

## 4 Rostering en empresas de transporte

### 4.1 *Búsqueda del modelo*

Para elegir el marco general del problema a resolver, se sondeó la opinión de algunas empresas de transporte colectivo.

A tal efecto se elaboró un cuestionario de 15 preguntas para que de forma ágil y en pocos minutos pudiera ser contestado y al mismo tiempo proporcionara suficiente información como para entender a grandes rasgos cuál es la problemática a la hora de asignar el trabajo a los conductores en esa compañía.

El cuestionario fue enviado los meses comprendidos entre noviembre de 1998 y febrero de 1999 a veinte compañías de transporte regular (no discrecional) de entre las más importantes de España.

Como resultado de este sondeo se obtuvo información suficiente de ocho de ellas, siendo en general el grado de colaboración y el interés despertado por el estudio bastante alto.

En el mes de Mayo de 2000 se pudo contactar y obtener datos de otras dos compañías. Contando por lo tanto en total con la información de 10 empresas de transporte urbano regular.

Varias empresas consultadas pidieron se guardara la confidencialidad de los datos facilitados, por este motivo se han codificado los nombres y no se hace referencia a ellos.

### 4.2 *Sondeo de la realidad*

#### **Empresa 1**

La empresa cuenta con 375 conductores aproximadamente.

De las 52 semanas del año la Empresa 1 distingue tres épocas en las cuales la demanda de conductores es diferente. Ordenadas de mayor a menor demanda, las tres épocas son las siguientes:

- 43 semanas normales (del 1 de Septiembre al 30 de Junio)
- 4.5 semanas Julio (del 1 al 31 de Julio)
- 4.5 semanas Agosto (del 1 al 31 de Agosto)

Estas tres épocas del año se planifican de forma independiente, con lo cual tenemos un *horizonte de planificación* máximo de 43 semanas.

Dentro de una misma época, la demanda de conductores depende del tipo de día, contemplándose 6 tipos de día diferentes:

- Tipo F: De lunes a jueves
- Tipo V: Viernes
- Tipo S: Sábado
- Tipo D: Domingo
- Tipo E: Festivo entre semana
- Tipo EE: Festivo entre semana víspera de festivo

El *periodo* que se considerará será en consecuencia diario.

Utilizan cuatro patrones de días libres diferentes que responden a las letras "R", "Z", "X" y "V"

Letra "R"

	LMXJVSD						
R1	XX	XX	XXX	X	XX	XX	XX
R2	XX	XX	XX	XX	XX	XXX	X
R3	XX	XXX	X	XX	XX	XX	XX
R4	XX	XX	XX	XX	XXX	X	XX
R5	XXX	X	XX	XX	XX	XX	XX
R6	XX	XX	XX	XXX	X	XX	XX
R7	X	XX	XX	XX	XX	XX	XXX

Letra "Z"

	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD
Z1	X X	X X	X X	X X	X X	XX
Z2	X X	X X	X X	X X	XX	X X
Z3	X X	X X	X X	XX	X X	X X
Z4	X X	X X	XX	X X	X X	X X
Z5	X X	XX	X X	X X	X X	X X
Z6	XX	X X	X X	X X	X X	X X

Letra "X"

	LMXJVSD
X1	XX

Letra "V"

	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD
<b>v1</b>	XX	XXX	XX
<b>v2</b>	XXX	XX	XX
<b>v3</b>	XX	XX	XXX

El símbolo x representa el día de fiesta. Por ejemplo un trabajador asignado al patrón **v1** tendría la primera semana fiesta el miércoles y el jueves, la segunda el viernes, sábado y domingo, la tercera el lunes y martes, la cuarta semana repetiría el patrón de la primera, esto es miércoles y jueves, la quinta semana repetiría el patrón de la segunda y así sucesivamente.

En una época del año determinada, por ejemplo en lo que se ha denominado *semanas normales*, las jornadas de trabajo que hay que realizar dependen del tipo de día. Por ejemplo hay más jornadas de trabajo los lunes que los domingos.

Por otro lado, las jornadas de trabajo planificadas para cada tipo de día son el resultado de un problema de *Crew Scheduling* diferente, y por lo tanto no tiene por qué haber una correspondencia entre las jornadas del lunes y las del domingo, pudiendo variar no solamente el número de jornadas de trabajo sino también la hora de comienzo, de finalización, la duración, el lugar de incorporación, etc.

Actualmente las jornadas de trabajo pertenecen siempre a una sola línea. Es decir, no se contempla la posibilidad de que un mismo conductor pueda trabajar en dos líneas distintas el mismo día.

Una jornada de trabajo dependiendo de la hora de comienzo, la hora de finalización y de si tiene o no descanso no remunerado, se clasificará como perteneciente a uno de los tres turnos horarios siguientes: Mañana / Tarde / Partido

Dentro de una misma línea las jornadas de trabajo de los distintos tipos de días se agrupan en lo que la compañía denomina *servicios* atendiendo a su lugar de incorporación, a su turno horario, a su hora de inicio, etc.

La siguiente tabla muestra los servicios de la línea 1 en su turno horario de mañana y partido. Los valores que aparecen en el cuerpo de la tabla son la duración del servicio en cada uno de los distintos tipos de días.

Servicio	Lugar Incorporación	F	V	S	D	E	EE	Patrón
1	A	7h 32´	7h 32´	7h 22´				Z
2	B	7h 46´	7h 46´	8h 07´	6h 00´	6h 48´	6h 35´	R
3	C	7h 15´	7h 15´	6h 38´	6h 48´	6h 48´	6h 35´	R
4	C	6h 50´	6h 50´	7h 30´	6h 55´	7h 09´	8h 54´	R
5	B	7h 22´	7h 22´	8h 10´	7h 51´	7h 49´	6h 48´	R
6	C	7h 14´	7h 14´	8h 17´	7h 01´	6h 47´	7h 47´	R
7	B	7h 31´	7h 31´	8h 11´	7h 57´	7h 57´	7h 50´	R
8	C	7h 09´	7h 09´	7h 22´	7h 33´	7h 19´	6h 33´	R
9	B	7h 50´	7h 50´	6h 39´				Z
10	C	7h 20´	7h 20´	8h 31´	7h 12´	7h 26´	6h 00´	R
11	D	6h 45´	6h 45´					X
12	B	7h 52´	7h 52´	6h 32´	7h 42´	7h 42´	6h 00´	R
13	D	7h 12´	7h 12´					X
14	B	7h 47´	9h 00´	6h 36´	6h 40´	6h 40´	8h 09´	R
15*	A	7h 50´	6h 38´					X
16*	E	6h 44´	6h 44´					X
17*	C	7h 09´	7h 10´					X
18	E	7h 45´	7h 45´					X
19	C	7h 40´	7h 40´	6h 33´	7h 45´	7h 45´	7h 45´	R
20	E	7h 42´	7h 42´					X
21	A	7h 57´	7h 57´	7h 01´				Z
22	C	7h 50´	7h 50´	7h 36´	7h 12´	7h 12´	7h 05´	R
23	C	7h 59´	8h 12´	6h 37´	7h 14´	6h 47´	6h 37´	R
24	C	7h 45´	7h 45´	8h 49´	6h 47´	7h 14´	6h 28´	R
25*	B	6h 13´	7h 39´					X
26*	B	6h 17´	6h 17´					X
27	B	6h 55´	6h 55´	8h 08´	6h 00´	6h 42´	8h 22´	R
28*	B	6h 09´	6h 09´					X
29*	C	6h 19´	6h 42´					X
30	B	6h 31´	6h 32´	8h 18´	7h 30´	6h 00´	7h 15´	R
31	B	6h 40´	6h 41´	7h 41´	7h 15´	6h 55´	6h 33´	R
32	B	7h 07´	7h 07´	7h 25´	6h 55´	6h 33´	6h 32´	R

**Servicios de la línea 1 en su turno de mañana y partido**

Los servicios marcados con un asterisco son los que corresponden al turno horario partido.

