

Pronóstico de Abonados y de Tráfico

Para una Red Rural

Estudio de Caso

Sr. Herbert Leijon, UIT



**UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**



ESTUDIO DE CASO

PRONOSTICO DE ABONADOS Y DE TRAFICO PARA UNA RED RURAL

1. PRINCIPIOS DE PRONOSTICO PARA REDES RURALES
2. EL CASO ESPECIFICO
3. SU TAREA
4. UN VISTAZO AL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
5. VARIABLES
6. DATOS BASICOS
 - 6.1 Datos de población y abonados
 - 6.2 Matriz de tráfico presente para comunas
 - 6.3 Descripción general del distrito
 - 6.4 Descripción especial de ciertos lugares
 - 6.5 Política de lista de espera
 - 6.6 Ideas generales sobre categorías de tráfico
 - 6.7 Descripción de categorías de tráfico
 - 6.8 Clasificación hipotética de las aldeas
 - 6.9 Introducción general a las densidades
 - 6.10 Densidades máximas por categoría de tráfico
 - 6.11 Tasa de llamadas por categoría de tráfico
 - 6.12 Desarrollo de las tasas de llamadas
7. VERIFICACIONES Y AJUSTES PREPARATORIOS
 - 7.1 Tasas de llamadas por aldea
 - 7.2 Tráficos hipotéticos totales presentes por comuna
 - 7.3 Verificación del tráfico total de la comuna
 - 7.4 Clasificaciones preliminares de las aldeas en el futuro
 - 7.5 Densidades máximas preliminares por aldea
8. PRONOSTICO DE ABONADOS POR ALDEA
 - 8.1 El modelo logístico exponencial
 - 8.2 Forma final de la clasificación de aldeas en el futuro
 - 8.3 Lista de espera futura
 - 8.4 Pronósticos finales
9. PRONOSTICOS DE TRAFICO
 - 9.1 Tasas de llamadas futuras por categoría de tráfico
 - 9.2 Tasas de llamadas futuras por aldea
 - 9.3 Pronóstico de los tráfico totales de la comuna
 - 9.4 Pronóstico de tráfico de larga distancia, LD, para las comunas
 - 9.5 Tráficos totales dentro del distrito
 - 9.6 Tráficos preliminares entre las comunas
 - 9.7 Factores de afinidad para tráfico entre comunas
 - 9.8 Matriz de tráfico futuro para comunas
 - 9.9 Tráficos actuales por aldea
 - 9.10 Tráficos futuros por aldea
 - 9.11 Tráficos futuros por aldea (si se usan concentradores inteligentes)
 - 9.12 Matriz de tráfico futuro final para comunas (si se usan concentradores inteligentes)
10. PRONOSTICOS FINALES

1. **Principios de Pronóstico de Tráfico para Redes Rurales**

Teniendo en mente que:

- para propósitos de planeamiento, las redes rurales se dividen usualmente en dos niveles jerárquicos;
- las unidades de conmutación en el nivel más bajo son generalmente pequeñas o muy pequeñas y están conectadas jerárquicamente sólo a una central combinada a un nivel más alto;
- las aldeas y pueblos son usualmente de tipos muy diferentes en tamaño, actividades económicas, etapas de desarrollo, tendencias de desarrollo, etc.;

debemos tratar de:

- pronosticar el tráfico saliente, entrante e interno para cada aldea;
- pronosticar los tráficos entre áreas en un nivel más alto;
- pronosticar el número de abonados para cada aldea y pueblo;
- en general, pronosticar por tipo de aldea más bien que por clase de abonado.

2. **El Caso Específico**

El área rural actual es un distrito con un centro distrital que comunica con el mundo exterior. El distrito se divide en 19 comunas. Los centros comunales son pueblos donde se localizan centrales combinadas. Cada centro comunal tiene una red jerárquica que llega a sus aldeas. Hay un total de 264 aldeas.

La datos que tenemos son los siguientes:

Cifras de la población de las comunas y de las aldeas de 5 años atrás, en el presente y los pronósticos para los próximos 5, 10 y 15 años. También tenemos cifras de los abonados conectados y aquéllos en espera desde hace 5 años y en la actualidad. Tenemos la matriz actual de tráfico para las comunas y el tráfico LD. Adicionalmente, hay información general sobre el distrito, las comunas, y algunos pueblos y aldeas. Además, la administración ha tratado de clasificar las diferentes aldeas de acuerdo al estado y el desarrollo esperado en la densidad de abonados y en las tasas de llamadas.

