-identidad en los datos básicos aparece en la monografía incluida en el capítulo II de la segunda parte, donde se resumen los trabajos realizados por Ferrocarriles Nacionales de México y la Ferrovia Paulista S.A. de Brasil para la gestión de vagones. Estas dos empresas se dieron cuenta que los medios tradicionales de enfrentar aumentos en la demanda por transporte ferroviario mediante la adquisición de vagones adicionales resultaban cada vez más onerosos y poco rentables. Además, el costo del capital invertido en el material rodante en uso tiene mayor incidencia en los costos totales de producción de los servicios ferroviarios. Estos aspectos, como lo constatan la mayoría de las empresas, actualmente cobran mayor importancia en vista de la escasez de financiamiento en términos blandos, y las altas tasas de interés imperantes. Así las empresas mencionadas vieron que podían obtener "significativos aumentos en su capacidad haciendo inversiones en el mejoramiento de la gestión de su

material rodante existente." Indudablemente, aparte de la instalación de una red de telecomunicaciones moderna, una de las formas más efectivas de lograr esta mejor gestión es la inversión en un subsistema de información eficaz, como lo constataron los Ferrocarriles Nacionales de México al poner en marcha el Sistema Central de Información y Control de Operaciones (SCINCO).

El SCINCO ha resultado muy eficaz para el intercambio de vagones con otros ferrocarriles, para mejorar el movimiento de trenes, y para determinar la ubicación, características y estado de vagones y locomotoras; controlar el mantenimiento de locomotoras; controlar los vagones que se manejan en grupos, y transmitir mensajes entre estaciones.

El Sistema de Utilización del Material Operativo (SUMO) de la Ferrovía Paulista S.A. también responde básicamente a las mismas necesidades operativas, lo que confirma que éstas son preocupaciones comunes a toda empresa ferroviaria.

En el caso de los Ferrocarriles Argentinos, por su parte, había preocupación por resolver los problemas que les presentaba el atender las reservas de asientos en la forma tradicional. Así comenzó en 1978 a elaborar un subsistema computacional para la gestión integral de los servicios de pasajeros al que denominó Sistema Electrónico de Reserva y Expendio de Pasajes (SEREP). Este sistema integral, descrito en forma amplia en el capítulo IV de la segunda parte, ha permitido a esta empresa no sólo a obviar la necesidad de reforzar el personal de las boleterías durante la temporada de las grandes vacaciones, sino que ir coordinando los aspectos contables, como el arqueo de cada boletería y la facturación a las agencias de viaje, y tener control sobre la programación de los trenes (saber si es necesario agregar coches a un tren determinado, o poner trenes de refuerzo), y sobre los aspectos operativos de la gestión como son el movimiento y ubicación de los coches, y la reparación oportuna de los mismos.

En vista del gran número de ítems a manejar en un ferrocarril y las ventajas que éste obtendría de un subsistema computadorizado para una gestión de existencias eficaz, sorprendería el hecho de que, hasta la reunión de expertos en 1981, los ferrocarriles latinoamericanos no hubieran desarrollado todavía un subsistema de esa naturaleza. Sin embargo, esto no es extraño si se tiene en cuenta que los requisitos básicos previos de codificar cada material o pieza en existencia y normalizar su terminología, primeros pasos del trabajo de nomenclatura, son procesos complejos por la gran cantidad de datos técnicos que hay que reunir y por el volumen de recursos que requieren. Al respecto cabe hacer notar, sin embargo,

que en algunas empresas como la Empresa de Ferrocarriles del Estado de Chile se han desarrollado importantes tareas en esta área. En efecto, esta empresa, hacia fines de 1982, había logrado la codificación y la normalización terminológica de aproximadamente el 60% de sus materiales y repuestos en existencia.

Afortunadamente, en vista de la gran similitud entre los tipos de materiales que se manejan en las empresas ferroviarias, la experiencia desarrollada por RENFE puede ser utilizada por otras empresas ferroviarias latinoamericanas. En el curso del diseño y puesta en marcha de su Sistema de Gestión de Existencias de Materiales (SIGEX), RENFE llevó a cabo la codificación y la normalización de la terminología de todos los ítems que incorporó al sistema. Como se describe en el capítulo IV de la segunda parte, el sistema SIGEX ha permitido a RENFE bajar su coeficiente de cobertura, mediante el cual se cuantifica el tiempo de consumo asegurado por las existencias disponibles, logro de mucha importancia si se considera que estas existencias corresponden mayoritariamente a los materiales de uso general comprendidos en la zona A de la clasificación ABC. Asimismo, el SIGEX aprovecha al máximo la información disponible en el sistema y genera las estadísticas y otros datos necesarios para los controles contables, presupuestarios o financieros, conexos a la gestión de existencias.

## 2. Lineamientos para la continuación del proyecto SINFER

En el proceso de creación de un sistema de información integrado, de apoyo a la gestión ferroviaria es conveniente tener presente el desarrollo de los siguientes subsistemas de información básicos que constituyen, entre otros, los elementos cuya consolidación conduciría a un sistema integrado de gestión:

- Tráfico de viajeros;
- Tráfico de mercancías;
- Operación de trenes;
- Control de proyectos;
- Control financiero;
- Control de presupuestos-programas;
- Control del patrimonio (activo fijo);
- Administración de personal;
- Gestión de existencias;
- Control de energía (combustibles, electricidad),  
y
- Control de los programas de mantenimiento de instalaciones y equipos.

La enumeración anterior, desde luego, no pretende ser exhaustiva, ya que incluye solamente los grandes

subsistemas de información utilizados en las empresas ferroviarias desde el punto de vista de la gestión de sus operaciones y del control empresarial. Sin embargo, en cada uno de esos subsistemas pueden haber diferentes módulos. Como ejemplos de posibles módulos en aquellos subsistemas con un grado importante de integración se puede mencionar:

- Subsistema de viajeros: reserva de pasajes, administración de coches de pasajeros, contabilidad, caja, estadística, análisis de márgenes de beneficio;
- Subsistema de mercancías: control de vagones (en movimiento y en patios), facturación, intercambio de vagones, contabilidad, estadística, distribución vagones vacíos, análisis de márgenes de beneficio;
- Subsistema de operaciones de trenes: control de trenes, control de tripulaciones, cálculo de costos de operaciones, etc.;
- Subsistema de control de personal: pago de nómina, control de ascensos, traslados, contabilidad, caja, base para costos;
- Subsistema de gestión de existencias: control de las compras, existencias, contabilidad, caja, control de proveedores, y
- Subsistema de control de presupuestos-programas: control de los presupuestos-programas de explotación e inversiones, y ficheros de informaciones económicas generales.

Vale la pena señalar que un sistema de información global podría tener en sí varias dimensiones o niveles de integración. Esto se reflejaría, por una parte en el método empleado para la recogida y depuración de los datos, el cual podría ser directo, o hecho en forma indirecta, es decir, extrayéndolo del banco de datos establecido previamente. En un tercer nivel de integración, se recogerían los datos una vez que éstos hubieran sido convertidos a una expresión económica. Esto es, un alto nivel de integración se concibe como aquél en el que se resumiría toda la información generada en los otros subsistemas y se la integraría en una "cuenta crítica". Por ejemplo, si se ha elegido un control por parámetros económicos estándares, esa cuenta podría ser la cuenta de resultados.

Si se considera conveniente integrar la información producida en algunos de los subsistemas mencionados más arriba, podría utilizarse la técnica de base de datos. En el apéndice 1 se describe una metodología que podría ser útil para analizar la instalación de un sistema de administración de bases de datos. La aplicación de un modelo de base de datos en una empresa ferroviaria requeriría el desarrollo de una investigación previa que tenga en cuenta, entre otras cosas, una definición de las

necesidades de información estrechamente ligada a los objetivos de la empresa partiendo de la cumbre hacia abajo, así como un análisis global de su informática a fin de establecer:

- Cuáles son los subsistemas y módulos existentes;
- Cuáles son las brechas de información no cubiertas;
- Cuál es la eficacia de los productos informáticos actuales, en cuanto a selectividad, grado de detalle, oportunidad, secuencia adecuada, etc.;
- Si existe ya la producción de informes por excepción, cuál es la vinculación efectiva con los objetivos globales y los parámetros o factores críticos para medir su logro, y
- Cuál será el plan de acción para lograr una informática integrada que responda a las necesidades de esa empresa en el corto y largo plazo.

Finalmente, para apoyar los esfuerzos de la mayoría de los ferrocarriles latinoamericanos en el desarrollo de sistemas de información según los anteriores lineamientos, se sugieren las siguientes áreas de investigación para la continuación del proyecto SINFER:

- Seguir examinando la relación entre los objetivos de la empresa ferroviaria y los subsistemas de información que requiere la gestión a diferentes niveles;
- Continuar el intercambio de experiencias en relación con la integración de dichos subsistemas con miras a servir de apoyo a las decisiones de la alta dirección;
- Seguir identificando módulos que pueden intercambiarse entre los ferrocarriles de América Latina y España, documentando adecuadamente las experiencias que se consideren relevantes para ser presentadas en futuras reuniones, y
- Explorar las posibilidades que ofrecen los sistemas de información para enfrentar el problema de la dispersión geográfica de los ferrocarriles en relación con las deficiencias de comunicaciones y las ventajas de la centralización de la información para la toma de las decisiones gerenciales.

Evidentemente, las posibilidades de tener éxito en las investigaciones futuras tendientes a identificar intereses comunes en el diseño de sistemas de información gerenciales se ven reforzadas por el alto espíritu de colaboración y buena disposición demostrados en varias oportunidades por los miembros de la ALAF para poner en práctica la cooperación técnica mutua.

Segunda parte

MONOGRAFÍAS SOBRE SISTEMAS DE INFORMACION  
OPERATIVA Y DE GESTION

## Capítulo I

### CONTROL INTEGRADO DE GESTIÓN EN LA RED NACIONAL DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES 11/

La planificación en la empresa moderna es una herramienta que se emplea para construir un futuro predeterminado. Es por consiguiente el punto de partida de cada acción que tiende a lograr ese futuro, constituyendo una superfunción que atañe a todos los órganos e implica en alguna medida a todos los niveles de la empresa. En otras palabras, se trata de un esfuerzo para mejorar la toma de decisiones, a través de una clarificación de objetivos, identificación de opciones disponibles y medición de la contribución de esas opciones a la satisfacción de los objetivos, frente a la diversidad de posibles acciones que la empresa podría realizar.

El control de la gestión constituye un proceso que la empresa puede emplear para determinar que la ejecución concuerda con la planificación, o para descubrir eventuales desviaciones y tomar medidas correctivas en forma oportuna. Este proceso requiere a su vez el apoyo de un sistema de información que proporcione los datos necesarios para comprobar las concordancias o detectar las discrepancias. La Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE) cuenta actualmente con tal apoyo a través de su Sistema de Control Integrado de Gestión, cuyo objetivo es respaldar a los directivos, en su proceso de toma de decisiones, con el fin de lograr una congruencia en su actuación para que puedan alcanzar los mejores resultados para el ferrocarril.

La implantación del sistema, que comenzó hace algunos años, ha seguido un esquema modular que permite un avance gradual en la perfección del control en sus aspectos parciales de documentación de base, procesos y resultados. El sistema ya se está explotando con procesamiento convencional por lotes, y en un futuro no muy lejano se introducirá un avance importante con la puesta en marcha de procesos de teleinformática que contribuirán a la optimización de las decisiones mediante una reducción en las demoras en la entrega de información.

#### 1. Aspectos conceptuales

El control de gestión constituye toda una serie de procedimientos a través de los cuales una empresa asegura que la ejecución de sus actividades concuerda con la planificación, o descubre las posibles desviaciones para tomar medidas correctivas en forma oportuna. El objetivo de este control es apoyar a los directivos en el proceso decisorio para obtener los resultados deseados.

a) Concepto del control integrado

Un concepto clave del control de gestión es el de su integración, que significa la implicación simultánea de los responsables de todos los niveles de la empresa, y la correlación y unicidad absoluta de procedimientos en la obtención de los datos y en su utilización posterior. Por lo tanto, las siguientes características distinguen el control integrado:

- Totalidad, en el sentido de que cubre todos los aspectos de cada una de las actividades de la empresa en su conjunto;
- Equilibrio, puesto que a cada aspecto del control se le asigna una ponderación justa, sin permitir que un énfasis derivado de la formación técnica o comercial del directivo distorsione la realidad según ese origen;
- Coordinación, porque se compone de un grupo de subsistemas relacionados que llevan el control de las múltiples actividades de la empresa;
- Cuantitatividad, debido a que los resultados se entregan en forma de unidades de medida, siendo la principal la monetaria pero con el apoyo de otras que permiten sentar criterios sobre la evolución del desempeño a través de índices y ratios;
- Periodicidad, ya que se sigue un esquema y una secuencia que se repiten con regularidad;
- Oportunidad, puesto que cualquier acción correctiva ha de realizarse en su debido momento para que pueda incidir positivamente en la situación que se desea corregir;
- Concordancia, para que dicha acción correctiva sea apropiada a la situación;
- Creatividad, porque continuamente se buscan nuevos ratios y estándares que permitan conocer mejor la realidad de la empresa para encaminarla más certeramente hacia sus objetivos, e
- Impulso a la acción, ya que se debe alertar a la dirección de la necesidad de tomar decisiones para reforzar las situaciones favorables y corregir las desfavorables.

b) Características de la información para la gestión

Es imposible concebir un sistema de control integrado de gestión si no se cuenta con un sistema de información para apoyarlo, por lo que se entiende que los dos conceptos condicionan el montaje de un control adecuado y útil a las necesidades de la dirección. La información para la gestión debe ser por ende:

i) Necesaria: En la medida en que la información no sirve para la gestión porque no se puede utilizar, no debe producirse.

ii) Oportuna: Información que no se recibe oportunamente no puede incidir sobre la decisión que ha de tomarse, así que debe llegar cuando se necesita. Para efectos de la estadística la información histórica tiene ciertamente una gran utilidad, pero ésta es menor de lo que podría significar si la misma información se presentara a tiempo para considerarse en la formulación de acciones correctivas.

iii) De utilización inmediata: La información no debe requerir para ser usada una elaboración manual complementaria, como por ejemplo sacar una suma parcial o hacer una combinación con otros datos, sino debe reflejar directamente todo su contenido informativo útil.

iv) Clara: Dicha información debe tener una claridad, no sólo objetiva sino también subjetiva, que esté de acuerdo con la mentalidad y los conocimientos de las personas a las que se dirige, quienes no deberán necesitar una preparación especial -en las profundidades de la técnica de contabilidad, por ejemplo- para poder interpretarla y utilizarla.

v) Precisa: El grado de exactitud de la información para la gestión debe ser el que se requiere en cada caso, que no es el mismo en el cálculo del costo de transportar un producto como el que se requiere en un balance oficial o en la cuenta corriente de un cliente. La precisión excesiva, además de no poder obtenerse para muchos fines tales como los cálculos de costos, acarrea un gasto adicional de producción que no se justifica por los resultados.

vi) Completa: La información incompleta puede resultar más desorientadora que la falta de información, por lo que se debe poner de manifiesto todos los aspectos relevantes del problema para cuya solución se suministra la información.

vii) Coordinada: Los datos han de poder relacionarse unos con otros para que la información sea unívoca, y tienen que seguir los lineamientos de un plan de informática a fin de evitar un desequilibrio entre detalles sobre distintos aspectos de la gestión.

viii) Jerarquizada: Ya que algunos detalles de la información son más importantes que otros, el plan de informática debe seguir un esquema piramidal en que unos detalles se desprenden de otros, con lo cual se garantiza además el requisito de la coordinación citado en el párrafo anterior.

ix) Sintética: La presentación de la información debe permitir que se obtengan sólo los detalles sintetizados, con el objeto de aumentar la rapidez con que se contribuye a la toma de decisiones. Siempre se puede pedir la elaboración de informes más extensos si es preciso efectuar algún análisis en profundidad.

x) Integrada: Razones de índole económica aconsejan la integración de los datos originales para que de un mínimo de éstos se pueda obtener un máximo de información con un mínimo de procesamiento.

c) El control presupuestario y el control de la gestión

El control presupuestario se basa en la elaboración de un presupuesto en un instante determinado, seguido por su comparación con los hechos acontecidos para determinar el grado de cumplimiento de esa propuesta analizando las desviaciones. Dicho procedimiento aplica modernos conceptos de control a todas las magnitudes económicas de la empresa.

El control de gestión es mucho más que esto, ya que se trata de un perfeccionamiento y una ampliación según los planteamientos esbozados a continuación:

i) El control presupuestario suele manejar solamente datos económicos que se pueden transformar en valores monetarios. El control de gestión engloba este aspecto, pero incluye asimismo previsiones no transformables -al menos inmediatamente- en valores monetarios. Por ejemplo, un plan de formación de personal no se encaja en un control puramente presupuestario pero sí en un control de gestión.

ii) El control presupuestario está basado en propuestas que se apoyan en previsiones que pueden a su vez derivarse de la simple extrapolación de datos históricos, modificada por una estimación de los factores que se considera que tendrán influencia en el futuro. El control de gestión, en cambio, estriba fundamentalmente en los objetivos, es decir, persigue unos resultados económicos determinados que se basan en previsiones efectuadas con una actitud eminentemente activa y no simplemente pasiva, como puede suceder en el control presupuestario.

iii) El control presupuestario puede realizarse sin la participación de los directivos de la empresa, lo que no sucede con el control de gestión por cuanto éste tiene como premisa primordial que los presupuestos y los objetivos se establezcan con la participación de todos los que ocupan posiciones de responsabilidad por su desempeño.

iv) El control presupuestario puede ser parcial, dedicado a una sola función como la de tesorería, mientras que el control de gestión es global y comprende todas las variables económicas de la empresa.

v) El control presupuestario puede limitarse a un año, en el que se establece el presupuesto para el año siguiente, pero el control de gestión ha de tener en cuenta tanto el corto como el mediano y el largo plazo, ya que muchas decisiones que se toman hoy tienen consecuencias que recién se conocerán varios años en el futuro, y es necesario preverlas para poder iniciar con anticipación cualquier cambio complementario que se requiera.

De todos estos planteamientos se deduce que el control de gestión es un concepto más amplio, que engloba al control presupuestario y lo mejora sin renunciar a ninguno de las ventajas que acarrea. Las diferencias entre los dos conceptos se resumen a continuación:

<u>Aspecto considerado</u>	<u>Control presupuestario</u>	<u>Control de gestión</u>
Datos manejados	Sólo los económicos	Económicos y no económicos
Bases de la planificación	Sólo información económica	Información económica y no económica
Grado de participación	Puede establecerse sin participación	Participación de todos los niveles
Grado de amplitud	Cabe un control parcial	Sólo el control global
Ámbito temporal	Suele ser anual	Los plazos deberán ser más largos

#### d) Etapas de implantación

Para la implantación del control integrado de gestión se propone la siguiente serie de nueve etapas, algunas de las cuales pueden llegar a tener una duración de hasta dos o tres años:

i) Se realiza un reconocimiento de la gestión interna y la situación externa de la empresa desde el punto de vista de 1) los resultados ahora obtenidos y las posibilidades que se ofrecen hacia el futuro, 2) los recursos humanos, financieros y técnicos con que se cuenta y 3) la posición de la empresa en relación con los mercados y los ciclos técnico-comerciales de sus productos.

ii) Al nivel jerárquico más alto de la empresa -como por ejemplo la junta directiva- se determinan la política y objetivos generales de acuerdo con elementos de juicio y estudios suministrados por la dirección.

iii) Se formulan objetivos especificos y se determinan las áreas de la empresa que serán responsables por su realización.

iv) Se establecen presupuestos generales que reflejen la traducción a términos monetarios de los objetivos especificos expresados cuantitativa y cualitativamente.

v) Se preparan presupuestos detallados por direcciones, áreas y otras reparticiones, sobre la base del presupuesto general de la empresa.

vi) Se adaptan los sistemas de información para el control de los presupuestos, que es posiblemente la etapa más pesada y laboriosa debido a que se trata de una integración progresiva de todos los procesos que realiza la empresa.

vii) Se efectuan controles parciales y provisionales de algunos de los presupuestos detallados para determinar si la información se está adaptando adecuadamente, ya que es indispensable que sea la información lo que se adapte para no tener que incurrir en un procesamiento posterior especial antes de poder usarla para los fines de control.

viii) Se analizan las desviaciones y se adoptan las medidas correctivas identificadas a través de los controles parciales y provisionales, para comprobar la eficacia del sistema.

ix) Finalmente, se hacen los ajustes y reestructuraciones del sistema necesarios para conseguir el grado de adaptación que se requiere.

Al llegar a este punto el sistema de control integrado de gestión está en condiciones de ponerse en marcha definitiva. Luego de que todos los presupuestos y el sistema mismo se hayan comprobado durante el curso de un año, podría ser necesario modificar los objetivos -y en consecuencia los presupuestos del próximo año- porque dichos objetivos no se han cumplido o porque se han superado por un margen demasiado amplio. Se considera entonces que el control integrado de gestión ha alcanzado su verdadera implantación sólo después de haber completado este periodo de prueba.

#### e) Ejercicio del control

El control integrado de gestión no funciona simplemente porque así se desea. Aun cuando la empresa entera estuviera convencida de la importancia de este concepto como instrumento rector de las actividades, el

sistema tendría que estar a cargo de alguien que velara por la eficacia de su funcionamiento. A esta persona se le dará el título de "controlador" -con el mismo sentido que tiene la palabra "controller" en inglés- para no correr el riesgo de confundir su oficio con el del contralor tradicional, cuyo trabajo se limita a los aspectos puramente contables.

A continuación se describe una serie de condiciones previas que han de existir en la empresa para que se pueda establecer el cargo de controlador:

i) En el plano gerencial

- Conocimiento, aceptación y participación por todos los niveles jerárquicos en la realización de la dirección por objetivos y resultados;
- Reconocimiento de las líneas de autoridad en la empresa y de la diferencia entre ellas y las funciones de apoyo administrativo y técnico;
- Visión del control como una unión de objetivos, formas de medir su cumplimiento y acciones para hacerlos cumplir o para cambiarlos si no son realistas;
- Entendimiento de la necesidad de supervisar la delegación de funciones;
- Consideración de las previsiones como objetivos a cumplir;
- Establecimiento de un esquema de incentivos y sanciones;

ii) En el plano organizativo

- Existencia de un sistema de información tanto contable como extracontable, implantado según los lineamientos ya planteados, y
- División de las funciones y definición de las responsabilidades según los objetivos de la empresa.

f) Premisas del control

El propósito del control de gestión es la elaboración de la información que sistemáticamente llega a los órganos decisorios de la empresa con el fin de hacer resaltar sus aspectos más importantes, especialmente en lo que se refiere al cumplimiento físico y económico de programas. La información para la gestión ha de elaborarse por consiguiente de una manera adecuada a los niveles de gestión que existen dentro de la estructura de la empresa, recibiendo los niveles más altos sólo un mínimo de información representativa que respalde y simplifique la toma de decisiones. La meta principal de este tipo de sistema es propiciar la conciencia económica,

no sólo de los directivos sino de toda la empresa, por lo que se fundamenta en las siguientes premisas:

i) Coherencia: Es preciso que la información sea coherente, para que no se encuentren discrepancias entre las conclusiones derivadas de diferentes informes o presentaciones.

ii) Modularidad: Se puede avanzar y profundizar en el control de gestión en forma gradual, sin necesidad de acometerlo en su conjunto para que produzca resultados útiles. De esta manera se adapta perfectamente a cualquier tipo de organización, independientemente de lo sencillo o complejo que sea el sistema de gestión.

iii) Base de datos: Es fundamental para el desarrollo del sistema que la empresa cuente con una buena base de datos que esté permanentemente actualizada y que contenga las características y codificaciones de los diferentes factores productivos -tales como el personal, el material rodante y las estadísticas- para que se pueda obtener de ella como fuente única todos los datos necesarios para cualquier tipo de informe que se requiera.

iv) Unicidad de criterios: Los procesos de recolección de datos deben ser únicos y uniformes. Si existe entre otras cosas homogeneidad en la documentación y normalización en los códigos, un mismo documento puede servir para recopilar los datos sobre dos o más procesos distintos, como por ejemplo la contabilidad, el presupuesto y ciertos tipos de estadísticas, de manera que un determinado hecho económico quede registrado una sola vez en un documento único, con suficiente detalle para que sirva de fuente para todos los informes y análisis que sobre la materia se requieran.

v) Agilidad: La recolección y el procesamiento de datos tienen que ser ágiles, para que la información resultante llegue al decisor en el tiempo oportuno. La dinámica de las empresas y la rapidez con que éstas experimentan cambios hacen cada día más patente la importancia de la agilidad.

vi) Valoración económica de los datos físicos: Ya que el control de gestión es un concepto más amplio que el control presupuestario, es imprescindible poder relacionar todos los aspectos del desempeño a través de una unidad de medida común.

Si se cumplen estas premisas se consigue la unidad y coordinación de la información necesarias para permitir que los diferentes análisis de resultados que se realizan sean visiones parciales pero coherentes de un mismo hecho físico, con una valoración económica única. Una vez consolidada, la información se puede presentar como la

cuenta de resultados de la empresa. Para obtener dicho grado de integración es necesario parcelar la información que constituye la cuenta de resultados de la empresa en lo que se llaman "unidades de tratamiento", cuyo concepto luego se presentará en más detalle.

## 2. Control integrado de gestión de un ferrocarril

Dada la complejidad organizativa de las empresas ferroviarias modernas, cuyas actividades y productos están en gran parte interrelacionados, son insuficientes los métodos tradicionales basados en el control del presupuesto y los controles estadísticos. Es preciso recurrir al control integrado de gestión, que supone la evaluación de todos los medios empleados, así como al establecimiento de una relación directa entre los objetivos perseguidos y los resultados obtenidos.

A continuación se expone un modelo de control integrado de gestión que consta de tres elementos: a) documentación de base, b) unidades de tratamiento informático y c) resultados finales (véase el gráfico 3).

### a) Documentación de base

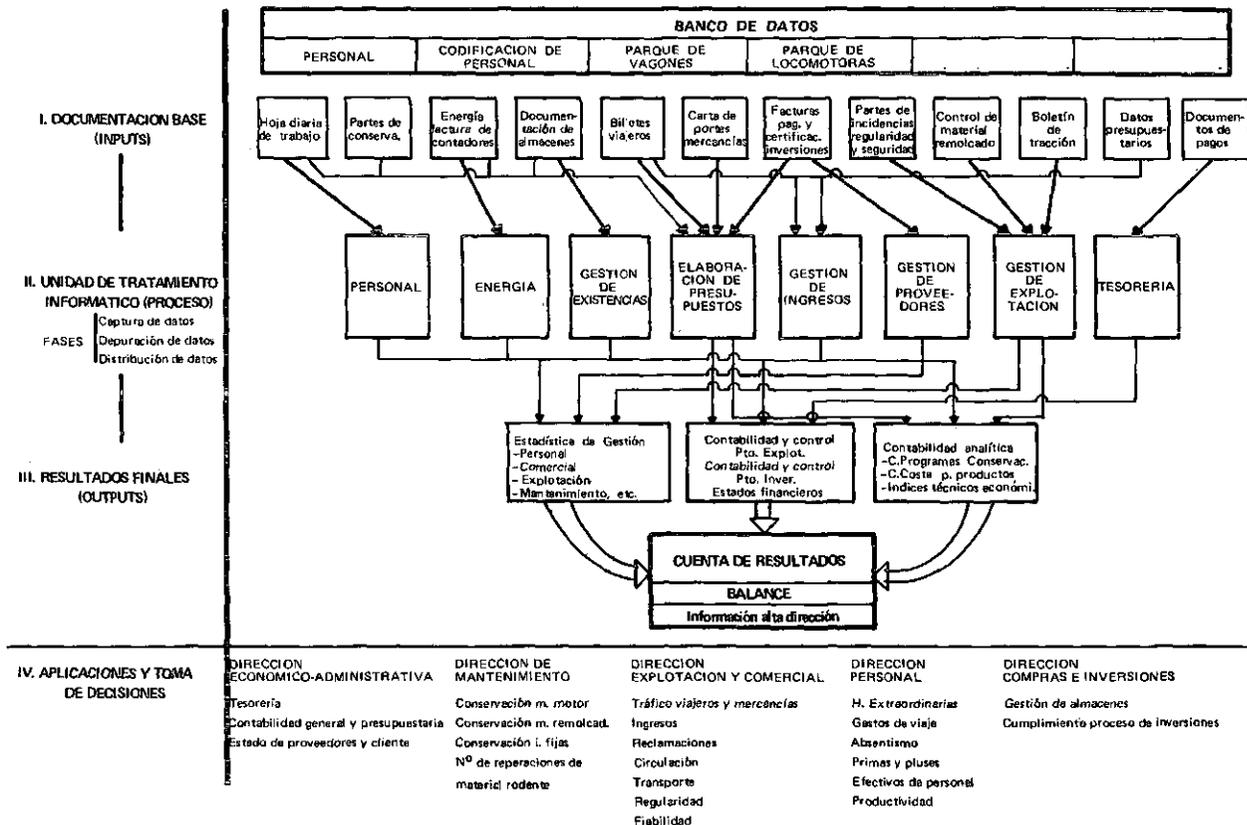
La documentación de base, que en principio alimenta a una o más unidades de tratamiento informático, está compuesta por aquella información de carácter elemental a la que es necesario dar un tratamiento informático con la finalidad de obtener unos resultados determinados. Dicha información se resume en los siguientes documentos:

- Hoja diaria de trabajo;
- Partes de mantenimiento del material rodante y de instalaciones fijas;
- Partes de combustible y de consumo de electricidad;
- Documentación de almacenes;
- Relación de boletos vendidos;
- Cartas de porte;
- Facturas, pedidos de autorización de gastos y certificaciones de inversiones;
- Partes de incidencias, regularidad, seguridad y otras operaciones de trenes;
- Partes de control del material remolcado;
- Boletines de tracción;
- Datos presupuestarios, y
- Documentos de pago y de cobranza.

Gráfico 3

## ESQUEMA DE UN CONTROL INTEGRADO DE GESTION

RENFE



b) Unidad de tratamiento informático

Las premisas en que se apoya la filosofía sobre el control de gestión -es decir, coherencia, modularidad, base de datos, unicidad de criterios, agilidad y valoración económica de los datos físicos- estriban en las llamadas "unidades de tratamiento", que se pueden definir como los conjuntos de fases y actuaciones a través de los cuales tienen que pasar los datos sobre unos hechos económicos homogéneos hasta la obtención de la información final. Constituyen dichas unidades aquellas corrientes de información que forman el almacén de la actividad económica de la empresa, contemplando las actuaciones desde que se establece un compromiso laboral, de suministro de servicios u otro parecido hasta que tal compromiso se extingue por el pago o cobro del mismo. Su característica fundamental es que recogen de la documentación de base relevante todos los datos relacionados con esa unidad, tanto físicos como económicos.

Un ejemplo claro de lo que es una unidad de tratamiento se refiere a los gastos de personal. La documentación de base es la hoja diaria de trabajo, que sirve de insumo para la elaboración automatizada de la nómina. Esta a su vez sirve como base para la contabilización del control del presupuesto y para la información física (por ejemplo, número de horas extraordinarias) y financiera (tal como los gastos de viajes) relacionada con la administración del personal. Dichos productos proporcionan visiones solamente parciales de la situación económica de la empresa, pero son mutuamente coherentes porque proceden de una misma fuente de datos original.

Otra unidad de tratamiento se relaciona con los ingresos de mercancías por vagón completo. Los documentos de base son la carta de porte (que es el documento contractual del transporte) y los formularios de contabilidad de las estaciones. Del procesamiento automatizado de esta documentación resultan, entre otras cosas, una relación por expedición y estación de la distancia recorrida, el peso de tasación, la tarifa, el importe, la nomenclatura de la mercancía y la identificación del cliente. Dichos datos dan lugar entonces a la contabilización de ingresos, las estadísticas y otra información respecto del tráfico, así como el control del presupuesto de todas las áreas administrativas de la empresa.

Los procesos de tratamiento de los datos que forman los insumos de una unidad se pueden clasificar como básicos y secundarios. Un proceso básico consiste en el conjunto de actuaciones que deben seguir los datos provenientes de los hechos económicos, tales como su

recopilación, depuración y procesamiento hasta el punto de ingresar a la base de datos. Los procesos básicos están íntimamente ligados a las unidades de tratamiento y abarcan los hechos económicos de éstas en toda su extensión.

Algunas de las unidades que dan lugar a procesos básicos son las siguientes:

- Personal;
- Energía;
- Almacenes;
- Proveedores;
- Ingresos de pasajeros;
- Ingresos de mercancías;
- Clientes ajenos al tráfico, y
- Presupuestos por naturaleza, por programas de conservación y de inversiones.

Los procesos secundarios son aquellos que toman como insumos las informaciones producidas por uno o más procesos básicos, para darles un procesamiento adicional destinado a la obtención de resultados finales. A continuación se exponen varios ejemplos de estos insumos:

- Gestión del personal;
- Consumos de energía, consumos físicos y consumos por locomotora;
- Gestión de existencias;
- Seguimiento de presupuestos;
- Estadísticas sobre tráfico de pasajeros y mercancías, vagones-kilómetros, toneladas-kilómetros, orígenes y destinos del tráfico, y clientes;
- Tesorería, gestión de pagos y cobros;
- Contabilidad, balance de situación y cuenta de resultados, y
- Contabilidad analítica y costos unitarios.

### c) Resultados finales

Una vez tratada y consolidada la información, se obtienen unos informes con todos sus detalles interrelacionados, que se pueden agrupar en tres grandes rubros de acuerdo con sus características principales: i) estadísticas para la gestión, ii) contabilidad y control de los presupuestos de explotación y iii) contabilidad analítica.

#### 1) Estadísticas para la gestión

En este rubro se incluyen los informes destinados fundamentalmente a controlar la explotación de la red ferroviaria, como por ejemplo:

- Personal: Horas extraordinarias, gastos de viajes y ausentismo;
- Comercial: Tráfico a nivel de red y de zona, por tipo de producto y por cliente;
- Explotación: Circulación, transporte, regularidad, seguridad y productividad (toneladas-kilómetros y kilómetros recorridos por tipo de material rodante, entre otras medidas), y
- Mantenimiento: Número de reparaciones por tipo de material y por serie, averías y conservación de instalaciones fijas.

Desde el punto de vista del control económico de la gestión hay dos visiones del problema. La primera responde a las preguntas sobre qué es lo que sucede en la empresa, cuánto se gasta y en qué, las cuales se contestan a través del presupuesto por naturaleza, el presupuesto de inversiones y los estados financieros. La segunda visión considera para qué se efectúan los gastos, y qué es lo que se hace con los recursos, preguntas que se responden a través de la contabilidad analítica de conservación, explotación e inversiones.

#### ii) Contabilidad y control de los presupuestos de explotación

Bajo este rubro se incluye información respecto del presupuesto de explotación por naturaleza de gastos, del presupuesto de inversiones y de los estados financieros.

El primer tipo de información tiene un carácter descriptivo y se limita a constatar lo que está sucediendo en la empresa. Consiste en una comparación de cada concepto de gasto o ingreso presupuestado con el dato real correspondiente, siempre imputando los gastos a los centros que los producen y acumulándolos a cada nivel de responsabilidad. Sirve sólo para conocer la distribución de los gastos, un objetivo limitado ya que no se relaciona con los programas de actuación físicos, pero su valor es indudable en las primeras fases de elaboración de un sistema más complejo.

La información que se facilita respecto del presupuesto de inversiones corresponde al estado actual de cada obra en lo que se refiere a la previsión inicial, los créditos concedidos y los gastos intervenidos, entre otras cosas. Se emplea para comparar la previsión hecha para cada obra con los gastos realmente efectuados, realizando los siguientes tipos de controles:

- De propuestas de autorización de gastos, anulaciones y traspasos de gestión directa a construcción por contrato;
- Del desarrollo del presupuesto en el ejercicio actual y los ejercicios posteriores, y

- En colaboración con Contabilidad e Intervención, de gastos realizados mensualmente, que se materializan en otros informes que comparan los gastos con las previsiones y créditos.

La información consagrada en los estados financieros permite la confección de balances provisionales y su asignación a los diferentes centros de responsabilidad, con lo que se consigue un control de la evolución de conceptos tales como almacenes, proveedores y clientes.