La columna *Patrón* indica la letra del patrón de días libres asociado a ese servicio.

La asociación se hace mediante las siguientes reglas:

- Si el servicio es diario, se le asigna la letra R
- Si el servicio es de lunes a sábado se le asigna la letra Z
- Si el servicio es de lunes a viernes se le asigna la letra X
- La letra V se podrá utilizar exclusivamente en los servicios de la línea 2

Todos los servicios asignados al patrón R se repartirán de la forma más equitativa posible entre los siete posibles casos: R1, R2,...,R7.

Es decir, de modo que la diferencia máxima entre el número de servicios asignados a dos patrones cualesquiera, sea uno.

Ejemplo: 18 servicios tienen la letra R → 3 servicios se cubrirán con el patrón

R1	3	“	“	“	“	“
R2	3	“	“	“	“	“
R3	3	“	“	“	“	“
R4	2	“	“	“	“	“
R5	2	“	“	“	“	“
R6	2	“	“	“	“	“
R7	2	“	“	“	“	“

Del mismo modo todos los servicios asignados al patrón Z se repartirán de la forma más equitativa posible entre los seis posibles casos: Z1, Z2,...,Z6

Los conductores por orden de antigüedad podrán escoger el servicio en el que trabajarán. A dichos conductores se les denomina fijos.

Los conductores con menos antigüedad quedarán sin asignar a ningún servicio y harán funciones de “corre-turno” sustituyendo a los conductores fijos cuando estos libren según su patrón de fiestas. A todos los conductores corre-turno se les asigna la letra R.

Esta elección por orden de antigüedad se realiza tres veces al año, una para cada periodo (normal, julio, agosto).

Los principales problemas con que se enfrentan en la actual situación es la enorme diferencia que puede haber entre las horas trabajadas por un conductor y por otro.

El único mecanismo con el que cuenta la empresa 1 para equilibrar la disparidad de horas que se produce con un sistema tan rígido, es el de intentar compensar el servicio escogido en un periodo con el escogido en otro. Esto en la práctica no da muy buenos resultados ya que por ejemplo si en el periodo normal a un trabajador se le ha asignado un servicio con un número de horas de trabajo sensiblemente inferior a 35 horas semanales, difícilmente podrá compensar durante los meses de julio y agosto el déficit acumulado durante 43 semanas. Teniendo en cuenta además que durante los meses de julio y agosto es donde suelen ubicarse los periodos vacacionales de los conductores.

## Empresa 2

La empresa cuenta con 220 conductores aproximadamente.

La programación de los conductores se realiza conjuntamente para todo el año. Con lo cual se tiene un *horizonte de planificación* máximo de 365 días.

En cuanto a las necesidades varían dependiendo del tipo de día (laborable, sábado ó domingo) y también del mes del año, de esta manera la demanda de conductores un lunes de enero es de 183, mientras que un lunes de julio es de 147, pudiendo bajar hasta 129 en un lunes de agosto.

La siguiente tabla muestra el número de conductores necesarios cada día.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Ener	131	183	183	139	132	132	183	183	183	183	139	132	183	183	183	183	139	132	183	183	183	183	139	132	183	183	183	183	183	183	183	
Febre	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140		
Marz	132	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	132	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	
Abril	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	132	132	140	132	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	
Mayo	132	132	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	157	140	132	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132
Junio	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	
Julio	147	147	147	119	117	147	147	147	147	147	119	117	147	147	147	147	119	117	147	147	147	147	147	147	119	117	147	147	147	147	147	
Agos	109	107	129	129	129	129	129	109	107	129	129	129	129	129	107	107	129	129	129	129	129	109	107	129	129	129	129	129	109	107	129	
Septl	147	147	147	147	119	117	147	147	147	147	119	117	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	
Octu	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	132	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140
Novie	140	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183
Dicie	183	183	183	183	140	132	183	183	157	183	183	140	132	183	183	183	183	183	140	132	183	183	183	177	132	140	132	183	183	183	177	

**Demanda diaria de conductores**

Existen tres tipos de turnos horarios: Mañana, Tarde y Partido.

Las Jornadas de trabajo siempre pertenecen en su totalidad a una línea determinada y a un turno horario determinado. Es decir, un mismo día no se puede trabajar en dos líneas diferentes.

A continuación se muestran las jornadas de trabajo pertenecientes a la Línea 1, para los tres tipos de día: Laborables, Sábados y Festivos.

Línea 1	Sublínea	Turno horario de Mañana		Turno horario de Tarde	
		Hora comienzo	Hora finalización	Hora comienzo	Hora finalización
Laborable	A	5:30	15:00	15:00	23:10
	B	5:45	14:45	14:45	23:40
	C	6:30	15:15	15:15	24:10
Sábado	A	6:45	15:00	15:00	23:10
	B	7:30	15:30	15:30	23:40
	C	6:30	15:00	15:00	24:10
Festivos	A	7:30	15:40	15:40	24:20
	B	7:50	15:00	15:00	23:40

**Sublíneas de la línea 1**

Se observa que hay sublíneas, como por ejemplo la designada por la letra A que se llevan a cabo todos los días y otras, como por ejemplo la sublínea C que sólo se realiza de lunes a sábado.

El término *sublínea* es utilizado con mucha ambigüedad dentro de las empresas de transporte colectivo. En concreto para la Empresa 2 la sublínea está indicando la agrupación que se establece entre las jornadas de trabajo de los distintos tipos de días.

Si esa agrupación se hubiera hecho de otro modo, por ejemplo agrupando las jornadas de trabajo de los días festivos como se muestra en la siguiente tabla:

Línea 1	Sublínea	Turno horario de Mañana		Turno horario de Tarde	
		Hora comienzo	Hora finalización	Hora comienzo	Hora finalización
Laborable	A	5:30	15:00	15:00	23:10
	B	5:45	14:45	14:45	23:40
	C	6:30	15:15	15:15	24:10
Sábado	A	6:45	15:00	15:00	23:10
	B	7:30	15:30	15:30	23:40
	C	6:30	15:00	15:00	24:10
Festivos	B	7:30	15:40	15:40	24:20
	C	7:50	15:00	15:00	23:40

*Otra asociación en sublíneas de la línea 1*

Sería la sublínea A la que desaparecería en los días festivos en lugar de la sublínea C.