### iii) Contabilidad analítica

La contabilidad analítica de la explotación intenta explicar por qué suceden determinados fenómenos. Trata de enlazar los acontecimientos físicos, componer y valorar la ecuación productiva de la empresa y establecer una ligazón entre el presupuesto físico y las previsiones económicas, montando un sistema que analice las operaciones y destaque las desviaciones entre los presupuestos y la cuenta de resultados.

Desde el punto de vista de su modelo económico una empresa ferroviaria tiene dos subdivisiones principales -mantenimiento y explotación- que también deben tomarse en cuenta para su análisis económico, ya que las finalidades y los modelos a aplicar son distintos.

**Mantenimiento:** Se trata de establecer para cada taller un presupuesto que indique el programa de conservación que debe realizarse y los costos que se deben obtener. Esto tiene por objeto poner en relación los datos económicos de cada centro de costo con el programa anual a que se comprometen sus responsables, presupuestando el volumen físico y el costo resultante de cada orden de trabajo para determinar si el programa se cumple, tanto respecto de los índices técnicos de gestión como de las unidades monetarias. Asimismo, se obtiene de este análisis la siguiente información:

- La medida de productividad de cada centro de costos;
- Los costos unitarios de todos los trabajos realizados, y
- La presupuestación más objetiva de los gastos de cada centro en relación con su programa de trabajo.

Junto con la elaboración del presupuesto por programas de conservación se produce el control del mismo, información que se remite a todos los niveles de responsabilidad. Las etapas que se deben seguir para obtener ese control son las siguientes:

- Determinación de la composición de cada tipo de reparación que se realiza, tanto en material rodante como en instalaciones fijas;
- Definición para cada taller, según los medios de producción con que se ha dotado y la información aportada por el Gabinete de Presupuestos, de los estándares de trabajo en cuanto a mano de obra y materiales de órdenes de trabajo, y costos externos que se consideran componentes de esa reparación;
- Elaboración del presupuesto por programas de cada centro operativo, para lo cual se fija el número de operaciones que se proyecta realizar en cada orden de trabajo;
- Obtención del importe del presupuesto por programas mediante la valorización de esas operaciones de acuerdo con los estándares definidos y, debido a la relación que existe entre la orden de trabajo y la cuenta contable, obtención también del presupuesto por naturaleza, y
- Rectificación del presupuesto por naturaleza, si se requiere, que repercute en una variación del número de operaciones en el programa.

Este tipo de presupuesto es igual en valores absolutos económicos al presupuesto por conceptos de gastos, valorado en unidades monetarias, siempre que los datos de control sean los mismos registrados por la contabilidad de la empresa.

Explotación: Una de las medidas de la explotación más importantes es el costo unitario por producto, para cuyo conocimiento es necesario normalizar en índices técnicos y sus correspondientes costos económicos todos los aspectos operativos de la empresa para apoyar la toma de decisiones comerciales o bien para análisis de tráfico, de establecimiento o eliminación de servicios y para otros propósitos afines. Se pretende también obtener las desviaciones mensuales de los hechos reales en comparación con dichos índices y costos.

Este proceso, que está en fase de experimentación en RENFE, enfrenta dos dificultades fundamentales para su implantación:

- La enorme dispersión geográfica de las fuentes de datos y el abrumador volumen de éstos, que complican y encarecen la obtención de la información necesaria para conocer las desviaciones de tráfico de un mes al otro, por lo que se ha decidido establecer un solo nivel de presupuesto e implantar la recolección de datos y la obtención de desviaciones en forma escalonada, y

- La determinación de lo que realmente es el costo directo y evitable de un proceso productivo, por lo que se ha desarrollado los conceptos de la infrautilización y de los diferentes niveles de costos.

En los sistemas tradicionales de costos, el reparto de los gastos se hace sobre cada unidad producida, lo que en el caso de líneas de poco tráfico repercute en un costo cada vez mayor y una creciente impotencia comercial. Para enfrentar esta situación, RENFE ha introducido el concepto de la infrautilización, según el cual cada línea u otro recurso productivo tiene una capacidad teórica que se contrasta con la capacidad realmente utilizada para determinar la proporción del costo total que debe cargarse al producto. El resto del costo se atribuye a la infrautilización, lo que acarrea tres consecuencias importantes:

- Una clara separación, en ferrocarriles con fuertes pérdidas, entre los costos de infrautilización y eventuales pérdidas de gestión, para que a éstas se les pueda aplicar las medidas correctivas adecuadas sin correr el riesgo de introducir distorsiones causadas por haber mezclado dos problemas conceptual y operativamente distintos;
- Una posibilidad de conocer el costo real de los productos, ya que cada incremento de producción no cuesta más sino que contribuye a una reducción de la infrautilización, y
- Una demostración de que las inversiones ferroviarias han de hacerse para un nivel de utilización mínimo y, si el tráfico en una línea no alcanza ese nivel, que cualquier pérdida resultante debe ser considerada como derivada de su condición de servicio público y no un resultado de mala gestión.

Es preciso tener en cuenta asimismo que un ferrocarril experimenta muy pocos costos marginales directos. Para poder tomar decisiones respecto de los costos de productos y nuevos servicios en comparación con los precios de venta, hay que crear los costos para cada finalidad, incluyendo los de explotación y los totales entre otros.

Los sistemas de información que se han descrito -estadísticas de gestión, contabilidad general, control presupuestario y contabilidad analítica- tienen como finalidad la configuración de los resultados de la empresa en grandes magnitudes económicas a través de la cuenta de explotación, el balance de la sociedad y cualquier otra información que pudiera ayudar a la alta dirección en la toma de decisiones. Sin embargo, la complejidad de una empresa ferroviaria es tal que se hace necesario recurrir

a veces a sistemas de control y gestión complementarios para que los datos provenientes de la contabilidad general puedan ser investigados y elaborados por parte de la contabilidad analítica hasta sus consecuencias finales, como última explicación de las causas por las cuales se producen los hechos. Hay diversas razones que avalan esta afirmación:

- El impacto que tiene el ferrocarril en la economía del país significa que su contabilidad de ingresos y gastos tiene que ser lo más homogénea posible para que los resultados puedan emplearse en la contabilidad nacional;
- Los diferentes tipos de negocios que se realizan en la empresa -por ejemplo, explotación, talleres y depósitos- hacen necesarios diferentes tipos de controles complementarios, tales como un presupuesto de base cero, además del presupuesto por programas de conservación, y
- Un incremento o disminución de unidades de producción no siempre lleva asociada una variación proporcional en los costos.

Un planteamiento de este tipo tiene una consecuencia básica que se refleja en toda la elaboración del sistema: ha de ser automatizado en forma integral. La producción de múltiples y voluminosas variedades de información acarrea una absoluta dependencia de una adecuada infraestructura informática.

#### d) Proceso de definición del modelo

Para que el modelo de control integrado de gestión represente correctamente las realidades, es preciso que se lleve a cabo un estudio pormenorizado de los mecanismos operativos, administrativos y de gestión de la empresa a fin de definir la estructura exacta del modelo. Este estudio debe incluir los cuatro análisis que se exponen a continuación:

- Identificación de las unidades de tratamiento que constituyen los principales centros de actividad económica del ferrocarril, tomando en cuenta que cada actividad debe contemplarse en su totalidad desde que se inicia una relación con un tercero hasta que esa relación se extingue;
- Investigación exhaustiva para precisar la información final que se requiere respecto de cada unidad de tratamiento;
- Determinación de los datos elementales necesarios para obtener la información final, los cuales se mantendrán en la base de datos de la empresa, y
- Análisis de la documentación de base en que se recopilan aquellos datos y que tienen que procesarse con un tratamiento informático.

Estos cuatro análisis permitirán la identificación de los procesos básicos y secundarios del tratamiento de la información y de las interdependencias que existen entre los dos tipos de procesos. A continuación se presenta una lista de los puntos a contemplar en el análisis de un proceso que constituye una unidad de tratamiento, en cada uno de los cuales se debe constatar la situación actual y la que se desea para el futuro:

- i) Contenido de la unidad;
- ii) Esquema general de su circuito de datos;
- iii) Sus fuentes de datos, precisando para cada una
  - Descripción,
  - Cantidad de unidades por mes,
  - Lugar de captura,
  - Volumen económico,
  - Grado de automatización y
  - Grado de normalización;
- iv) Tratamiento de la información, con indicación de
  - Lugares de tratamiento,
  - Tratamiento manual o automatizado,
  - Contrastes y
  - Encaminamiento;
- v) Resultados
  - Inmediatos e
  - Ingresados a la base de datos;
- vi) Procesos secundarios que alimenta, y
- vii) Organismos usuarios.

Toda empresa en el transcurso del tiempo ha sentido la necesidad de crear una serie de mecanismos más o menos avanzados para el seguimiento y control de sus actividades económicas. Estos mecanismos se han implantado generalmente en forma anárquica y poco coordinada, y se han suplantado de cuando en cuando por diferentes organismos, dependiendo de quién requiera la información, de manera que adolecen de una falta de criterios unificados y homogéneos. El método de análisis descrito aquí pretende aprovechar lo que es útil de estos sistemas, estableciendo la debida correlación entre ellos y completándolos en aquellas áreas donde existen debilidades o vacíos.

Una de las características del sistema de control integrado de gestión es su modularidad. Una vez definidas todas las necesidades de información y las unidades de tratamiento, el sistema mismo puede implantarse gradualmente por áreas independientes sin la necesidad de acomodarlo en su conjunto para que produzca resultados

utilizables. De este modo se adapta a las posibilidades reales de implantación que tiene la empresa en cada momento.

### 3. Evolución del sistema de control en REMSE

En un principio el control de gestión se fundaba únicamente en la contabilidad legal y las estadísticas básicas, sin ningún nexo de unión. El registro de los fenómenos económicos exigía una contabilidad limitada para cubrir las necesidades legales mínimas, mientras que en cada área de la empresa los responsables intentaban reunir información que les permitiera conocer los hechos acaecidos para apoyar la toma de decisiones. Se recurría a los datos históricos, había grandes retrasos en la elaboración de la información y no existía ligazón alguna con los aspectos económicos que son esenciales para la buena gestión.

En aquel entonces la elaboración de los presupuestos se hacía a niveles locales. Cada zona (sector geográfico) del ferrocarril establecía su propio presupuesto y el control del mismo se realizaba de igual manera, sin la posibilidad de una integración global a nivel central de la empresa. Ya que el proceso carecía de cohesión, las deformaciones interesadas de la información eran una realidad cotidiana y no se podían obtener datos confiables.

Las estadísticas se alimentaban de documentos diversos que representaban periodos de tiempo diferentes que los de los datos económicos y financieros, así que era imposible elaborar costos medios, costos unitarios o cualquier otra medida fidedigna de la gestión.

Se inició la implantación de un sistema de control integrado de gestión, como el que se ha presentado aquí, por razones de utilidad y necesidad. El aparato burocrático estaba creciendo desmesuradamente, y era necesario automatizar una serie de procesos para agilizarlos a fin de obtener la información más rápidamente. Cuando se decidió la automatización de la nómina, fue imprescindible normalizar el diseño de los documentos de base para facilitar su procesamiento. Esto sin embargo todavía no constituía un sistema integrado por su falta de amplitud de visión, ni tampoco lo hacían los siguientes sistemas que aparecieron -contabilidad, venta de pasajes y algunos aspectos parciales del control de almacenes- que aún no formaban parte de un todo coherente.

Lo que finalmente catalizó la integración de los procesos fue el control presupuestario, que comenzó en el año 1975 cuando se planteó una importante alternativa respecto del sistema a aplicar para tal propósito. Por

una parte, era urgente disponer de una información de control que solucionara la ausencia de datos integrados coherentes, aunque fuera sólo a nivel de la naturaleza de los gastos. Por otra parte estaba la ambición de implantar un sistema avanzado y complejo de control presupuestario que incluyera costos normalizados, desviaciones a cada nivel, costos unitarios y contabilidad analítica. Considerando la situación del conocimiento de la realidad económica en la empresa, se escogió una solución de síntesis que ha dado muy buenos resultados y que, en diferentes etapas, tiende a alcanzar todos los objetivos de un sistema de control.

El primer paso fue la producción del presupuesto por naturaleza de gastos. Después de normalizar los conceptos de gastos se codificaron los centros de costos del ferrocarril, se automatizó la obtención del presupuesto y se estableció un control en que, mes a mes, todos los conceptos de gastos presupuestados para cada centro se comparan homogéneamente con los datos reales habidos. Este primer paso relaciona a los responsables de la gestión con la cuenta de resultados y establece un control inicial, aunque no aparece todavía la correlación entre los gastos e ingresos y la producción. Se ha seguido con un programa progresivo para adaptar los demás procesos a la informática, diseñándolos de una manera uniforme para las finalidades estadística, contable y contable-analítica.

El eje de la empresa en cada ejercicio en lo que a la explotación se refiere es la cuenta de resultados. Todo documento que tiene repercusiones económicas se procesa para que sus datos se capturen a través de procesos únicos. Son tratados de igual manera los aspectos de inversiones y tesorería, siendo el eje en cada caso un balance provisional.

En la primera fase de la implantación se buscaba determinar qué estaba sucediendo en el ferrocarril, ensayando una visión descriptiva del control del presupuesto y el balance. Cada persona responsable de la gestión de una área sabía cuales eran sus gastos, tanto previstos como reales, y tenía información respecto de sus costos por naturaleza.

Una vez establecido este sistema común de control y conocimiento de la realidad, se plantearon dos objetivos adicionales: i) profundizar la elaboración de los procesos de control ya en marcha, y ii) comenzar la implantación del control presupuestario por índices técnicos y costos unitarios.

1) En relación con el primer objetivo, se iniciaron procesos nuevos que se integraban al sistema común y que eran preparatorios del segundo objetivo. Estos procesos

contemplaban desde ya la inclusión de todos los datos -tanto físicos como económicos- en los documentos de base, así como los resultados finales correspondientes. Asimismo, permitían saber dónde se estaban produciendo las desviaciones en áreas tales como personal y energía, pero todavía faltaban dos aspectos importantes: el control de los trabajos, y los costos unitarios.

Paralelamente se planteó contestar las preguntas respecto de para qué se realizan los gastos, qué se consigue con los recursos asignados, por qué se presentan las desviaciones y cómo influye la gestión de cada área en la cuenta de resultados. Enfocar un sistema completo con esta finalidad era empero excesivamente complejo y el intento que se ensayó de hacerlo en forma global no dio resultados, por lo que se decidió seguir por partes. Ya que en el caso de RENFE los gastos de mantenimiento representan entre 56% y 60% del presupuesto total de la empresa, se escogió este concepto para comenzar el control.

Se subdividió cada taller en grupos funcionales homogéneos para los cuales se definieron los tipos de reparaciones efectuados, el costo normalizado de sus horas de trabajo, el costo de cada material empleado y el costo de la orden de trabajo, dependiendo de los factores de producción consumidos. Cada grupo indica entonces los trabajos que realiza, y se imputan los vales de almacén y los materiales contratados a las órdenes de trabajo. Cuando se trata de materiales de fabricación propia, se valoran con su cargo a almacén.

Se obtienen con este proceso las desviaciones producidas en el rubro de mantenimiento, lo que permite analizar sus causas. Una desviación a nivel de equipo indica un cambio en la productividad del taller, una desviación a nivel de orden de trabajo significa que los costos previstos no eran correctos y una desviación en el volumen del trabajo señala el incumplimiento del programa.

ii) En relación con el segundo objetivo de implantar el control por índices técnicos y costos unitarios, RENFE está a punto de poner en funcionamiento su nuevo sistema que reúne características muy similares a las ya presentadas en forma teórica. En lo que al control físico de la explotación se refiere, existe una serie de aspectos tales como el movimiento de vagones, venta de pasajes, control de la regularidad y gestión del personal de conducción, cuyo control con procesos en tiempo real ya se ha implantado o se encuentra en fase de implantación. El control de las inversiones se está obteniendo en los tres niveles de previsión, créditos y gastos con un proceso que reúne datos sobre todos los detalles de cada inversión desde que nace como idea. Para el control de los aspectos financieros se han implantado procesos

igualmente integrados que relacionan individualmente cada ingreso y gasto con su correspondiente movimiento contable, obteniéndose de esta manera una contabilización inmediata de los movimientos financieros y un control correcto de las cuentas de proveedores y clientes.

A la vista de todo lo expuesto, es importante recalcar las dos proposiciones fundamentales del control integrado de gestión. Por un lado, es imprescindible un riguroso y exhaustivo análisis de los costos e ingresos de la empresa. Por el otro lado, tiene que existir una total integración entre los programas de explotación físicos y económicos.

## Capítulo II

### GESTION DE VAGONES DE CARGA

#### Introducción 12/

Todo sistema de información integrado para controlar las operaciones de carga se compone de ciertos elementos que deben mantenerse en archivos "en línea" (es decir, disponibles para consultas inmediatas) a fin de que se puedan actualizar los datos existentes e introducir datos nuevos en forma esencialmente instantánea. Se compone también de otros elementos que forman series históricas sobre las operaciones de carga que pueden mantenerse en archivos "fuera de línea". Los elementos en línea son objeto de una interacción directa del personal operativo con la computadora, y constituyen el canal a través del cual se alimentan los archivos históricos. En términos generales se puede decir que los elementos interactivos sirven para apoyar la gestión del ferrocarril en el corto plazo, mediante la toma de decisiones tácticas tales como:

- La operación de un tren;
- Los vagones que deben acoplarse a un tren;
- La disponibilidad de una locomotora;
- La prioridad relativa de operación de un tren;
- El mejor destino para vagones vacíos, y
- Las maniobras de clasificación en un patio.

Por otro lado, las series históricas apoyan a la gestión en la aplicación de criterios respecto de las tendencias de rendimiento que la empresa está demostrando, y en la toma de decisiones estratégicas tales como:

- La adquisición de nuevos vagones y locomotoras;
- El incremento o la reducción del número de locomotoras de maniobras o de sus tripulaciones en un patio determinado, y
- Los servicios que habrá que mejorar para retener tráfico existente o para fomentar tráfico nuevo.

El corazón del sistema de información operativa en línea está en su sistema central, cuyo concepto ha evolucionado notablemente en los últimos años entre los ferrocarriles de los Estados Unidos. Hacia fines de los años 50 y comienzos de los años 60 algunas empresas iniciaron el uso de computadoras para enviar información de avanzada acerca de los vagones que venían en camino de un patio a otro, la cual se empleaba para la formación de archivos que contenían los últimos datos sobre la ubicación y el estado de todos los vagones en operación. Sin embargo, ya que no existía ninguna interacción directa con estos archivos por parte del personal de los patios, muchas empresas encontraron grandes dificultades en mantener la exactitud de los datos a un nivel suficientemente alto para que sirvieran de apoyo a la toma de decisiones tácticas. Dichos sistemas se limitaban

mayormente a responder las averiguaciones de los usuarios sobre la ubicación de sus cargas y a alimentar las series históricas.

Con el fin de remediar esta situación, la Southern Pacific Company y la IBM emprendieron en 1964 un programa conjunto para la elaboración de un sistema central de información operativa que tuviera las características necesarias para apoyar la gestión integral del tráfico de carga. El resultado del esfuerzo fue el sistema denominado TOPS ("Total Operations Processing System" - sistema para el procesamiento total de operaciones) que se puso en marcha en mayo de 1963. El TOPS maneja en la actualidad más de 115 000 vagones en un momento dado, procesa diariamente alrededor de 12 000 nuevas guías de carga y contiene itinerarios de unos 3 000 trenes. Opera en más de 400 localidades a lo largo de casi 22 000 km de rutas, transmitiendo del orden de 135 000 mensajes por día.

Si bien los sistemas de gestión de vagones que se describen a continuación no tienen que ser configurados para volúmenes de tráfico tan elevados, la mayoría de sus funciones se parecen a las del TOPS porque responden a las mismas necesidades operativas que son comunes a toda empresa ferroviaria. El Sistema Central de Información y Control de Operaciones (SCINCO) de los Ferrocarriles Nacionales de México es una versión reducida del TOPS que conserva las características de éste en una aplicación más sencilla. El Sistema de Utilización del Material Operativo (SUMO) de la Ferrovia Paulista S.A. de Brasil, aunque no es el TOPS, tiene vínculos directos con éste ya que la afiliada de la Southern Pacific llamada TOPS on Line fue una de las firmas consultoras que proporcionó asesoría técnica para la elaboración del SUMO.

#### A. SISTEMA CENTRAL DE INFORMACION Y CONTROL DE OPERACIONES EN LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO 13/

La gestión de vagones surgió como una necesidad imperiosa en los Ferrocarriles Nacionales de México (FNM), ya que en las últimas dos décadas su tráfico se ha incrementado a una tasa promedio anual de 5.8%. Al igual que muchos otros ferrocarriles en el mundo, FNM vio la posibilidad de obtener significativos aumentos en su capacidad haciendo inversiones en el mejoramiento de la gestión de su material rodante existente más bien que en la compra de material adicional, así que en el año 1976 se suscribió un contrato con la firma TOPS on Line para obtener el sistema TOPS, ayuda en su adaptación a las condiciones operativas mexicanas y entrenamiento en su uso.

El resultado de este convenio fue la creación del SCINCO, cuyos principales objetivos son informar sobre el intercambio de vagones con otros ferrocarriles, el movimiento de trenes, y la ubicación, características y estado de vagones y locomotoras; controlar el mantenimiento de locomotoras; controlar los vagones que se manejan en grupos, y transmitir mensajes entre estaciones. Sus archivos contienen datos de hasta 70 000 vagones activos, de un total de aproximadamente 1 790 000 vagones canadienses, estadounidenses y mexicanos que podrían operar en los 14 200 km de rutas de FNM.

El SCINCO ya se encuentra en pleno estado operativo, y está funcionando actualmente en 39 de las 70 estaciones en las cuales está prevista su instalación (véase el gráfico 4).

Se espera completar las instalaciones físicas relacionadas con el SCINCO para fines de 1983, cuando se termine la construcción de la red de microondas de la empresa. Sin embargo, en lo que a mantenimiento de locomotoras se refiere, aún es necesario resolver ciertos problemas de acopio de datos y otros de índole laboral en los talleres, antes que el sistema se pueda aprovechar por completo.

#### 1. Causas que motivaron la elaboración del sistema

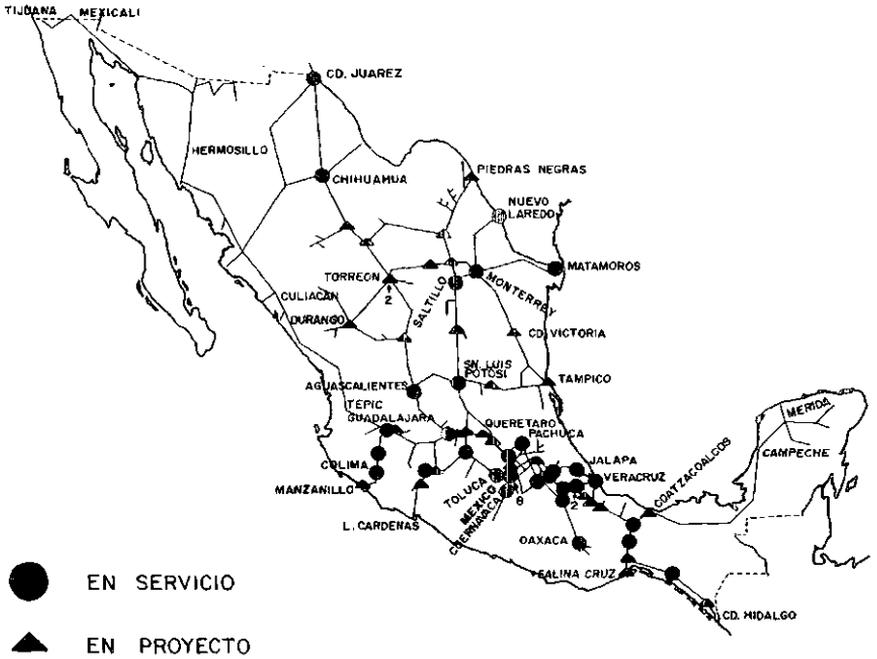
Para atender a la creciente demanda de transporte que le enfrentaba, FNM tuvo que aumentar su capacidad de transporte mediante la compra de locomotoras de mayor potencia y vagones de mayor tonelaje, así como a través de inversiones en la modernización de vías e instalaciones, para permitir la operación de trenes más largos y más pesados. Esto hizo posible que el tráfico productivo se triplicara en 20 años mientras que el número de trenes-kilómetros se aumentó por un factor de sólo 1.5.

Sin embargo, en años recientes se comenzó a observar la imposibilidad de continuar creciendo al ritmo de desarrollo de la economía únicamente sobre la base de los programas tradicionales de adquisición de equipo tractivo y de arrastre y de rehabilitación de la vía. Para mejorar las condiciones financieras del ferrocarril y aumentar sus ventajas frente a otros modos de transporte, se hacían indispensables importantes programas de:

- Inversiones en la ampliación y modernización de la infraestructura;
- Cambios radicales en los procedimientos operativos, tales como el uso de trenes unitarios y directos, e
- Introducción de nuevas tecnologías.

Gráfico 4

### ESQUEMA DE TERMINALES CONECTADOS AL SCINCO



Una de las respuestas al desafío tecnológico fue la decisión de FNM en 1975 de modernizar su sistema de telecomunicaciones con la instalación de una red de microondas. Además de hacer más rápidas y eficaces las comunicaciones y aumentar la seguridad en la explotación ferroviaria, esta red ofrecía la posibilidad de implantar sistemas de información en línea para el control de operaciones y de maniobras en patios que redundarían no sólo en un mejor rendimiento del equipo, lo que a su vez aumentaría la capacidad de transporte, sino también en una mayor calidad de servicio que tendería a fortalecer la competitividad del ferrocarril.

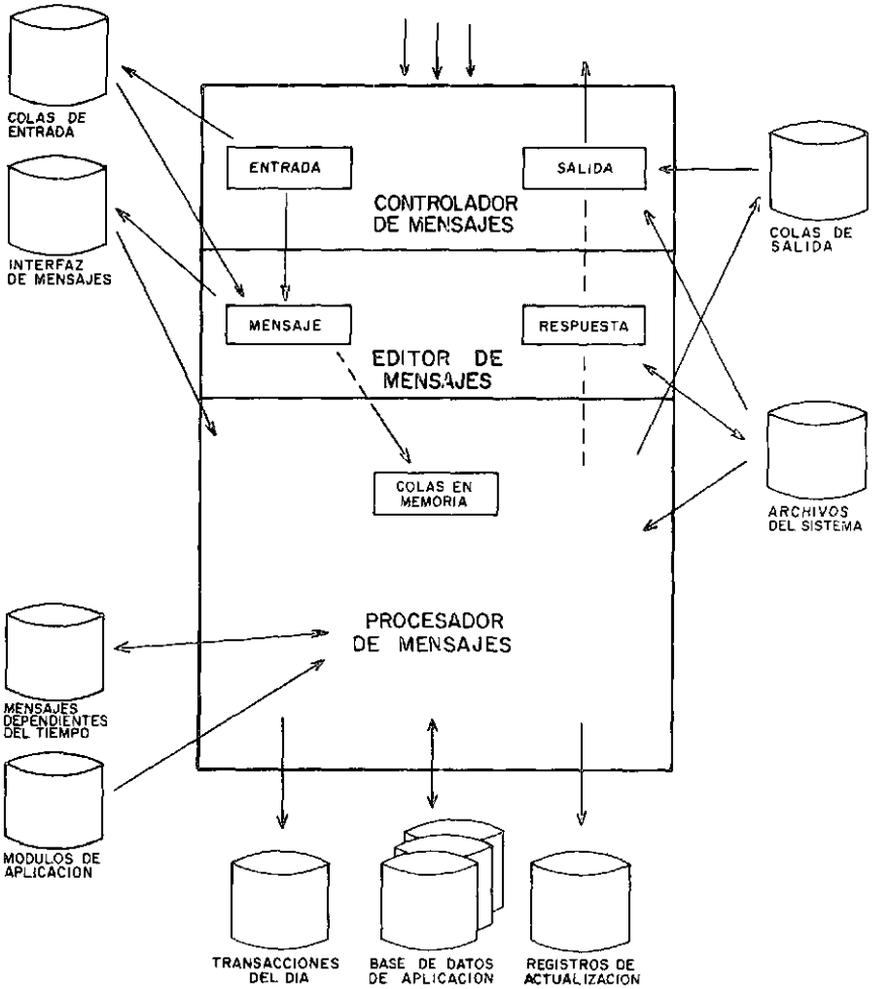
Por la proximidad de la Southern Pacific, con la que tiene interconexiones, FNM conocía el TOPS y las reducciones de 20% o más en el tiempo de rotación de vagones de servicio general que esa empresa había logrado con su instalación. El sistema proporcionaría asimismo la herramienta necesaria para agilizar la gestión de operaciones que FNM estaba buscando. Ya que la implantación de una versión del TOPS modificada para las condiciones mexicanas costaría bastante menos que el desarrollo de un sistema completamente nuevo que ofreciera las mismas ventajas, se decidió tomar el TOPS como base para la creación del SCINCO.

## 2. Diseño del sistema

El TOPS es un sistema altamente modular cuyas rutinas de supervisión pueden emplearse sin dificultades con programas de aplicación y con estructuras de archivos relativamente sencillos en comparación con los que se requieren en instalaciones de mayor envergadura, mientras que conserva completa flexibilidad para que se puedan agregar módulos adicionales en cualquier momento para introducir funciones nuevas. Tomando en cuenta estas características del sistema base, se fijaron los siguientes objetivos para el diseño del SCINCO:

- Proporcionar los elementos fundamentales para establecer un sistema de información operativa orientado a las necesidades de una empresa de menor tamaño que los ferrocarriles que habían implantado el TOPS completo;
- Simplificar los procedimientos de entrada de datos sobre movimientos de vagones y trenes para facilitar el empleo de terminales de video o de teletipo, disminuyendo de esta manera el uso de equipos de tarjetas perforadas;
- Reducir la cantidad y complejidad de los programas para procesar mensajes y de los archivos de datos, con el fin de facilitar la capacitación del personal operativo, e
- Incorporar un diseño modular para permitir la instalación de funciones TOPS adicionales en fechas posteriores.

### ORGANIZACION DE LOS MODULOS DEL SCINCO



#### a) Esquema operativo

El esquema operativo del SCINCO se basa en los principios de la teleinformática que combina el procesamiento electrónico de datos con las técnicas de telecomunicaciones para que datos sobre los eventos que ocurren en las líneas del ferrocarril se registren y se comuniquen a todas las áreas de la empresa. El sistema constituye una fuente de información permanentemente actualizada que puede ser consultada directamente en cualquier momento, tanto en las oficinas administrativas de la empresa como en las estaciones, acerca de la situación actual de vagones, locomotores y trenes. Se puede averiguar entre otras cosas cuáles son los vagones acoplados a un tren que llega o que sale, cuáles son los vagones cargados o vacíos, o cuáles son las locomotoras en mantenimiento o reparación.

En lo que a las maniobras en patios se refiere, el SCINCO -al igual que el TOPS- reconoce que los vagones se encuentran dentro del recinto pero no sigue su ubicación precisa. Esto es la función de sistemas de información para la gestión operativa de terminales de carga, de los cuales FMM emplea dos:

- El de Control Mecanizado de Patios (COMPA), que ubica los vagones en patios pequeños y medianos a través de tarjetas perforadas manejadas manualmente, y
- El de Control Automático de Terminales (CAT), que ubica los vagones en la terminal del Valle de México y sus alrededores mediante archivos en disco manejados por minicomputadora. 14/

El SCINCO se comunica con los patios que tienen instalado el COMPA y el CAT por medio de tarjetas perforadas que corresponden a los vagones que llegan para ser clasificadas, y recibe de vuelta las tarjetas correspondientes a los vagones que salen en trenes rumbo a otros destinos.

#### b) Esquema computacional

En el esquema computacional del SCINCO, el mensaje que llega con datos sobre algún evento o con un pedido de información es lo que define el proceso a seguir. De este modo el núcleo del sistema que reside permanentemente en la computadora central consiste en tres módulos (véase el gráfico 5):

i) Módulo controlador de mensajes, cuya función es recibir los mensajes que llegan por las líneas de telecomunicación y transmitir los que salen, encargándose de reconocer los terminales desde y hacia los cuales se transmite y de hacer ciertas otras operaciones administrativas relacionadas con las comunicaciones. Cuando se trata de un mensaje que llega, el controlador pasa su encabezamiento al módulo editor para que éste se asegure de que es reconocible; si efectivamente lo es, el controlador acusa recibo del mensaje. Todo mensaje que llega se graba en una fila de espera en disco, de acuerdo con una prioridad asignada por el editor, antes de entrar al procesador. Cuando un mensaje saliente no puede transmitirse porque el terminal de destino o la línea de transmisión dejó de funcionar, el controlador también graba este mensaje en disco para ser entregado, si el operador del sistema así lo decide, una vez que la conexión se restablezca.

ii) Módulo editor de mensajes, que determina la validez del mensaje y verifica su sintaxis. Si todo es correcto, le asigna una prioridad de procesamiento de acuerdo con el tipo de acción que el mensaje está pidiendo al sistema.

iii) Módulo procesador de mensajes, que tiene la función de descifrar el mensaje que llega y originar la acción indicada, que puede ser una actualización de los datos sobre el material rodante en los archivos del sistema, una transmisión de información a la persona que originó el mensaje, o simplemente el traspaso del mensaje a otras estaciones indicadas. De acuerdo con la acción que se requiere, el procesador carga el programa de aplicación correspondiente y le da la instrucción de partida, pero siempre mantiene control sobre la actualización de los archivos de datos. Si la acción resulta en un mensaje de salida, éste se pasa al controlador de mensajes para su despacho. La demora promedio global del sistema en responder a un mensaje de entrada es de aproximadamente cinco segundos.

Se puede programar con anticipación la salida automática en horas predeterminadas de mensajes o acciones, como por ejemplo la producción de un informe de situación que tiene que estar en el escritorio del presidente de la empresa todos los días a las 08:00 de la mañana. El sistema mantiene índices especiales para tal propósito que responden al reloj interno de la computadora, aliviando de esta manera a los operadores de tener que iniciar el mensaje o la acción en forma manual.

### 3. Operación del sistema

El SCINCO es relativamente sencillo y uniforme en su operación, ya que debido a su naturaleza interactiva depende para el ingreso de datos principalmente del personal directamente responsable del control del material rodante. La información manejada por el sistema se agrupa en cinco rubros básicos -intercambios de material, movimientos de trenes, cambios de estado del material, consultas específicas e informes misceláneos- para los cuales se realizan las siguientes funciones:

#### a) Intercambios

Cuando FNM recibe un vagón o una locomotora en intercambio de otro ferrocarril, ya sea éste mexicano o estadounidense, el patio responsable registra el hecho con el sistema a fin de actualizar el archivo de vagones y el archivo que lleva la cuenta de los pagos de estadía y kilometraje. Usando como fuentes originales el informe de intercambio y la guía del vagón, se ingresan al sistema los siguientes datos:

- i) Sobre el vagón o la locomotora
  - Estación donde se efectúa la operación;
  - Hora y fecha;
  - Estaciones que deberán ser notificadas del evento a través de listas, tarjetas perforadas o ambas cosas;
  - Número de identificación;
  - Peso bruto;
  - Estado actual (listo, documentado o detenido para inspección);
  - Estación y ferrocarril de destino;
  - Si requiere reparaciones, y la naturaleza de éstas;
  - Instrucciones sobre algún manejo especial;
  
- ii) Sobre el vagón solamente
  - Si está cargado o vacío;
  - Número de lote;
  - Contenido;
  - Consignatario;
  - Si debe pesarse en la báscula, y
  - Número de la guía.

Cuando un vagón o una locomotora se entrega en intercambio, se registra un subconjunto de esos datos, a saber:

- Estación donde se efectúa la operación;
- Hora y fecha;
- Estaciones que deberán ser notificadas con listas, tarjetas perforadas o ambas cosas;

- Número de identificación de la locomotora o del vagón, y
- Si éste está cargado o vacío.

Además de las dos funciones mencionadas, se contemplan procedimientos para corregir los datos sobre una operación de intercambio que se registraron erróneamente.

#### b) Movimientos de trenes

Esta función comprende mecanismos para introducir datos sobre la composición de un tren con los números de su locomotora y vagones, correcciones a la composición, la llegada del tren a una estación y su salida, así como para efectuar consultas sobre el tren.