Otras líneas tienen también turno horario partido, por ejemplo la línea 2

Actualmente estos turnos partidos son asignados a los conductores que trabajaron la quincena anterior en la sublínea C, de este modo el conductor que estuvo de mañana en la sublínea C, hará el turno D; y el conductor que estuvo de tarde en el turno C, realizará el E.

Los conductores serán asignados en principio a una sola línea y en la medida de lo posible trabajarán siempre en ella rotando por cada una de las sublíneas en turnos quincenales de mañana y tarde (eventualmente partido). Sólo cuando esto no sea posible se les asignará otra línea previamente priorizada.

Es decir, cada trabajador tiene una lista de líneas en las que puede trabajar ordenada de mayor a menor preferencia –en un caso concreto esta lista puede reducirse a una sola línea, en ese caso el trabajador sólo podrá trabajar en ella -. Como norma general, a cada trabajador se le asignará preferentemente la primera línea de su lista, dejando abierta la posibilidad de que trabaje en otras líneas siempre y cuando aparezcan en su lista.

Todos los conductores deberán descansar un mínimo de 10 horas entre el fin de una jornada y el comienzo de la siguiente.

Existe un número de días de descanso mínimo al mes. Y todos los conductores deberán tener al menos un fin de semana (sábado y domingo) libre al mes.

Dentro de lo posible se crearán parejas estables – a las que se les asignará un coche – a lo largo del año. La ruptura de la pareja sólo se realizará en casos indispensables (control de vehículos disponibles y/o en mantenimiento y reparación).

Esto se plantea desde el momento en que se empareja una jornada de mañana con una de tarde realizada por el mismo coche. Un conductor hace el turno de mañana y su pareja hace el de tarde, al cabo de 15 días, el conductor de la mañana pasa a la tarde y viceversa.

El deseo por parte de la empresa es conseguir una asignación de tareas que logre que todos los conductores de plantilla trabajen, aproximadamente, el mismo número de horas anuales.

Línea 2	Sublínea	Mañana		Tarde		Partido			
		Inicio	fin	inicio	fin	inicio	fin	inicio	fin
Laborable	A	5:12	14:25	14:25	22:25				
	B	6:21	14:36	14:36	23:45				
	C	5:35	14:47	14:47	22:47				
	D					5:25	9:16	16:04	21:17
	E					5:54	9:54	16:40	21:54
	F	6:88	14:58	14:58	21:00				
	G	5:45	15:09	15:09	24:15				
	H	7:15	15:20	15:20	24:30				
	I	6:03	15:31	15:31	23:51				
Sábado	A	5:15	13:30	13:30	21:26				
	B	6:30	15:06	15:06	23:58				
	C	8:03	15:18	15:18	24:10				
	D	5:30	14:06	14:06	21:56				
	E	7:00	15:40	15:40	24:20				
	F			15:50	24:30				
	G	5:45	14:30	14:30	23:34				
	H	6:00	14:42	14:42	23:46				
Festivos	A	5:45	14:16	14:16	22:00				
	B	6:15	14:55	14:55	23:54				
	C	9:00	15:40	15:40	23:28				
	D	9:15	16:00	16:00	23:32				
	E	9:41	15:08	15:08	21:40				
	F	9:54	15:20	15:20	24:18				
	G			15:50	24:30				
	H			16:20	24:6				

**Sublíneas de la línea 2**

### Empresa 3

La empresa cuenta con 40 conductores.

Las jornadas de trabajo se agrupan según su recorrido, por ejemplo todas las que pasan por la N-II, A-19, etc

El siguiente cuadro muestra la distribución de las jornadas de trabajo correspondientes a la N-II

Lista	Línea	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	C10	Libre	6:00 14:00	6:00 14:00	6:00 14:00	6:00 14:00	6:00 14:00	8:00 14:00
2	C10	5:30 13:30	5:30 13:30	5:30 13:30	5:30 13:30	5:30 13:30	Libre	Libre
3	C10	6:30 14:30	Libre	6:30 14:30	6:30 14:30	6:30 14:30	7:00 15:00	9:00 15:00
4	C20	6:40 14:45	6:40 14:45	6:40 14:45	6:40 14:45	6:40 14:45	Libre	Libre
5	C20	6:45 13:45	6:45 13:45	Libre	6:45 13:45	6:45 13:45	6:45 13:45	9:35 14:50
6	C11 C12 C10	7:05 8:50 14:00 22:00	Libre	Libre				
7	C10	13:30 21:30	13:30 21:30	13:30 21:30	Libre	13:30 21:30	14:00 22:00	14:00 22:00
8	C10	15:00 23:00	15:00 23:00	15:00 23:00	15:00 23:00	15:00 23:00	Libre	Libre
9	C20	13:45 22:05	13:45 22:05	13:45 22:05	13:45 22:05	Libre	13:45 22:05	14:50 22:05
10	C20	14:45 21:55	14:45 21:55	14:45 21:55	14:45 21:55	14:45 21:55	Libre	Libre
11	C10	14:30 22:30	14:30 22:30	14:30 22:30	14:30 22:30	14:30 22:30	Libre	15:00 23:00
12	Varios	6:00 14:00	6:30 14:30	6:45 13:45	13:30 21:30	13:45 22:05	15:00 23:00	Libre
13	C10	7:00 15:00	7:00 15:00	7:00 15:00	7:00 15:00	7:00 15:00	Libre	Libre
14	C12	6:45 14:15	6:45 14:15	6:45 14:15	6:45 14:15	6:45 14:15	10:00 14:15	Libre
15	C12	14:15 21:15	14:15 21:15	14:15 21:15	14:15 21:15	14:15 21:15	Libre	Libre
16	C14	8:30 13:00 16:30 19:00	Libre	Libre				

#### N-II

Dentro de estas agrupaciones los conductores van realizando por orden las distintas listas de tareas.

Cada semana los conductores pasarán a realizar la siguiente lista de tareas, el conductor que acaba de realizar la lista 16 realizará la lista 1 a la semana siguiente.

Se distinguen tres turnos horarios distintos: Mañana, Tarde y en algunos casos Partido.

Se observa que dentro de una misma tarea semanal, cada día puede empezar la jornada a una hora diferente. Por regla general las distintas tareas semanales pertenecen a un solo turno horario. No obstante hay algunas como la tarea 12 en la cual se trabaja de mañana el lunes, martes y miércoles y de tarde el viernes y el sábado.

Se cuenta con conductores a tiempo parcial que pueden trabajar de 4 a 6 horas diarias.

Ningún conductor puede trabajar más de siete días seguidos.

El número máximo de días libres seguidos (exceptuando vacaciones) será de tres.

El trabajo de los conductores no está jerarquizado en principio cualquier conductor puede ser asignado a cualquier tarea.

Los principales problemas que plantea la actual forma de trabajar son:

1. El desequilibrio que puede haber entre las horas trabajadas entre un conductor y otro.
2. Las exigencias puntuales de nuevos servicios.
3. Incidencias del tipo baja, incapacidad laboral transitoria, permisos retribuidos,etc.

## Empresa 4

La empresa cuenta con 40 conductores.

Gestiona cinco líneas que de aquí en adelante se denominarán: *A, B, C, D* y *E*.

Los conductores trabajarán cada mes en una línea diferente, intercalando cada cuatro meses el trabajo de "corre- turnos", cuya notación será 0. De esta manera al cabo de 19 meses todos los conductores han trabajado las mismas veces en cada línea.

Mes	Tarea
1	A
2	B
3	C
4	0
5	D
6	E
7	A
8	0
9	B
10	C
11	D
12	0
13	E
14	A
15	B
16	0
17	C
18	D
19	E

*Rotación entre líneas*

Dentro de una misma línea hay turnos horarios de mañana y tarde.

Turno horario	Laborables	Sábados	Festivos
Mañana	06:00 14:00	07:00 14:00	08:30 14:00
Tarde	14:00 22:00	14:00 22:00	14:00 22:00

*Duración de los turnos horarios*

Los conductores cambian de turno horario cada semana, de esta manera se equilibran las diferencias de horas entre uno y otro. Obsérvese que un turno de mañana tiene una media de horas semanales inferior a la de un turno de tarde.

Algunos servicios terminan más tarde de las 22 horas y uno empieza antes de las 6, por lo que el tiempo trabajado en este período se retribuye como horas extras nocturnas.

Los patrones de días libres utilizados son:

	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD
1	XXX	XX	XX	XX	X
2	XX	XX	XX	X	XXX
3	XX	XX	X	XXX	XX
4	XX	X	XXX	XX	XX
5	X	XXX	XX	XX	XX

**Patrones de días libres**

De los 40 conductores, se asignan 8 a cada patrón de fiestas.

Se observa que la demanda de conductores es:

- Laborables  $8 \times 4 = 32$  conductores.
- Sábados  $8 \times 3 = 24$  conductores
- Festivos  $8 \times 2 = 16$  conductores

Atendiendo al patrón de días de fiesta al que están asignados, los conductores se clasifican en cinco grupos: 1, 2, 3, 4 y 5.

Cuando hay un festivo entre semana se asignan dos grupos a los servicios a realizar el día festivo, un grupo tiene ya asignado su día de fiesta semanal - estos trabajadores percibirán un día festivo como si fuera trabajado o tendrán un día compensatorio de descanso – mientras que los otros dos restantes grupos tendrán fiesta.

Todos los conductores trabajan a tiempo completo.

No existe jerarquía entre ellos, pudiendo realizar cualquier conductor cualquier tarea.

## Empresa 5

La empresa cuenta con 201 conductores.

Considera muy improbable que la representación sindical aceptara un patrón de días libres diferente para cada mes en el caso de que la dirección de la empresa lo aceptara.

A los conductores se les asigna una línea fija, pero el día de fiesta no lo cubre un corre turnos, sino que los patrones de días libres se acoplan perfectamente para que cada tres conductores, dos se presenten a trabajar y otro tenga el día libre. Los patrones de días libres utilizados son los siguientes.

	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD
<b>1</b>	XX	XX	XX	XX	XX X	X XX
<b>2</b>	XX	XX	XX X	X XX	XX	XX
<b>3</b>	XX X	X XX	XX	XX	XX	XX

*Patrones de días libres*

Existen tres turnos horarios: Mañana, Tarde y Noche.

El turno de Noche es independiente y los conductores de noche lo hacen siempre en ese horario

Los conductores trabajan dos semanas en el turno de mañana y las dos siguientes en el turno de Tarde.

No hay trabajadores a tiempo parcial.

El patrón utilizado tiene un ciclo de 6 semanas.

Los días de descanso consecutivos deben ser como mínimo dos y como máximo tres.

Los días de trabajo consecutivos son siempre 4.

El trabajo de los conductores no está jerarquizado.

Apreciarían la solución que cubriera todos los servicios con el mínimo número de conductores posible.

## Empresa 6

La empresa cuenta con 250 conductores aproximadamente.

Repartidos en las siguientes secciones:

- 150 Cercanías
- 40 Urbanos
- 60 Largo recorrido (tienen horario fijo)

En principio el conductor que trabaja en una sección siempre lo hace allí, aunque eventualmente pueden prestarse conductores entre secciones, e incluso trabajar a tiempo parcial en otra sección.

La empresa planifica los horarios con un horizonte de un año incluyendo en esta planificación los periodos vacacionales.

A cada trabajador se le entrega una “tarjeta de libres” donde están especificados los días en que trabajará y también la línea que tiene asignada.

A continuación se muestra un ejemplo de tarjeta de libres.

<i>Conductor A</i>		<i>Línea: Urbano Localidad 1</i>																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Ene	L								L	L						L	L								L	L						
Feb	L	L								L	L						L	L								L	L					
Mar				L	L								L	L								L	L							L	L	
Abr					L	L								L	L	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
May	L							L	L							L	L								L	L						
Jun	L	L							L	L							L	L								L	L					
Jul		L	L								L	L							L	L								L	L			
Ago			L	L								L	L						L	L								L	L			
Sep				L	L								L	L							L	L								L	L	
Oct	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	L	L								L	L						L
Nov	L							L	L							L	L								L	L						
Dic		L	L							L	L								L	L						L	L					

### *Tarjeta de libres*

El *periodo* a considerar es diario.

Tomando las tarjetas de libres de cuatro trabajadores: A, B, C y D, es posible deducir el patrón de días libres que utilizan.

	LMXJVSD							
<b>A</b>	XX	XX	XX	X	X	XX	XX	XX
<b>B</b>	XX	X	X	XX	XX	XX	XX	XX
<b>C</b>	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X
<b>D</b>	XX	XX	XX	XX	XX	X	X	XX

### *Patrones de días libres*

El trabajador A tiene asignada la línea urbana de la localidad 1.

Existen tres turnos horarios: Mañana, Tarde y Noche.

Los trabajadores intercambian cada ocho días los turnos de mañana y tarde.

Los “corre-turnos” sin embargo rotan por los tres turnos (mañana, tarde y noche)

## Empresa 7

La empresa cuenta con 4.250 conductores aproximadamente.

No sería aceptable un patrón de días libres diferente cada mes.

Las jornadas de trabajo se clasifican en cuatro turnos horarios: Mañana, Tarde, Noche y Mixto.

Los conductores trabajan siempre en el mismo turno horario. Dándoseles la oportunidad de cambiar de turno al establecer una nueva programación.

Se establece una nueva programación cada vez que se modifica la demanda de conductores en una línea, es decir cada vez que se incrementa o disminuye el número de viajes o de coches en una línea.

Hay líneas que funcionan todo el año con el mismo número de conductores, pero la mayor parte de ellas tienen tres temporadas:

- Invierno (del 15 de septiembre al 15 de junio)
- Verano (del 1 al 31 de Agosto)
- Intermedio (del 16 de junio al 1 de agosto y del 1 al 15 de septiembre)

Cada vez que se establece una nueva programación, salen a concurso lo que denominan turnos de una línea (sublíneas). El trabajador por orden de antigüedad dentro de la línea puede escoger. En la oferta viene emparejado el patrón de días libres con el conjunto de jornadas de trabajo que realizará.