Empleando los programas de llamadas y llegadas de trenes, listas y guías de vagones, y el personal del patio y del tren como fuentes, se toman los siguientes datos para el ingreso de la composición:

- Número de identificación del tren;
- Estación donde está ubicado;
- Comentarios respecto de los nombres de la tripulación y otra información para quienes intervienen en la preparación y el manejo del tren;
- Números de identificación de la locomotora y de los vagones;
- Si éstos están cargados o vacíos, y
- Estaciones en que el tren los va a dejar.

A la llegada de un tren a una estación intermedia o a su destino final, se toman los siguientes datos del registro del tren, del informe de rodaje y de las guías de los vagones:

- Número de identificación del tren;
- Estación;
- Hora y fecha de llegada;
- Números de identificación de locomotoras, vagones o grupos de vagones recogidos en el camino o llevados de un punto a otro sobre el camino, con indicación de si están cargados o vacíos, las estaciones y las horas y fechas en que se efectuaron las operaciones correspondientes, y
- Lugares, horas y fechas en que se dejaron locomotoras, vagones o grupos de vagones, para lo que sólo es necesario incluir los detalles de identificación y estado de cargados o vacíos en caso de que la operación no se realizara en conformidad con lo indicado en los datos sobre la composición del tren.

Cuando parte un tren, ya sea de su punto inicial o de una estación intermedia, se toman de las mismas fuentes antes mencionadas los datos que se indican a continuación:

- Número de identificación del tren;
- Estación;
- Hora y fecha de salida, y
- Estaciones que deberán recibir la información anticipada -en listas, tarjetas perforadas o en ambas formas- de los vagones que el tren les va a dejar (los números de identificación de los vagones destinados a cada estación ya se ingresaron previamente con los datos de la composición del tren).

En cualquier momento se puede obtener un informe sobre la situación del tren, en uno de tres formatos:

- Detalle de la composición
- Resumen de la composición, e
- Informe de rodaje.

Este último informe incluye la composición del tren para el uso de la Oficina de Despachadores, un registro de vagones y guías (manifiesto) para el Superintendente de la división y un registro de vagones (rodaje) para la Oficina de Cuentas y Equipo. Dicho informe se produce también en cuatro copias para la Mesa de Carros en la estación de origen, la que archiva un ejemplar y entrega los otros tres al conductor del tren. Este retiene un ejemplar para su manifiesto de abordaje y otro para su lista de rodaje, donde registra manualmente los vagones que se agregan al tren sobre el camino. El tercer ejemplar lo entrega a la oficina telegráfica para que la información se remita al Jefe de Despachadores de la estación de destino, si ésta no tiene conexión al SCINCO. Sin embargo, cuando tanto la estación de partida como la de destino cuentan con terminales, la Mesa de Carros indica al sistema mismo que envíe el informe al Jefe de Despachadores.

#### c) Cambio de datos

Bajo este concepto se encuentran la función de cambiar los datos que se refieren a un vagón, ya sea porque es necesario corregirlos o porque un vagón cargado se ha descargado o viceversa, y la función de cambiar la ubicación de un vagón o una locomotora cuando físicamente se encuentra en una estación distinta de la que figura en los archivos del SCINCO. En ambos casos los detalles que se ingresan son los siguientes:

- Estación que efectúa el cambio;
- Hora y fecha;
- Número de identificación del vagón;
- Datos que deben ser cambiados, e
- Instrucciones para enviar aviso de los cambios a otras estaciones interesadas.

d) Consulta de vagones

Esta función permite la obtención de información respecto de locomotoras, vagones o grupos de vagones. En lo que a vagones individuales y locomotoras se refiere, se puede conseguir -con mayor o menor grado de detalle, según se desea- toda la información registrada con el sistema, incluyendo datos sobre operaciones, destino, carga, condición, características físicas e historial, entre otros. En cuanto a los grupos de vagones, la información obtenida concierne sólo sus operaciones en grupo, ya que los otros detalles se obtienen de consultas sobre los vagones individuales.

El ejemplo 1 representa una consulta de este tipo, que se divide en dos partes. Los primeros cinco renglones constituyen el eco al terminal de origen de un mensaje que llega al SCINCO para su procesamiento. La acción pedida es una "consulta de carros de segundo nivel" (CC 2) sobre el vagón número NDM 51827, efectuada por el operador PGL. El sistema asigna una prioridad de tipo 0108 al operador a las 17:35 horas del 21 de agosto de 1981, indicando asimismo el número de este ecc (U2648) que se está enviando al terminal número R199997. En el quinto renglón se consigna el número del mensaje que el operador originalmente envió, junto con una indicación de que el sistema recibió todo conforme.

La segunda parte contiene el mensaje de respuesta, encabezado por una línea en que aparece su código de prioridad del mensaje (0J53), la hora (17:35) y fecha (21 de agosto de 1981) en que fue procesado, su número (U2649), el número del terminal que lo está recibiendo (R199997), y una referencia al número del mensaje que se envió (N1442) y el operador que lo hizo (PGL). Luego el sistema indica que su respuesta es un "informe del equipo" NDM 51827, que es un vagón tanque de doble pared (T9) que va cargado (C) con combustible (COMB), tiene un peso bruto de 100 toneladas (PB100), está destinado a la estación General Banda (M0893) para la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y pertenece al grupo de vagones número G1060. En el siguiente renglón se nota que el vagón consultado salió de la estación de Monterrey (B1021) en el tren extra número 5XDNKRH02 a las 20:40 horas del 15 de agosto de 1982; fue cargado en la misma estación de Monterrey (C DE ESTN B1022) y dejado en la de Hipolito (DEJ M0674). Fue documentado en la estación Pedro C. Morales el 15 de agosto de 1981; si hay cambio de destino se informa en el siguiente campo, pero en este caso sólo se repite la información del campo anterior (CMA DEST M0478 081581). En el último renglón se señala que el vagón no debe pesarse (PESO N), que está documentado con la guía comercial (COM) número L8038, y que fue dado de alta de su última reparación (RELBO) el día 21 de febrero.

Ejemplo 1

CONSULTA DE VAGONES

CC 2  
NDM 51827  
PGL  
0108 1735 08/21/81 U2648 R199997 .  
N1442 - LINEAS/TARJETAR RECIBIDAS OK

0453 1735 08/21/81 U2649 R199997 .ON N1442 BY PGL  
RESPUESTA - INFORME DEL EQUIPO  
NDM 51827 T9 C COMB PB100 DEST M0893 PARA CFE G1060  
SALIO B1024 5KDNKRHO2 2040 081581 C DE ESTN B1022 DEJ M0674  
DOC M0478 081581 CMA DEST M0478 081581  
PESO N COM L0036 RELBO 0221  
EOM

e) Mantenimiento de locomotoras

El objeto de esta función es el de proporcionar al Centro de Control de Fuerza un instrumento para asegurar el cumplimiento de las fechas de inspección y mantenimiento de las locomotoras, para lo que se entregan los siguientes datos:

- Estaciones que deben ser notificadas;
- Identificación de la locomotora;
- Tipo de inspección que debe realizarse (mensual, trimestral, semestral o anual), y
- Fecha del próximo mantenimiento y código del taller donde debe efectuarse.

f) Cambio de características de vagones

Sólo la unidad de Control de Operaciones puede hacer uso de esta función, cuya finalidad es modificar los archivos de características físicas del material rodante, agregar nuevo material y eliminar material que se da de baja. Los datos, que provienen del Superintendente del Servicio de Carros o del Departamento de Fuerza Motriz, según se trate de vagones o locomotoras, son los siguientes (en el caso de las locomotoras, los datos que no se aplican no se ingresan):

- Número de identificación;
- Clase;
- Clasificación asignada por la Asociación Norteamericana de Ferrocarriles (AAR);
- Tara;
- Capacidad en toneladas;
- Capacidad cúbica;
- Longitudes interior y exterior;
- Anchos interior y de la puerta;
- Altura exterior;
- Código de distrito del propietario, asignado por la AAR;
- Codificación de regreso vacío, y
- Tipo de gálibo.

g) Actualización de grupos de vagones

La Superintendencia de Carros emplea esta función para modificar los datos sobre vagones que se manejan como grupos. El Departamento de Carros también la emplea para cambiar, agregar o eliminar el número que identifica un grupo.

## h) Transmisión de mensajes

Se puede usar las facilidades del SCINCO para la transmisión de mensajes entre estaciones, para lo cual el sistema opera de una manera parecida a la del télex.

## i) Consulta de archivos

El SCINCO posee las facilidades para producir, a petición del usuario, prácticamente cualquier combinación de los datos que mantiene en sus archivos. Esta función permite la obtención de información tal como listas de los vagones cargados y vacíos que se encuentran en una determinada ubicación, de los vagones en ese lugar que llevan una carga en particular, de los que han estado detenidos allí por más de un tiempo dado, de los que tienen un destino o un origen especificado, y listas ordenadas por consignatario o por tipo de reparación que se requiere, entre otras cosas.

El ejemplo 2 representa la respuesta a una consulta del archivo de vagones. Este mensaje, de prioridad 0J53, se emitió a las 10:15 del 22 de agosto de 1981 con el número U3074, y se dirigió al terminal R199997 para contestar el mensaje N1672 enviado por el operador AJM. Luego se indica el tipo del mensaje y la fecha de la información que contiene.

La consulta puede hacerse respecto de una sección de línea entre dos estaciones, pero en este caso sólo se preguntó por los vagones en la estación de Pachuca (HC026) que estaban destinados a los consignatarios Almacenes Nacionales de Depósito (ANDSA) y Petróleos Mexicanos (PEMEX). La respuesta está consignada en columnas que tienen los siguientes encabezamientos:

- INICIALES/NUMERO - Número de identificación del vagón
- CLS - Tipo de vagón, siendo F45 un furgón de 45 toneladas de capacidad
- C/V - Condición de cargado o vacío
- EC - Si está listo para salir de la estación
- FECH - Fecha de llegada a la estación
- DESTINO - Código de la estación de destino
- P/S - Si se debe pesar en la báscula (S) o no (N)
- B/O - Si el vagón tiene necesidad de reparaciones
- M/E - Si el vagón requiere un manejo especial
- ULT/UBIC - Ubicación actual del vagón
- CONSIGN - Nombre del consignatario
- CONTENID - Contenido del vagón

## Ejemplo 2

## CONSULTA DE ARCHIVOS

WJ53 1215 08/22/81 U3074 R199997 .ON N1672 BY AJM  
 RESPUESTA CONSULTA ARCH RESPONSABIL 08/22/81  
 ESTACIONES ENTRE HC026  
 CONSIGNATARIO ANDSA . PEMEX

NUMERO	CLS	V	EC	FECH	DESTINO	PBM	ULT	CONSIGN	CONTINID
INICIALES	C					SOE	UBIC		
BCIT841210	F5H	C	LISTO	0817	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
CHP 6207	F49	C	LISTO	0820	HC026	N	HC026	ANDSA	MAIZ
CNW 8959	F49	C	LISTO	0810	HC026		HC026	ANDSA	ARROZ
CP 55308	F49	C	LLEGO	0813	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
FCP 5121	F45	C	LISTO	0817	HC026	E	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 66233	F45	C	LLEGO	0818	A0292	N	HC026	ANDSA	AZUCAR
NDM 66898	F45	C	LISTO	0819	HC026	N	HC026	ANDSA	MAIZ
ND 67842	F45	C	LISTO	0819	HC026	N	HC026	ANDSA	MAIZ
NDM 68942	F45	C	LISTO	0821	B0084		HC026	ANDSA	AZUCAR
NDM 68962	F45	C	LISTO	0819	A0353	B	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 72501	F45	C	LISTO	0820	HC026	N	HC026	ANDSA	MAIZ
NDM 72924	F45	C	LISTO	0815	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
NDM 74843	F45	C	LISTO	0810	HC026	B	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 75028	F45	C	LISTO	0814	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
NDM 76653	F45	C	LISTO	0815	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
NDM 77424	F45	C	LISTO	0821	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
NDM 77785	F45	C	LISTO	0819	A0353	N	HC026	ANDSA	MAIZ
NDM 90109	F5P	C	LISTO	0810	HC026	B	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 92187	F5P	C	LISTO	0810	HC026	B	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 93669	F5P	C	LISTO	0810	HC026	B	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 100289	F5H	C	LISTO	0810	HC026	B	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 101427	F5H	C	LISTO	0814	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
NDM 102916	F5G	C	LISTO	0810	HC026		HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 103408	F5G	C	LISTO	0810	HC026	R	HC026	ANDSA	ARROZ
NDM 104915	F5H	C	LISTO	0814	HC026		HC026	ANDSA	AZUCAR
POTE 197	F66	C	LISTO	0810	HC026	B	HC026	ANDSA	ARROZ
RBOX 39674	F5P	C	LISTO	0810	HC026	B	HC026	ANDSA	ARROZ
NUMERO TOTAL DE UNIDADES 00027									

EOM

#### 4. Medidas de seguridad

El SCINCO fue diseñado especialmente para facilitar la modificación interactiva de los archivos de datos sobre las operaciones de la empresa, pero un cambio indebido podría perjudicar seriamente su funcionamiento eficiente. El sistema verifica por consiguiente que el terminal originador de un mensaje tiene derecho de hacerlo y lleva un registro de quienes los han originado. Otra medida de seguridad es el número cronológico que asigna a todos los mensajes provenientes de un mismo terminal, de manera que se pueda controlar que el personal operativo esté ingresando en el orden debido los datos sobre todos los eventos ocurridos bajo su jurisdicción.

Por ser una pieza clave en el funcionamiento de FNM, el SCINCO tiene que estar permanentemente en línea y disponible para consultas y el ingreso de datos. Sin embargo, como se sabe que ocasionalmente se producirá una falla en el sistema, se le ha dotado con suficientes puntos de control de tablas, índices y otros factores para que se pueda restablecer el procesamiento con la máxima rapidez, en la misma computadora o en la de respaldo según las circunstancias. Con el fin de resguardar la integridad de los datos en tal caso, se ha determinado que los archivos dinámicos se actualicen una sola vez por mensaje, y que las respuestas asimismo se emitan una sola vez. Para esto el diseño del sistema se hizo de una manera que le permite saber cuándo está siendo restaurado después de una falla y tomar medidas para evitar duplicaciones de actualizaciones y de mensajes.

Toda acción que se le pide al sistema durante el día se registra en un archivo de transacciones en cinta magnética. Si la acción da lugar a una modificación en un registro de datos, se graba en cinta aparte la imagen de ese registro antes de que la acción se efectúe. En caso de que se produzca una pérdida de uno de los archivos en línea, el archivo de respaldo del día anterior y las cintas de transacciones y de imágenes de registros sirven de base para la rápida reconstrucción de aquel archivo.

#### 5. Implantación del sistema

La posibilidad de instalar un sistema para la gestión de vagones surgió en 1974 a raíz de la decisión que tomó FNM de construir una moderna red de telecomunicaciones, con la cual se podía conseguir la velocidad, capacidad y confiabilidad de transmisión necesarias para la operación de un sistema en línea e interactivo.

a) Red de telecomunicaciones

Hasta hace pocos años FMM contaba únicamente con los tres sistemas que tradicionalmente habían empleado los ferrocarriles para sus comunicaciones internas: el telégrafo, la línea telefónica selectora y la línea telefónica automática conmutada. Sin embargo, la empresa ya se había dado cuenta de que se requería urgentemente modernizar sus telecomunicaciones para poder atender a las demandas de información impuestas por los crecientes niveles de tráfico comercial, por lo que se iniciaron estudios económicos para justificar las inversiones correspondientes. Se tomaron en cuenta los costos de inversión totales y los gastos anuales de personal y mantenimiento, así como los ahorros realizados en los costos de conservación de las líneas alámbricas existentes, en el planteamiento de tres opciones:

i) Un sistema de radio VHF, cuyos principales beneficios consistían en la reducción de daños al material rodante, disminución de demoras en terminales y mejoramiento de la utilización de las locomotoras de maniobras en patios. Las inversiones estimadas demostraron una tasa interna de retorno de 24%.

ii) Un sistema combinado VHF-UHF, con el que existían las alternativas adicionales de emplear transmisiones alámbricas o de microondas. Las microondas ofrecían los importantes beneficios de mayor seguridad, menores demoras y operaciones de trenes más eficientes, así como comunicaciones más rápidas y confiables para fines administrativos, por lo que la evaluación las favoreció con una tasa interna de retorno de 17% versus 11% para la alternativa de líneas físicas.

iii) Un sistema combinado VHF-UHF de microondas, en conjunto con un sistema de información para la gestión de operaciones de vagones que aprovechara las ventajas inherentes al uso de computadoras y teleprocesamiento para obtener no sólo los beneficios ya citados sino también los de una mejor utilización del material rodante y un control más eficaz de las operaciones. Esta tercera opción, que significaba una inversión marginal relativamente pequeña en comparación con la segunda, arrojó una tasa interna de retorno de 36%.

En consideración de la cuantía de los beneficios en favor de la tercera opción, se decidió seguir adelante con la instalación de la red de microondas, y al mismo tiempo se entró en negociaciones con la Southern Pacific para conseguir el TOPS y la asesoría para su adaptación e implantación.

## b) Etapas de la implantación

Se comenzó la implantación del SCINCO en 1976 con un periodo en que el esfuerzo estaba dedicado principalmente a las modificaciones que requería el TOPS para adecuarlo a las realidades de FNM, incluyendo la traducción de sus mensajes al español. En esta primera etapa se escogió para incluir en el SCINCO sólo un subconjunto de las funciones que ofrecía el TOPS: las que se requerían para el envío adelantado de la composición del tren y las relacionadas con el control de vagones y locomotoras.

Después de un periodo de pruebas locales, el SCINCO se puso en línea por primera vez en noviembre de 1976 con una conexión a la estación de Nuevo Laredo. Su alcance fue creciendo paulatinamente, de acuerdo con la extensión de la red de telecomunicaciones, hasta llegar a mediados de 1982 a un 53% de cobertura de la empresa con 34 localidades conectadas.

La próxima etapa en el desarrollo del SCINCO será la incorporación de nuevas opciones que proporcionen un mayor grado de control de las operaciones. Las tres opciones que ofrecen los beneficios más altos en el corto plazo son las que se describen a continuación:

1) **Distribución de vagones vacíos.** El SCINCO actualmente contiene elementos que aumentan el control sobre de los vagones vacíos, al proporcionar información a las estaciones que producen grandes cantidades de éstos respecto de los destinos preferidos de vagones de FNM y de las rutas de regreso de vagones pertenecientes a otros ferrocarriles. La información sobre la composición de los trenes sirve también para determinar el cumplimiento de las instrucciones provenientes de la Superintendencia del Servicio de Carros en lo que se refiere a la distribución de vacíos. Sin embargo, se pueden mejorar los procedimientos de distribución si el sistema mismo asigna el destino de los vagones vacíos en función del promedio de las demandas en cada estación y las ofertas de vacíos en los puntos de su producción. A fin de satisfacer dichas demandas al menor costo y mejor oportunidad, habrá que:

- Controlar periódicamente las cantidades de vagones vacíos que están en camino hacia cada patio y los que ya están disponibles allí;
- Proporcionar instrucciones específicas para satisfacer la demanda de vagones en cada lugar y velar por su cumplimiento;
- Ordenar los movimientos de vagones vacíos de acuerdo con prioridades preestablecidas, y
- Considerar la posibilidad de asignar el destino de todo vagón en el momento en que se descargue.

ii) Asignación de códigos de clasificación a vagones en patios. Se puede aumentar la eficiencia de las operaciones en patios a través de un procedimiento que asigna códigos de clasificación a los vagones con anticipación a su llegada para que el jefe del patio prepare su plan de maniobras por adelantado, minimizando de esta manera la demora de los vagones en el patio y simplificando las maniobras con una consiguiente reducción de las inversiones en equipo y en el tiempo de rotación de los vagones. Los criterios empleados para la asignación de los códigos son los siguientes:

- Destino final del vagón;
- Conexiones previstas;
- Tipo de mercancía, si el vagón está cargado, o tipo de vagón si está vacío, e
- Instrucciones de manejo especial u orden de reparación.

iii) Movimiento de trenes. Es factible introducir archivos con los itinerarios y tiempos de recorrido de los trenes, con lo que se puede llamarlos automáticamente, supervisar su puntualidad y controlar las causas de sus demoras. Estos procedimientos contemplan también la asignación de las tripulaciones, tomando en cuenta su localización, disponibilidad, calificaciones y acuerdos laborales.

#### b) Capacitación del personal

Como parte de la asesoría de la Southern Pacific en la elaboración del SCINCO se contaba con un programa de formación de programadores, analistas e instructores. Se envió en primer lugar unos diez funcionarios de FNM a la sede de la Southern Pacific por periodos que variaban entre tres y seis meses, para que se capacitaran sobre los principios y el funcionamiento del TOPS. Expertos de dicha empresa acompañaron también el avance del proyecto durante casi dos años.

Actualmente existe un equipo de once implantadores que se encargan de capacitar al personal y poner en marcha el sistema en nuevas localidades. Después de instalar y probar el equipo de telecomunicaciones, se lleva a cabo una presentación a los oficiales locales de FNM respecto de los principios y mecanismos de funcionamiento del SCINCO y la necesidad de que todo el personal colabore para que la información que se obtenga sea veraz y oportuna. Luego comienza un periodo de entrenamiento que dura entre 20 días y dos meses, que está dirigido principalmente a los empleados de la Mesa de Carros y al personal administrativo que los suplen en su ausencia.

Posteriormente se proporciona capacitación al personal que se hará cargo de la perforación de tarjetas y del manejo de los terminales de video, para enseñarles la operación del sistema y los procedimientos a seguir en caso de una falla del equipo. Dichos procedimientos están cuidadosamente explicados en un manual de operación.

Una vez que se amplie el SCINCO para incluir la función de movimiento de trenes, se extenderá la capacitación en el uso del sistema a los conductores de trenes.

Dentro de las funciones del SCINCO se incluye la posibilidad de dar instrucción en forma práctica a los usuarios de los terminales. Existe un procedimiento para ingresar a la computadora datos sobre eventos que realmente acontecen en las operaciones locales, con el objeto de capacitar al personal en el manejo del sistema, en la producción de informes y en la interpretación de los mensajes de error. Sin efectuar modificaciones en los archivos de datos y sin afectar el funcionamiento de los terminales conectados al sistema para operaciones reales, la computadora responde exactamente como si se estuvieran ingresando datos de verdad. Los datos de práctica se registran y se procesan en archivos y áreas especialmente asignados donde están disponibles como una base de datos hipotética que se elimina sólo al final del entrenamiento.

Mientras el terminal se emplea para propósitos instructivos, no se puede usar para entradas regulares, pero sí puede recibir todas las salidas normales destinadas a esa estación. Una vez completada la fase de capacitación, se avisa al operador central del SCINCO que el terminal afectado ya debe habilitarse para operaciones regulares. A partir del momento en que se da de alta en dichas condiciones, el terminal puede usarse sólo para registrar datos reales.

#### c) Experiencias recogidas

La implantación del SCINCO no ha sido fácil ni rápida, ya que la tecnología que fue desarrollada para otras necesidades y condiciones operativas no podía copiarse indiscriminadamente sino tenía que ser adaptada a las condiciones imperantes en FNM. Hubo que enfrentar una notable resistencia al cambio, la que se hacía sentir especialmente en una empresa conservadora como es el ferrocarril. Sin embargo, las experiencias que se han obtenido con el sistema hasta la fecha demuestran que los beneficios percibidos de su implantación justifican ampliamente las inversiones.

Los Ferrocarriles Nacionales de México tienen el firme propósito de seguir jugando un papel preponderante en el proceso de crecimiento y transformación del país. No cabe duda de que el SCINCO ya ha sido un factor clave en la capacidad de la empresa para aumentar su productividad como respuesta a los desafíos económicos de los tiempos recientes, y se espera que en el futuro juegue un papel aún más importante para mejorar la gestión de las operaciones de carga en pro del bienestar nacional.

#### B. SISTEMA DE UTILIZACION DEL MATERIAL OPERATIVO EN LA FERROVIA PAULISTA S.A. 15/

En vista del aumento que estaba consiguiendo en su transporte a comienzos de los años 70, la Ferrovía Paulista S.A. (FEPASA) sintió la necesidad de mejorar sus prácticas operativas y de comercialización sobre la base de aplicaciones computarizadas, por lo que decidió poner en marcha un Proyecto Integrado de Operaciones, Mercadeo e Informática (POMI). Con el objetivo de obtener a nivel mundial la tecnología que mejor se adaptase a las características propias de la empresa, se consiguió con el apoyo del Banco Mundial la asesoría técnica de un consorcio formado por la firma consultora TOPS on Lines, la firma Ingeniería y Economía de Transporte (INECO), ligada a la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, que tiene amplios conocimientos en materia de comercialización; y la firma consultora brasileña TRANSCOM.

En lo que toca a la informática, el trabajo principal del proyecto fue la elaboración del Sistema de Utilización del Material Operativo (SUMO) con el objetivo de mejorar la producción de información sobre vagones de carga, locomotoras y coches de pasajeros. Otro producto del proyecto fue el sistema de estadísticas de control de ciclos operativos (ECCO), que recibe datos resumidos del SUMO y proporciona informes relativos a la rotación de grandes cantidades de vagones, obteniéndose promedios de tiempo para el transporte entre estaciones que son estadísticamente buenos porque consideran todos los movimientos hechos en cada ciclo. El proyecto también contemplaba el Sistema de Información de Mercadeo (SIM), que recoge datos del sistema de facturación y del SUMO para la elaboración de informes que versan sobre productos específicos, y el Sistema de Información de Trenes (SIT), que registra la marcha de los trenes, su composición, sus demoras y otros datos que el SUMO no mantiene y que interesan al control y planificación de trenes.

De todos estos sistemas, el SUMO es el que procesa el mayor volumen de datos y tiene la mayor importancia en el control de vagones y locomotoras. Su primera etapa de implantación fue completada en 1979, y su segunda etapa en

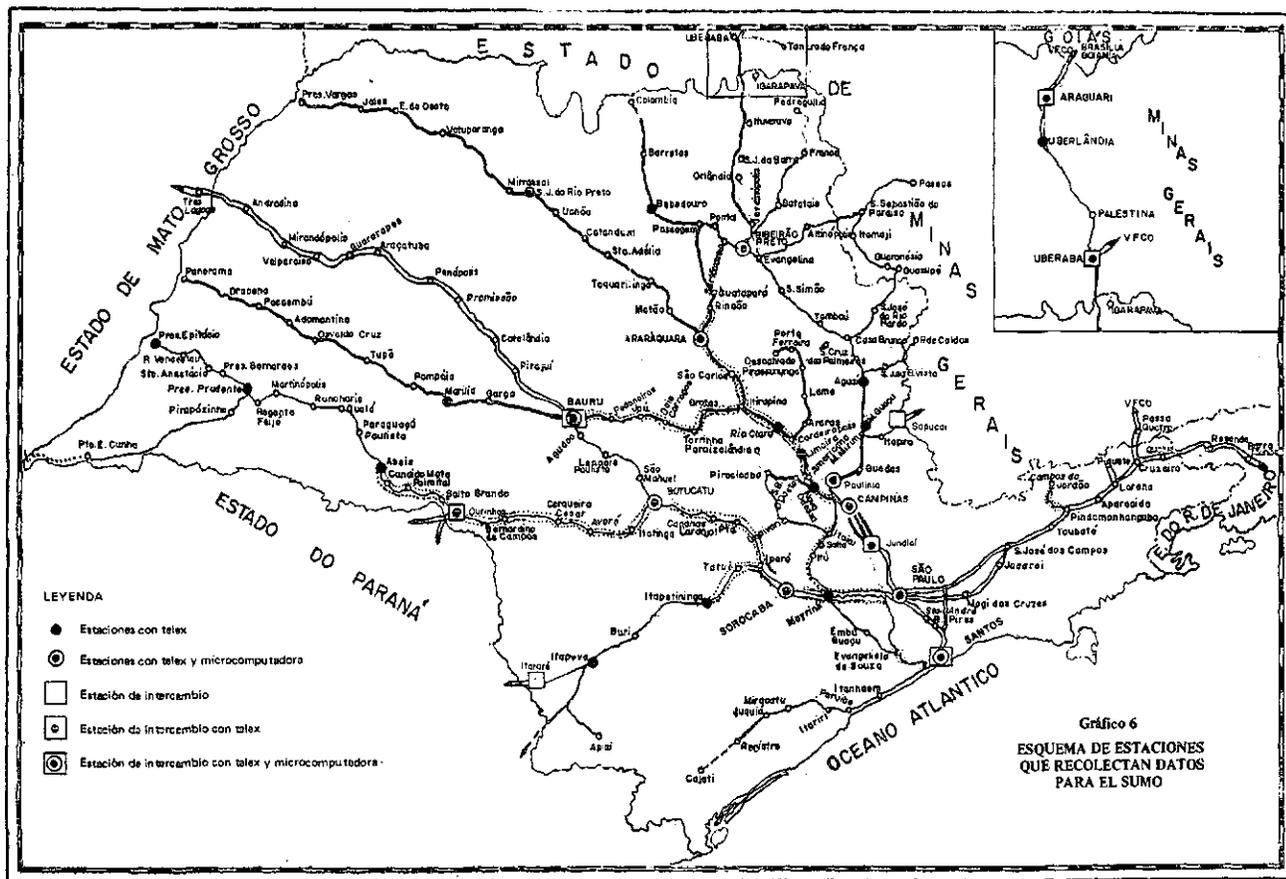
el primer trimestre de 1982. Sus datos se recolectan en 36 estaciones a lo largo de 5 066 km de línea (véase el gráfico 6), y cubren alrededor de 15 000 vagones, casi 800 coches de pasajeros y más de 500 locomotoras.

### 1. Causas que motivaron la elaboración del sistema

Como respuesta al desafío que representa el transporte por carretera para la supervivencia de los ferrocarriles, éstos han tenido que procurar la modernización de muchas de sus prácticas que constituían un lastre tecnológico del pasado. Una medida de gran importancia fue la aplicación de computadoras a una amplia gama de actividades, que en primera instancia se encontraban en las áreas administrativas. Tareas que abarcaban desde la facturación, la contabilidad, el control de existencias y la confección de planillas de sueldos hasta la producción de estadísticas eran susceptibles a la computarización.

Con esto se lograron importantes aumentos en la productividad que muy rápidamente atrajeron la atención de las áreas operativas de la empresa. En particular, los millares de unidades del material rodante en constante movimiento a través de miles de kilómetros de líneas tornan impreciso cualquier sistema de seguimiento manual, que en todo caso no podría analizar y resumir en forma oportuna y apropiada para fines de gestión la masa de datos provenientes de las estaciones por teléfono, telegrafo y télex. Este acervo constituye sin embargo la base para la toma de decisiones analíticas fundadas en un conocimiento de lo que realmente está aconteciendo en cada momento. Asimismo, investigaciones estadísticas hechas por mano son penosas y extremadamente lentas, por lo que la toma de decisiones basadas en el comportamiento de las operaciones en el pasado reciente dependen de muestreos.

Un proceso decisorio de especial importancia para la buena gestión de un ferrocarril concierne la distribución de los vagones vacíos hacia las estaciones donde existe demanda. Si las estaciones con vagones disponibles guardan esta información con el fin de atender a clientes locales que tienen cargamentos previstos para dentro de algunos días, la empresa pierde durante esos días los ingresos provenientes del equipo parado, que representa así un capital inmovilizado. También es difícil saber la demanda media de vagones en cada punto de carga debido a las constantes modificaciones de los parámetros para el cálculo.



Una buena parte de la solución de este problema estriba en un conocimiento de los vagones cargados que se acercan a una estación de destino y que estarán disponibles en breve para ayudar a satisfacer la demanda de aquella estación. La información oportuna y confiable sobre la situación de cada vagón es lo que permite su control preciso y, por ende, más transporte con el mismo parque de material rodante. Esto es lo que motivó a la FEPASA a decidirse por la implantación del SUMO en apoyo a sus operaciones.

## 2. Diseño del sistema

El SUMO podía haber sido ideado para usar de inmediato el teleprocesamiento con equipos de comunicación conectados directamente a la computadora, como es el caso del TOPS. Sin embargo, el costo del equipo, la selección y entrenamiento de personal de un nivel aún inexistente en la empresa, la disponibilidad y calidad de las líneas de comunicación y el problema de la demora en la entrega del equipo de procesamiento de datos no permitieron que el sistema se implantara en esa forma dentro del plazo previsto. Se sabía empero que era perfectamente factible diseñar un sistema que en un principio utilizara una red de télex para la transmisión de datos y que sólo en etapas posteriores llegara a constituir un sistema con conexión directa a la computadora. Así fue como se decidió seguir un proceso de implantación escalonada que contemplase alcanzar al final la condición de un sistema en línea e interactivo, pero que tuviese un comienzo más modesto.

### a) Esquema operativo

El SUMO fue diseñado entonces para aprovechar primordialmente la red de télex que se había instalado alrededor del año 1966, a la cual están conectadas las estaciones de mayor importancia y de localización estratégica. Entre éstas se encuentran las de intercambio, puesto que existe un importante tráfico de vagones entre la FEPASA y la Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA). Dichas estaciones, que se llaman captadoras, recolectan datos que se refieren no sólo a sus propias operaciones sino también a las de estaciones adyacentes más pequeñas, las cuales efectúan sus envíos por teléfono, telégrafo o tren. Todos los datos de cambio de situación de vagones, de circulación de trenes y de intercambio de vagones se registran en un solo tipo de planilla, la "colecta de datos - SUMO", que sirve de base para la confección de los mensajes que se envían a São Paulo para procesarse por computadora. Dichos mensajes han de ser sintácticos y ortográficamente correctos, lo que requiere que la planilla se llene con mucha atención a fin de que el operador la pueda leer con facilidad y digitar

bien los datos cuando los está preparando para transmisión.

En las estaciones que están conectadas a la red de télex del SUMO, los mensajes se graban en el terminal en cintas de papel para su posterior transmisión a São Paulo a la máxima velocidad que permita el equipo. En un principio se efectuó el mismo tipo de operación en las ocho estaciones sedes de las oficinas regionales, pero a comienzos de la segunda etapa del proyecto se instalaró en cada una de dichas estaciones una microcomputadora COBRA modelo TD-200, así como una de modelo C-300 en la estación de la Refinería del Planalto (REPLAN). Esas nueve microcomputadoras transmiten un 60% de todos los datos recolectados para el SUMO, mientras el 40% restante origina en las 21 estaciones aún dotadas con télex.

Los mensajes enviados desde el campo se reciben en el Centro de Procesamiento de Datos (CPD) del ferrocarril. En la primera etapa del proyecto, los datos al llegar al CPD se registraban nuevamente en cintas de papel perforado, que se traspasaban después a cassettes digitales grabados en el mismo código del télex. Los cassettes a su vez se leían por la computadora, que convertía su contenido en su propio código y lo grababa en cinta magnética para el posterior procesamiento de los mensajes.

Al comienzo de la segunda etapa, se reemplazaron los terminales receptores de télex en el CPD con tres microcomputadoras que permiten la grabación de los datos en disco flexible ("diskette"), en lugar de la cinta de papel y los cassettes digitales. Con esto ha quedado resuelta la mayor parte de los problemas que presentaba el manejo físico de las cintas y cassettes.

El día se cierra para el SUMO a la media noche, momento en que comienza el procesamiento de todos los mensajes recibidos durante ese día. Durante la primera etapa los informes producidos durante la noche se repartían por tren en las primeras horas de la mañana, pero en la segunda etapa del proyecto se han instalado minicomputadoras en las ocho oficinas regionales para recibirlos.

## b) Esquema computacional

El esquema dentro del cual opera el SUMO es completamente modular. El SUMO mismo se compone de tres módulos de programas computacionales:

i) Módulo de control de recolección y transmisión de datos del campo, cuyos programas comienzan el proceso con pruebas de validez de los mensajes. Si se encuentran

datos erróneos, como por ejemplo un código de estación inexistente, se rechaza el mensaje entero y produce un diagnóstico en la lista de errores. Se verifica también la consistencia de los mensajes en el tiempo, ya que al detectar un mensaje -supóngase- que informa de la partida de un vagón cargado que primero no se haya reportado vacío, se produce un diagnóstico en la lista de errores indicando que hace falta el dato anterior.

ii) Módulo de actualización de archivos, cuyos programas registran en el archivo de situación ("archivo maestro") la última información conocida respecto de los vagones tanto de la FEPASA como de particulares y de la RFFSA. Actualizan también la información en el archivo histórico, donde se acumulan todos los datos recibidos durante el mes.

iii) Módulo de emisión de informes, cuyos programas se encargan de producir las listas con la información que regularmente se entrega a los usuarios del sistema, así como la información que se pide en forma especial.

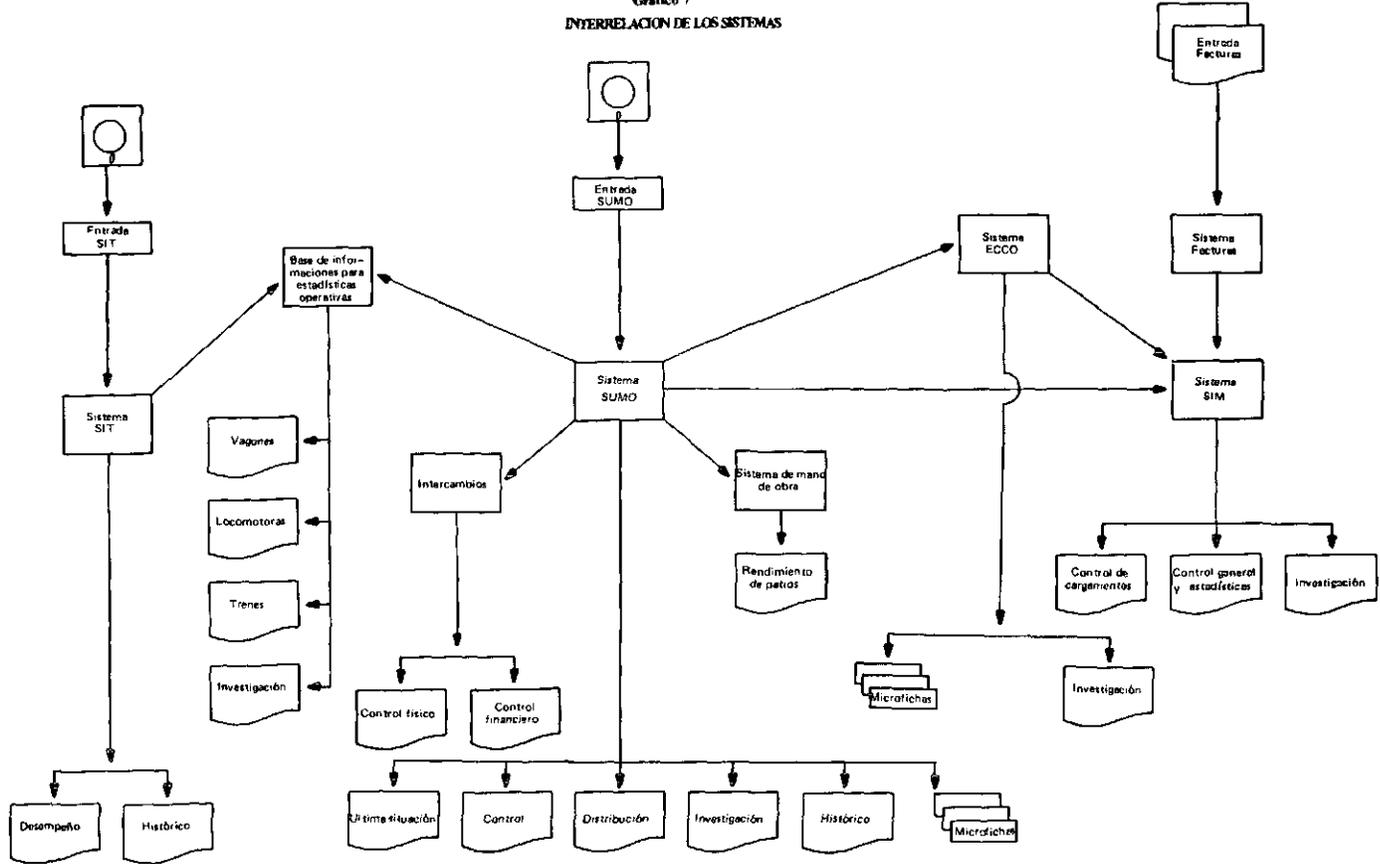
Debido a que cambian de situación con relativa rapidez, algunos vagones dan lugar a varios datos diarios. Otros, que están parados en un patio de clasificación o en espera de ser cargados o descargados, generan un dato apenas cada tres o cuatro días. El promedio por ende es de aproximadamente 1.4 datos diarios por vagón que, de acuerdo al parque de material rodante que se encuentra actualmente en operación en el ferrocarril, resulta un total de entre 27 000 y 32 000 mensajes que el sistema tiene que procesar diariamente.

El SUMO está asimismo estrechamente relacionado con el SIT (que también obtiene sus datos por télex) y con el SIM. Como se puede observar en el gráfico 7, estos tres sistemas tienen acceso a archivos comunes, de manera que un determinado dato se ingresa a la computadora una sola vez para que esté a disposición de cualquiera de los tres sistemas que lo necesite.

### 3. Operación del sistema

El ingreso de datos a los archivos del SUMO se hace por ahora en una etapa distinta a la producción de informes, aunque la lógica que se sigue es esencialmente la misma que se emplearía en el futuro si estos dos procesos llegaran a integrarse en un sistema interactivo en línea. Funcionalmente entonces el manejo del sistema consiste en ingresar todos los datos, y luego efectuar su procesamiento para obtener los resultados deseados, tanto en forma de archivos que se envían a las microcomputadoras en las oficinas regionales, como de informes producidos directamente por la computadora central que se utilizan principalmente en la administración de la empresa.

Gráfico 7  
INTERRELACION DE LOS SISTEMAS



a) Ingreso de datos

Hay tres tipos de actividades en las estaciones y patios que dan lugar al ingreso de datos en los archivos del SUMO:

- Cambio de situación, como cuando un vagón altera su estado de vacío a cargado o de formar parte de un tren a estar detenido en un patio de clasificación, por ejemplo;
- Circulación de trenes, cuando un tren llega a o sale de una estación, e
- Intercambio de vagones, cuando un vagón se recibe de o se entrega a la RFFSA.

Se registran los datos generados por estos tres tipos de acontecimientos en la planilla "colecta de datos - SUMO" (véase el ejemplo 3), en cuyo primer renglón se consigna la siguiente información:

- Estación transmisora;
- Acontecimiento específico (cambio de situación, partida, llegada, intercambio entregado o intercambio recibido);
- Estación donde se efectuó el acontecimiento (en general, cada estación equipada con un terminal de télex o una microcomputadora recolecta datos de varias otras estaciones más pequeñas);
- Número de la planilla;
- Código para identificar una condición especial del mensaje, tal como una retransmisión o una corrección de un mensaje anterior, entre otras;
- Cantidad de líneas de datos en la planilla;
- Fecha del acontecimiento;
- Hora del acontecimiento, que se llena sólo cuando la planilla se refiere a la circulación de trenes o al intercambio de vagones;
- Identificación del tren, cuando se refiere a la circulación de trenes;
- Entroncamiento, o ramal alternativo entre dos estaciones, cuando se refiere a la circulación de trenes;
- Compositor, o persona que llenó la planilla;
- Maquinista del tren, cuando se refiere a la circulación de trenes, y
- Operador del télex o de la microcomputadora que transmite el mensaje al CPD.

Se procede luego a registrar en los renglones correspondientes los datos individuales relacionados con cada vehículo, a saber:



- Secuencia del renglón;
- Tipo de vehículo (vagón, coche de pasajeros o locomotora);
- Propietario;
- Identificación del vehículo;
- Código de servicio (vagón o coche cargado o vacío, posición de la locomotora en el tren);
- Destino;
- Hora del acontecimiento, cuando se trata de un cambio de situación;
- Código que indica la nueva situación;
- Peso neto de un vagón recién cargado o recibido cargado en intercambio;
- Contenido de un vagón recién cargado o recibido cargado en intercambio, y
- Consignatario de un vagón recién cargado o recibido cargado en intercambio.

Los demás casilleros del renglón -número de factura, peso bruto y control de la estación- no se transmiten para su incorporación a los archivos del SUMO. Se emplean más bien para propósitos operativos, ya que esta planilla sirve además como el documento oficial que acompaña el tren.

#### b) Archivos para las oficinas regionales

Para cada oficina regional se produce diariamente un archivo que contiene información respecto de todos los vagones cuyas últimas ubicaciones reportadas estaban dentro de los límites de responsabilidad de esa regional, o que se encontraban en otra área de responsabilidad pero con destino a la de dicha regional. Estos archivos se transmiten desde el CPD directamente a la microcomputadora instalada en las oficinas regionales, donde se guardan en disco flexibles para su empleo en dos tipos de consultas: la producción de listas de situación, e investigaciones sobre uno o más vagones. Las estaciones tienen la obligación de verificar la exactitud de los datos y hacer cualquier actualización o corrección que sea necesaria.

##### i) Listas de situación

Sobre demanda se puede producir una lista que indica la situación de cada vagón estacionado en el patio de esa estación, clasificada según el tipo de vagón y su propósito de encontrarse allí (esperando cargarse, descargarse, repararse o en tránsito hacia otra estación), así como la cantidad total de vagones en cada situación (véase el ejemplo 4).

Ejemplo 4

SITUACION DEL PARQUE DE VAGONES  
EN LA ESTACION DE SOROCABA

REGIONAL 1

OPCAO : ISS

FEPASA * AGRUPADO POR TOTAIS DE VAGONES				* LMT35002 19/10/82 16:42		* FAG. 1	
LOCAL ESTA- CAO	SITUACAO	TIPO	QUANTIDADE DE VAGONES				TOTAL * * G E R A L
			* * FEPASA * CARREGADOS	* * VAZIOS	* * TOTAL	* * CARREGADOS	
SS	ACC	FE	2	2			2
		FL	1	1			1
		FR	3	3		1	4
		FS	5	5			5
		GH	8	8			8
		GT				1	1
		TP	27	27		1	27
TOT.SITUACAO			46	46		2	48
SS	ADC	FH	1	1			1
		GH	52	52			52
TOT.SITUACAO			53	53			53
SS	ADM	FH	3	3			3
		FS	3	3			3
		GF	1	1			1
		GH	2	2			2
		GT	2	2			2
		PM	1	1			1
		PN	4	4			4
		TC	1	1			1
TOT.SITUACAO			17	17			17
SS	AEP	GH	28	11	39		39
		TP		16	16		16
TOT.SITUACAO			28	27	55		55
SS	ALO	FN	1	1			1
		FS	14	14			14
		PM	2	2			2
TOT.SITUACAO			17	17			17

LOCAL ESTA- CAO	SITUACAO	TIPO	QUANTIDADE DE VAGUES			TOTAL *	TOTAL *	TOTAL *
			* CARREGADOS	* VAZIOS	* TOTAL			
SS	ARE	FN		1	1			1
		FR		1	1			1
		PN	2	1	3			3
		TOT.SITUACAO	2	3	5			5
SS	LRP	TC		1	1			1
		TOT.SITUACAO		1	1			1
SS	SFE	FE	2		2			2
		FM	2	1	3			3
		FN	17	1	18			18
		FR	1		1			1
		FS	1		1			1
		GN	18		18			18
		GT	3		3			3
		PN	1		1			1
		PT	14	3	17			17
		TOT.SITUACAO	59	5	64			64
TOT.ESTACAO		142	116	258	2	2	260	

---

REGISTROS LIDOS = 3061

REGISTROS SELECIONADOS = 260

En la lista de situación, que es producida por el programa T35002, la opción 1 indica que sólo se desea imprimir la información correspondiente a los vagones que ya están dentro del área de responsabilidad de una estación, que en el caso del ejemplo es Sorocaba (código SS). Las situaciones mencionadas son:

- ACC - Esperando ser cargado por el cliente
- ADC - Esperando ser descargado por el cliente
- ADM - Esperando demolición
- AEP - Esperando entrada al patio de clasificación
- ALO - Asignado
- ARE - Esperando reparación
- LRP - Liberado de reparación
- SFE - A servicio del ferrocarril

Se indica asimismo el tipo de cada vagón, a saber:

- FE - Cerrado, con escotillas
- FH - Cerrado, con escotillas y tolvas
- FL - Cerrado, con costados corredizos
- FM - Cerrado convencional, con caja de madera o mixta
- FN - Cerrado, para servicio no remunerado
- FR - Cerrado, con caja metálica con revestimiento
- FS - Cerrado convencional, caja metálica sin revestimiento
- GF - Góndola, con bordes fijas y fondo movable
- GH - Góndola, con bordes basculantes y fondo jorobado
- GN - Góndola, para servicio no remunerado
- GT - Góndola, con bordes plegables
- PM - Plataforma convencional, con piso de madera
- PN - Plataforma, para servicio no remunerado
- TC - Tanque convencional
- TP - Tanque para productos pulverulentos

Nótese que, según el ejemplo 4, había en ese momento dos vagones de la RFFSA en la estación de Sorocaba, a la espera de ser cargados.

#### ii) Investigación en los archivos

También sobre demanda se puede obtener de los archivos enviados a las microcomputadoras los datos más importantes respecto de cada vagón individualmente, estando éste en una estación determinada o en otra estación con destino a la primera (véase el ejemplo 5).

## Ejemplo 5

## INVESTIGACION EN LOS ARCHIVOS

REGIONAL 1

SS TP

FEPASA \* VAGOS NA REGIONAL

\* LNT35001 18/10/82 17:12APG. 1

ESTACAO INF.DEST.	SITUAC	TIPO	PROP	SERIE	NUMERO	D	C/V	HERC.	DATA	REDE	POOL	DIAS SIX.EST.
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340118	9	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340126	0	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340137	5	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340147	2	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340150	2	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340169	3	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340185	5	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340202	9	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340233	9	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	TP	FEP	YPD	340234	7	V		16/10/82			001 001
SS	ACC	YP	FEP	YPD	340242	8	V		16/10/82			001 001
SS	AEP	TP	FEP	TPD	340100	6	V		16/10/82			001 001
SS	AEP	YP	FEP	TPD	340165	1	V		16/10/82			001 001
SS	AEP	TP	FEP	TPD	340191	0	V		16/10/82			001 001
SS	AEP	TP	FEP	TPD	340222	3	V		16/10/82			001 001
SS	AEP	TP	FEP	TPD	340244	4	V		16/10/82			001 001
SS	AEP	YP	FEP		395013		V		16/10/82			001 001
SS	UN	ARO	TP	FEP	YPD	340115	4	V	13/09/82	S		034 035
SS		ARO	TP	FEP	YPD	340159	6	V	16/08/82	S		062 065
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340101	4	V	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340102	2	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340141	3	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	TP	FEP	TPD	340157	0	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340172	3	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	TP	FEP	TPD	340182	1	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340193	6	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	YPD	340201	1	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340212	6	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340218	5	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	TP	FEP	TPD	340220	7	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	TP	FEP	TPD	340231	2	C	CIG 16/10/82			001 001
SS	UN	SCO	YP	FEP	TPD	340246	1	C	CIG 16/10/82			001 001

FEPASA \* VAGOS DESTINADOS A REGIONAL

\* LNT35001 18/10/82 17:12APG. 2

ESTACAO INF.DEST.	SITUAC	TIPO	PROP	SERIE	NUMERO	D	C/V	HERC.	DATA	REDE	POOL	DIAS SIX.EST.
BF SS	NPR	TP	FEP	TPC	340030	1	V		11/10/82			006 006

REGISTROS LIDOS = 3061

REGISTROS SELECCIONADOS = 33

En el ejemplo 5 se pide una investigación de los archivos para determinar cuáles son los vagones tanque para productos pulverulentos (TP) estacionados en o con destino a la estación de Sorocaba (SS). El programa T35001 responde primero con una lista de los que están estacionados allí, indicando la estación informante (INF.); la de destino (DEST.), que en este caso es Universidade (UN); la situación de cada vagón; su propietario; su serie, correspondiendo TPD a los vagones tanque; su número de identificación, seguido por un dígito de verificación; una letra para indicar si está cargado o vacío; la mercadería que contiene si está cargado, siendo CIG cemento a granel; la fecha del último cambio de situación; un código de red (REDE), donde en este caso la S indica que el vagón está esperando ingresar al taller para reparaciones; un código para indicar si pertenece a algún grupo de vagones que se maneja en conjunto (POOL); el número de días que se encuentra en su situación actual, y el número de días que ha permanecido en esta estación. En la página siguiente se listan los vagones en otras estaciones que tienen la estación solicitante como destino, que en el caso del ejemplo 4 es uno solo que se encuentra en Barra Funda (BF) y que no ha partido (NPR) desde hace seis días.

#### c) Informes de la computadora central

Cualquier otro tipo de informe producido por el SUMO sale directamente de la computadora central en el CPD. Por ejemplo, para propósitos de planificación y corrección de problemas que exigen un conocimiento de lo que ha pasado con el parque de vagones en un determinado periodo de tiempo, que generalmente es de un mes, se puede recurrir a los archivos históricos con el fin de averiguar lo que sucedió durante ese periodo con cada vagón seleccionado. Existen asimismo ciertos informes que se sacan con regularidad, tales como el de intercambio de vagones, el ciclo de vagones y el desempeño comercial de la empresa.

##### 1) Intercambio de vagones

Este informe da cuenta de los intercambios diarios de equipo, indicando los vagones de la FEPASA que se encuentran en las líneas de la RFFSA y los de esta empresa que están circulando en las líneas de la FEPASA. El sistema puede calcular la permanencia media de los diversos tipos de vagones en el otro ferrocarril y, si se verifica un aumento indebido, se puede solicitar con mayor insistencia la devolución de los tipos más escasos en el momento.

Al final de cada mes se hace un balance de todos los intercambios para contabilizar el cobro o pago de la tasa

de permanencia por vagón-día, según cuál de las dos empresas tiene el saldo a su favor. Para propósitos de control se hace una lista que indica cuándo entró y salió cada vagón, así como las estaciones donde se efectuaron estas operaciones.

## ii) Ciclo de vagones

La identificación de los problemas globales que estrangulan el tráfico depende de análisis estadísticos hechos sobre la base de cantidades de datos suficientemente grandes para que los resultados sean confiables. Este tipo de informe se prepara con el sistema ECCO, que saca de los archivos del SUMO todos los datos relacionados con los movimientos de ciertos tipos de vagones para entregar información respecto de los ciclos que han realizado en un determinado plazo. Dicha información es extremadamente útil para estudios de tarificación, niveles de servicio o la adquisición de vagones, para la asignación de vagones a clientes o productos, para la planificación y el control del parque, para demostrar el desempeño del servicio por ruta o producto y para los contactos que se mantienen con los clientes.

Todos estos análisis se fundamentan en pares de hechos, como por ejemplo los intercambios recibidos y entregados o los vagones cargados en una estación y descargados en otra, donde cada par representa un ciclo de un vagón. Se puede pedir a la computadora que indique todos los ciclos correspondientes a un vagón dado, los que pueden sujetarse a cálculos estadísticos destinados a obtener su promedio real. Muchos de esos ciclos pueden ser de interés para estudios mensuales de desempeño, en cuyo caso deben producirse automáticamente al cierre del mes. Otros, debido a su carácter esporádico o los diferentes periodos que cubren, se consideran especiales y se pueden pedir en cualquier momento. Los siguientes promedios son particularmente relevantes a la gestión de las operaciones, por lo que se producen en microfichas que se distribuyen a través de toda la empresa:

- Intercambio recibido a intercambio entregado;
- Cargado a vacío;
- Vacío a cargado;
- Cargado a cargado, y
- Estación de partida a estación de llegada.

De acuerdo con las necesidades del usuario, los informes deben presentar los pares de hechos agrupados según el concepto más pertinente, así que se incluyeron en el sistema provisiones para que la información se ordene por estación, tipo de carga, propietario del vagón o tipo de vagón. Se puede pedir por ende una lista tal como el ciclo de transporte de soja clasificada por propietario del vagón, tipo de éste y estación, en la que se obtiene

la duración media del transporte entre todos los pares de estaciones de comienzo y final y la cantidad de vagones computada para cada par de estaciones.

### iii) Desempeño comercial del transporte

Mensualmente se elabora un informe que, tomando como fuente los archivos del SUMO así como los del sistema de costos y del sistema de ingresos, demuestra la producción de la empresa en términos del número de vagones cargados, toneladas-kilómetros útiles recorridos, cantidades de vagones, rotación de vagones, ingresos, costos y resultados monetarios de cada tipo de tráfico y también de cada vagón en ese tráfico. En forma de subproducto se obtiene el tiempo gastado en cada etapa del tráfico, o sea, el tiempo en la estación de origen, en el recorrido, en la estación de destino y en que los vagones permanecieron vacíos. Otro subproducto es el costo estimado para transportes proyectados, es decir, el costo calculado para el tráfico de un determinado producto bajo las condiciones previstas. Todos estos informes proporcionan antecedentes tanto para el mejoramiento del desempeño del transporte como para la determinación de los tráficos más o menos convenientes en función de su rentabilidad.

## 4. Medidas de seguridad

La omisión de datos y errores derivados del manejo de las cintas de papel, que son fallas humanas, así como pérdidas de datos en la transmisión y otros errores del equipo, son acusados por el SUMO a través de sus listas de diagnósticos. La computadora emite estas listas en cinta magnética para que se puedan transmitir después al télex o a la microcomputadora de la estación responsable para su corrección y reenvío al SUMO. Dichas listas también se pasan a un grupo de control para fiscalización y verificación de consistencia lógica.

La omisión de un mensaje se reconoce por la numeración correlativa que se asigna a todos los mensajes provenientes de una misma estación. Por otro lado, como todas las estaciones mandan datos, su consistencia se puede mantener mediante cruzamientos que verifiquen que, por ejemplo, la estación de destino de un vagón acuse su llegada una vez que la estación de origen indica que ya debía haberse recibido.

Algunos datos sólo pueden ser aceptados cuando están precedidos por otros, como es el caso de un mensaje indicando que un vagón se ha cargado en una estación, que no puede emitirse antes de que se informe que dicho vagón ha llegado a esa estación. Errores de precedencia se originan generalmente en la omisión de datos por parte de

la estación donde se encuentra el vagón, o por la estación previa en caso de la llegada de un vagón cuya salida de la estación anterior no se haya reportado. El control de este tipo de error se ha ido profundizando con el tiempo, ya que es de suma importancia para mantener la calidad de la información que el sistema maneja.

El usuario en general no se interesa por los problemas del suministro de datos, sino sólo por la información que recibe. Si ésta no le inspirase confianza, no le haría caso y el SUMO por consiguiente dejaría de cumplir su objetivo. Era preciso entonces crear un órgano especial que vela por la calidad de los datos transmitidos desde las estaciones, y cuya función es recibir y verificar los diagnósticos de consistencia y efectuar las medidas de corrección apropiadas. Debe controlar también las líneas de transmisión, los terminales y las operaciones diarias en la computadora, así como mantener los manuales de procedimientos del sistema, actualizar sus servicios y detectar necesidades de modificarlo. Para poder asumir estas responsabilidades, dicho órgano tuvo que ser investido con la autoridad para interferir en todas las áreas relacionadas con los movimientos de datos del sistema.

## 5. Implantación del sistema

La FEPASA decidió hacia fines del año 1975 que era necesario mejorar el desempeño de las operaciones de carga mediante la implantación de un sistema de información que siguiera los movimientos del material rodante que se considerasen más importantes para la gestión. Se vio entonces la conveniencia de buscar a nivel mundial la asesoría técnica que mejor sirviera las necesidades de la empresa, por lo que se llamó una licitación internacional para el diseño y la implantación del sistema. Las propuestas se abrieron el 7 de junio de 1976, y el proyecto comenzó en octubre de 1977.

### a) Etapas de la implantación

La primera medida que se tomó fue un estudio profundo del control de vagones en el ferrocarril. Se analizaron todas la estadísticas disponibles sobre la materia, como por ejemplo las relacionadas con los puntos de cargue y descargue, los ciclos de rotación y los principales productos transportados, además de los índices de utilización tales como los promedios de capacidad, velocidad y cantidad de carga por vagón. Se visitaron todos los lugares importantes de cargue y descargue donde se examinaron las instalaciones de télex, para determinar si dicha red podría soportar el volumen de mensajes previsto.

Una vez recopilados estos antecedentes se procedió a la formulación básica del proyecto. Debido a la complejidad de las operaciones ferroviarias, los sistemas de información que las apoyan difícilmente pueden atender a todos los requisitos de los usuarios desde el principio, por lo que es imprescindible realizar una planificación global, cuidando sobre todo que los datos recogidos inicialmente sigan sirviendo los pedidos de información en el futuro. Se evita de esta manera las constantes alteraciones al sistema que acarrearán altos costos, no sólo de reprogramación sino también de capacitación del personal.

De este proceso surgió la determinación de implantar el SUMO en tres etapas:

- Primero, usando la red de télex existente para la transmisión de datos, y repartiendo por tren los informes producidos por el sistema;
- Luego instalando microcomputadoras en las oficinas regionales para facilitar la transmisión de datos y la recepción de los informes, y
- Finalmente, convirtiendo el SUMO en un sistema en línea con terminales de video en las oficinas regionales y terminales de télex en las estaciones conectados directamente a la computadora central.

La primera etapa contemplaba los siguientes pasos, que se efectuaron entre noviembre de 1977 y octubre de 1978:

- Diseño del sistema;
- Confección y prueba de los programas computacionales;
- Formación de grupos de instalación;
- Programación de la secuencia de instalación y capacitación;
- Capacitación del personal del CPD;
- Capacitación del personal en el campo;
- Formación del grupo de control de datos;
- Instalación del sistema en la primera región, e
- Instalación en las otras regiones.

La implantación de la segunda etapa del proyecto comenzó a fines de 1981 con la instalación de tres microcomputadoras en el CPD en lugar de los terminales de télex que se usaban para comunicarse con el campo, así como ocho microcomputadoras en las oficinas regionales y una en la estación REPLAN, que es la primera generadora de tráfico que tiene la FEPASA, para aumentar la rapidez con que se reciben los informes emitidos por el SUMO. Ahora se transmite directamente a las estaciones, dos veces por día, la información respecto de la situación en sus patios, y se espera ampliar los envíos en un futuro cercano para incluir la composición de los trenes que están por llegar a esas estaciones.

Aún no se ha dado un plazo para iniciar la tercera etapa, pero se estima que posiblemente se haría en 1985.

b) Preparación de manuales

La experiencia recogida por la FEPASA permite señalar que, una vez definido y probado el sistema básico, se debe pasar a su disseminación en los diferentes niveles de la empresa. Esto debe hacerse por medio de manuales preparados específicamente para cada nivel jerárquico.

Un manual descriptivo que no sea demasiado detallado es un buen instrumento para que la alta dirección comprenda el alcance del sistema, lo que es extremadamente importante para que se consiga la aprobación para iniciar el entrenamiento de los escalones inferiores. El sistema tendrá asimismo mayor aceptación en estos niveles cuanto más respaldo tiene desde arriba.

Los manuales destinados a los escalones intermedios e inferiores deben explicar detalladamente el uso de los informes y la manera de pedir investigaciones especiales basados en los datos contenidos en los archivos del sistema. Es necesario que dichos manuales transmitan toda la potencialidad del sistema a estos usuarios, ya que son ellos los que tienen que usarlo diariamente. En la medida en que obtengan resultados positivos que puedan aplicar a sus actividades cotidianas, velarán por un constante mejoramiento en la recolección de datos que redundará en beneficio de la calidad y actualidad de la información.

Los manuales operativos deben prepararse para divulgación al personal responsable de recoger y transmitir los datos. Las tablas de códigos, las posiciones de los campos de datos en los formularios y los procedimientos de llenar éstos tienen que explicarse en forma clara y sencilla, con la inclusión de ejemplos ilustrativos. Estos manuales probablemente sufrirán modificaciones durante la instalación inicial, en especial debido a diferencias de terminología entre los analistas que los escriben y el personal de las estaciones. Si las alteraciones resultan en cambios a los mensajes enviados a la computadora, hay que asegurar que las tablas que el sistema emplea para reconocer mensajes válidos también se modifiquen.

c) Capacitación del personal

Una reacción negativa a cambios en una rutina es perfectamente normal y comprensible. Antes de aceptar dichos cambios, la persona que es afectada por ellos tiene que estar convencida de que le ofrecen beneficios significativas, lo que implica que tienen que ser

verdaderamente útiles para que reciban una buena acogida. A fin de convencer a los futuros usuarios de un sistema nuevo sobre las ventajas que éste ofrece, es importante realizar charlas de divulgación y visitas personales para comprender problemas especiales. A veces hay que acompañar a un usuario durante una o dos semanas mientras que se acostumbra a su nueva relación con la computadora, porque frecuentemente se produce una sensación de desorientación ante un aparato tan diferente de los que se habían usado hasta ese momento.

En esta nueva situación el usuario podría experimentar dificultades para expresar claramente sus requerimientos de información. Si no entiende bien el contenido de los informes producidos por el sistema, una presentación personal puede resultar más eficaz que una charla general para que se aclare lo que significan las columnas y los renglones. Una vez que comprenda bien un informe, el usuario está más dispuesto a entender y analizar otros y a percibir la nueva dimensión que se está introduciendo en su trabajo, con lo que tiende a convertirse en defensor del sistema.

Sólo después de las pruebas finales, con la coherencia del sistema asegurada, debe comenzarse el entrenamiento del personal de campo. Esta función tiene que planearse con mucho cuidado, puesto que abarca al personal que alimentará el sistema en toda la empresa. Para la primera instalación es importante escoger una región donde se note una buena predisposición hacia el sistema por parte del personal superior, ya que se producirán fatalmente algunos problemas y condiciones no previstos durante el diseño del sistema que habrá que corregir antes de emprender el entrenamiento en el resto de la empresa. Es importante mostrar que el sistema ya está listo para aplicarse en todo el ferrocarril, o reconocer que todavía existen fallas que tienen que corregirse, por lo que el equipo de entrenadores debe contar con la participación de los analistas que conocen a fondo el sistema y con la de los ingenieros ferroviarios que colaboran en su elaboración.

Para que no se pierdan las recomendaciones hechas durante el entrenamiento, la región deberá comenzar en seguida la recolección de datos, no como inicio de la instalación sino como parte del entrenamiento. Los errores detectados en los diagnósticos de consistencia producidos por el sistema mostrarán los lugares que necesitan refuerzos de capacitación. Los datos servirán también de prueba más completa para los programas computacionales. A pesar de tratarse de información parcial y por lo tanto poco utilizable, la recopilación de datos en la primera región deberá seguir durante el lapso entre la terminación de la instalación en esa región y la

puesta en marcha global del sistema, para que el personal no pierda los conocimientos adquiridos, sino que más bien los vaya perfeccionando.

La experiencia obtenida en esta primera instalación dará seguridad para las instalaciones en las otras regiones. Las correcciones de manuales, las alteraciones al sistema que se sugieren, los tiempos para completar cada etapa del entrenamiento, los métodos didácticos y el número ideal de participantes en cada exposición son algunos de los beneficios esperados. Aún más importante son la autoconfianza y la experiencia adquiridas por el equipo de entrenadores. En lo posible este mismo equipo deberá efectuar las instalaciones en el resto de la empresa, para que se siga uniformidad en la preparación de todo el personal.

d) Esquema de implantación para la puesta en marcha

Sobre la base de la experiencia obtenida durante la primera instalación se puede establecer un esquema de implantación global del sistema en todo el ferrocarril. En general, el programa de entrenamiento deberá poder reducirse, pero no es aconsejable reducir el tiempo dedicado a la recolección de datos como parte del entrenamiento. Así el cronograma podría incluir, por ejemplo, una semana de capacitación seguida de un mes de recopilación de datos experimentales para luego, según los resultados, considerar instalado el sistema en esa región. Siguiendo ese esquema, el equipo de entrenadores teóricamente podría terminar con una región en una o dos semanas, dejando que los resultados de las pruebas prácticas se analizaran por un equipo central para mostrar los lugares donde se requiera un reentrenamiento.

Una vez que se termine con la instalación en la última región, se puede considerar que el sistema está en condiciones de ponerse en marcha. Después es preciso establecer un órgano fiscalizador, que puede ubicarse tanto en el área operativa como en el de procesamiento de datos, para efectuar el análisis diario de los diagnósticos de consistencia. Este órgano tiene que contar con la autoridad necesaria para exigir correcciones, entrenamiento del personal y mantenimiento del equipo en todas las reparticiones de la empresa que tengan incidencia en el sistema.

e) Experiencias recogidas

El mejoramiento de la operación ferroviaria depende de varios factores. Algunos, como la ampliación de patios o la compra de vagones y locomotoras, implican grandes inversiones. Otros, como un mayor rendimiento en la

circulación de trenes o la mejor utilización de los vagones y locomotoras, se consiguen en función de la información. A pesar de que es difícil evaluar la manera en que el SUMO ha contribuido al rendimiento de la FEPASA, se ha podido determinar que, desde 1979, se ha notado un sensible mejoramiento en el desempeño de la empresa que va más allá de lo esperado de acuerdo con las tendencias observadas en años anteriores. Se ve, por ejemplo, la siguiente evolución desde 1976 en las toneladas-kilómetros útiles (TKU) de carga transportada y en el tiempo de rotación de los vagones:

Año	Tráfico de carga		Rotación de vagones (días)
	TKU (millones)	Cambio relativo al año anterior	
1976	4 298	-	11.7
1977	4 439	3.3%	10.4
1978	4 498	1.3%	11.6
1979	5 910	31.4%	11.0
1980	7 380	24.9%	9.2
1981	6 892	-6.6%	9.7
1982	7 283 <sup>*/</sup>	5.7% <sup>*/</sup>	9.1 <sup>**/</sup>

<sup>\*/</sup> Resultados provisionales

<sup>\*\*/</sup> Hasta agosto de 1982

Entre 1979 y 1980 la FEPASA experimentó fuertes incrementos en su producción sin haber hecho inversiones en patios y terminales de carga o en la compra de material rodante, por lo que se considera que los aumentos son consecuencias directas del mejoramiento en la circulación de los trenes y en la utilización de los vagones y locomotoras. Como estas actividades dependen fundamentalmente del suministro de buena información, los logros alcanzados pueden atribuirse principalmente a la implantación del SUMO. De hecho, la rotación de los vagones se redujo de 11.6 días en 1978 a 11 días en 1979, 9.2 días en 1980 y 9.7 en 1981.

La introducción de las microcomputadoras en las oficinas regionales también está produciendo un impacto favorable en el desempeño de la empresa, puesto que la información que ayuda a conseguir tales resultados ya no les llega con el retraso que antes se experimentaba.

Por otro lado, el SUMO ha permitido una efectiva reducción en el personal relacionado con el control de los vagones, especialmente en lo que se refiere a los ficheros de vagones centrales y regionales, los que se han sustituido por microfichas. También se eliminó una serie de formularios llenados por el personal de movimientos, y

paulatinamente se han canalizado a través del SUMO las solicitudes de información operativa provenientes de los sectores comercial, de planificación, financiero y otros. Todos estos mejoramientos contribuyen a que la FEPASA pueda mantener y mejorar su posición operativa frente a la creciente competencia que representa el transporte por carretera.

## Capítulo III

### GESTION DE PASAJEROS

#### Introducción 16/

Los sistemas de reserva de asientos en trenes de pasajeros pueden agruparse fundamentalmente en dos tipos:

- Los que tratan la reserva y la venta del pasaje como una sola operación ("pasaje cerrado"), y
- Los que contemplan la posibilidad de que sean dos operaciones distintas ("pasaje abierto").

Los sistemas de pasaje cerrado responden a una filosofía de explotación del tráfico de pasajeros orientada a optimizar la ocupación de los trenes. Los de pasaje abierto responden a una filosofía basada en servicios frecuentes de calidad uniforme en que los trenes invariablemente tienen una alta probabilidad de disponer de asientos desocupados, y la reserva es importante sólo para ciertos servicios como, por ejemplo, el de coches dormitorio. Aunque la segunda filosofía es muy difundida en Europa, también se encuentra la de pasaje cerrado -en particular en el Sistema de Plazas y Venta de Billetes de la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE)- que es la misma filosofía adoptada por Ferrocarriles Argentinos para su Sistema de Reserva y Expendio de Pasajes.