El día de descanso del conductor asignado a una sublínea será cubierto por un corre turnos de esa línea.

Para las líneas que no cambian sus servicios en todo el año se establece que cada dos años deben salir a concurso obligatoriamente también.

La empresa cuenta con trabajadores a tiempo parcial que realizan media jornada.

Trabajan con dos patrones de días libres, de 6 y 3 semanas de ciclo respectivamente.

	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD
<b>A1</b>	X	XX	XX	XX	XX	X
<b>A2</b>	XX	XX	XX	XX	X	X
<b>A3</b>	XX	XX	XX	X	X	XX
<b>A4</b>	XX	XX	X	X	XX	XX
<b>A5</b>	XX	X	X	XX	XX	XX
<b>A6</b>	X	X	XX	XX	XX	XX

	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD
<b>B1</b>	XX	XX	X
<b>B2</b>	XX	X	XX
<b>B3</b>	X	XX	XX

*Patrones de días libres*

Estos patrones están diseñados pensando en que las jornadas de trabajo de un día laborable se ven disminuidas aproximadamente en un 30% los sábados y en un 50% los domingos.

Está establecida una relación de 10 días libres cada 6 semanas.

El número de días de trabajo consecutivos varía entre 5 y 7 ambos inclusive.

Los días de descanso en el primer patrón siempre son 2 consecutivos y en el segundo patrón hay días de descanso sueltos.

Cada 6 semanas hay en el primer patrón 2 fines de semana completos más un domingo.

En el segundo patrón todos los domingos son libres y 2 de cada tres fines de semana.

Debido a las variaciones en la congestión del tráfico es posible que una jornada de trabajo que tiene previsto acabar a una hora determinada, acabe más tarde, en este caso los minutos realizados fuera de jornada se van acumulando y pueden ser cambiados por días libres adicionales.

## Empresa 8

La empresa cuenta con 207 conductores.

Consideran que sería aceptable un patrón de días libres diferente para cada mes pero la empresa afirma que no es necesario.

La empresa realiza dos grandes líneas a las que se denominará A y B. La planificación de los horarios de conductores se realiza independientemente en cada una de las líneas. Cuando es preciso se "prestan" conductores una línea a la otra, pero esto ocurre esporádicamente.

Se distinguen 8 tipos de días distintos donde la demanda de conductores y el horario de los mismos es diferente.

- 000 - Laborables lectivos (hay clase en la Universidad)
- 200 - Laborables no lectivos
- 100 - Viernes lectivo
- 300 - Viernes no lectivo
- 400 - Sábado
- 500 - Domingo
- 600 - Agosto
- 700 - Fiestas locales

Para cada tipo de día se plantea y resuelve un problema de *Crew Scheduling* diferente dando como resultado las jornadas de trabajo para cada tipo de día. Una jornada de trabajo debe tener una duración comprendida entre 7.15 y 8.45 horas.

En cada Jornada de trabajo se indica: Lugar de incorporación al trabajo  
Hora de inicio  
Hora de finalización  
Partes de trabajo que incluye (hora, coches, recorrido...)  
Horas extras  
Horas de descanso  
Tipo de turno horario al que pertenece la jornada

Con las jornadas de trabajo resultantes se hacen unas combinaciones a las que denominamos *Listas de Tareas*. Y para identificarlas con facilidad se la asigna un código a cada una: MQ01, MQ02, MQ03, ...

En cada Lista de tareas se indica: Jornada de trabajo para los días de tipo 000  
Jornada de trabajo para los días de tipo 200  
Jornada de trabajo para los días de tipo 100  
Jornada de trabajo para los días de tipo 300  
Jornada de trabajo para los días de tipo 400  
Jornada de trabajo para los días de tipo 500  
Jornada de trabajo para los días de tipo 600  
Jornada de trabajo para los días de tipo 700  
Patrón de días libres

Todas las jornadas de trabajo de una misma lista de tareas deben pertenecer al mismo turno horario, deben tener un mismo lugar de incorporación al trabajo y una hora similar de inicio de la jornada.

En un día laborable la línea A por ejemplo tiene de 71 a 75 jornadas de trabajo, sin embargo en fin de semana este número baja hasta 50 jornadas de trabajo.

Estas jornadas de trabajo que por la agrupación anterior no quedarían incluidas en ninguna lista de tareas, ya que sólo se realizan en días laborables, quedan asignadas a conductores denominados *domingueros* que tienen fiesta todos los sábados y domingos.

Los patrones de días libres utilizados en las listas de tareas, son los siguientes:

	LMXJVSD	LMXJVSD	LMXJVSD
<b>A</b>	X XX	X X	XX
<b>B</b>	XX	X XX	X X
<b>C</b>	X X	XX	X XX

**Patrones de días libres de la línea A**

Se observa que diariamente, de cada 3 conductores, dos trabajan y uno libra. Como las listas de tareas están formadas por jornadas de trabajo que se realizan todos los días, existen dos tipos de listas de tareas:

- Las que serán asignadas a los *titulares* (Ej.: MQ01, MQ02, MQ03,...) Las cuales tendrán la mitad asignada la letra A de patrón de fiestas y la otra mitad la letra B.
- Las que serán asignadas a *relevistas de dos turnos* (Ej.: MQ83= MQ01+MQ03, MQ84=MQ02+MQ07, ...). Formadas por la combinación de dos listas de *titulares* con letra distinta. El conductor *relevista de dos turnos* realizará las suplencias los días que falten los titulares. Estas listas de tareas tendrán obviamente siempre asignada la letra C.

En la línea A los conductores siempre trabajan en el mismo turno horario.

	LMXJVSD											
<b>A</b>	11122	2 111	111 2	22222	111111	2222	22 11	11111	222222	111	1111	222222
<b>B</b>	22 11	1111	222222	11111	1 222	222 1	11111	22222	2 111	1111	2222222	1112
<b>C</b>	11222	222222	1111	11 22	2222	111111	22222	22 11	1111	2222222	111	111 1

**Patrones de días libres línea B**

En la línea B los conductores trabajan de forma alterna en el turno horario de mañana (1) y de tarde (2).

El turno horario de Noche lo hacen siempre los mismos conductores.

Tan sólo los conductores que cubren incidencias y los relevistas de vacaciones pueden cambiar de turno horario dependiendo de la cantidad de absentismo que se produzca.

Las listas de tareas salen a concurso en el mes de junio y los conductores pueden escoger la que desean realizar por orden de antigüedad.

De los 365 días del año, 149 corresponden a días de descanso.

Aparte de las fiestas intersemanales, los conductores disfrutan de dos periodos vacacionales:

- *Vacaciones largas* que deben realizarse entre los meses de mayo a octubre
- *Vacaciones agrupadas* que pueden realizarse en los meses de enero, diciembre ó abril.

Las vacaciones también salen a subasta, pero la preferencia en este caso no la marca la antigüedad sino otros criterios. En particular el que ha escogido primero su periodo de *Vacaciones largo* escogerá el último el de *Vacaciones agrupadas*.