Las experiencias de España son relevantes para América Latina en la medida en que muchas de las tendencias ya experimentadas en aquel país se repiten en este hemisferio. Es interesante entonces constatar que, con excepción de los periodos de mayor movimiento de pasajeros de las vacaciones de Navidad, Semana Santa y verano, RENFE vende el 70% de los pasajes en la fecha de partida del tren y en las estaciones de su recorrido. Estas circunstancias son especialmente propicias para el empleo del procesamiento distribuido, en que las reservas de los trenes del día se retiran de la computadora central para entregarse a procesadores menores ubicados en las estaciones mismas. Esto redundará en importantes reducciones, tanto de los costos de utilización de las líneas de telecomunicaciones interurbanas como de la vulnerabilidad inherente a un sistema totalmente centralizado.

En lo que a telecomunicaciones se refiere, RENFE ha encontrado que ellas representan ya los dos tercios del costo total de su sistema de reservas. El decrecimiento continuo de los costos de equipo de computación en relación con los de transmisión de datos ha hecho que la empresa adopte el principio del procesamiento distribuido como una norma que actualmente está en fase de ensayos de campo.

Otro problema que RENFE ha tenido que enfrentar en los últimos años es la cada vez más marcada tendencia del público a pagar sus pasajes con tarjetas de crédito. Para minimizar el tiempo medio que se requiere para completar una venta, que ahora excede los cinco minutos, es ventajoso que el equipo del terminal de datos disponga de dispositivos para leer la tarjeta e imprimir el comprobante correspondiente. El uso de estos aparatos y el consiguiente aumento en la complejidad del sistema lógicamente se reflejan en costos más elevados, los que sin embargo se consideran perfectamente justificados tanto por la reducción que se obtiene en el tiempo de espera del cliente como por la mayor agilidad en la venta que acarrea un incremento apreciable en la productividad del personal de la boletería.

Como ya se ha mencionado, las grandes aglomeraciones de público se producen en las boleterías de las estaciones inmediatamente antes de que partan los trenes. Si se precodifican algunos datos que aparecen en los boletos para esos trenes, el tiempo que demora la venta se puede acortar significativamente porque los datos no tienen que ser ingresados nuevamente todas las veces. Esta consideración, junto con las reducciones en los costos del equipo de computación en general, ha llevado a RENFE a favorecer terminales dotados de microprocesadores que incorporen las facilidades necesarias para efectuar dicha precodificación.

Aun cuando estas experiencias no se repiten directamente en América Latina, es indudable que varias de las tendencias que representan - sobre todo las relacionadas con los avances tecnológicos de computación - ya están comenzando a hacerse sentir. Es por ende importante tomar en cuenta sus implicaciones, no sólo para sistemas de gestión de pasajeros sino en todos los aspectos de la informática ferroviaria.

#### SISTEMA DE RESERVA Y EXPENDIO DE PASAJES DE FERROCARRILES ARGENTINOS 17/

La gestión integral de los servicios de pasajeros es aun incipiente en los ferrocarriles de América Latina, puesto que pocas empresas la han colocado dentro de las áreas prioritarias para el desarrollo de sistemas de información. Una excepción a esta tendencia es la empresa Ferrocarriles Argentinos (FA), que enfrentaba serias dificultades con el manejo de sus servicios de pasajeros sobre todo entre las ciudades de Buenos Aires y Mar del Plata, donde el tráfico durante la temporada de vacaciones de verano puede alcanzar a 16 000 personas por día en ambos sentidos.

Comenzando en el año 1978, FA ha venido elaborando su Sistema Electrónico de Reserva y Expendio de Pasajes (SEREP), que se concibió principalmente para subsanar las dificultades de atender a tantos viajeros en forma eficiente y rápida pero que se proyectó con el objetivo de realizar una gestión integral que paulatinamente se está alcanzando. El sistema no solo efectúa la asignación de asientos para los pasajeros y "bandejas" para sus automóviles sino también permite hacer consultas sobre el grado de ocupación de cada coche y vagón de automóviles y poner en servicio coches, vagones y trenes adicionales si es preciso agregar capacidad. Atiende asimismo a los aspectos contables tales como el arqueo de cada cajero, la facturación de las agencias de viajes y otras firmas que tienen cuentas corrientes con FA y el balance general de ingresos por concepto de pasajeros de cada una de las seis líneas que comprenden la empresa. Contempla también el control de aspectos operativos que incluyen el movimiento y ubicación de los coches, la emisión de ordenes de mantenimiento y reparación de éstos y el seguimiento de su historial.

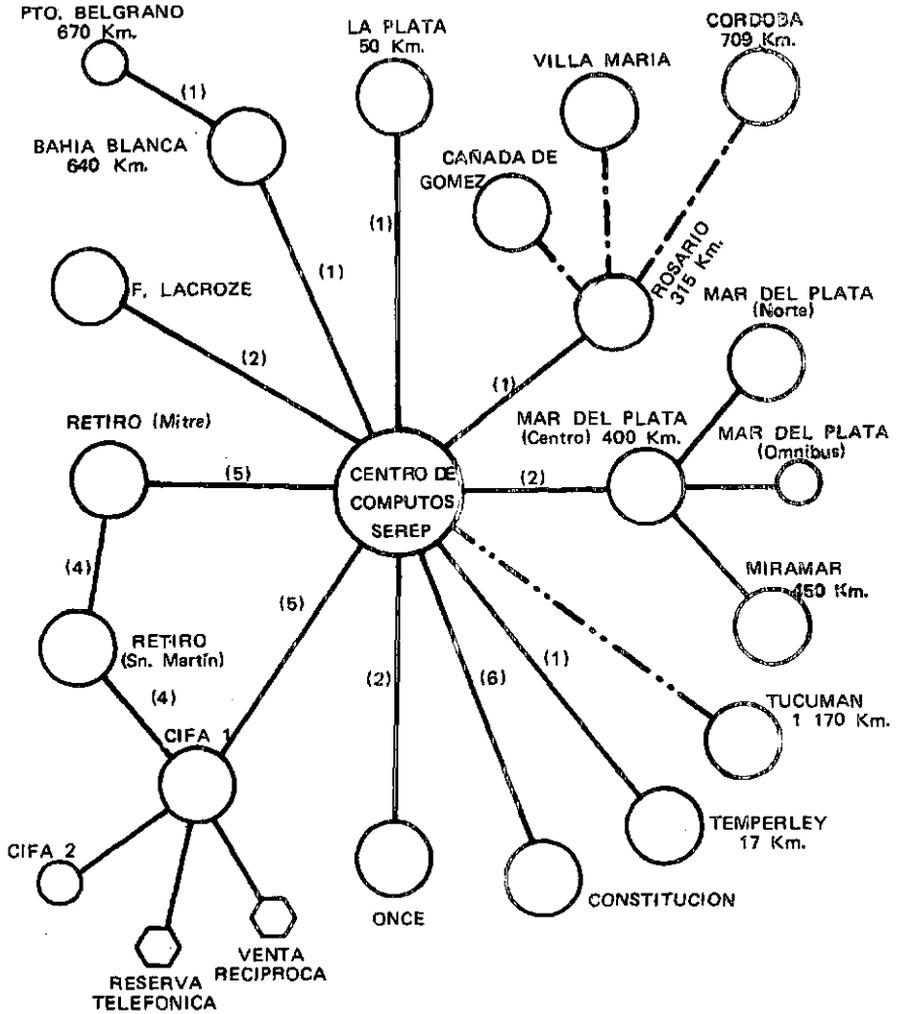
Son actualmente 68 los trenes incorporados al sistema, a los cuales se suman 45 servicios combinados con transporte por autobús. En las épocas de mayor movimiento se expenden hasta 14 600 boletos diarios correspondiendo a 33 600 viajes (puesto que un mismo boleto puede amparar a varios pasajeros que viajan juntos), a través de siete boleterías en Buenos Aires y sus alrededores y 11 en otras ciudades del país (véase el gráfico 8).

#### 1. Causas que motivaron la elaboración del sistema

La reserva y venta de asientos en los trenes generales de pasajeros constituía un problema de difícil solución que tendía a agudizarse con el transcurso del tiempo a pesar de las modificaciones que se introducían a los procedimientos tradicionales. Los matices más visibles de este problema eran los que afectaban al público viajero, entre los cuales figuraban:

- La concentración de ventas en una sola boletería, lo que originaba considerables desplazamientos para la mayoría del público que quería hacer reservas;
- La lentitud de la atención en la boletería, lo que provocaba largas filas de espera con sus consiguientes sentimientos de desagrado, y
- La diversidad de errores susceptibles de cometerse en un proceso de venta manual, los que repercutían con mayor fuerza cuando a dos pasajeros se les vendía el mismo asiento.

**Gráfico 8**  
**BOLETERIAS DEL SEREP**



**Referencias:**

————— Instalación arrendada;

----- Arrendada próxima instalación;

..... Instalación propia;

- . - . - . Propia próxima instalación.

No menos importantes eran los matices internos a la empresa que se relacionaban con la comercialización y el dimensionamiento correcto de la oferta de servicios. Por ejemplo, las estaciones intermedias recibían cupos de reservas que no siempre se podían vender íntegramente, pero debido a la falta de comunicaciones tampoco era posible poner en venta en la estación de origen del tren, algunos minutos antes de la partida de éste, los asientos que aun estaban disponibles. Las dificultades de comunicaciones afectaban igualmente a la habilitación de coches y trenes adicionales para reforzar los servicios en casos de exceso de demanda o el retiro de los mismos cuando la demanda era insuficiente para ocupar la totalidad del equipo asignado, puesto que no se conocían las variaciones en la demanda con suficiente anticipación.

Teniendo en cuenta las causas señaladas, se llegó a la conclusión de que los procedimientos utilizados hasta ese momento obraban en detrimento tanto de la imagen de la empresa como de la buena administración de sus servicios de pasajeros, por lo que se decidió procurar una solución al problema que mejorase las relaciones con el público a la vez que racionalizara la comercialización y la operación de esos servicios. Se hizo un análisis de los costos y la eficacia de una serie de alternativas para alcanzar las siguientes metas:

- Brindar al público usuario un adecuado y eficiente nivel de atención en bolteterías descentralizadas;
- Centralizar y supervisar la asignación de las reservas;
- Eliminar la posibilidad de doble adjudicación de asientos y otros errores de cálculo;
- Simplificar el aspecto contable y en lo posible suprimir la elaboración por los expedidores de comprobantes manuscritos;
- Imponer un grado de seguridad en el manejo de fondos tal que el sistema efectue su propia auditoría;
- Disponer de una información ágil y fidedigna para optimizar los servicios de pasajeros, y
- Lograr el máximo aprovechamiento del parque de coches.

## 2. Diseño del sistema

Surgió como conclusión del estudio de alternativas que la utilización de instalaciones de procesamiento de datos electrónico aportaría las mayores ventajas, permitiendo brindar al usuario una atención rápida, cómoda y segura así como a las áreas operativas de la empresa una información oportuna y confiable para la toma de decisiones. Se constituyó entonces un grupo de trabajo encargado de implantar un sistema que realizara todo lo

concerniente a la gestión de tráfico de pasajeros. El diseño que se decidió fue modular y de aplicación progresiva ya que, debido a la urgencia de resolver el problema de reservas en el trecho prioritario entre Buenos Aires y Mar del Plata y a las limitaciones del presupuesto, no fue factible partir con el sistema completo en operación.

a) Esquema operativo

El esquema operativo del SEREP contempla las siguientes funciones:

i) Boleterías: En cada una se cumplen las dos funciones complementarias de supervisión de las ventas, para la que se dispone de un equipo dedicado a efectuar todas las tareas inherentes al aspecto contable, y la de atención al público, que se hace a través de terminales que tienen conectadas impresoras para la emisión de los boletos y las cartas de porte de automóviles.

ii) Reservas por teléfono: Esta función se lleva a cabo en una oficina equipada con una pequeña central telefónica y terminales mediante los cuales se solicita la reserva y se recibe la información del importe a pagar y la fecha antes de la que el cliente debe comparecer a una boletería para retirar su pasaje. La función se limita por ahora al entorno del área metropolitana de Buenos Aires, pero en un futuro próximo se extenderá a otras localidades importantes del país.

iii) Venta recíproca: Es una función transitoria que aprovecha la estructura de comunicaciones existente en la empresa para permitir que las principales ciudades del interior del país obtengan reservas para sus clientes mientras no cuenten con sus propias boleterías dotadas de terminales conectados a la computadora central.

iv) Cupos: Es otra función transitoria que entrega a estaciones de menor importancia una cantidad preestablecida de reservas. Una vez hecha la instalación de terminales en una ciudad importante cercana, las pequeñas estaciones que dependen de esa ciudad pasan a pedir por teléfono a la boletería allí ubicada que se hagan las reservas necesarias y se le envíen por tren los boletos correspondientes.

v) Control operativo del sistema: Esta función, que se realiza por el Departamento SEREP, consiste en abrir y cerrar el sistema, despejar dudas respecto de su operación por parte de los distintos puestos remotos, aprovisionar de boletos en blanco a las boleterías a través de sus respectivas unidades de control de entradas, velar por el mantenimiento y la reparación de los

terminales y equipos de comunicación y determinar el momento en que una boletería debe revertir temporalmente a la venta manual mientras se subsane alguna dificultad con el sistema.

vi) Control de entradas: Para cumplir con esta función cada una de las seis líneas de la empresa ha establecido una unidad que efectúa la revisión de los aspectos contables de todas sus boleterías.

vii) Contaduría general: La realiza el departamento de contabilidad general de la empresa, del que dependen las unidades de control de entradas de las líneas.

viii) Control de vehículos: Cada una de las líneas ha establecido un Puesto Unico de Coches (PUC) para controlar a través del sistema SEREP el mantenimiento periódico de los coches de pasajeros.

ix) Control de las áreas comercial, de tráfico y mecánica (CTM): Para esta función se ha constituido una unidad conjunta que ejerce el control sobre los PUCs de las líneas, así como la responsabilidad de modificar las tarifas registradas en el sistema, habilitar coches y trenes adicionales si es preciso aumentar capacidad y efectuar cambios en los servicios ofrecidos al público.

#### b) Esquema computacional

Para atender a las funciones operativas se diseñó la siguiente serie de módulos computacionales, cada uno de los cuales abarca varios programas afines:

- i) Clientes, que incluye todos los programas que de alguna forma se relacionan con la atención a los pasajeros;
- ii) Central SEREP, cuyos programas efectúan las siguientes operaciones:
  - Incorporación de nuevos servicios, boleterías y otras modificaciones operativas al sistema;
  - Generación de los asientos disponibles, lo que se hace 60 días antes de la partida del tren al que se refiere;
  - Recolección de estadísticas sobre el uso de los equipos de las boleterías, los horarios de atención de éstas, historial del mantenimiento de los equipos, etc.;
- iii) Contable, cuyos programas abarcan desde el control de la caja de cada terminal de las boleterías hasta el balance general de la empresa por concepto de pasajeros;

- iv) Operativo de transporte, cuyos programas se relacionan con la ubicación de los coches, el control de su mantenimiento y reparación, la emisión de órdenes de trabajo para su ingreso al taller y el seguimiento de su historial;
- v) Comercial, cuyos programas controlan la modificación de las tarifas y apoyan la toma de decisiones del área comercial respecto de agregar coches y trenes, configurar los trenes y establecer sus paradas;
- vi) Estadístico, cuyos programas tabulan los datos sobre
  - Pasajeros, según procedencia, destino, clase de servicio, cantidad total, cantidad de pasajeros-kilómetros e importe pagado;
  - Servicios, según línea de la empresa, tipo de pasaje, clase, pasajes enteros y medios, e importe pagado;
  - Asientos ofrecidos, según tren, día y clase;
  - Asientos ocupados, según tren, día y clase, y
  - Rentabilidad de trenes.

### 3. Operación del sistema

#### a) Rutinas iniciales

Al comienzo del día se pasan los programas del módulo SEREP que generan los asientos disponibles en los trenes que partirán 60 días más adelante y, si es necesario, los programas que incorporan cualquier nuevo servicio o boletería. Con esto, el sistema queda listo para funcionar interactivamente en atención a las solicitudes de reservas y de otros tipos de información.

En cada boletería, el encargado inicia la jornada verificando en su terminal supervisor el cierre de las operaciones contables del día anterior, que tienen que completarse correctamente antes de que el sistema permita que se efectúen las del nuevo día. Luego el encargado habilita a los cajeros que trabajarán en ese turno.

Al conectar su terminal, el cajero debe identificarse al sistema mediante una contraseña que él mismo puede cambiar en cualquier momento. Después, tiene que ingresar ciertos datos sobre el área de la empresa en que trabaja a fin de que el sistema lo faculte para realizar las actividades de atención al público.

## b) Venta de pasajes

Cuando un cliente desea comprar un pasaje, el cajero llena el formulario de venta cuya imagen aparece en la pantalla de su terminal con los siguientes datos:

- Tipo de pasaje (regular, cortesía, servicio, organismo del estado, para jubilados);
- Procedencia y destino;
- Tren;
- Día y mes del viaje;
- Clase (dormitorio, superpullman, pullman, primera, turista);
- Número de personas mayores y menores de 13 años (pasejes completos y medios);
- Datos sobre camas en coches dormitorio, si se desean, y
- Datos sobre el viaje de regreso, si se desea comprar un pasaje de ida y vuelta.

Si todos los datos son consistentes y siempre que haya asientos disponibles en el tren especificado, el sistema graba en la impresora conectada al terminal uno o más boletos, en cada uno de los cuales se puede registrar hasta seis asientos (véase el ejemplo 6). Las reservas de ida pueden hacerse con 45 días de anticipación, y las de vuelta con 60 días.

Para reservar sus asientos por teléfono, el viajero llama a la oficina encargada de este servicio y proporciona los datos solicitados. El operador responde con un número bajo el cual la reserva está registrada en el sistema, el importe a pagar y la fecha de vencimiento después de la que los asientos nuevamente pasarán a estar disponibles. Antes de esa fecha -que el sistema determina en función del porcentaje de ocupación de la clase pedida y del tiempo que falta para la partida del tren- el viajero debe concurrir a la boletería más cercana donde, luego de citar su número de reserva, sigue el resto del trámite regular para obtener su boleto.

La venta de pasajes puede continuar hasta pocos minutos antes de la partida del tren. Sin embargo, en esas circunstancias como medida de precaución el cajero debe comprobar la asignación de asientos con un listado de la ocupación del tren llamado "ocupación guarda", producido por el sistema, que contiene la relación de los asientos que aún están disponibles en ese tren. Al término de un día, el supervisor de la boletería debe pedir que el sistema imprima los listados correspondientes a los trenes del día siguiente.

Ejemplo 6

BOLETO SEREP

**SEÑOR PASAJERO:**

La emisión del presente boleto forma parte del Sistema Electrónico de Reserva y Expendio de Pasajes (SEREP), cuya finalidad es brindarle una mejor atención con mayor eficiencia.

**SERVICIOS INCORPORADOS AL SEREP:** MAR DEL PLATA, MIRAMAR, ROSARIO, CORDOBA, TUCUMAN, S. C. DE BARILOCHE, NEUQUEN, ZAPALA, POSADAS, CORRIENTES, CONCORDIA.

**BOCAS DE EXPENDIO SEREP:** En el horario de 8 a 20 se realiza la VENTA ANTICIPADA en los siguientes lugares:

**CAPITAL FEDERAL:** Estaciones: CONSTITUCION, ONCE, F. LACROZE, RETIRO (Mitre).

**GRAN BUENOS AIRES:** Estación: TEMPERLEY.

**INTERIOR:** Estaciones: ROSARIO, BAHIA BLANCA, MIRAMAR, LA PLATA y en MAR DEL PLATA; San Martín 2345 - Sarmiento 1602 - Av. Luro 6500.

Recuerde que desde la Cap. Fed. usted puede obtener su comodidad de ida con una anticipación de 45 días y el regreso con 60, pudiendo reservarla telefónicamente a CIFA; Nros.: 32-8810 - 32-8818 el 19 y Télex 012-2607.

**IMPORTANTE:**

Si usted desiste del viaje, puede devolver los pasajes en cualquiera de las bocas arriba mencionadas, exigiendo el boleto DEVOLUCION, dando tendrá impresa el importe a percibir.

FERROCARRILES ARGENTINOS

<b>S.E.R.E.P. N°</b> Sistema Electrónico de Reserva y Expendio de Pasajes						<b>FERROCARRILES ARGENTINOS</b>			
NRO. DE BOLETO		FECHA DE EMISION		RESERVACIONES			DOCUMENTO		FAMILIA
FECHA DEL VIAJE		HORA	MAY.	MEN.	CLASE		PROCEDENCIA		DESTINO
LINEA			TREN		COCHE	COMODIDADES			
IMPORTE			CAJA		COMODIDADES				
CONTROL		TARIFA SUJETA A REAJUSTE			OBSERVACIONES				

El listado "ocupación guarda" se emplea también durante el recorrido del tren. Faltando tres minutos para que éste parta, el conductor (guarda) obtiene la última información respecto de la asignación de asientos para poder controlar la ubicación de los pasajeros y vender pasajes sobre la marcha, si es necesario.

Se recurre asimismo a dicho listado en caso de una interrupción prolongada del sistema -por ejemplo, un corte en el suministro de energía eléctrica que incapacite la computadora por más de una hora- para que se realicen las ventas en forma manual. Una vez restablecido el servicio, estas ventas se registran con el sistema siguiendo el procedimiento regular.

#### c) Criterios de asignación

A diferencia de la mayoría de los sistemas de reservas, el SEREP no permite que el cliente escoja la ubicación de sus asientos en el coche, sino que en forma automática le asigna los primeros disponibles. La rutina de asignación parte del centro de un coche y continúa hacia los dos extremos. No pasa al coche siguiente hasta no haber completado el primero, a menos que el cliente pide más asientos de los que aún quedan en el primer coche, en cual caso se los asigna en el siguiente.

Cuando un tren no es expreso y habitualmente lleva a un considerable número de pasajeros con origen o destino en estaciones intermedias, su itinerario se divide en tramos. Los pasajeros que siguen el recorrido total se agrupan en algunos de los coches, mientras los que suben o bajan en las estaciones intermedias se agrupan en otros, en que se busca maximizar la reasignación de los asientos para así poder minimizar la cantidad de coches en el tren.

En lo que a coches dormitorio se refiere, rigen los mismos criterios generales de asignación con algunas complicaciones adicionales introducidas por la reglamentación de FA respecto de la ocupación de camas, la que entre otras cosas establece normas sobre el tratamiento de los niños.

#### d) Devolución de pasajes

Si al obtenerse el pasaje se comprueba que contiene un error cometido tanto por el cliente como por el cajero, éste tiene un plazo de 20 minutos para anularlo sin que aparezca en los archivos de contabilidad. Pasado ese lapso es preciso devolver el pasaje errado y emitir uno nuevo.

La devolución de un pasaje por cualquier motivo se puede efectuar hasta el día antes de la partida del tren. Para hacerlo el cajero llena la imagen de un formulario que aparece en la pantalla de su terminal con los datos solicitados. El sistema entonces tiene que realizar las siguientes operaciones:

- Marcar los asientos como disponibles;
- Restar de la caja el importe que será reembolsado al cliente, e
- Imprimir un boleto de crédito.

Si la devolución es solo parcial, además de las operaciones ya descritas se imprime un nuevo boleto, válido para viajar, en que figuran los asientos que el cliente aun conserva.

En caso de que desee cambiar sus reservas a una clase superior, el cliente puede hacerlo abonando la diferencia en la tarifa. El sistema en efecto trata esto como si fuera una devolución seguida de una compra de pasaje, ya que los asientos de la clase inferior tienen que ser marcados como disponibles y el importe previamente pagado tiene que figurar como crédito hacia la compra del pasaje en la clase superior.

#### e) Transporte de automóviles

Los pasajeros con reservas en algunos trenes regulares pueden transportar sus automóviles por ferrocarril, con una tarifa preferencial, a fin de disfrutar de movilidad en sus destinos. La reserva de una "bandeja" se solicita en el momento de comprar el pasaje; el sistema responde pidiendo los datos del vehículo, y luego imprime un boleto-carta de porte (véase el ejemplo 7). Cuando el viajero entrega el automóvil en la playa de carga, se constatan sus condiciones generales en aquel documento para que se pueda establecer la responsabilidad por eventuales daños ocasionados durante el recorrido.

Diariamente se envían a la playa de automóviles las listas de los vehículos que tienen reservas en los trenes de ese día, para controlar las operaciones de carga. Luego, se despacha abordo una copia de la lista correspondiente a los vehículos que lleva cada tren, mientras que dos horas antes de la llegada de éste se transmite otra copia a la estación de destino para facilitar la descarga.



f) Contabilidad

Durante el curso del día el encargado de una boletería puede solicitar, como medida de seguridad, el retiro del dinero en poder de un cajero. En constancia de esto el sistema emite un comprobante que indica la cantidad retirada.

Al final de la jornada el encargado debe cerrar las operaciones del día pidiendo al sistema los listados de arqueo de los cajeros que trabajan en ese local. Dichos listados contienen una síntesis de todas las operaciones realizadas, así como una relación de los comprobantes y otros documentos que respalden la caja y el monto del efectivo que cada cajero habrá de entregar.

Una vez que el encargado haya verificado que todo está conforme, lo indica al sistema para que éste traspase los registros de los cajeros a los del depósito central de la boletería. Acto seguido se efectúa la remesa final a tesorería, con lo que el sistema genera automáticamente el balance del día para esa boletería.

Cada una de las seis líneas de FA cuenta con una División de Control de Entradas que recibe y verifica el efectivo y la documentación que respalda la caja de sus boleterías. Cuando se trata de operaciones de crédito, dicha documentación sirve el propósito adicional de permitir la facturación de los clientes que mantienen cuentas corrientes con la empresa.

Las Divisiones de Control de Entradas tienen asimismo autoridad para pedir al sistema los siguientes tipos de listados:

- Ocupación de asientos y camas, para los fiscalizadores viajeros (interventores);
- Ventas realizadas por un cajero determinado;
- Ventas de pasajes en un tren señalado, y
- Detalles de una venta en particular.

g) Áreas comercial, de tráfico y mecánica (CTM)

Para controlar estas áreas en lo que al sistema SEREP se refiere, se ha constituido una unidad conjunta que realiza las siguientes operaciones mediante terminales instalados en su local:

- Modificar las tarifas registradas con el sistema;
- Obtener información sobre los trenes que hayan superado el 75% de ocupación;
- Consultar el grado de ocupación y los coches que integran un tren;
- Agregar coches a los trenes regulares si es preciso aumentar su capacidad;

- Modificar o cancelar horarios y paradas programados;
- Habilitar trenes condicionales, especiales y adicionales;
- Ubicar un coche determinado;
- Identificar los coches que están disponibles en una estación, los que están circulando en un tren determinado y los que están detenidos en una playa o un taller;
- Seguir la historia de cada coche, y
- Conocer los tiempos medios de mantenimiento y reparación.

La unidad CTM controla asimismo los Puestos Unicos de Coches (PUCs), que son responsables de velar por el mantenimiento periódico y las reparaciones programadas de los coches. Para esta función cada PUC tiene grupos de trabajo denominados "antenas" destacados en las estaciones bajo su jurisdicción, que a la partida de un tren envían a su PUC la relación de los coches que lo integran. Esta información se ingresa al sistema, que consulta el recorrido del tren para actualizar los registros de kilometraje de los coches. El kilometraje es el factor determinante en la programación del mantenimiento periódico.

El PUC diariamente obtiene del sistema una lista de los coches que deben ser retirados del servicio. Una vez detenido el coche, se solicita por terminal una orden de trabajo para que ingrese al taller. Cuando el trabajo se ha terminado y el coche se pone en servicio de nuevo, el PUC ingresa al sistema los detalles de las labores realizadas para que formen una parte permanente del historial del coche.

#### 4. Medidas de seguridad

Siendo el SEREP un sistema netamente interactivo en línea, era necesario tomar extensas precauciones en su diseño para minimizar los riesgos de modificaciones indebidas a sus archivos, ya sea por errores o por acciones malintencionadas. Se han elaborado extensas rutinas de verificación de los datos ingresados a fin de asegurar su consistencia interna, y en la parte contable especialmente se lleva un estricto control de las personas que están facultadas para hacer las operaciones.

Es igualmente importante evitar errores introducidos por el funcionamiento incorrecto de uno de los programas de computación. Cuando se desea modificar un programa ya en uso o introducir uno nuevo, los cambios se someten a pruebas exhaustivas en un intento de encontrar las fallas que pudieran existir, empleando condiciones y datos lo más auténticos posibles sin que se conecte al sistema real.

Terminada la fase de depuración se incorpora el programa al sistema activo, pero se mantiene en reserva el programa original o el procedimiento manual para ponerlo rápidamente en marcha otra vez a fin de no detener el funcionamiento normal del sistema si, a pesar de todos los esfuerzos para evitarlo, ocurre algo indebido. Asimismo, en ciertos casos se continúa durante algún tiempo con el procedimiento manual en paralelo para comprobar la exactitud de los resultados del programa bajo condiciones de operación reales.

El hecho de que el SEREP está diseñado para operar interactivamente implica que es extremadamente difícil que funcione -en especial la parte de atención al público- sin acceso directo y permanente a la información guardada en la base de datos del sistema. Por lo tanto, al cierre del día los discos en que reside la base se respaldan sobre otros discos, y se mantiene además una relación en cinta magnética de todos los mensajes enviados al sistema durante el curso del día, junto con una copia de cada registro de datos que se modifica. En caso de que uno de los discos en línea sufra algún daño que ocasione la pérdida de su información, ésta rápidamente se puede reconstruir a partir de la cinta y el disco de respaldo del día anterior.

Al igual que los discos, la computadora y el procesador de telecomunicaciones tienen que estar duplicados. La computadora de respaldo, que normalmente se emplea para procesos en lotes ("batch") y la prueba de programas, puede hacerse cargo del SEREP en forma casi instantánea si la otra experimenta un desperfecto que la detenga.

En cuanto a la energía eléctrica, se dispuso su suministro por dos compañías generadoras distintas, así como la instalación de un dispositivo que, al detectar el cese de la corriente en una de las líneas, conecta la otra sin que se interrumpan las operaciones. El mismo arreglo se ha adoptado en las boleterías más grandes. Hasta la fecha estas medidas han sido adecuadas para mantener el servicio sin dificultades, y no se prevé la necesidad de adquirir grupos de baterías y generadores automáticos para respaldar el suministro regular.

##### 5. Implantación del sistema

La idea del SEREP nació en el año 1975 en la Gerencia de Sistemas y Computación, que comprendió a la vez el gran problema que representaba para FA la venta de pasajes entre Buenos Aires y Mar del Plata, y la posibilidad de resolverlo recurriendo a la computación. La Gerencia expuso sus ideas ante los altos directivos de la empresa, y habiendo recibido el visto bueno de éstos formó un grupo de trabajo para la implantación del sistema.

## a) Etapas de la implantación

Después de definir las directrices para la reserva de pasajes, se emprendió un análisis de algunos sistemas existentes, tales como los de los ferrocarriles nacionales de Alemania, España, Francia e Italia, a fin de determinar si uno de ellos podía ser traspasado a FA sin mayores modificaciones. El resultado del análisis fue negativo, debido principalmente a la exigencia de un mecanismo de asignación de asientos automático, así que se determinó la elaboración de un sistema propio.

Se comenzó el diseño del SEREP en 1976, y ya para marzo de 1978 estaba lista una instalación piloto que tenía por objetivo constatar el correcto funcionamiento del sistema. Se eligió para las pruebas un tren de lujo del recorrido Buenos Aires-Mar del Plata, cuyas reservas en esa ciudad se efectuaban únicamente en el Centro de Informaciones de Ferrocarriles Argentinos (CIFA), directamente por el público en el CIFA mismo o telefónicamente desde otras boleterías. En reemplazo del esquema manual de planos de reservas se instalaron allí dos terminales a través de los cuales se pedían reservas a la computadora, pero al inicio se mantenían los planos paralelamente para prevenir eventuales problemas con el sistema nuevo. Una vez subsanados éstos, se agregó a los procedimientos del CIFA la emisión de boletos por una impresora conectada al terminal, y luego se extendió el uso del sistema a la boletería en la estación de partida del tren. El próximo paso fue la incorporación de los demás trenes del mismo recorrido, finalizándose la primera etapa de implantación en enero de 1979 con la habilitación de una boletería en Mar del Plata.

Durante el periodo de marzo de 1979 a enero de 1981 la implantación cursó su segunda etapa, en que se continuó con el perfeccionamiento del sistema, se sumaron boleterías adicionales a la red de terminales en Buenos Aires y Mar del Plata y se incorporó la reserva de pasajes entre Buenos Aires y las ciudades de Córdoba, Rosario y Tucumán. En la tercera etapa, que se pretende finalizar en 1983, se está terminando la implantación con la extensión paulatina del SEREP para que cubra todos los trenes de pasajeros de FA con reserva de pasajes y todas las ciudades que éstos sirven, así como con la optimización del sistema para que su operación sea la más eficiente posible.

## b) Habilitación de una boletería

Cuando se desea habilitar una boletería para que realice operaciones con el SEREP, el primer paso es la capacitación del personal, para la que se programa normalmente un plazo de 15 días. Paralelamente se procede

con la instalación de los terminales e impresoras. Cuando se considera que el personal está en condiciones de llevar a cabo con éxito las interacciones con el sistema, se comienza con las ventas al público. Sin embargo, durante unos 30 días se mantiene en la boletería personal del equipo responsable de la instalación para que rápidamente despeje cualquier duda que pudiera tener el personal local respecto de las operaciones.

c) Experiencias recogidas

La realización inicial del SEREP se hizo íntegramente por personal de la Gerencia de Sistemas, sin intervención de las áreas operativas afectadas. Así fue que, cuando llegó el momento de poner en marcha el sistema, se encontró una marcada resistencia de aceptarlo por parte de esas áreas que no era fácil de superar. La aceptación se logró finalmente a través de dos acciones principales:

- Incorporar al equipo de diseño a un funcionario del área contable, quien aportó una rica experiencia práctica en esta materia y contribuyó en gran medida a que sus congéneres llegaran a creer en la eficacia del sistema, y
- Demostrar por los hechos que no sólo era factible sino también deseable automatizar todo el proceso de gestión de pasajeros.

Dicha demostración tropezó con sus más difíciles obstáculos en las boleterías, donde imperaba el temor a la automatización tanto porque se pensaba que redundaría en reducciones del personal, como porque se quería reservar la adjudicación de las reservas para la decisión del personal mismo. A pesar de esos problemas, los innegables beneficios que aporta el sistema, junto con la comprensión de que su implantación no acarrearía reducciones de la dotación, finalmente superaron los obstáculos humanos y despertaron el entusiasmo que existe actualmente.

Uno de los aspectos más positivos del SEREP ha sido desde el comienzo la comodidad que brinda al público viajero. Aun cuando solo funcionaba en el CIFA, los clientes gozaban de menores tiempos de espera para conseguir sus reservas y de una completa seguridad en cuanto al correcto cálculo de las tarifas y asignación de los asientos. Con la extensión de la cobertura del sistema a boleterías adicionales se han conseguido importantes reducciones en el desplazamiento del público para la compra de sus pasajes.

También desde el punto de vista económico se han obtenido considerables beneficios. Como ejemplo se puede mencionar que, en la temporada de verano, una de las boleterías más importantes estaba obligada a reforzar su

dotación con 55 funcionarios en préstamo de áreas administrativas de la empresa, y a permanecer abierta las 24 horas del día, para atender a un número de clientes que alcanzaba a 3 000 diarios. En las últimas temporadas con el SEREP en pleno funcionamiento, la dotación regular de 27 personas ha podido trabajar una jornada de 20 horas desde las 06:00 horas de la mañana hasta las 02:00 horas de la madrugada siguiente, durante la cual ha servido con menores tiempos de espera a un público que se ha aumentado en un 30%.

## Capítulo IV

### LA GESTIÓN DE EXISTENCIAS DE MATERIALES

#### Introducción

La gestión de existencias es en toda empresa una función muy importante por la incidencia que ellas tienen sobre los costos. Más aún, si se considera que frecuentemente se corre el riesgo de constituir márgenes de seguridad demasiado amplios con el afán de garantizar un suministro ininterrumpido de materiales. Al respecto, es ilustrativo mencionar -aunque parezca un tanto anecdótico- el problema que tuvo la Marina norteamericana al constatarse que, al finalizar la Segunda Guerra Mundial, por un proceso acumulativo de estimación de márgenes de seguridad en periodos sucesivos, se había llegado a tener almacenadas o encargadas más tiendas de campaña individuales que hombres en servicio, tiendas que sólo un pequeño número de ellos empleaba al mismo tiempo. 18/

Ahora bien, en el caso de los ferrocarriles, hay que señalar que gran parte de los materiales, piezas y repuestos empleados en la empresa son de uso exclusivo y que en la mayoría de los casos o son de fabricación propia o son manufacturados a pedido en la industria local o deben ser importados. Todo lo cual significa, frecuentemente, demoras que inciden en la tenencia de volúmenes importantes en existencia.