Utilizan conductores a tiempo parcial. Dichos conductores pueden trabajar entre 11 y 18 jornadas mensuales.

El trabajo de los conductores no está jerarquizado.

Se valora la solución que además de utilizar el menor número posible de conductores, los hiciera trabajar a todos el mismo número de horas aproximadamente al cabo del año. Dicho número se estima es 1728 horas / año.

Hacen hincapié en la gran importancia que tiene en la planificación los periodos vacacionales, los periodos de descanso agrupados, las peticiones de descanso y el absentismo.

## Empresa 9

Actualmente la empresa trabaja con 89 conductores divididos en dos grupos a los que denominaremos: grupo A y grupo B. Dichos grupos son programados de forma absolutamente independiente. Al grupo A pertenecen 30 conductores y al grupo B los 59 restantes.

Los patrones de días libres que se están utilizando actualmente se podrían considerar no rotativos ya que la longitud de ciclo para el caso del grupo A es de 30 semanas y para el grupo B de 59 semanas.

La empresa trabaja con cuatro turnos horarios:

- Turno de mañana: desde las 5.30 a las 15.00.
- Turno de tarde: desde las 13.00 a las 23.30.
- Turno de noche: desde las 22.00 a las 6.00.
- Turno partido: con un descanso no retribuido de más de 1:30 horas.

Las jornadas de trabajo pertenecientes al turno horario de mañana empiezan por la letra M y van seguidas de un número impar. Las jornadas de trabajo del turno horario de tarde empiezan por la letra T y van seguidas de un número par y las jornadas de noche empiezan por N.

Después del código de la jornada está indicada la duración de la misma en horas y minutos. Una jornada de trabajo puede tener una duración mínima de 6 horas y máxima de 9 horas.

Existen unas jornadas especiales que se denominan RM, RT y R. Cuando un conductor es asignado a RM (reserva de mañana) o RT (reserva de tarde) debe responsabilizarse de algunas incidencias como podrían ser: la retirada de trenes de las vías u otras cuestiones de fiabilidad del servicio. La letra R significa reserva es decir cubrir bajas por absentismo, vacaciones, etc. o bien incrementos inesperados del servicio por causa de una manifestación, un acontecimiento deportivo, etc.

Como se puede observar en el cuadro de servicios del grupo A, a los conductores se les hace cambiar de turno horario continuamente, tanto de mañana a tarde, de tarde a noche como de tarde a mañana.

Los conductores trabajarán 44 semanas al año, el resto corresponderán a vacaciones, compensación de festivos no disfrutados, etc.

El número de horas que debe trabajar un conductor al cabo del año son 1680, lo cual representa una media de 38.11 horas a la semana. Puesto que las jornadas de trabajo tienen distinta duración unas deben compensar a las otras. Por convenio tienen estipulado que cada tres semanas como máximo tienen que regularizarse estas horas, lo cual significa que cada tres semanas el tiempo trabajado tiene que ser igual a  $38.11 \times 3 = 114.33$  horas.

Los 30 conductores del grupo A rotan por las 30 semanas del cuadro de servicios, de manera que al cabo de 30 semanas todos ellos habrán hecho exactamente las mismas horas. Las últimas 7 semanas los conductores permanecen en reserva lo cual quiere decir que el viernes de la semana anterior les es entregado un cuadro donde se indica la actividad de la semana próxima, dicho personal cubrirá las bajas por vacaciones, absentismo, etc. o los turnos especiales que se puedan crear por un aumento esporádico de servicio.

El año es dividido en dos periodos: el de verano y el de invierno, donde la demanda es considerablemente diferente.

El trabajo de los conductores no está jerarquizado de modo que cualquier conductor puede ser asignado a cualquier jornada de trabajo.

Sem.	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Cp.Sem.	Cp.Mult.
1	M1- 6,45	M1- 6,45	M3- 6,27	D	T4- 8,33	<b>T14-8,18</b>	D	36,48	
2	M3-6,27	R-9,00	T16- 6,08	RT-9,00	RT-8,59	D	D	39,34	76,22
3	D	R-9,00	M1-6,45	M1-6,45	M5-8,30	<b>M13-6,00</b>	D	37,00	
4	<b>T16-6,08</b>	<b>T4-8,33</b>	D	T16-6,08	T12-8,23	RT-9,00	D	38,12	114,33
5	RM-9,00	M3-6,27	<b>R-9,00</b>	<b>M3-6,27</b>	M7-8,27	D	D	39,21	
6	D	D	T2-8,18	T2-8,18	T2-8,18	<b>T8-8,22</b>	<b>T6-8,49</b>	42,05	
7	<b>T2-8,18</b>	<b>T2-8,18</b>	D	D	M3-6,27	RM-8,39	RM-8,36	40,18	114,33
8	M15-7,10	M15-7,10	<b>RM-8,55</b>	<b>RM-8,55</b>	D	D	D	32,10	
9	D	D	RT- 8,58	T12-8,23	T16-8,43	<b>T12- 8,27</b>	<b>T4-8,38</b>	43,09	
10	<b>RT-8,58</b>	<b>T16-6,08</b>	D	D	RM-8,58	M9-7,10	M1-8,45	39,59	114,33
11	M5-8,10	RM-8,55	<b>M15-7,10</b>	<b>M15-7,10</b>	D	D	D	31,25	
12	D	D	T10-8,20	T10-8,20	T10-8,20	<b>T10-8,11</b>	<b>T2-8,38</b>	41,49	
13	<b>T10-8,20</b>	<b>T10-8,20</b>	D	D	M15-7,10	M5- 7,41	M5-8,09	39,40	114,33
14	M11-8,16	M11-8,16	<b>M11-8,16</b>	<b>M11-8,16</b>	D	D	D	33,04	
15	D	D	T8-8,38	T8-8,38	T8-8,38	<b>T6-8,18</b>	<b>T8-8,53</b>	43,05	
16	<b>T4-8,33</b>	<b>RT-8,58</b>	D	D	M1-6,30	M11-6,10	M3-8,57	39,08	114,33
17	M9-8,05	M9-8,05	<b>M9-8,05</b>	<b>M9-8,05</b>	D	D	D	32,20	
18	D	D	T14-8,38	T14-8,38	T14-8,38	<b>T2-8,14</b>	<b>RT-9,00</b>	43,08	
19	<b>T14-8,38</b>	<b>T14-8,38</b>	D	D	M9-8,05	M7-6,00	M7-8,00	39,21	114,33
20	M13-8,01	M13-8,01	M13-8,01	M13-8,01	D	D	D	32,04	
21	<b>T8-8,38</b>	T8-8,38	T4-8,33	T4-8,33	D	<b>D</b>	<b>D</b>	34,22	
22	D	<b>M5-8,10</b>	M5-8,10	M5-8,10	M11-8,16	M1-8,05	D	40,51	114,33
23	T12-8,23	T12-8,23	<b>T12-8,23</b>	<b>D</b>	N1-6,00	N1-8,11	D	39,20	
24	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.		
25	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.		
26	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.		
27	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.		
28	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.		
29	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.		
30	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.	Res.		

Tabla de servicios del grupo A

## Empresa 10

La empresa cuenta con 1126 conductores.

Las jornadas de trabajo tienen siempre una duración de 7h 30' y se agrupan en los siguientes turnos horarios.

Turno	Hora comienzo	Hora finalización	Hora comienzo	Hora finalización
M-4	5:50	13:20		
M-5	6:00	13:30		
M-6	6:45	14:15		
M-50*	8:00	15:30		
M-60*	8:00	15:30		
T-4	13:20	20:50		
T-5	13:20	20:50		
T-6	14:15	21:45		
T-50*	15:30	23:00		
T-60*	15:30	23:00		
P-2	13:30	17:30	21:00	0:30
S-2	17:30	1:00		
S-3	18:30	2:00		
S-6	18:30	2:00		
D-4	8:30	12:30	17:00	20:30
D-5	9:00	12:30	17:00	21:00
P-11	7:17	10:15	14:00	18:30
D-6	17:00	0:30		

**Turnos horarios**

Los turnos marcados con un asterisco son los denominados turnos flexibles, el turno M-50 es por ejemplo el turno flexible del M-5, el M-60 el del M6, etc. esto significa que algunos días como sábados, domingos o festivos, se trabaja con el horario indicado y el resto con el horario indicado en el turno del mismo código omitiendo el cero.

Se puede observar que hay algunos turnos con el mismo horario, por ejemplo el turno S-3 y S-6 la diferencia radica en el trabajo que tienen asignados los conductores acogidos a uno u otro turno, por ejemplo los del turno S-3 solo pueden realizar funciones de conductor de viajeros, sin embargo los asignados a S-6 son conductores de viajeros y maniobras.

Los conductores se distribuyen en tres grupos denominados: *fijos*, *suplentes* y *reservas*.

Los conductores *fijos* siempre trabajarán en la misma línea y en el mismo turno horario. Como mucho se permitirá que en las épocas de baja demanda como por ejemplo en el mes de agosto, varíen la línea asignada, sin embargo deberán entrar en la misma localización aunque pueden salir en distinto lugar.

Los *suplentes* rellenan los días de descanso de los *fijos*, por lo tanto pueden cambiar de línea aunque no cambian de turno horario.

Por último los *reservas* cubren las incidencias tipo enfermedad, etc. Los *reservas* sí pueden cambiar de turno horario. El convenio permite que cambie de turno horario hasta un 12% de la plantilla, en la realidad sólo lo hace un 3%.

Utilizan un solo juego de patrones de días de libres cuyo ciclo es de 7 semanas.

Según están contruidos estos patrones por cada 5 conductores finos habrá 2 conductores suplentes que rellenarán los descansos de los fijos. Cuando el número de líneas a cubrir en un turno horario no es múltiplo de 5 se colocan siempre los suplentes necesarios para cubrir los descansos de los fijos por exceso y se les asignan días de reserva para cubrir otros puestos que aparezcan por enfermedad, incidencias, etc.

	LMXJVSD						
<b>G1</b>	XX X	X X	XX	XX	XX	XX	XX
<b>G2</b>	XX	XX X	X X	XX	XX	XX	XX
<b>G3</b>	XX	XX	XX X	X X	XX	XX	XX
<b>G4</b>	XX	XX	XX	XX X	X X	XX	XX
<b>G5</b>	XX	XX	XX	XX	XX X	X X	XX
<b>G6</b>	XX	XX	XX	XX	XX	XX X	X X
<b>G7</b>	X X	XX	XX	XX	XX	XX	XX X

Cómo se puede observar el domingo descansa un 42% de los conductores frente al 28% que lo hacen los laborables y los sábados.

No se utilizan conductores a tiempo parcial.

El trabajo no está jerarquizado de manera que cualquier conductor en principio puede trabajar en cualquier línea.

## Cuadro Comparativo

	Conductores	Periodo	Horizonte	Nº patrones	Turnos horarios
<b>Empresa 1</b>	375	Diario	294 periodos	17	M/T/P
<b>Empresa 2</b>	220	Turno/Día	1095 periodos		M/T/P
<b>Empresa 3</b>	40	Turno/Día	1095 periodos	16	M/T/P
<b>Empresa 4</b>	40	Turno/Día	730 periodos	5	M/T
<b>Empresa 5</b>	201	Turno/Día	730 periodos	3	M/T/N
<b>Empresa 6</b>	250	Turno/Día	1095 periodos	4	M/T/N
<b>Empresa 7</b>	4250	Diario	365 periodos	9	M/T/N/P
<b>Empresa 8</b>	207	Diario	365 periodos	7	M/T/N
<b>Empresa 9</b>	89	Turno/Día	1080 periodos	2	M/T/N/P
<b>Empresa 10</b>	1126	Turno/Día	6570 periodos	7	16 turnos hor.

## 4.3 Conclusiones

### Patrones cíclicos

La primera decisión al respecto consiste en dilucidar si el planteamiento en las empresas de transporte terrestre se asemeja a las empresas de transporte aéreo donde los patrones son variables.

Para ello se hizo la siguiente pregunta:

- ¿Sería aceptable un patrón de días libres diferente cada mes?  
Por ejemplo, en las compañías aéreas a cada miembro de la tripulación se le entrega mensualmente una programación de vuelos diferente que cumpliendo unos requisitos de días de fiesta, periodos de descanso, número máximo de horas de vuelo, etc. no tienen por qué tener la misma estructura de días de descanso.

Aceptable: 10

No Aceptable: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8 y 9

### Cambio de turno horario

En segundo lugar se plantea la pregunta de si el patrón debe representar únicamente días libres o también cambios de turno horario.

En el primer caso el problema se puede separar y resolver para cada uno de los turnos horarios independientemente. En el segundo caso el modelo debe incluir todos los turnos horarios que se combinan entre sí.

Para ello se eligieron las siguientes preguntas:

- ¿Agrupa las jornadas de trabajo en turnos horarios? ¿Cuáles?  
Turno de mañana  
Turno de tarde  
Turno de noche  
Otros:
- ¿Se obliga a los conductores a cambiar de turno horario? ¿Cada cuanto?

Separable por turnos: 1, 7, 8 y 10

No separable por turnos: 2, 3, 4, 5, 6 y 9

Si el problema no es separable por turnos horarios entonces el número de periodos se verá multiplicado por el número de turnos horarios de cada periodo.

Por ejemplo si se tiene dentro de un horizonte de planificación de 20 semanas un periodo diario y dentro de cada día puede haber tres turnos horarios con tres demandas diferentes, se tendrán  $20 \times 7 \times 3 = 420$  periodos con una demanda eventualmente distinta para cada uno de ellos.

### Asignación del conductor a una línea fija

Todas las empresas consultadas plantean el *Crew Scheduling* por separado para cada línea, es decir que una jornada de trabajo siempre pertenece a una sola línea.

Sin embargo un mismo conductor podría realizar en distintos días, jornadas de trabajo pertenecientes a distintas líneas.