Una de las causas más frecuentes de acumulación anormal de existencias es la falta de un adecuado sistema de gestión que permita anticipar los niveles de consumo. Tratándose de materiales de uso común, es posible que el propio servicio de abastecimiento proyecte los consumos a partir del historial de cada producto. Sin embargo, para ciertos repuestos de equipos y material para instalaciones, la situación es más difícil de prever por parte de los responsables de la gestión de existencias, y en tal caso parece indispensable hacer hincapié en la conveniencia de ligar la etapa de planeación de las compras de materiales a la programación del mantenimiento de instalaciones y equipos. En este sentido, la aplicación de sistemas de mantenimiento preventivo, en lugar de los tradicionales de tipo correctivo, puede resultar una gran ayuda, ya que sólo a partir de ellos es posible anticipar las necesidades de recursos.

Finalmente, para realizar una gestión eficaz es menester, como se ha señalado en la Primera Parte de esta publicación, haber formulado los planes anuales a partir de los objetivos de la empresa. Asimismo, se requiere el apoyo de una función logística para la ejecución de estos planes. El concepto de logística, en este contexto,

corresponde al conjunto de acciones específicas para lograr el despliegue de recursos a fin de alcanzar un objetivo dado, según lo determinado en un plan y según la estrategia seleccionada para ponerlo en práctica. 19/

Dentro del concepto de logística, enunciado más arriba, está comprendida la idea de una gestión de existencias eficiente, es decir, que se realice al menor costo. Sin embargo, con el objeto de lograr que esta gestión sea también eficaz, en el sentido de garantizar que la empresa tendrá los materiales necesarios en el lugar y tiempo adecuados. es preciso aplicar algunos criterios que se analizan a continuación:

a) La fórmula ABC. Se entiende por fórmula o clasificación ABC un enfoque que permite establecer cuáles son los items prioritarios dentro de las necesidades de materiales de una empresa. Según ésta, quedan comprendidos en la zona A de la clasificación los items cuya incidencia sobre el valor del consumo total en el año está entre el 75 y el 80% y representan 5 a 10% del total de artículos consumidos en ese periodo, mientras que los que quedan en la categoría C, por el contrario, gravitan en no más del 5% de ese valor y son lo más numerosos (entre el 65 y el 80%). Para un detalle más amplio sobre la forma de aplicación de este criterio, véase anexo 1.

b) El criterio del lote económico. Este se refiere a la determinación de la cantidad de material que resulta más económico comprar a un precio dado, es decir, aquella para la cual el costo medio total, por unidad comprada es un mínimo. Esto ocurre cuando el costo unitario de mantener existencias del material (costo de posesión) es igual al costo unitario de preparar la orden de compra por la cantidad de material denominada lote económico (costo de adquisición) (véase el gráfico 9).

Una forma de aplicar este criterio es mediante la siguiente fórmula de la raíz cuadrada, la cual permite desarrollar tablas de pedidos por lote económico:

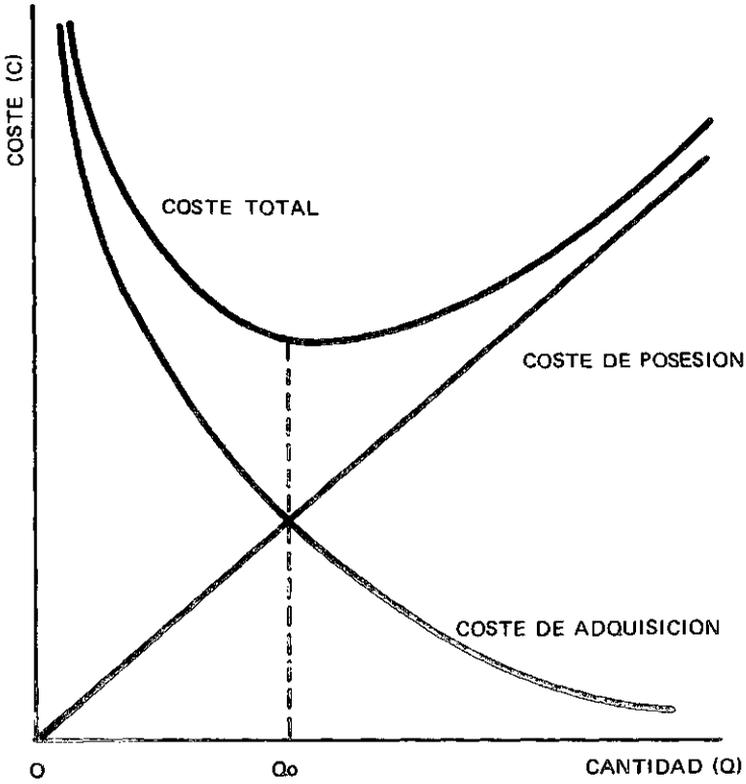
$$Q_0 = 2 * \frac{Co * K}{P * C_m}$$

donde

- Q<sub>0</sub> = Lote económico en unidades
- P = Costo de preparación de una orden de compra, en unidades monetarias (costo de adquisición)
- C<sub>m</sub> = Número total de unidades del material requerido en el año
- Co = Costo de posesión por unidad por mes
- K = Consumo mensual

### Gráfico 9

#### DETERMINACION DEL LOTE ECONOMICO



c) El criterio del nivel de seguridad. Este criterio se aplica mediante la determinación de un margen de seguridad, el cual se calcula como un coeficiente sobre el periodo de tiempo normal de cobertura (considerado como la suma del plazo de entrega y el periodo de reabastecimiento). Este margen multiplicado por el consumo mensual constituye el nivel de seguridad, es decir, la compra de existencias adicionales sobre el lote económico, para permitir hacer frente a las oscilaciones y desviaciones producidas en el plazo de entrega del material o en el de consumo del mismo. Una fórmula matemática para determinar el margen de seguridad está expresada por:

$$B = t * (sg^{**2} * (L + T)^{**2} + l^{**2})^{**0.5}$$

donde

- B = margen de seguridad
- t = calidad de servicio
- L = plazo de entrega, en meses
- T = periodo de reabastecimiento, en meses
- sg = desviación típica del consumo
- l = desviación típica del plazo de entrega

Sin embargo, hay que hacer notar que la empresa no obtiene esta protección gratis, pues debe inmovilizar parte de su capital de trabajo por un tiempo, extra (B). Sin mencionar que se corre el riesgo de pérdidas por predicciones erróneas en los índices utilizados para calcular este nivel de seguridad. Una manera de minimizar estas pérdidas es dar a este margen de seguridad un sentido dinámico, esto es, haciéndole modificaciones periódicas sobre la base de evaluaciones globales en las cuales se recalculen los coeficientes de desviación del consumo y del plazo de entrega versus las existencias disponibles.

d) El criterio del reabastecimiento periódico. Corresponde a un sistema de análisis periódico de las existencias y las necesidades. La fórmula para determinar la cantidad a comprar, según este método, es la siguiente:

$$Q = K * (L + T + B) - (S + P - D)$$

donde

- Q = cantidad a pedir
- K = consumo mensual
- L = plazo de entrega, en meses
- T = periodo de reabastecimiento, en meses
- B = margen de seguridad, en meses
- P = cantidad pendiente de recepción
- D = órdenes de consumo no satisfechas

El periodo T de reabastecimiento es función del lote económico definido en el literal b), existiendo entre ambos la relación:

$$T = \frac{C_m * P * K}{2 * C_o}$$

En el gráfico 10 se muestra la expresión visual del concepto de reabastecimiento periódico.

e) El criterio del nivel crítico de las existencias o método de reabastecimiento por punto de pedido. Este criterio se formula a partir de una definición, para cada material, del nivel crítico de las existencias del mismo, en el sentido de que éste determina el momento en que hay que colocar una orden de reabastecimiento por una cantidad igual al lote económico si no se desea correr el riesgo de agotar las existencias antes de recibir la nueva partida de material (véase el gráfico 11).

La fórmula para determinar el nivel crítico es:

$$Q_p = K * (L + B)$$

donde

$Q_p$  = cantidad correspondiente al nivel crítico de las existencias

K = consumo mensual

L = plazo de entrega, en meses

B = margen de seguridad, en meses

f) El índice de rotación. Una fórmula para medir la eficacia de la gestión de existencias es el índice de rotación de los materiales. Este índice corresponde a la razón entre el valor del consumo anual y el valor de las existencias a la fecha del inventario anual. Su inverso, denominado índice de cobertura, expresa el tiempo, en meses, de consumo cubierto por las existencias disponibles. En este sentido, este último es otro modo de encarar el control de inventarios, pues usado conjuntamente con los criterios mencionados arriba, permite evitar un crecimiento descontrolado de los inventarios.

Gráfico 10

REABASTECIMIENTO PERIODICO

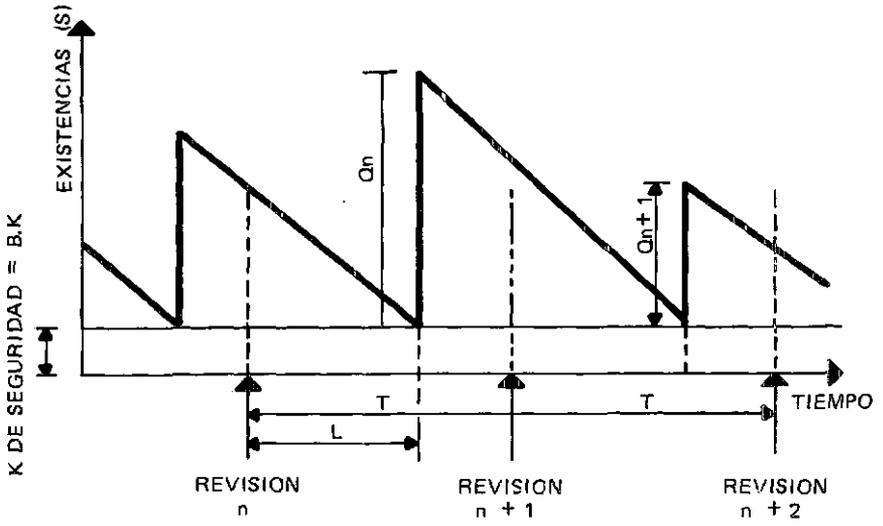
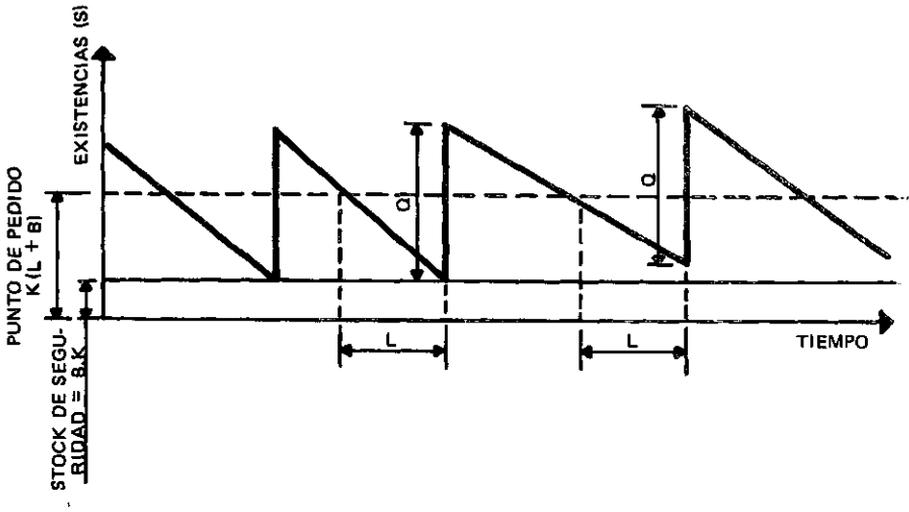


Gráfico 11

REABASTECIMIENTO POR PUNTO DE PEDIDO



g) El índice de calidad de servicio. Este índice constituye una medida de la frecuencia de "rupturas de las existencias" o de demandas de materiales que no pudieron ser satisfechas por agotamiento de las existencias de ese rubro. Para su aplicación se utilizan, generalmente, dos fórmulas, a saber:

$$Is = \frac{DP}{100 * (1 - DT)} \quad (1)$$

$$Is = \frac{tr}{100 * (1 - tT)} \quad (2)$$

donde

Is = índice de calidad de servicio  
 DP = valor de la demanda no satisfecha  
 DT = valor de la demanda total  
 tr = duración de la "ruptura", en días  
 tT = número de días laborables en el año

h) El criterio del control presupuestario. Otra medida de eficacia es el control con respecto al cumplimiento de los presupuestos de compra, o mejor dicho, al logro de los objetivos incorporados en dichos presupuestos a partir de los planes de mantención periódica preventiva de la vía, instalaciones y equipos, y de una previsión adecuada de la demanda de los otros materiales.

De lo señalado en el capítulo I se desprende que un sistema de control presupuestario eficaz debe contar con las siguientes características:

- Poseer un soporte informático diseñado a partir de los objetivos de largo plazo de la empresa;
- Disponer de un conjunto de valores estándar con los que comparar los valores medidos;
- Permitir el análisis de las variaciones entre los valores estándar y los valores efectivos, y
- Poder determinar correcciones adecuadas en la entrada del sistema de modo que se eliminen las causas de variación (feedback).

En general, los objetivos en el caso de las existencias pueden controlarse estableciendo límites monetarios al monto de activos inmovilizados que a la empresa le resulta económico mantener, y valorando las nuevas compras a precios estándar según la fórmula expresada a continuación, que tiene incorporado el supuesto simplificador de que la compra anual de cada material coincide con su consumo en dicho periodo:

$$Ps' = \frac{E * Ps + K * Ps * (1 + f)}{(E + K)}$$

donde

- Ps' = precio estándar del material para el periodo 1  
 Ps = precio estándar del material para el periodo 0  
 E = existencias del material a la fecha del inventario  
 K = consumo anual del material en el siguiente ejercicio económico  
 f = tasa de inflación/deflación anual prevista para el siguiente ejercicio económico

i) El criterio de la centralización versus la descentralización. La aplicación de este criterio tiene que ser considerada por cada empresa sobre la base de su situación particular con el objeto de establecer un equilibrio entre las ventajas que se consiguen realizando la gestión de existencias en los puntos de consumo (tales como reducción de los plazos de entrega, menores costos de distribución, aligeramiento de las tareas de los centros de decisión gerencial, mejor utilización de las aptitudes y conocimientos locales, etc.) y las desventajas inherentes al mayor costo unitario por compra de cantidades pequeñas, y a la mayor dispersión del control. Además, aparte de los aspectos de la gestión propiamente tal, hay que mencionar que este balance entre centralización y descentralización también tiene que ser hecho respecto del manejo de la información relativa al control de inventarios, y tampoco es una decisión fácil de tomar.

Finalmente, hay otros criterios que dicen relación con el manejo físico de los almacenes, el acondicionamiento de los materiales, su preservación, la instalación de dispositivos de seguridad adecuados, etc., que también son muy importantes para el logro de una gestión eficaz de las existencias. Sin embargo, escapan al propósito central de este trabajo y no se considera oportuno profundizar en su análisis.

#### DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE EXISTENCIAS DE MATERIALES 20/

La forma como RENFE había venido efectuando la gestión de existencias hasta mediados de los años 60 -fecha en que esta empresa puso en marcha un Plan Decenal de Modernización- adolecía de una serie de limitaciones y debilidades, a saber:

- Tenía carácter parcial, pues abarcaba casi exclusivamente el control de las existencias en almacén y el de las entregas pendientes;

- Carecía de una metodología matemática que fundamentara las previsiones de demanda y las decisiones de gestión de existencias;
- Carecía de un enfoque sistemático que consolidara los diferentes procesos llevados a cabo, y
- Tenía tiempos de respuesta prolongados, puesto que los sistemas de información implantados se manejaban en forma manual, que significaba costosas rupturas de existencias en algunos casos, y en otros, un incremento artificial de las existencias como medidas de seguridad para paliar lo primero.

Como parte del Plan mencionado, RENFE ha desarrollado un conjunto de procesos para la Gestión de Existencias, concebidos para manejar -en forma computadorizada- las diversas facetas de esta gestión. Esta previsto, asimismo, que en un futuro todos los procesos reseñados queden integrados en un Sistema Único que consolide los mismos. Estos procesos presentan muchos aspectos de interés para las empresas ferroviarias de la región. En especial, porque al diseñarlos RENFE se planteó entre otros objetivos, el darles un carácter global y coherente, utilizando medios informáticos centralizados o ubicados en algunas localidades estratégicas, según lo aconsejara la índole de los procesos de decisión.

Asimismo, este enfoque permite el estudio integral de las diversas facetas de la gestión de existencias y así evita un aumento no justificado del activo inmovilizado sin llegar hasta el punto de "ruptura de las existencias".

Además, los archivos computadorizados ofrecen grandes ventajas. Entre otras, la facilidad de actualización e incorporación de nuevos ítems. Además está decir que para un sistema de gestión tan dinámico como el del manejo de las existencias, estas facilidades son de vital importancia.

También es importante mencionar que el enfoque global del sistema permite usar los datos contenidos en estos archivos en otras aplicaciones informáticas. Por otra parte, debe destacarse que este desarrollo ha sido guiado por un criterio evolutivo, que en el pasado se caracterizó por diversas etapas de crecimiento y que en el presente plantea el empleo generalizado de las técnicas de teleproceso.

Asimismo, aparece como un rubro de particular interés para el control y la toma de decisiones el llamado control técnico económico que incluye datos como las salidas a consumo, y determina los índices de rotación, de calidad de servicio, y los informes de antigüedad de existencias. Estos últimos tienen gran relevancia como

herramientas de apoyo a la función logística de una empresa ferroviaria pues permiten eliminar de los almacenes aquellos materiales que ya no tienen demanda, y por ende, disminuir los montos de activos inmovilizados y mejorar la utilización del espacio.

Otra de las características valiosas del sistema es la forma como se ha encaerado el seguimiento de los plazos de entrega de los proveedores, así como el diseño de índices para medir la calidad de los servicios de éstos.

En suma, el Sistema presenta un importante grado de desarrollo, con incorporación de metodologías científicas e intenso apoyo en las facilidades que proporciona el cómputo electrónico.

## 1. Operación del sistema

Tal como se ha señalado, la gestión de existencias conforma un conjunto de procesos interrelacionados y congruentes entre sí, sin embargo, a efectos expositivos, se ha preferido describirlos por área de gestión (véase el gráfico 12).

### a) Estructura operacional

La estructura operacional de los procesos para la gestión de existencias contempla las siguientes áreas funcionales:

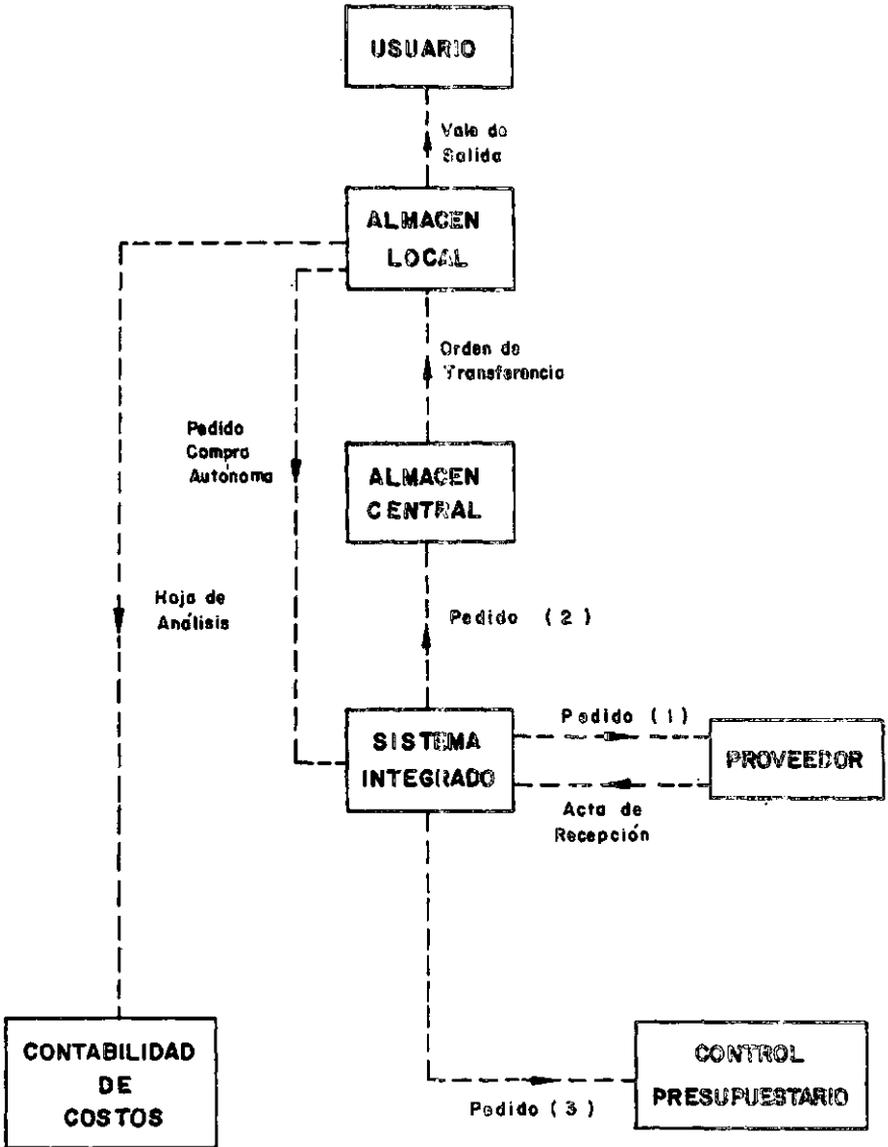
- Codificación de materiales;
- Control de existencias;
- Reabastecimiento;
- Control económico;
- Seguimiento;
- Contratación, y
- Control de calidad.

### i) Area de codificación de materiales

Esta comprende dos subsistemas, el de nomenclatura de materiales y el de codificación de dibujos técnicos, que son dos aspectos de capital importancia dentro de la gestión de existencias.

- Nomenclatura de materiales: La nomenclatura codificada comprende una terminología normalizada mediante la cual se distinguen las características de cada material o pieza en existencia de manera inequívoca, y una matrícula o código unívoco que sirve además para identificar la ubicación física del ítem en cuestión.

Gráfico 12



ORGANIGRAMA DEL SISTEMA INTEGRADO

Dentro de los procesos para la gestión de existencias, la nomenclatura cubre todos los ítems de uso general, así como los correspondientes a instalaciones fijas, incluyendo en este último campo los de instalaciones eléctricas, comunicaciones y señalización.

- Codificación de dibujos técnicos: La codificación de dibujos técnicos de piezas y repuestos se hace con carácter general para toda la Red con el fin de poder manejar la información contenida en los mismos. Además, a partir del almacenamiento de esta información ha sido posible obtener varios índices, así como un catálogo con la configuración tradicional -conjunto general, conjuntos, subconjuntos, etc.- hasta llegar al nivel de pieza.

#### ii) Área de control de existencias

En esta Área se han agrupado las categorías de almacén central, almacenes polivalentes y de usuarios, y almacén de materiales para superestructura de vía.

- Almacén central: En este almacén se cuenta con un archivo computacional, constituido por 74 000 artículos incluidos en la nomenclatura.

- Almacenes polivalentes y de usuarios: Este grupo está formado por 45 almacenes polivalentes, los cuales están destinados a materiales de uso general e instalaciones, y 48 almacenes de usuarios, que contienen materiales varios y los que se usan en los talleres M.F. El subsistema informático para el control de existencias en estos almacenes, aún está en la etapa de desarrollo.

- Almacén de materiales para superestructura de vía: Este subsistema realiza el control de las existencias de material de vía, clasificadas en material nuevo, material usado y material inútil, de manera que permite conocer mensualmente cuál es la situación de estas existencias. Además, esta información sirve de base para la realización de la gestión de existencias, según un reabastecimiento periódico no diferenciado que se explica más adelante.

#### iii) Área o función de reabastecimiento

Los dos subsistemas utilizados actualmente por RENFE para realizar la función de reabastecimiento, incluye cada uno de ellos el correspondiente proceso de previsión de demanda de materiales, por lo cual no se hace mención específica de éste, si bien en la descripción del subsistema de reabastecimiento periódico -a continuación- se detallan las peculiaridades más importantes del modelo de previsión utilizado.

- Subsistema de reabastecimiento periódico diferenciado: Este subsistema, que en la terminología de RENFE se denomina solicitud de reabastecimiento periódico (S.R.P.), permite determinar las magnitudes de reaprovisionamiento para los siguientes tipos de materiales: materiales de uso general, específicos de material remolcado, y específicos de instalaciones, excluido el material de vía. En total, así se controlan las existencias de unos 51 000 artículos diferentes, cuyo valor alcanzaba unos 25 millones de dólares a fines del año 1980. Los periodos óptimos de reabastecimiento se han diferenciado en bimestral, semestral, anual, y bienal. Esta asignación de periodos de reabastecimiento a determinados tipos de materiales se revisa anualmente sobre la base de la clasificación ABC aplicada a los consumos, y según la información proporcionada por el inventario anual efectuado en todos los almacenes (Cf. iv, infra).

Para estimar la demanda correspondiente al periodo de reabastecimiento asignado a cada material, se recurre a la información proporcionada por los servicios consumidores y se la compara con los datos históricos contenidos en un archivo en cinta magnética. Asimismo, a partir de dicha información se calculan los parámetros que permiten determinar el nivel de seguridad, según la fórmula descrita más arriba. En el caso del almacén central, esta estimación toma en cuenta el reabastecimiento de los almacenes polivalentes y de usuarios.

- Subsistema de reabastecimiento por puntos de pedidos: El subsistema de reabastecimiento por puntos de pedidos se aplica a un número seleccionado de artículos. Aparte de elementos correspondientes a la zona A de la clasificación ABC (véase el anexo 1) se incluyen en este subsistema aquéllos items cuyo desabastecimiento afecta muy desfavorablemente los procesos productivos o la seguridad del tráfico. A fines del año 1980 cubría 1 028 items, con un volumen de existencias cercano a los diez millones de dólares.

La previsión de la demanda es generada internamente, utilizando un algoritmo matemático que se llama el modelo de alisado exponencial simple, a saber:

$$K_m = 0.9 * K_m + 0.1 * (K_r - K_m)$$

donde

$K_r$  = consumo real

$K_m$  = consumo previsto

Asimismo, el propio subsistema determina el valor de la desviación típica del consumo ( $\sigma$ ), parámetro a

partir del cual se determina el nivel crítico de existencias o punto de pedido (Cf. Introducción, literal c), supra). El subsistema puede suministrar también listados para cada ítem incorporado al mismo, en los cuáles se indican los excedentes transferidos a los almacenes deficitarios o al almacén central para su posterior distribución.

#### iv) Area de control económico

Comprende el subsistema de inventario de almacenes y el de control técnico-económico, propiamente tal.

- Inventario de almacenes: Anualmente se efectúa un inventario físico de todos los almacenes de RENFE con el objeto de conocer el valor de las existencias, a precios estándar, información que es también utilizada para efectos contables. Por razones de simplificación administrativa se hace coincidir la etapa de cálculo de nuevos precios estándar, aplicando la fórmula mencionada en la introducción con la realización del inventario. Las salidas de este subsistema permite disponer de datos tanto sobre los consumos y las transferencias entre almacenes, como sobre la distribución de activos en almacén.

- Control técnico-económico: Sobre la base de la información obtenida en el subsistema anterior, se determinan los valores de los siguientes indicadores: índice de rotación, clasificación ABC, antigüedad de existencias, relación entre casilleros vacíos (con existencias agotadas) versus casilleros con consumo, lo cual se puede concebir como índice de calidad de servicio; asimismo, se desagrega el valor de las existencias, de las salidas a consumos, y de las transferencias entre almacenes, para tener la información clasificada por familias de nomenclatura y por almacenes y de ese modo, hacer los correspondientes análisis sectoriales.

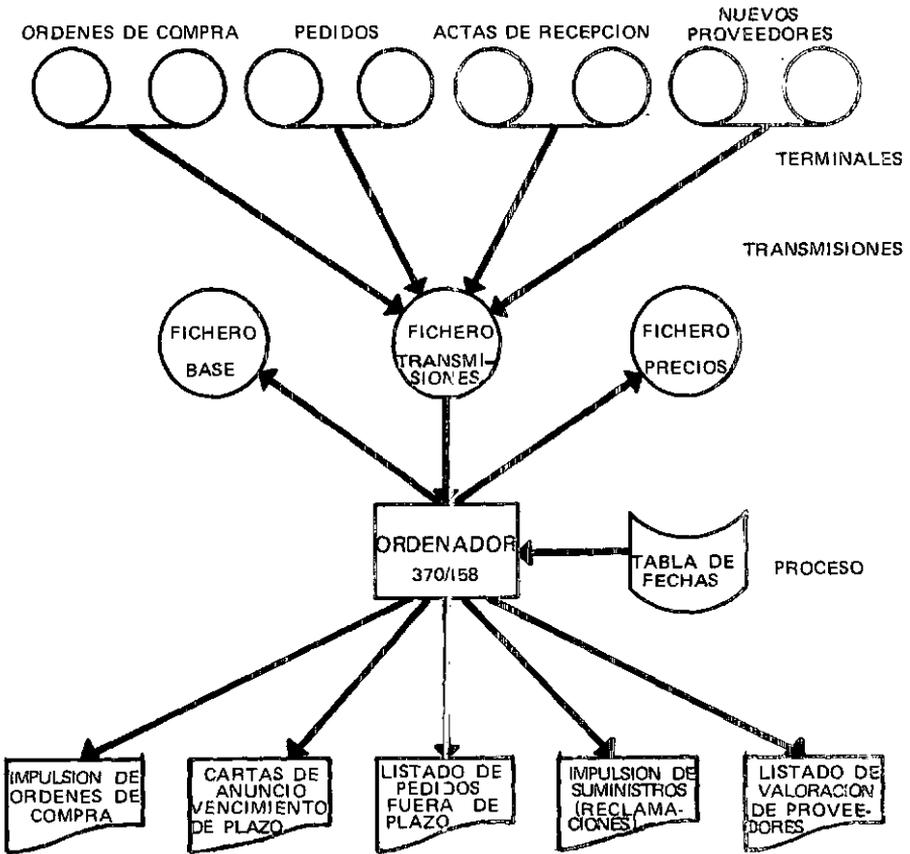
#### v) Area de seguimiento

Se han agrupado aquí el seguimiento de proveedores y el del pago de las facturas por suministros.

- Seguimiento de proveedores: La finalidad de este subsistema es el control, mediante índices, para cada proveedor -o para grupos de proveedores sectoriales- del cumplimiento de los plazos de entrega, y la adopción de medidas correctivas con el fin de evitar o aminorar las desviaciones producidas. El subsistema permite la emisión de comunicaciones de preaviso, así como de constatación de plazos caducados sin haberse efectuado la entrega. Véase el proceso general de seguimiento de pedidos en el gráfico 13.

Gráfico 13

PROCESO GENERAL DE SEGUIMIENTO DE PEDIDOS



- Seguimiento de facturas: Este subsistema complementa el anterior y sirve para adoptar las medidas precisas para que la tramitación del pago de las facturas se haga dentro de los plazos más breves posibles. Asimismo, proporciona información a los proveedores sobre el estado de trámite de sus facturas. Por otra parte, el proceso es capaz de generar la documentación contable necesaria para los servicios financieros de RENFE.

vi) Area de contratación

Esta área aún está en etapa de diseño y análisis, y corresponde a lo siguiente:

- Lanzamiento de peticiones de ofertas;
- Análisis y preselección de ofertas, y
- Lanzamiento de pedidos.

vii) Area de control de calidad

Comprende la valoración de los proveedores en cuanto al grado de aceptación de sus suministros (véase el gráfico 13, arriba).

b) Estructura computacional

A continuación se describe cada uno de los procesos o subsistemas siguiendo la estructura operacional de los procesos para la gestión de existencias descrita más arriba.

i) Area de codificación de materiales

La documentación de entrada está constituida por el documento base de grabación, y por la hoja de instrucción de perforación de títulos e índice alfabéticos. La de salida la integran los siguientes índices: alfabético de artículos, de matriculas y claves sustituidas, de matriculas anuladas, de claves de nueva inclusión, de dibujos y referencias de fabricantes, y de claves de nomenclatura, así como el catálogo de dibujos técnicos codificados.

ii) Area de control de existencias

- Almacén central: Opera con archivos en cinta magnética, los cuales se procesan en una mini-computadora, de 128 K. Es de funcionamiento autónomo, aunque en situaciones de emergencia se conectará directamente a las computadoras centrales. La configuración básica del equipo empleado es: la unidad central de proceso, una

unidad de disco, una unidad de cinta magnética, una impresora, tres terminales de video. La información manejada en este subsistema consiste en las solicitudes pendientes de suministro, los pedidos pendientes de recibir, y el emplazamiento de los materiales. Las funciones realizadas son actualización de ficheros, preparación de listados de ayuda (es decir, información para facilitar la localización de los materiales); preparación de listados de resultados (comprensivos del detalle de operaciones de carga y descarga realizadas), y estadísticas e informaciones diversas.

- Almacén general de la vía (A.G.V., constituido por los materiales de superestructura de la vía): La documentación de base para este subsistema está constituida por los partes de entradas y salidas, y produce un inventario mensual de los materiales y otro, también mensual, valorado por dependencias.

### iii) Area de reabastecimiento

- Subsistema de reabastecimiento periódico diferenciado: Los datos de entrada a este subsistema se recogen de la hoja de modificación de parámetros, en la cual aparecen los valores de plazo de entrega, dispersión del consumo, etc., utilizados en la propia gestión, del calendario de fechas toques de tramitación, que cuantifica el planning de cumplimentación de las diferentes fases del proceso; y de la solicitud de reabastecimiento periódico. Los consumos por almacén y periodo se registran en un archivo en cinta magnética, y cuenta con un programa que permite determinar el valor de la desviación típica de la demanda con el fin de actualizar este parámetro y corregir, si procede, el nivel de las existencias de seguridad. Los productos del subsistema son el listado de parámetros, el documento de verificación de S.R.P., el documento de gestión, donde se explicitan los resultados del reabastecimiento a efectuar, la orden de transferencia inmediata, la orden de transferencia diferida, la relación de materiales incluidos en este subsistema, el calendario de reabastecimiento periódico diferenciado.

- Subsistema de reabastecimiento por punto de pedido: La documentación de entrada para este subsistema está constituida por las hojas de altas y bajas, el parte de movimientos de entrada y salida, y la ficha de modificaciones. El subsistema maneja un archivo centralizado en el cual se registra para cada material los consumos a nivel de almacén y que permite calcular los parámetros referentes a la demanda. El proceso de entrada/salida de la información se efectúa mediante un terminal enlazado por línea telefónica con las computadoras centrales. Los productos generados por el subsistema son el listado maestro de almacenes, el cual

contiene los parámetros; el listado de puntos de pedido; el listado de cantidad a suministrar; el listado de tendencias de la previsión de la demanda; el listado sobre situación de almacenes; las órdenes de transferencia inmediatas; las órdenes de transferencia diferidas; el listado de la previsión anual de materiales; y el listado de materiales excedente en almacenes.

#### iv) Area económica

- Inventario de almacenes: La hoja de inventario y el listado de precios estándar constituyen la documentación base de este subsistema. La de salida es el listado de inventario de almacenes. La información resultante del proceso se archiva en cinta magnética para su posterior elaboración en el subsistema de control técnico económico de resultado.

- Cálculo de precios estándar: Este cálculo se hace sobre la base de los datos contenidos en un fichero base de precios estándar vigentes, un fichero de existencias según el último inventario realizado y los consumos desde dicho inventario, el incremento previsto de precios según los diferentes sectores en que se clasifican los materiales. Como resultado del proceso se obtienen las cintas magnéticas que servirán de fichero base para la determinación de los precios estándar del próximo ejercicio y para el control del siguiente inventario de almacenes. La documentación producida está integrada por el listado de verificación de cálculos, y el listado de precios estándar nuevos.