Hay empresas de transporte que consideran fundamental asignar a los conductores, o al menos a parte de ellos, a una línea fija. Avalan su postura afirmando que de este modo los conductores

conocen mejor el trayecto, cuidan mejor el vehículo ya que de alguna manera lo consideran suyo, etc. Esto puede llevar a grandes diferencias en el cómputo total de horas trabajadas, ya que las *jornadas de trabajo* pueden tener duraciones sensiblemente diferentes entre sí.

Para obtener información sobre este aspecto se formuló la siguiente pregunta:

- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ajusta más a su forma de trabajo?
  1. A los conductores (o al menos a parte de ellos) se les asigna una línea fija en la cual trabajan todos los días. El día que ese conductor tiene fiesta su trabajo lo realiza un “corre-turnos”
  2. Cualquier conductor puede trabajar en cualquier línea. Y cambiar de línea cada día si es necesario.
  3. Otras:

Línea fija: 1 ,2, 3, 5, 6, 7 ,8 y 10

Línea rotativa: 4 y 9

### Utilización de conductores a tiempo parcial

La utilización de trabajadores a tiempo parcial proporciona en general mayor flexibilidad a la hora de organizar horarios. No obstante en muchos sectores esta práctica es muy poco frecuente.

El cuestionario pasado a las compañías incluía la siguiente pregunta:

- ¿Utiliza conductores a tiempo completo y tiempo parcial?  
¿Cuál sería la duración mínima y máxima de una jornada a tiempo parcial?  
Por ejemplo, de 2 a 6 horas diarias o bien de 2 a 3 jornadas de 8 horas a la semana, etc.

Utilizan conductores a tiempo parcial: 3, 6, 7 y 8

No utilizan conductores a tiempo parcial: 1, 2, 4, 5, 9 y 10

### Caracterización de patrones válidos

En el supuesto de que no es aceptable un patrón de días libres diferente para cada mes, se formularon las siguientes preguntas para caracterizar los rasgos básicos de lo que sería un patrón válido.

- ¿Duración máxima y mínima del ciclo?
- ¿Existe un número mínimo y máximo de días de trabajo consecutivos? ¿Cuáles son?
- ¿Existe un número mínimo y máximo de días de descanso consecutivos?
- ¿Los fines de semana reciben un tratamiento especial?  
De cada A fines de semana al menos B deben ser libres. Por ejemplo de cada 4 fines de semana al menos 2 deben ser libres.  
Valor de A:  
Valor de B:  
Otras restricciones referentes al fin de semana:
- ¿Existe alguna restricción respecto a la semana natural (de lunes a domingo)?  
Cada semana natural debe haber como mínimo A días de fiesta.  
Valor de A:  
Durante una semana se trabajarán A días y B días durante la siguiente:  
Valor de A:

Valor de B:  
Otras restricciones relativas a la semana natural:

De las respuestas obtenidas se deduce que las compañías utilizan un número muy reducido de patrones de días libres y que cada modificación en dicho patrón por pequeña que sea es necesario pactarla con los trabajadores.

En el cuadro comparativo se hace mención del número de patrones distintos que utilizan actualmente las empresas consultadas y en el se observa que este número oscila entre 3 y 17 patrones.

## **4.4 Inventario de acciones**

De la información recogida se desprende que la mayor parte de las empresas realizan la fase de *Crew Scheduling* de forma mecanizada, al contrario de lo que ocurre con la fase de *Rostering* que sigue haciéndose de forma manual o semi-manual en prácticamente la totalidad de los casos.

Los problemas que se observan son derivados muchas veces de este tratamiento manual.

A continuación se enumeran algunos de estos problemas y se apunta la correspondiente acción correctiva.

### **Creación de nuevos patrones de días libres**

La imposibilidad de dar rápidamente un nuevo patrón de fiestas adaptado a una nueva demanda, hace que en muchos casos se adopten patrones de días libres prefijados de antemano. Dichos patrones suelen estar contruidos de forma que cada día se presenten a trabajar el mismo número de conductores. Tal y como se expone en el capítulo 7, esto es un gran inconveniente cuando el número de conductores necesarios no es múltiplo de la longitud de ciclo del patrón. Ya que al no tener asignado el mismo número de conductores todos los grupos, la finalidad con la fueron creados no se cumple y se producen de hecho déficits de personal en algunos periodos.

Para paliar este problema se propone construir los patrones una vez conocida la demanda, de forma que éstos se adapten siempre al número de conductores necesarios.

### **Globalizar**

En muchas ocasiones el problema de *rostering* se aborda manualmente, lo cual implica que cualquier modificación para ensayar nuevas alternativas puede ser muy costosa. Esto ha llevado a que en la práctica, el problema se subdivida en problemas más pequeños. Normalmente esto se consigue a base de separar las jornadas de trabajo en grupos –pertenecientes todas ellas a la misma línea o grupo de líneas- y haciendo lo mismo con los conductores.

Las posibles alternativas se reducen entonces mucho y es bastante cómodo el manejo.

El tratamiento informático del problema permite abordarlo en su conjunto y en general el contar con un número mayor de posibilidades permitirá conseguir una mejor solución.

### **Ampliación del horizonte de planificación**

Por motivos prácticos el horizonte de planificación se reduce para conseguir que el problema de *rostering* sea tratable manualmente.

Sin embargo algunos de los objetivos más deseados –como puede ser el reparto equitativo de horas de trabajo- no es posible considerarlo si no es planificando conjuntamente todo el año.

La planificación de vacaciones y periodos de descanso solicitados complica enormemente el problema pero en la práctica hay que darle solución.

### **Cambio de línea**

En algunos casos a cada conductor se le asigna una línea fija con un horario fijo todos los días.

Otras veces el conductor es asignado a una línea fija (recorrido fijo) pero va trabajando en las distintas sub-líneas de ésta (con distintos horarios de trabajo).

La asignación a una línea determinada es una restricción muy fuerte, en especial en los casos en que no existe la figura del “corre turnos” ya que esto obliga a que la asignación tenga que cerrarse con un número determinado de conductores que puede suponer un redondeo muy elevado del número de jornadas necesarias.

### Creación de listas de tareas equilibradas

Las jornadas de trabajo pertenecientes a dos días con demanda de servicios diferente, normalmente son fruto de dos planteamientos de *Crew Scheduling* distintos.

Esto significa que probablemente las jornadas de trabajo de un día laborable y de un domingo no se correspondan exactamente en cuanto a su hora de inicio y finalización.

Por ejemplo:

Sublínea	Horario laborables	Horario sábados	Horario domingos	Horas semanales
A	5:12 – 14:25	5:15 – 13:30	5:45 – 14:16	62 h 51'
C	5:35 – 14:47	8:03 – 15:18	9:00 – 15:40	59 h 55'

Si las sublíneas se establecieran intercambiando el servicio del domingo obtendríamos unas sublíneas ligeramente más equilibradas.

Sublínea	Horario laborables	Horario sábados	Horario domingos	Horas semanales
A	5:12 – 14:25	5:15 – 13:30	9:00 – 15:40	61 h
C	5:35 – 14:47	8:03 – 15:18	5:45 – 14:16	61 h 46'