- Control técnico-económico: Este subsistema trabaja sobre la base de los productos del subsistema de inventario de almacenes, descrito más arriba. Con ésta produce el inventario valorado por almacenes; el inventario valorado por familias de nomenclatura; el listado de movimientos de casilleros; el listado con la clasificación ABC de consumos (existencias); y el listado de distribución por antigüedad de las existencias.

#### v) Area de seguimiento

- Seguimiento e impulsión de entregas de proveedores: La información de entrada está contenida en los pedidos a proveedores, y las actas de recepción. Los datos resultantes de este subsistema quedan archivados en disco a fin de poder determinar los índices de valoración y la información sobre plazos de entrega por material que permitan establecer los plazos medios y la desviación típica correspondiente, parámetros que a su vez sirven para determinar los niveles de existencias de seguridad.

Este subsistema produce un aviso de vencimiento de plazo de entrega, una nota de reclamación de entregas, un resumen de pedidos y órdenes de entrega fuera de plazo; y, finalmente, un listado con la valoración de los proveedores.

- Seguimiento de facturas: La documentación de entrada para este subsistema está constituida por el libramiento de pago, que constituye el documento acreditativo del ordenamiento del pago a efectuar, y el aviso de envío de factura. El subsistema almacena la información sobre facturas tramitadas y pendientes de trámite, en un disco con acceso desde un terminal. Los productos son un listado, ordenado por fechas de entrada, de facturas pendientes de encarpetar, un listado, clasificado por proveedores de facturas pendientes de tramitar a la Intervención de RENFE, un soporte de encarpetamiento, que constituye el documento con que se tramitan las facturas a Intervención, y una comunicación sobre facturas cursadas.

c) Esquema contable

El esquema contable del proceso de adquisiciones incluyendo los diversos documentos base empleados y algunos de los listados de salida de los procesos para la gestión de existencias se muestra en el gráfico 14.

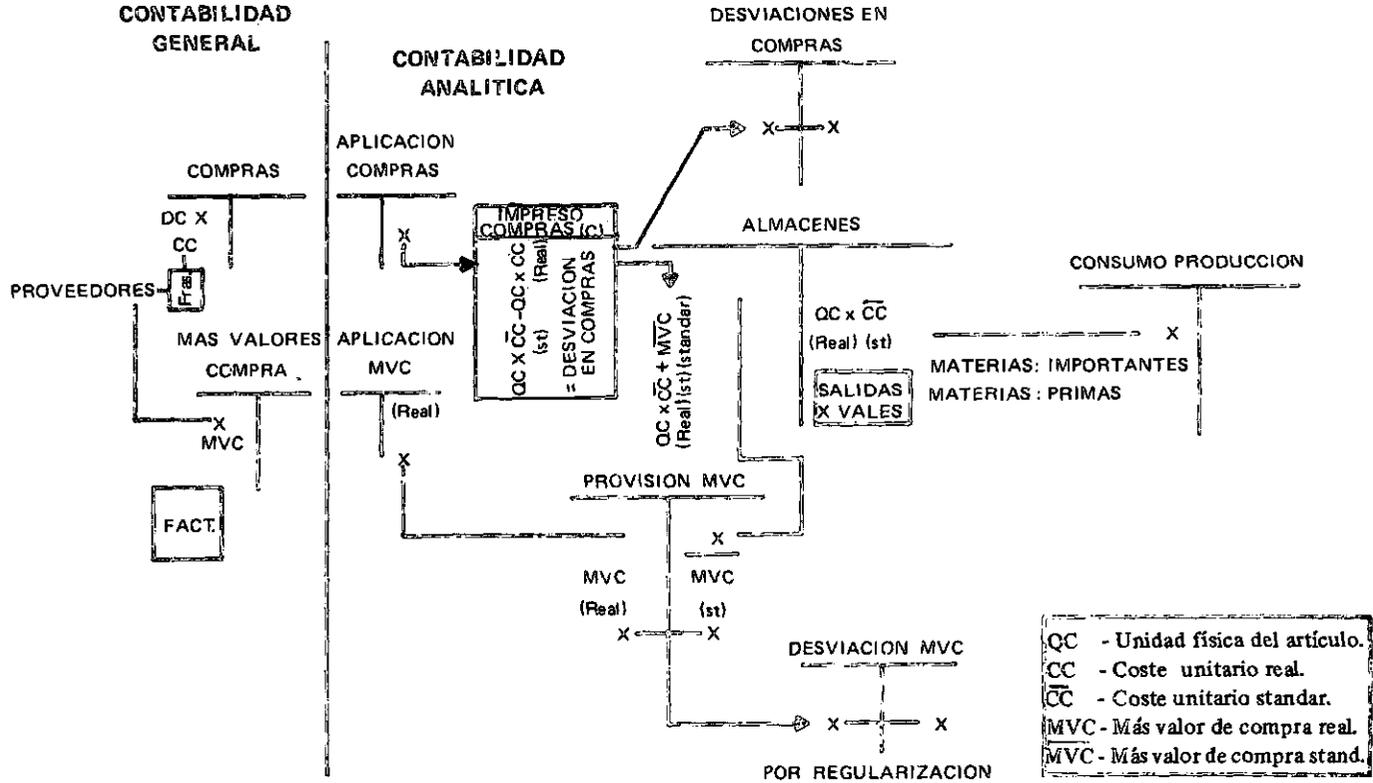
d) Control presupuestario

El control está dirigido a medir las desviaciones de los montos reales de consumo (número de unidades realmente consumidas, valoradas a precios estándar) con respecto a los montos presupuestados. Estas desviaciones calculadas y agrupadas por artículo, por proveedor, por centro de decisión de compra, etc. permiten analizar comparativamente el nivel de eficacia de la gestión de existencias. Asimismo, se mide cuán ajustada fue la previsión de la demanda respectiva hecha por cada uno de los responsables.

## 2. Implantación del sistema

Aunque algunos de los pasos para implantar en una empresa ferroviaria un sistema de gestión de existencia de materiales similar a los procesos desarrollados por RENFE sido descritos en las secciones anteriores, vale la pena explicitar aquí los principios básicos de un sistema de este tipo, así como hacer un recuento global de las distintas etapas de su implantación.

ESQUEMA CONTABLE DEL PROCESO DE ADQUISICIONES



## a) Principios básicos

En primer lugar, es indispensable hacer un análisis crítico de la experiencia adquirida con los sistemas manuales en uso para determinar la viabilidad de su integración y consolidación en un sistema computadorizado, e investigar cuáles son los equipos computacionales -incluidos los de teleproceso- accesibles, sea mediante arrendamiento o compra. Se debe encarar el estudio de la informática adecuada para la empresa de un modo integral, es decir, viendo la interconexión de los procesos para la gestión de existencias con los sistemas financieros y presupuestarios.

Luego, habría que considerar los siguientes principios que sustentan el diseño de los procesos para la gestión de existencias:

i) Homogeneidad: Los procesos para la gestión de existencias deben funcionar mediante procesos homogéneos, los cuales den garantía de unidad funcional aunque, por conveniencia administrativa se realicen en forma descentralizada o haya una dispersión geográfica en la recopilación de los datos.

ii) Simplicidad de uso: Los procesos para la gestión de existencias deben ser de fácil utilización por los usuarios, y en particular, por el personal de almacenes.

iii) Agilidad: Los procesos para la gestión de existencias, dentro de lo posible, deben incorporar el uso de las telecomunicaciones o, mejor aún terminales, para procesar datos y obtener información en línea en todos aquellos aspectos en que el factor tiempo de respuesta sea importante.

iv) Integridad y control: Los diferentes procesos tienen que estar concebidos para que funcionen en forma encadenada, es decir, de tal modo que cada uno "obligue" al siguiente.

v) Flexibilidad: Los procesos para la gestión de existencias deben disponer de medios para resolver problemas tales como las decisiones atípicas, las entradas no previstas en distintos puntos del ciclo informático, y los que se deriven de cambios en la filosofía de gestión.

vi) Fiabilidad: Los procesos para la gestión de existencias deben contemplar facilidades de recuperación de la información ante fallas en la operación de los programas computacionales, o en los equipos.

vii) Mínima carga burocrática: La elaboración manual de impresos (informes, cuadros o tablas

estadísticas, u otro tipo de informática) debe reducirse al mínimo mediante el aprovechamiento de la información disponible en los procesos para la gestión de existencias, y mediante la generación automatizada de las estadísticas, y otros datos necesarios para los controles contables, presupuestarios o financieros.

Además de lo anterior, es requisito básico para computarizar unos procesos para la gestión de existencias de materiales, como los descritos, la codificación de cada material o pieza en existencia, y el diseño de dibujos técnicos para identificar mejor aún aquellas piezas o repuestos provenientes de proveedores externos. Esta es una tarea que puede tomar mucho tiempo y consumir muchos recursos, pero en la cual, afortunadamente, es posible utilizar la experiencia desarrollada por otras empresas ferroviarias debido a la coincidencia o gran similitud entre los materiales que se manejan en este tipo de empresas.

#### b) Etapas de implantación

La implantación del sistema, de acuerdo con la experiencia de RENFE, seguiría un proceso evolutivo como el que se describe a continuación:

i) Instauración de la gestión de existencias mediante el procedimiento de reabastecimiento periódico diferenciado, el cuál era, en el caso de RENFE, el adecuado al nivel de desarrollo de la tecnología informática de la época (1965).

ii) Confeccionar el subsistema de reabastecimiento por puntos de pedido, cuyos requerimientos más exigentes fue posible satisfacer merced a la experiencia adquirida con el procedimiento anterior.

ii) Desarrollo del seguimiento de entregas de proveedores y de los controles técnico-económicos correspondientes, entre los cuales cabe destacar el inventario de almacenes, por la incidencia económica que tiene este activo inmovilizado sobre el total del activo de la empresa.

iii) Empleo generalizado de las técnicas de teleproceso, con lo que se crean condiciones para mejorar sensiblemente la calidad y la rapidez de la información disponible, aproximando ésta al centro de responsabilidad de la empresa. Asimismo, este nuevo paso permite la integración de los procesos para la gestión de existencias con otros procesos globales, tales como los económico-financieros y los presupuestarios, los cuales deberían haber alcanzado un alto grado de desarrollo computacional paralelo.

### 3. Resultados obtenidos

Los procesos para la gestión de existencias descritos han permitido a RENFE, en los últimos años, una disminución del coeficiente de cobertura, mediante el cual se cuantifica, como se explicó, el tiempo de consumo asegurado por las existencias disponibles. Esta mejora de la cobertura se aprecia mejor si se considera que dentro de los artículos escogidos para ser manejados por este subsistema figuran mayoritariamente los materiales de uso general comprendidos en la zona A de la clasificación ABC, como se ha señalado.

Sin embargo, la visión que proporcionan estos dos índices no es completa. Es decir, para apreciar su importancia hay que analizar también los resultados obtenidos en cada una de las áreas descritas con anterioridad:

i) Nomenclatura de materiales: Desde que se inició la computarización de la gestión de existencias, el número de matrículas o códigos clave, establecidos e incorporados a los procesos para la gestión de existencias, han sido los siguientes:

Año	Número de ítems codificados	Acumulado
----	-----	-----
1977	12 396	12 396
1978	8 941	21 237
1979	2 763	24 000
1980	1 695	25 695
1981	4 925 */	30 620

-----  
\*/ Datos del primer semestre

Las oscilaciones que se observan en los resultados de la normalización en los años mencionados proceden de la mayor o menor complejidad de obtención de datos técnicos que presentan los materiales en cuestión y no, lógicamente, de la propia capacidad de los procesos para la gestión de existencias.

ii) Codificación de dibujos técnicos: El número total de dibujos codificados existentes en RENFE alcanza la cifra de 119 110, permaneciendo esta cifra prácticamente estacionaria en los últimos años.

iii) Almacén central: Como indicador más representativo de los resultados del área de control de existencias, se lista a continuación el número de transacciones producidas en dicho almacén, aunque como ya se indicó la computarización de esta información se ha

iniciado a mediados de 1982, por lo que la incidencia sobre el sistema aún no se conoce:

Año	Entradas	Salidas
----	-----	-----
1976	32 704	142 796
1977	33 296	178 113
1978	31 190	172 628
1979	33 409	165 388
1980	30 517	170 318

iv) Almacén general de la vía: Este subsistema del control de existencias se caracteriza por las magnitudes siguientes:

Concepto	Medida
-----	-----
Valor del activo del almacén	US\$ 68 millones
Número de dependencias básicas	304
Número de transacciones anuales	36 000

Debe aclararse que, en la terminología de RENFE, se denomina dependencia básica a cada obra o centro encargado del mantenimiento o renovación de la vía.

v) Inventario de almacenes y cálculo de precios estándar. Dentro del área económica, se han calculado, con la correspondiente actualización anual, los precios estándar de 74 000 materiales diferentes. En cuanto al número de casilleros inventariados, en un total de 94 almacenes, éste ha tenido una tendencia creciente derivada de la mayor complejidad tecnológica del ferrocarril, la cual se evidencia en un incremento de 30% en la cifra correspondiente a 1979 con respecto a la de 1975, a saber:

Año	Número de casilleros inventariados
----	-----
1975	325 613
1976	389 082
1977	406 375
1978	428 042
1979	419 369

vi) Seguimiento entregas de proveedores. Desde la implantación de los procesos para la gestión de existencias, se ha logrado que el porcentaje de entregas dentro del plazo suba del 34.2% al 49.5% a fines de 1980, es decir, ha habido una mejora relativa del 45%, si se toma como base la situación a enero de 1977 (véase el gráfico 15). RENFE espera que este índice mejore aún más, una vez que se logren resultados del seguimiento de

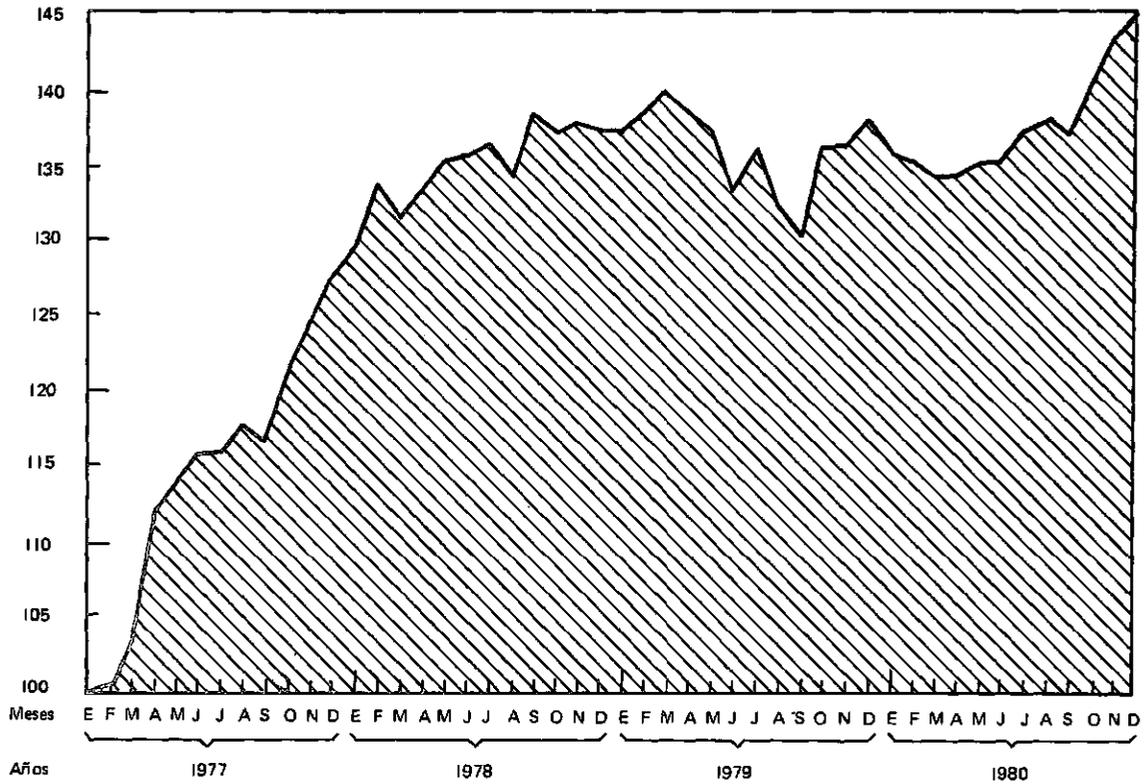
facturas y se haya obtenido la reducción de los plazos de pago a proveedores en, a lo menos, un 30%.

#### 4. Conclusiones

Los avances realizados por RENFE indudablemente son de gran importancia para las empresas ferroviarias de la región que necesiten mejorar sus sistemas de gestión de existencias. Por ello, se estima que sería muy interesante que RENFE diera a conocer en el futuro, los resultados de ciertos procesos que están implantados desde hace relativamente poco tiempo, como el seguimiento de facturas, o recién implantados, como el del control del Almacén Central.

Gráfico 15

EVOLUCION DE LAS ENTREGAS DE PROVEEDORES DENTRO DEL PLAZO



## Apéndice 1

### UN MODELO DE CONTRATO DE PROGRAMA ESTADO-EMPRESA

#### Prólogo

De conformidad a lo convenido en la Segunda Reunión de Expertos sobre Sistemas de Información para la Gestión en los Ferrocarriles de América Latina y España (Santiago de Chile, 22 al 26 de noviembre de 1982), se ha preparado el presente apéndice sobre la base de los acuerdos entre RENFE y el gobierno español, por una parte, 21/ y entre la SNCF y el gobierno francés, por la otra, 22/. Se ha incluido la mayoría de las cláusulas encontradas en estos documentos para que las empresas ferroviarias miembros de la AIAF que estimen conveniente hacer uso de esta información, ante eventuales negociaciones con el organismo gubernamental del caso, cuenten con un marco de referencia lo más amplio posible.

Además, parece interesante mencionar que a fines de 1979 el entonces Secretario General del Consejo Superior de Transportes de Francia, Sr. Georges Billet, al examinar la evolución de la SNCF cinco años después de haberse iniciado este sistema de negociaciones con el Estado, señalaba que al negociar un contrato de programa había que hacerlo con una perspectiva de largo plazo para permitir que el ferrocarril -como una entidad de gran tamaño y poca preparación para asimilar nuevas situaciones- tuviese el período de adaptación y reacción que necesita. 23/ Esto significaría que si el contrato de programa fuese anual, sería preciso que éste estuviera inscrito en un plan de más largo alcance en el cual se estableciera claramente cuál es el papel que el Estado asigna al ferrocarril.

#### Antecedentes sobre los contratos de programas en España y Francia

La SNCF inició sus negociaciones con el gobierno francés en 1969 como un medio de "precisar sus objetivos y compromisos recíprocos" y, de ese modo, complementar lo dispuesto en la Convención de 1937 y sus enmiendas. Asimismo, como se consigna en la carta de los dirigentes de la empresa al personal sobre el contrato para los años 1979-1982, la SNCF "deseaba obtener ciertas garantías, en especial en lo concerniente al nivel de inversiones, a las tarifas, y a los compromisos financieros del Estado." En esta carta tienen también valor ilustrativo los párrafos citados a continuación, en los cuales se listan las ventajas que se consideraba importante destacar respecto del texto del contrato negociado:

"El texto acordado da, en efecto, cartas de triunfo importantes para permitir a la SNCF nuevos progresos y asegurar su porvenir sobre bases sólidas, a saber:

- Las inversiones, las cuales se realizarán a un nivel más elevado que en el pasado, harán del ferrocarril una herramienta cada vez más moderna y eficiente;
- La seguridad de que las tarifas de pasajeros no se degradarán más, y de una amplia libertad tarifaria para el transporte de mercancías, la cual permitirá a la empresa ser remunerada en condiciones normales por los servicios que presta;
- Habiéndosele reconocido una mayor autonomía de gestión, la SNCF podrá aun acrecentar su eficacia y la calidad de sus servicios al utilizar mejor todas sus potencialidades;
- El saneamiento de su situación financiera pondrá fin a una degradación profunda, la cual si hubiera continuado habría vuelto ilusoria su libertad de acción e incierto su porvenir." 24/

RENFE, por su parte, estableció su primer contrato de programa en 1979. A mediados de 1982, sobre la base de la experiencia adquirida, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (documento similar al adoptado previamente en Francia y otros países europeos para establecer la política de transporte) había preparado un anteproyecto en cuyo prólogo se lee:

"El contrato de programa propuesto tiene como uno de sus objetivos principales crear las condiciones necesarias para restablecer el equilibrio financiero de la Cuenta de Resultados, mediante las normalizaciones y compensaciones impuestas por sus características de servicio público, así como disponer de un instrumento que permita valorar la gestión de RENFE, y el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos por el Estado y la Red." 25/

Más adelante se señala que:

"La adecuada ponderación de todas las circunstancias expuestas, nos lleva a la conclusión de que la situación económica en que se encuentra la Red, ha venido en gran medida propiciada por causas exógenas a la misma y totalmente fuera de control por parte de los organismos competentes de RENFE." 26/

Por otra parte, en relación a los compromisos contraídos por parte de RENFE y por parte del Estado a través del Gobierno, éstos se resumen en la introducción del contrato de programa como sigue:

La empresa se compromete a "mejorar (a moneda constante) la Cuenta de Resultados y dar una oferta mínima de servicio que se cuantifica tanto en cantidad como en calidad, a un determinado costo y bajo unas supuestas hipótesis macroeconómicas, también cuantificadas", mientras que el Estado se encargará de "aportar los recursos necesarios, tanto de explotación como de inversiones, así como adoptar aquella serie de medidas de carácter legal, económico y financiero necesarias para que la (empresa) pueda cumplir los objetivos fijados." 27/

### Modelo de contrato de programa.

A continuación se presenta un modelo de un contrato de programa que podría servir de pauta para aquellos países que tuvieran interés en aplicar este tipo de convenio.

#### 1. DURACION Y OBJETIVOS GENERALES DEL CONTRATO DE PROGRAMA

El presente contrato de programa, que tendrá una duración de \_\_\_ años, se iniciará a partir del primero de enero de 19\_\_ con carácter renovable, y permitirá al Estado programar y seguir el desarrollo de las inversiones, de los servicios a prestar y de los resultados de la Cuenta de Explotación de la (empresa). Los objetivos instrumentales de este contrato de programa son:

a) Crear las condiciones necesarias para el restablecimiento del equilibrio de la Cuenta de Explotación de la (empresa), sin más ayuda por parte del Estado que las compensaciones a título de normalización de cuentas, las obligaciones emanadas del carácter de empresa de servicio público y las cargas financieras derivadas de la insuficiente financiación del Estado.

b) Establecer el compromiso de la (empresa) en cuanto a los servicios a prestar a la colectividad en el periodo 19\_\_-19\_\_.

c) Determinar la ejecución de los programas de inversión necesarios no sólo para el simple mantenimiento de las instalaciones actuales sino para iniciar la política de desarrollo preconizada en el Plan \_\_\_\_\_ [a precisar según corresponda]. A tal efecto se han incluido en este contrato de programa las inversiones previstas en el Presupuesto de Inversiones Públicas [u otro documento equivalente].

d) Clarificar las cuentas de la (empresa), determinando su marco de acción como empresa, frente a lo que son y constituyen las cargas de servicio público, así

como aquellas otras impuestas que desequilibran la igualdad de condiciones de competencia de los diferentes modos en el mercado de transporte.

e) Comprometer a la (empresa) de obtener unos resultados económicos que se cuantifican.

f) Comprometer al Estado de aportar los medios legales, económicos y financieros necesarios para la consecución de los objetivos del contrato de programa.

## 2. PREVISIONES DE TRAFICO

Las previsiones de tráfico para viajeros (en millones de viajeros kilómetro) y para mercancías (en millones de toneladas kilómetro) se establecen bajo las hipótesis que se indican en el anexo I, como sigue:

### Viajeros

19..	19..	19..	19..

### Mercancías

Incluye vagones completos, carga fraccionada, transporte combinado y servicio interno.

19..	19..	19..	19..

En función de las previsiones de tráfico indicadas más arriba y del crecimiento supuesto para el sector transporte, se espera alcanzar la siguiente participación en el mercado:

## Viajeros

19..	19..	19..	19..	19..

## Mercancías

19..	19..	19..	19..	19..

En caso de no cumplirse las hipótesis de crecimiento del P.I.B., los objetivos de tráfico a alcanzar deberán ser como mínimo los que se obtienen aplicando la cuota de mercado prevista sobre el volumen total de tráfico real.

### 3. CALIDAD DE LOS SERVICIOS

La (empresa) tomará las siguientes medidas tendientes a mejorar la calidad de los servicios ofrecidos (la evolución histórica de la calidad de los servicios se muestra en el anexo II).

#### Viajeros

- Mejora de la regularidad en \_\_\_% respecto del año anterior;
- Mejora de los accesos e información al viajero en estaciones;
- Permanente adaptación de los horarios de los servicios a las necesidades;
- Mejora del confort, limpieza y atención al viajero;
- Modernización y puesta en servicio de nuevo material, produciendo una disminución de un \_\_\_% en la vida media anual del parque;
- Mejora de la conexión con otros medios de transporte, e
- Incremento de un \_\_\_% en el medio anual acumulativo de las plazas kilómetro ofrecidas.

#### Mercancías

- Mejora de la fiabilidad en la llegada de los vagones, alcanzando en 19\_\_ un \_\_\_% del total de los vagones llegados en ese año;

- Desarrollo de la política del Tren Expreso de Mercancías, con horarios y servicios preestablecidos que juntamente con los trenes \_\_\_\_\_ amplien la oferta de servicios de alta calidad para el transporte de mercancías en vagón completo;
- Racionalización del tráfico que se realiza en vagón disperso, canalizando estos cargues al transporte por contenedor;
- Refuerzo de la política de captación de nuevos clientes a través de la instalación de desvíos particulares, e
- Incremento de un \_\_\_\_% en el número de desvíos particulares.

#### 4. PRODUCTIVIDAD Y EVOLUCION DE LOS COSTOS

La productividad económica, cuya evolución histórica se muestra en el anexo III, mejoraría en \_\_% anual, si se mantienen las previsiones de tráfico, de modo que ante desviaciones importantes en dichas previsiones sería preciso revisar este porcentaje.

19..	19..	19..	19..	19..

La productividad (UT) se define como el cuociente entre las unidades kilómetros (que son la suma de los viajeros kilómetros (VK) y las toneladas kilómetros netas (TKN)) y el personal medio anual (total de agentes de la empresa). La abreviatura TKBR corresponde al total de toneladas kilómetro brutas remolcadas.

A continuación se indican mejoras esperadas en los índices de productividad, al final del periodo cubierto por este contrato, las cuales también están sujetas a las previsiones de tráfico:

- Mejora de la productividad energética (kilocalorías/TKBR) en \_\_% anual;
- Mejora de la productividad técnica (TKBR/número de agentes) en \_\_% respecto del año inicial;
- Mejora de la productividad económica (UT/número de agentes) en \_\_\_\_% respecto del año inicial;
- Mejora de la relación entre gastos variables y TKBR en \_\_% respecto del año inicial;
- Mejora de la relación TKBR/TKN en \_\_% respecto del año inicial;
- Mejora de la relación TKBR/VK en \_\_% respecto del año inicial;

- Disminución de un \_\_\_% en los excesos de jornada respecto del año inicial, y
- Disminución de un \_\_\_% en las horas normales respecto del año inicial.

## 5. POLITICA TARIFARIA

### Viajeros

La (empresa) estará autorizada para incrementar sus tarifas de viajeros el primero de enero de cada año de acuerdo con el incremento en el índice de precios al consumidor previsto para el periodo del contrato, como sigue:

19..	19..	19..	19..	19..

### Mercancías

Para el tráfico de mercancías se ha estimado un incremento tarifario similar al indicado más arriba.

## 6. CARGAS FINANCIERAS E INTERESES DE ESTRUCTURA

A objeto de clarificar la situación producida por las insuficientes aportaciones del Estado para la financiación tanto de los gastos de operación como de las inversiones, la (empresa) se hará cargo, a efectos de imputación de resultados, de aquellos intereses correspondientes a la gestión normal de la (empresa), siendo por cuenta del Estado, y por tanto normalizables, los intereses producidos por situaciones o hechos ajenos a su gestión. Es decir, tendrán este carácter los intereses resultantes de:

- La financiación de la infraestructura;
- La financiación de las obligaciones de servicio público (servicio de transporte suburbano de pasajeros y líneas deficitarias);
- La financiación de gastos de operación con recursos ajenos por la no existencia de un acuerdo Fondo de Maniobra [o Fondo de Reserva o su equivalente, si lo hubiera], para cuyo concepto habrá una partida presupuestaria, a partir de 19\_\_\_, en los presupuestos de los ministerios de \_\_\_\_\_ [a completar según corresponda].

## 7. COMPENSACION POR IGUALACION DE CARGAS DE INFRAESTRUCTURA

A fin de asegurar la igualación de condiciones de competencia entre los diferentes modos de transporte, el Estado compensará a la (empresa) los gastos de infraestructura y guardería de pasos a nivel. A tal efecto el monto global de la contribución a las cargas de infraestructura será fijado a partir de los resultados obtenidos en 19\_\_ , y se incrementará cada año mediante la aplicación de la fórmula de actualización que figura en el anexo IV.

## 8. SUBVENCION POR CARGAS DE SERVICIO PUBLICO

En aquellos casos en que, por imposición del Estado, la empresa deba mantener determinados tráficos ferroviarios deficitarios, se establecerá una subvención por parte del Estado para restablecer el equilibrio financiero mediante las normalizaciones y compensaciones impuestas por sus características de servicio público.

### Transporte suburbano de pasajeros

Se establecerá una subvención unitaria al viajero-kilómetro, la cual se actualizará en función del incremento en el índice de precios al consumidor. En el anexo V figuran las bases de cálculo y fórmulas de actualización para este concepto.

### Otros servicios deficitarios de viajeros

La (empresa) propondrá al Gobierno una metodología para identificar los servicios deficitarios y evaluar la insuficiencia económica de cada uno de ellos, para luego proceder al cálculo de las compensaciones actualizadas en la forma estipulada arriba.

### Servicios deficitarios de mercancías

Si el Estado dispone la aplicación de tarifas reducidas como medida de apoyo a sectores específicos atendidas por la (empresa) -como excepción a la política general de libertad tarifaria- la (empresa) recibirá una subvención anual determinada por la diferencia entre la tarifa normal y la tarifa reducida aplicada, multiplicada por las toneladas-kilómetros correspondientes.

## Otras obligaciones de servicio público

Las compensaciones financieras por nuevas obligaciones impuestas a la (empresa) en el transcurso del periodo cubierto por este contrato serán objeto de un convenio previo, colateral al presente documento.

### 9. GASTOS NO IMPUTABLES

El Estado abonará anualmente a la (empresa), por partida presupuestaria específica, los montos resultantes por concepto de gastos no imputables, tales como:

- Las cuotas del (Fondo Mutuo o Mutualidad, según corresponda) correspondientes al personal de la ferrovía, y
- Los resultados negativos de la gestión de empresas de buses u otras empresas anexas a la (empresa) puestas a su cargo, por decreto gubernamental.

### 10. RESULTADOS DE LA EXPLOTACION

La (empresa) se compromete, sujeto a los ajustes derivados de variaciones en el índice de precios distintas de las tasas de incremento supuestas en el anexo I, a obtener los siguientes resultados de la explotación, antes de intereses:

Concepto	19...	19..	19..	19..
Resultados antes de Intereses				

En el anexo VI figuran las Cuentas de Resultados en moneda de valor constante.

El Estado dotará a la (empresa), en el curso del periodo comprendido en el presente contrato, de una subvención de explotación decreciente en moneda constante, determinada sobre la base de las hipótesis consignadas en el anexo I.

Una vez completados los ingresos comerciales con las compensaciones, por concepto de Cargas de Infraestructura, Obligaciones de Servicio Público, y la subvención de explotación mencionada más arriba, deberá producirse el equilibrio financiero de la Cuenta de Explotación de la (empresa).

Si hubiere, en el curso del periodo comprendido por el presente contrato, excedentes de Resultados en dicha Cuenta de Explotación, estos montos deberán ser empleados en reducir el endeudamiento de la (empresa).

#### 11. PRESUPUESTO DE INVERSIONES Y SU FINANCIACION

Las inversiones previstas para el periodo del presente contrato, en moneda constante, son las siguientes:

19..	19..	19..	19..	19..

Las inversiones indicadas corresponden tanto en su cuantía como en su desglose a lo previsto en el Plan de Inversiones Públicas (o su equivalente).

La financiación de las inversiones, en moneda constante, se hará de las siguientes fuentes de recursos:

Concepto	19..	19..	19..
Amortizaciones			
Aportación del Estado			
Recursos ajenos			
<b>T O T A L</b>			

Si, excepcionalmente, los habitantes de una localidad pidiesen la realización de un proyecto de inversión para extender los servicios de la (empresa) hasta esa localidad, tal proyecto no podrá ser tomado en consideración si su tasa interna de retorno fuese inferior al    en moneda constante. Dicho proyecto se tomaría en consideración únicamente si la localidad se comprometiera a desembolsar, previamente, un monto que hiciera que los capitales a invertir por la (empresa) alcanzaran una tasa interna de retorno de a lo menos   %.

Estas hipótesis de financiación se han formulado suponiendo que se mantendrán las actuales condiciones de distribución de origen de recursos.

La (empresa) presentará antes del 31 de diciembre de 19\_\_ una metodología de evaluación de inversiones en la que se indicarán los criterios de rentabilidad a utilizar, valor actualizado, tasa de rendimiento interno, periodo de recuperación, etc. Dicha metodología se aplicará a todas las inversiones consideradas de ruptura o de expansión cuya puesta en servicio afecte directamente a la explotación y suponga un aumento en el volumen de actividad de la (empresa). En el caso de que no se pueda medir la rentabilidad de una inversión aislada, se evaluará la rentabilidad del proyecto de inversión completo para el conjunto de la línea o trayecto que se considere.

Estos tipos de proyecto de ruptura o de expansión, para su aprobación por parte del órgano directo de la (empresa), deberán estar sustentados por los correspondientes estudios económicos.

## 12. MEDIDAS DE POLITICA DEL TRANSPORTE

A efectos de aumentar la participación de la (empresa) en el mercado de transporte, tal como está contemplado en el Plan de Transporte, el Ministerio de \_\_\_\_\_ adoptará las medidas necesarias para:

- Asignar en forma progresiva al ferrocarril los tráficos generados por empresas con participación estatal;
- Canalizar el transporte de mercancías peligrosas hacia el ferrocarril.
- Evitar la creación de nuevos servicios discrecionales de viajeros en competencia directa con el ferrocarril;
- Reforzar la inspección para garantizar el cumplimiento de la reglamentación de transporte por carretera, en particular en lo relativo a cargas máximas autorizadas, y
- Estimular la creación de servicios combinados de ferrocarril y carretera, especialmente los de carácter intermodal.

## 13. MEDIDAS DE CARACTER ADMINISTRATIVO

Entre las medidas de carácter administrativo necesarias para el correcto desarrollo de este contrato de programa, procede adoptar una declaración de urgencia a efectos de ocupación de los terrenos necesarios para la ejecución de las obras ferroviarias [si fuera pertinente].

Asimismo, el Ministerio de \_\_\_\_\_ adoptará las disposiciones de carácter energético necesarias con el fin de que:

- Los incrementos de precios que sufra la tarifa eléctrica especial \_\_\_\_\_ (Usos de Tracción) sean inferiores -o en todo caso igual a- la subida media de las tarifas eléctricas;
- Toda la energía eléctrica que consuma la (empresa) esté acogida a la tarifa especial \_\_\_\_\_ (Usos de Tracción).
- Se implante una tarifa especial para el combustible de tracción análoga a la de tracción eléctrica, paralelamente a lo que sucede con los sectores pesquero y agrícola, y
- Se obtenga, sobre la base a la Ley de Conservación de la Energía, las subvenciones del 30% de las inversiones destinadas a la investigación sobre ahorro energético.

#### 14. MEDIDAS DE CARACTER FINANCIERO

Entre las medidas de carácter financiero necesarias para el correcto desarrollo de este contrato de programa, procede adoptar las siguientes:

a) Facilitación de la obtención de recursos: Para estos efectos se obtendrá la autorización del Gobierno al Ministerio de Hacienda para la concesión global y por una sola vez al año, del aval necesario para las operaciones crediticias y emisiones de obligaciones a llevar a cabo por la (empresa).

b) Política de amortización: Dada la finalidad de las amortizaciones de cubrir la reposición de los activos, se elaborará por parte de la (empresa), antes del \_\_\_\_\_, una actualización del valor de sus activos y una revisión de las vidas útiles de los mismos, a los efectos de conseguir una mayor adecuación a la finalidad citada. La aprobación o rectificaciones del Gobierno a la propuesta presentada se hará en el plazo de dos meses.

c) Medidas de tesorería: Con el fin de solventar la permanente crisis de tesorería de los últimos años, que viene gravosamente repercutiendo en la Cuenta de Resultados de la (empresa) y en el sector de proveedores y contratistas, procede adoptar las siguientes medidas:

- Antes del 30 de marzo de cada año, la (empresa) presentará al Gobierno las Cuentas de Resultados, la Memoria y el Balance del ejercicio anterior;
- El Ministerio de Transportes [o su equivalente] adoptará las medidas oportunas con el fin de que se produzca una rápida liquidación de los saldos pendientes por concepto de Cuenta de Estado que la (empresa) tiene con otros ministerios;

- Antes del 31 de marzo de 19\_\_\_, el Estado procurará abonar a la (empresa) bien a cargo del presupuesto del citado año bien como anticipo de tesorería, la totalidad de los créditos pendientes de ejercicios anteriores, tanto por insuficiencias como por servicios de transporte, obras, etc., por lo que en los presupuestos de 1983 se recogerán adecuadamente las previsiones necesarias;
- El Estado abonará en un plazo de 60 días, el 80% de la diferencia entre el déficit real y déficit previsto en el ejercicio anterior, como liquidación provisional, a expensas del cierre definitivo de cuentas, dejando el 20% restante para llevarse a cabo cuando se realice el cierre de dicho ejercicio.

#### 15. EJECUCION Y SEGUIMIENTO DEL CONTRATO

La (empresa) presentará cada año antes del 30 de marzo a los ministerios de Hacienda, Economía, y Transportes [o sus equivalentes] el conjunto de datos disponibles que permitan apreciar, para el ejercicio transcurrido, la realización efectiva de los objetivos fijados en el presente contrato.

#### 16. DESVIACIONES DE EJECUCION

Con el fin de realizar el seguimiento de este contrato, se crea una Comisión en la que estarán representados los ministerios de Transportes Economía, Hacienda [o sus equivalentes] y la propia (empresa) que celebrará reuniones trimestrales con el fin de analizar la marcha del contrato. Esta Comisión elaborará informes trimestrales, y al final del ejercicio uno anual, que remitirá al Delegado de Hacienda en la empresa [o su equivalente].

Si la (empresa) no alcanza al término de un ejercicio alguno de los objetivos fijados en el presente contrato, y especialmente el equilibrio financiero, las partes anteriormente aludidas examinarán las razones de tal desviación y definirán las medidas correctoras oportunas.

Dicha comisión procederá, asimismo, a calcular para cada ejercicio la liquidación definitiva de la subvención, determinando las responsabilidades que por incumplimiento de determinados artículos hayan podido incurrir las partes contratantes.

## 17. CLAUSULA DE SALVAGUARDIA

Si se presentaren hechos o desviaciones imprevistas en la elaboración del presente contrato de programa que hiciesen inaplicables ciertas cláusulas que impidieran el logro de los objetivos pactados, el Estado y la (empresa) realizarán consultas para deducir en que medida deben ser corregidos los compromisos respectivos y acordar las modificaciones a que darán lugar en el futuro.

Anexo I

HIPOTESIS DE BASE UTILIZADAS  
PARA LA ELABORACION DEL CONTRATO

El tráfico que realiza el ferrocarril está ligado muy directamente con la evolución de las condiciones económicas generales del país. Como medida de esta evolución se han tomado las siguientes hipótesis:

Concepto	19..	19..	19..	19..
Crecimiento PIB				
Crecimiento IPC				
Crecimiento IPM				
Incrementos salariales				
Incremento tráfico de viajeros				
Incremento tráfico de mercancías				
Personal medio anual (agentes)				

Anexo II  
CALIDAD DE LOS SERVICIOS

Regularidad

Retraso medio a la llegada de los  
trenes de largo recorrido  
(minutos)

19..	19..	19..	19..	19..	19..

Oferta

Plazas-kilómetros ofrecidas  
(millones)

19..	19..	19..	19..	19..	19..

Fiabilidad

Vagones entrados dentro de plazo  
(porcentaje)

19..	19..	19..	19..	19..	19..

Anexo III  
PRODUCTIVIDAD

Productividad económica

Unidades-kilómetros de tráfico/Número de agentes

19..	19..	19..	19..	19..	19..

Productividad energética

Kilocalorías/TKBR

19..	19..	19..	19..	19..	19..

Productividad técnica

TKBR/Número de agentes

19..		19..		19..		19..		19..		19..

TKBR/TKN

19..		19..		19..		19..		19..		19..

TKBR/VK

19..		19..		19..		19..		19..		19..

## Anexo IV

### FORMULA DE ACTUALIZACION DE LAS CARGAS DE INFRAESTRUCTURA

#### Infraestructura

El concepto de compensación de gastos de infraestructura comprende el mantenimiento, amortización y financiación de la misma.

La (empresa) presentará antes del 31 de diciembre de 19\_\_ un estudio sobre gastos de infraestructura que formalizará la metodología a seguir para evaluar dichos gastos y su cuantificación para el año 19\_\_ (G0). El Gobierno promulgará la normativa necesaria para implantar la compensación por gastos de infraestructura que en años sucesivos se actualizará a través de la fórmula siguiente:

$$G_t = A_t + I_t + G_0 * K_t$$

donde

- G<sub>t</sub> = gastos total infraestructura año t  
A<sub>t</sub> = amortización de infraestructura en el año t, sin la parte correspondiente a transporte suburbano de pasajeros y líneas deficitarias  
I<sub>t</sub> = intereses de la infraestructura en el año t, sin la parte correspondiente a transporte suburbano de pasajeros y líneas deficitarias  
G<sub>0</sub> = gastos total infraestructura año 0, sin amortización e intereses  
K<sub>t</sub> = coeficiente de actualización calculado a partir de la fórmula:

$$K_t = \frac{0.71 * H_t}{H_0} + \frac{0.29 * P_t}{P_0}$$

donde

- H<sub>t</sub> = costo total medio por agente de la (empresa) en el año t  
H<sub>0</sub> = costo total medio por agente de la (empresa) en el año 0  
P<sub>t</sub> = índice precios al por mayor en el año t  
P<sub>0</sub> = índice precios al por mayor en el año 0

#### Pasos a nivel

El Estado abonará a la (empresa) la totalidad del costo de la guardería de los pasos a nivel, ya que el transporte por carretera no soporta esta carga y el ferrocarril está financiando el 50 % de la misma.

El cálculo de la compensación anual se efectuará multiplicando el número medio de pasos guardados por el costo medio del agente de la categoría correspondiente, por un factor  $k$  (coeficiente a determinar que serviría para cubrir gastos de administración, instalación, mantención, etc.). El número medio de pasos guardados en cada año será la media aritmética de las cifras correspondientes al comienzo y al final del año.

Anexo V

FORMULA DE ACTUALIZACION DE LA SUBVENCION POR EL TRANSPORTE SUBURBANO DE PASAJEROS

La subvención por el servicio de transporte suburbano de pasajeros se calculará a través de la fórmula siguiente:

$$St = S0 * VKt * K't + A't + I't$$

donde

- St = subvención total por el servicio de transporte suburbano de pasajeros correspondiente al año t
- S0 = subvención unitaria al viajero-kilómetro, sin incluir amortización e intereses, correspondiente al año 0
- VKt = tráfico de transporte suburbano de pasajeros en el año t, en viajeros-kilómetros
- A't = amortización imputable al material e infraestructura para el transporte suburbano de pasajeros en el año t
- I't = intereses imputables al material e infraestructura para el transporte suburbano de pasajeros en el año t
- K't = coeficiente de actualización calculado a partir de la fórmula:

$$K't = 0.75 \frac{Ht}{H0} + 0.08 \frac{Et}{E0} + 0.13 \frac{Pt}{P0} + 0.04$$

donde

Ht y H0 son los costos por agente definidos en el anexo IV

Pt y P0 son los índices de precios al por mayor definidos en el anexo IV

E0 = índice del costo de la energía en el año 0 (igual a 1)

$$Et = 0.27 \frac{\text{Precio medio del Kwh de electricidad en el año t}}{\text{Precio medio del Kwh de electricidad en el año 0}}$$

$$+ 0.73 \frac{\text{Precio medio del litro de combustible en el año t}}{\text{Precio medio del litro de combustible en el año 0}}$$

Anexo VI

CUENTA DE RESULTADOS EN MONEDA CONSTANTE

A continuación se muestra la evolución de la Cuenta de Resultados [de acuerdo con el plan contable vigente en la empresa]:

Cuenta	19..	19..	19..	19..	19..

Anexo VII

INVERSIONES A REALIZAR

A continuación se da el desglose de las inversiones a realizar, las cuales se enmarcan en los grandes lineamientos de política encaminados, a la vez, a acrecentar la productividad, mejorar la calidad del servicio ofrecido -permitiendo al ferrocarril realizar todas sus potencialidades (transporte masivo, elevada velocidad media, economía de energía, seguridad, frecuencia y regularidad)- y a mantener una capacidad de transporte compatible con el nivel de tráfico esperado y con el retiro del material rodante que sea aconsejable por motivos técnicos o económicos:

Material rodante

Inversiones	19..	19..	19..	19..	19..

Instalaciones fijas

Inversiones	19..	19..	19..	19..	19..

## Apéndice 2

### EL ENFOQUE DE BASE DE DATOS

Como ya se ha señalado en la primera parte de este libro, un sistema de información de apoyo a la gestión ferroviaria requiere que éste se estructure en forma integral e integrada. Sin embargo, aunque se haya tenido esto en mente al visualizar el desarrollo global de dicho sistema, ello podría resultar difícil de llevar a cabo, pues a menudo no es posible integrar información sin haber formado previamente una base de datos de uso común a todos los subsistemas de información. Más aún, el emplear un enfoque de base de datos en el proceso de creación de un sistema de información integrado permite reforzar la aplicación de los siguientes principios básicos:

i) El principio de la independencia del núcleo de información o elementos de datos afines, de las aplicaciones computacionales o subsistemas.

ii) El principio de la unicidad, en el sentido de que todas las unidades de la empresa que generan datos, o se ocupan de su acopio, empleen definiciones únicas, o al menos equivalentes. Asimismo, que sea una sola la unidad encargada de establecer el sistema de clasificación o codificación a emplear en toda la empresa. Esto es esencial, si todas las divisiones o departamentos han de usar en sus subsistemas datos recogidos por otras unidades de la organización.

iii) El principio de la integrabilidad. La característica fundamental es que los datos pueden emplearse para fines diferentes de los que motivaron su acopio, es decir, se pueden integrar de distintas maneras y dar lugar a diversos productos.

iv) El principio de la homogeneidad, esto es, la incorporación de normas para la recogida de los datos y su procesamiento de modo que la información producida por los distintos subsistemas sea comparable.

v) El principio de la acción continua entre los componentes humanos de la organización: los encargados de la gestión informática y los usuarios de ella.

Como es obvio, estos principios son aplicables no sólo al uso de computadoras, sino que también resultan pertinentes para desarrollar un sistema de información manual. También es importante incorporar desde el comienzo al mayor número posible de usuarios potenciales del sistema, en los diferentes niveles de gestión, en especial a los administradores de antiguo cuño con poca fe en la fiabilidad de los métodos informáticos. Será, por

tanto, vital que el analista conozca las necesidades de información que debe servir y se comunique en el mismo lenguaje -tal vez el de la ingeniería de sistemas que no le es extraño ni al ingeniero, ni al administrador, ni al lego- para anticipar, dentro de lo posible, los problemas particulares que presenta este tipo de tareas en una empresa ferroviaria.

En síntesis, la labor de desarrollo del sistema integral e integrado de información puede, en general, dividirse en fases tales como orientación y descripción del problema, formulación de objetivos y metas, acopio de datos, análisis de requisitos, desarrollo de posibles soluciones, evaluación de las alternativas y selección del modelo más apropiado, construcción del sistema en detalle, pruebas y documentación, y operación del sistema. En este contexto vale la pena considerar algunas de las características de un sistema de administración de base de datos, a saber:

- Facilita la protección de la información del acceso no autorizado e impide que haya cambios indebidos en la definición de los elementos de datos;
- Obliga a recoger un elemento de dato de una fuente única -de la que se considere la mejor- para ser usado en múltiples aplicaciones;
- Provee una descripción uniforme para todos los elementos de datos que constituyen el activo de información de la empresa, y de ese modo facilita el acceso a la información por parte de cualquier unidad autorizada de la empresa;
- Hace independiente el elemento de dato de la descripción del mismo, por una parte, y del uso que se le pueda dar en los distintos subsistemas de información, y
- Consolida las definiciones de los elementos de datos en un archivo computacional denominado "esquema".

Los mecanismos de mantenimiento del "esquema" detectan la existencia de más de una definición para el mismo tipo de datos, por lo que hay absoluta seguridad de que el "esquema" contiene una definición -y sólo una- para todos y cada uno de los elementos de datos en la base. Asimismo, dichas definiciones se estructuran dentro del "esquema" de manera uniforme, para que estén al alcance de cualquier programador.

Para una visión más completa de las ventajas potenciales de un sistema de base de datos como método de administración de la información en un ferrocarril, se extracta a continuación el documento sobre un modelo conceptual presentado al Seminario Interregional sobre la Elaboración Electrónica de Datos en la Administración Pública realizado en Bratislava, en 1971. 28/

## MODELO CONCEPTUAL DE BASES DE DATOS

Las cinco funciones o módulos del modelo son el módulo insumos (acopio de los elementos de datos y definición de las características que deben tener); el módulo de manejo de la base de datos (definición de la estructura lógica de los elementos de datos, la incorporación de éstos en la base, la extracción de los elementos de datos de la base), el módulo de aplicaciones (generación de tablas, programas de procesamientos estadísticos, el cómputo de indicadores, etc.), el módulo de productos informáticos (edición y generación de informes, estadísticas, documentos contables, etc.), y el módulo comando (suministro de los lenguajes de comandos, de programación, y de comunicación interna, y a cargo del control, coordinación e interfaz de los diferentes módulos). En el gráfico 16 puede verse un esquema de las interrelaciones existentes entre los diversos módulos.

### 1. El módulo insumos

El módulo insumos vincula el sistema de información con las distintas unidades de la empresa. Este módulo debe tener las siguientes características:

- Ser lo bastante flexible para ajustarse a las variadas necesidades del heterogéneo universo de aplicaciones computacionales contempladas en el sistema integral e integrado de información, y
- Ser compatible con los demás módulos del sistema, tanto en los aspectos metodológicos como en lo relativo a los programas computacionales.

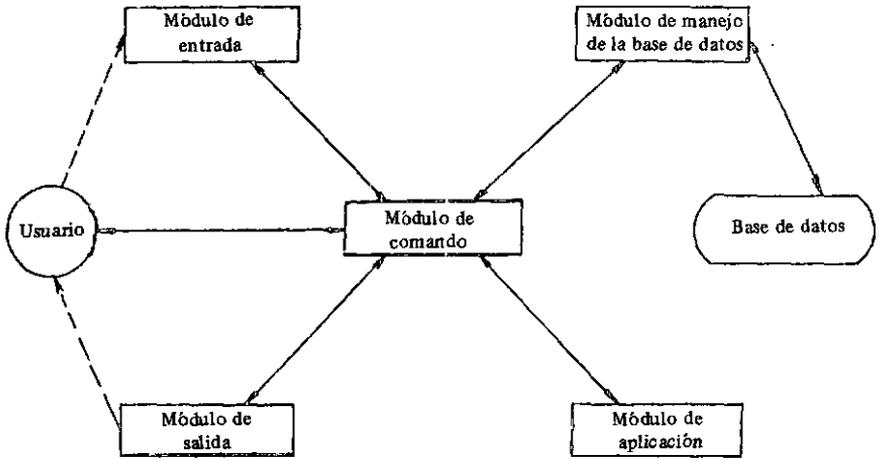
Las actividades o tareas de este módulo son:

- Definición de los elementos de datos y su clasificación uniforme, tomando en cuenta las condiciones específicas y la ubicación físicas de las distintas unidades que se ocuparán del acopio, la naturaleza y el volumen de datos a ingresar, y las condiciones de procesamiento de la información en cada caso específico;
- Verificación de los datos ingresados;
- Validación de los resultados de los cómputos o elaboración de la información ingresada, y
- Procedimiento de seguimiento (monitoring) de la información de apoyo a la gestión.

Las tareas a su vez se dividen en i) metodológicas y ii) relativas a la implantación -integral e integrado- del sistema de información mismo.

Gráfico 16

INTERRELACION ENTRE MODULOS DEL MODELO



1) Entre las tareas del primer tipo tenemos la investigación y análisis de los métodos y procedimientos a ser aplicados en la etapa de ingreso de la información. Un ejemplo es la definición de los requisitos de contenido de los datos y cobertura, así como las necesidades comunes de los varios subsistemas o aplicaciones.

ii) Dentro de las tareas de implantación están comprendidas las relativas al diseño o selección de un lenguaje para el usuario, en el ingreso de la información, normas de codificación, control y verificación, selección del equipo adecuado para el ingreso y transmisión de los datos, las posibilidades de interfaz o enlace con los programas computacionales existentes, y, finalmente, la compatibilidad entre el software seleccionado y el equipo disponible en cuanto a capacidad de memoria para el almacenamiento de la información.

En vista de que se contempla el establecer dentro del sistema de información un módulo de comandos, se descansa en él para vincular este módulo con el resto del sistema.

## 2. El módulo del manejo de la base de datos

El módulo de manejo de la base de datos provee el medio para manipular los archivos en la base de datos y realizar ciertas funciones generales relacionadas con el manipuleo de los datos. Está basado en el supuesto de que la base de datos consistirá de varios niveles, los cuales tienen que estar vinculados. Más aún, se supone que se extraerá elementos de los núcleos de información no sólo a intervalos regulares sino que los elementos de datos deben estar disponibles para ser combinados en cualquier momento a fin de realizar los análisis de gestión.

El módulo está diseñado para establecer los parámetros por los cuales se defina los elementos de datos de modo tal que el usuario tenga una visión coherente de la estructura de los archivos que contienen los distintos núcleos de información a ser manejados o almacenados en la base de datos. Se incluye aquí los programas para la lectura, y transformación de los datos, si fuese necesario, desde el medio de entrada a la memoria de almacenamiento, usando el acceso directo más adecuado. Asimismo, en este módulo están comprendidas las tareas de mantención de los núcleos de información (actualización, reorganización, etc.) de modo que sea posible no sólo alterar el contenido de los núcleos de información sino también modificar la estructura de su almacenamiento. También, se establecen medios para seleccionar los elementos de datos y ponerlos a disposición del módulo de productos y hacerlos accesibles para usos analíticos según las demandas de los usuarios.

En suma, se trata principalmente de la organización de los elementos de datos dentro de la base, desde la perspectiva de su estructura, almacenamiento y métodos de acceso.

La estructura física de los núcleos de información que componen la base de datos estará predeterminada por la configuración del equipo computacional seleccionado y sus capacidades.

Este módulo comprende el diseño lógico de la estructura de la base de datos y de su almacenamiento, el desarrollo de las etapas de prueba de las partes o subsistemas de información básicos y de las vinculaciones entre ellos, y de aspectos tales como la frecuencia de selección de los datos, la relación entre el volumen de los datos almacenados en la base y el volumen de datos extraídos, así como la complejidad de los criterios o parámetros aplicables en la elaboración de la información, todos los cuales deben ser considerados en la etapa de diseño de este módulo.

### 3. El módulo de aplicaciones

Este módulo comprende un conjunto de métodos, sistemas y programas para el procesamiento automatizado de los elementos de datos que constituyen la base y el suministro de la información a los usuarios. Su contenido está determinado por las necesidades de los usuarios, y por la capacidad real del equipo computacional disponible, mientras que las tareas que desarrolla se derivan del tipo y la variedad de las aplicaciones computacionales previamente definidas.

Al diseñar este módulo hay que prestar especial atención a aspectos tales como la definición en detalle de las necesidades de los respectivos usuarios, en cuanto a contenido del producto informático (informe, listado, gráfico, etc.), y los requisitos que deben cumplir los elementos de datos necesarios para producirlos. Esto envuelve tareas como la selección o creación de herramientas metodológicas (procedimientos, algoritmos, modelos, etc.) para el adecuado procesamiento de los elementos de datos, a partir de un adecuado análisis y solución de los problemas relativos a las vinculaciones entre este módulo y los otros componentes del sistema de información.

Este módulo tiene relaciones funcionales con todos los otros módulos del sistema, y éstas determinan los parámetros más importantes para el diseño del resto.

#### 4. El módulo de productos

Este módulo es la representación del sistema para los usuarios. Las demandas de éstos son en su mayoría variables aunque los cambios del contenido de los productos estarán limitados por los elementos de datos disponibles en la base, en cuanto a su tipo y amplitud de cobertura y el grado de agregación con el cual son ingresados los datos.

Este módulo debe contar con su propio lenguaje para llevar a cabo tres funciones básicas: la extracción de los elementos de datos necesarios de la base, la ejecución de operaciones aritméticas simples y el proceso de formato en un medio dado (papel, terminal de video, etc.) y dentro de los límites de ese medio (dimensiones, formularios preimpresos, etc.)

Desde el punto de vista de los objetivos y necesidades de los usuarios los productos pueden dividirse en "mensajes de alta velocidad" como los que se requiere en una aplicación interactiva de pregunta y respuesta en línea, los cuales se caracterizan por un volumen limitado de información, y los lentos o "diferidos" de procesamiento en lotes, caracterizados por amplia cobertura de procesamiento o por el gran volumen de los datos que manejan y de los productos resultantes. En el módulo de productos informáticos, se incluirían los siguientes:

- Catálogos de conjuntos y componentes;
- Libro de estándares;
- Organigrama de los centros de responsabilidad;
- Estados financiero-contables, tales como ingresos de la carga, ingresos de pasajeros, contabilidad general, contabilidad analítica, control de liquidez y control patrimonial, y
- Estadísticas comerciales y operativas, tales como utilización del material rodante y de tracción, intensidad de uso de la vía, etc..

Desde el punto de vista del usuario las actividades de este módulo son las más importantes del sistema de información puesto que éstas son las que lo representan. En este sentido, lo que más interesa es que los lenguajes de comunicación sean fáciles de comprender y manejar para lograr una adecuada interacción. Esta interacción puede ser inmediata, como la puesta en ejecución de un programa de aplicación para que se realicen ciertas funciones del módulo, o la que se produce en una sesión por medio de instrucciones en un terminal, o para la ejecución diferida. Un ejemplo de ésta última sería la producción de índices o listados de información en formatos estándar.

## 5. El módulo comando

El módulo comando es la parte crucial del software del sistema. Controla el procesamiento de los pedidos de información y de las instrucciones dadas por los usuarios al sistema, y coordina las corrientes de información y controla los módulos individuales del software.

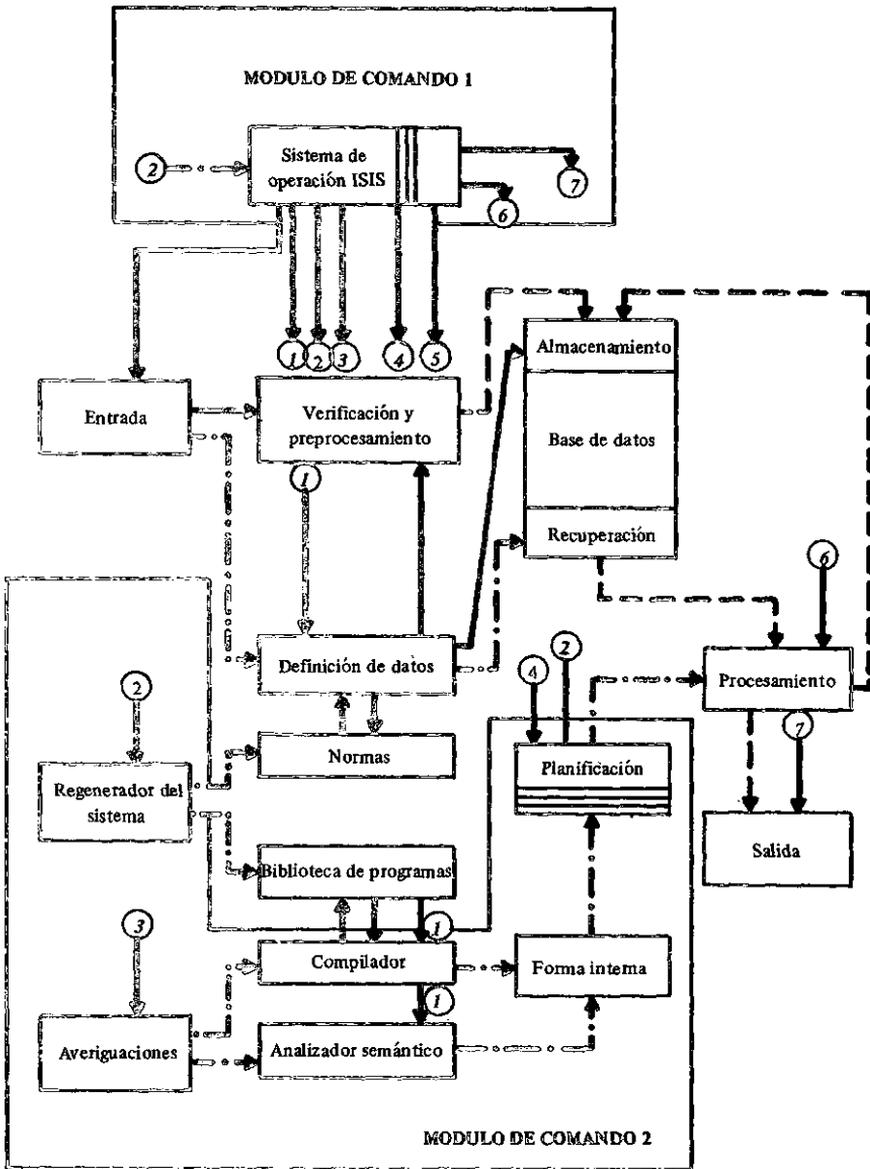
El diseño de este módulo puede dividirse en dos etapas: la relativa a la preparación de un proyecto detallado respecto del software que sea posible implementar de acuerdo con el equipo computacional disponible, y que se ajuste a las necesidades de los usuarios potenciales identificadas previamente; y la que corresponde a la implementación propiamente tal, tomando en cuenta la disponibilidad de equipo y la incorporación de nuevas unidades de procesamiento descentralizado.

Se supone que la empresa dispondrá de facilidades adecuadas para procesar gran parte del volumen de datos que genera, en el sentido de permitir funciones tales como la documentación de las aplicaciones, la creación de la base de datos y su actualización, la selección de los datos, el análisis de los datos, y la presentación de los resultados en la forma que sea útil a las decisiones para la gestión. Esto es importante porque los usuarios pueden pedir el acceso a los elementos de datos en la forma en que éstos se encuentran en la base, pero también debiera ser posible que un usuario pueda lograr un producto más elaborado a partir de esos datos primarios, tales como indicadores de las relaciones entre ellos. Asimismo, los comandos para realizar funciones que se usan periódicamente tendrían que estar incorporados en aplicaciones preprogramadas para que se ejecuten automáticamente al ser invocadas. Al mismo tiempo, para el mantenimiento y futuro desarrollo del sistema integrado de información, será necesario incorporar al módulo los comandos necesarios para extender la cobertura del sistema a nuevas aplicaciones, o para hacer innovaciones tales como cambiar el método de agregación de los datos.

En el gráfico 17 se muestra una representación esquemática de la forma como opera este módulo.

Las tareas más importantes que este módulo tiene que resolver desde el punto de vista de los usuarios son la manipulación de los datos y su procesamiento, y la comunicación de los usuarios con el sistema de información. Para esto, hay que proveer herramientas tales como el lenguaje para la definición de los elementos de datos, los lenguajes de programación computacional, y los lenguajes para los procesos interactivos. En lo posible, los lenguajes seleccionados debieran poder ser usados independientemente de la configuración del equipo en que se empleen.

ESQUEMA OPERATIVO DEL MODULO DE COMANDO



1) El lenguaje para la definición de los datos: Este lenguaje permite la definición del formato y características de los elementos de datos a ser ingresados a la base, así como un método de verificar éstos antes de aceptarlos como válidos. También permite el desarrollo de una estructura lógica de la base de datos y modos de comprimirla en el medio físico en que se almacene. Además de estos elementos que son de naturaleza declarativa, el lenguaje contiene instrucciones que facilitan el ingreso de los elementos de datos descrito de esa forma en los arreglos internos del sistema o base de datos. Contiene asimismo herramientas que permiten borrar o insertar elementos así como corregirlos o cambiar un elemento de un arreglo (actualizarlo). Un lenguaje de este tipo podría ser COBOL, pero la decisión respecto del más adecuado corresponde al analista del sistema.

ii) Los lenguajes de programación: Para una mayor flexibilidad y amplitud de uso del sistema integrado de información, es deseable que algunos de los usuarios del sistema estén en condiciones de programar algunos procesamientos de datos primarios, para lo cual debieran conocer al menos un lenguaje de programación computacional. La selección del que resulte más eficaz deberá ser hecha en forma conjunta por el analista y cada usuario en particular.

iii) El lenguaje interactivo: Para el uso en línea de la base de datos se requiere el conocimiento de un lenguaje simple, lo más parecido al lenguaje natural posible. Sin embargo, la semántica y la sintaxis del lenguaje interactivo tienen por lo general reglas más estrictas que las que normalmente exige el lenguaje natural. Así, el usuario necesitará la ayuda del analista para que éste compile una serie de instrucciones estándar que sirvan a sus necesidades. Como ésta no es una tarea fácil, se aconseja encararla sólo una vez que se haya terminado con el diseño global del sistema de información.

iv) El lenguaje básico estándar: Asimismo, se requiere un lenguaje para manejar internamente las distintas unidades del sistema de información.

El módulo comando es la parte central del software, ya que determina su estructura y crea un todo homogéneo de las diferentes partes del sistema. Se divide en dos parte: el módulo comando propiamente dicho o monitor y los programas utilitarios del sistema.

El monitor analiza las demandas de las partes activas del sistema e inicia los nuevos trabajos asignándolos a los equipos y facilidades del sistema. Desde el punto de vista del monitor, todos los trabajos son equivalentes, pero a través del sistema operativo es posible jerarquizar en forma artificial la realización de

los trabajos y, de ese modo, organizar las actividades del sistema integrado de información.

Así, se compila una lista de los procesos a realizar en los diferentes módulos y registra la forma y las condiciones para la iniciación de dichos procesos. De hecho, toda la comunicación interna del sistema información, respecto de éstos, se maneja a través del monitor.

Los programas utilitarios comunican al sistema con otras partes activas del mismo o con los usuarios, analizan sus demandas y estructuran una secuencia de trabajos o procesos con el objeto de lograr una mayor eficiencia.

En suma, del modelo conceptual descrito se podría deducir que, al aplicar el enfoque de base de datos en el desarrollo de un sistema de información para el apoyo de las decisiones en las empresas ferroviarias de América Latina y España, se obtendría -entre otros beneficios- un descenso en la duplicación de datos, una disminución de los esfuerzos dedicados al acopio de datos para los distintos usos, y la oportunidad de utilizar conjuntos más ricos.

## NOTAS

- 1/ Véase CEPAL. "Sistemas de información ferroviaria: Resultados de un seminario" (E/CN.12/842). Santiago de Chile, agosto de 1969.
- 2/ Véase CEPAL, "El sistema único de costos en los talleres de Ferrocarriles Argentinos" (E/CEPAL/L.181). Santiago de Chile, septiembre de 1978.
- 3/ Véase CEPAL, "Sistemas de información para la gestión operativa de terminales de carga" (E/CEPAL/G.1135). Santiago de Chile, octubre de 1980.
- 4/ Véase CEPAL. "Informe de la Segunda Reunión de Expertos" (E/CEPAL/G.1231). Santiago de Chile, noviembre de 1982.
- 5/ Véase, por ejemplo, la inserción hecha en este sentido por la Asociación de Ferrocarriles Norteamericanos (Association of American Railroads) en la revista Time de abril de 1981.
- 6/ Véase Peter B. Wilson. "The possibilities of automation in the railroad industry", en: "Technological change and the future of the railways", editado por Robert S. Nelson and Edward M. Johnson. Evanston, 1961, 239 p.
- 7/ Véase Hans Wirsching. "Los sistemas de información en las funciones de las administraciones ferroviarias", en: Boletín Informativo AIT, No. 6. Octubre de 1975.
- 8/ Véase Holland Hunter. "Soviet transportation policy". Cambridge, Harvard University Press, 1957.
- 9/ Véase Carmelo Mesa-Lagos. "Cuba in the 1970s: Pragmatism and institutionalization". Albuquerque, University of New Mexico Press, 1974.
- 10/ Véase Luciano Ronchi. "El control económico y financiero por la alta dirección". Editorial DEUSTO, Bilbao, 1965.
- 11/ Presentado por el Area de Administración y Finanzas, Gabinete de Presupuestos, Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles.

- 12/ Basada en el documento "Operating information systems for railroads", elaborado en abril de 1979 por TOPS On-Line Services, Inc., para el uso del Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial en su curso sobre proyectos y gestión de ferrocarriles; y en información recogida de la Southern Pacific Company en mayo de 1981.
- 13/ Presentado por la Subgerencia de Sistemas, Ferrocarriles Nacionales de México.
- 14/ Los sistemas COMPA y CAM se describieron en el documento "Sistemas de información para la gestión operativa de terminales ferroviarios de carga" (E/CEPAL/G.1135) de octubre de 1980, así como en un seminario sobre la materia realizada en la Ciudad de México entre los días 16 y 24 de junio de 1980, bajo los auspicios del proyecto conjunto ALAF/BIRF/CEPAL y la conducción de los Ferrocarriles Nacionales de México.
- 15/ Presentado por la Ferrovia Paulista S.A., São Paulo, Brasil.
- 16/ Basada en comentarios preparados por el Gabinete de Informática de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE).
- 17/ Presentado por el Departamento SEREP, Gerencia de Sistemas y Computación, Ferrocarriles Argentinos, Buenos Aires.
- 18/ Véase William H. Newman. "Programación, organización y control". Editorial DEUSTO, Bilbao, 1966.
- 19/ Ibid.
- 20/ Presentado por la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE).
- 21/ SNCF. "Le contrat d'entreprise entre l'Etat et la SNCF". Paris, 1979.
- 22/ RENFE. "Anteproyecto de contrato-programa Estado-RENFE, 1983-1986". Madrid, 19 de julio de 1982.

- 23/ Ministerio de Obras Públicas, Consejo Superior de Transportes Terrestres. "La política de transportes en Francia", en: "La política de transportes en Europa Occidental", Vol I. Madrid, noviembre de 1976.
- 24/ SNCF. Op. cit.
- 25/ RENFE. Op. cit.
- 26/ Ibid.
- 27/ Ibid.
- 28/ Véase Naciones Unidas. "Seminario interregional sobre el procesamiento electrónico de datos en la administración pública" (ST/TAO/M/63/Add.1; Número de Venta: S.72.II.H.4). Nueva York, 1972.

## كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم. استلم منها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى: الأمم المتحدة، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف.

### 如何购取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经销处均有发售。请向书店询问或写信到日内瓦的联合国图书馆。

### HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

### COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à: Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

### КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

### COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

Las publicaciones de la Comisión Económica para América Latina se pueden solicitar a los distribuidores locales o directamente a través de:

Publicaciones de las Naciones Unidas  
Sección Ventas - A.3315  
Nueva York, NY, 10017  
Estados Unidos de América

Publicaciones de las Naciones Unidas  
Sección de Ventas  
Palais des Nations  
1211 Ginebra 10, Suiza

Unidad de Distribución  
CEPAL - Casilla 179-D  
Santiago  
Chile

Primera edición

Impreso en Naciones Unidas — Santiago de Chile : — 82-3-337\* — abril de 1983 — 2 330

S.83.II.G.18 — 00600 P