3. **Su Tarea**

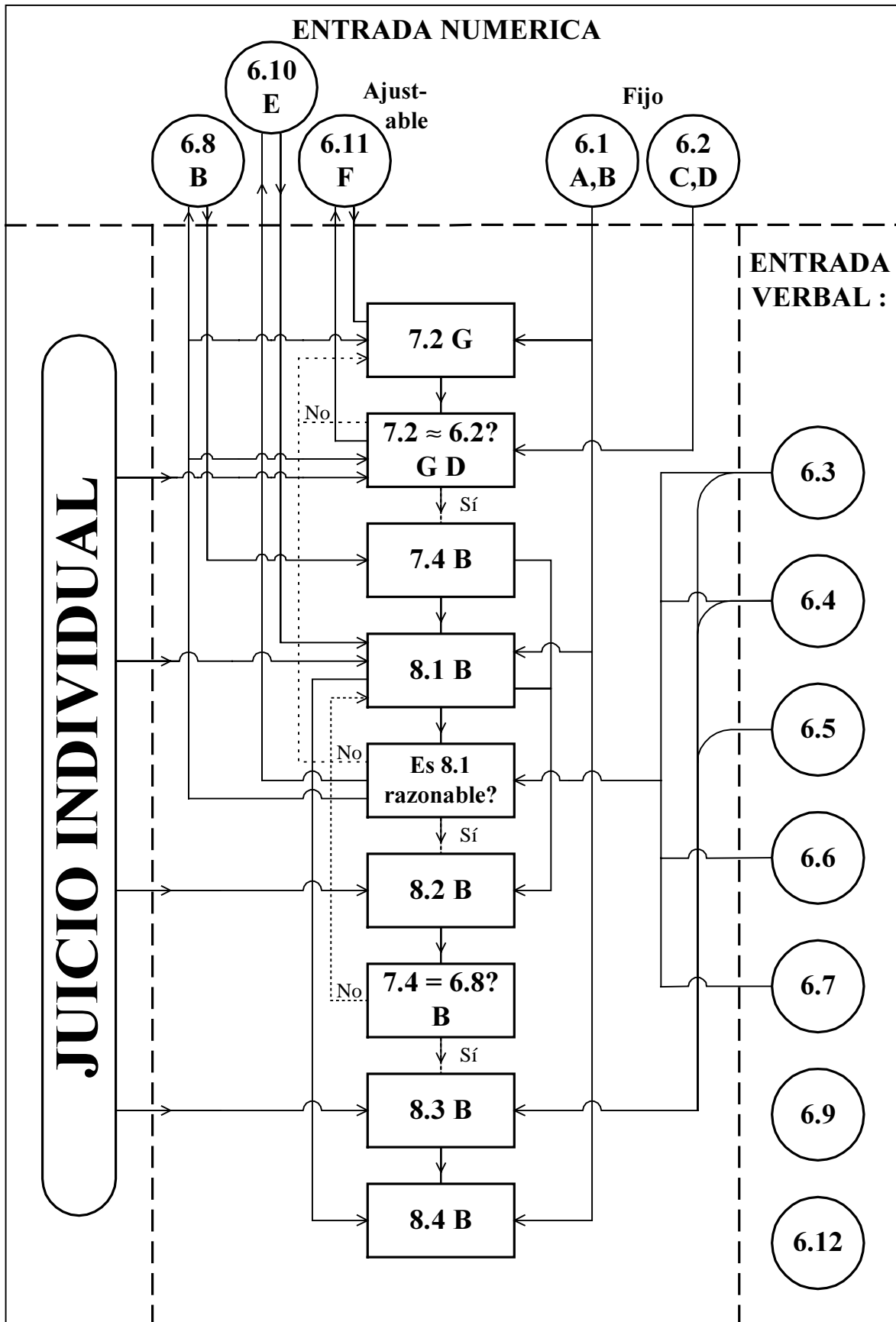
Su trabajo consiste en pronosticar el número futuro de abonados por aldea y por pueblo, la matriz de tráfico entre las comunas y los tráficos LD, así como los tráficos para cada aldea y pueblo.

El procedimiento de trabajo recomendado involucra mucho razonamiento individual, juicio subjetivo y decisiones, sin lo cual el pronóstico no podrá completarse apropiadamente. Por favor, note que, opcionalmente, usted es libre de incluir más juicio subjetivo. Se espera que usted produzca un informe escrito mostrando no sólo los pronósticos finales, sino también el resultado intermedio en forma de tablas, con una explicación de los problemas que afrontó y su análisis y decisiones acerca de ellos; es decir, el tipo de decisiones individuales que usted tomó y las razones que tuvo para hacerlo.

4. Un Vistazo al Procedimiento de Trabajo

- (1) Pronosticar el número futuro de abonados conectados por aldea y pueblo, aplicando una función logística exponencial a los datos históricos de población y abonados, junto con su opinión del tamaño de las futuras listas de espera.
Las opiniones individuales deben basarse en el trabajo ya hecho por la administración, sobre el desarrollo de la densidad y sobre las descripciones generales del distrito, las comunas y las aldeas.
- (2) Pronosticar las tasas de llamadas por aldea verificando las opiniones de expertos con respecto a los registros de tráfico disponibles.
- (3) Pronosticar los tráficos totales por comuna, usando el pronóstico de abonados y el pronóstico de tasas de llamadas por aldea, combinados con la tabla de clasificación de las aldeas.
- (4) Pronosticar el tráfico LD por comuna mediante algún método razonable.
- (5) Remover los tráficos LD de la matriz.
- (6) Pronosticar los tráficos punto a punto entre comunas usando los métodos de afinidad, crecimiento ponderado o algún otro método.
- (7) Conciliar los tráficos punto a punto con los tráficos totales.
- (8) Pronosticar los tráficos de origen, de destino e interno de las aldeas, usando para ello las tasas de llamadas y el número de abonados.
- (9) Verificar que los dos pronósticos de tráfico, o sea, la matriz de tráfico para comunas y los tráficos de origen, de destino e interno por aldea coincidan razonablemente bien. En caso contrario, tendrán que repetirse partes del procedimiento de trabajo a la luz del resultado de la verificación.

Los pronósticos requeridos consisten en los resultados de (1), (4), (7) y (8).

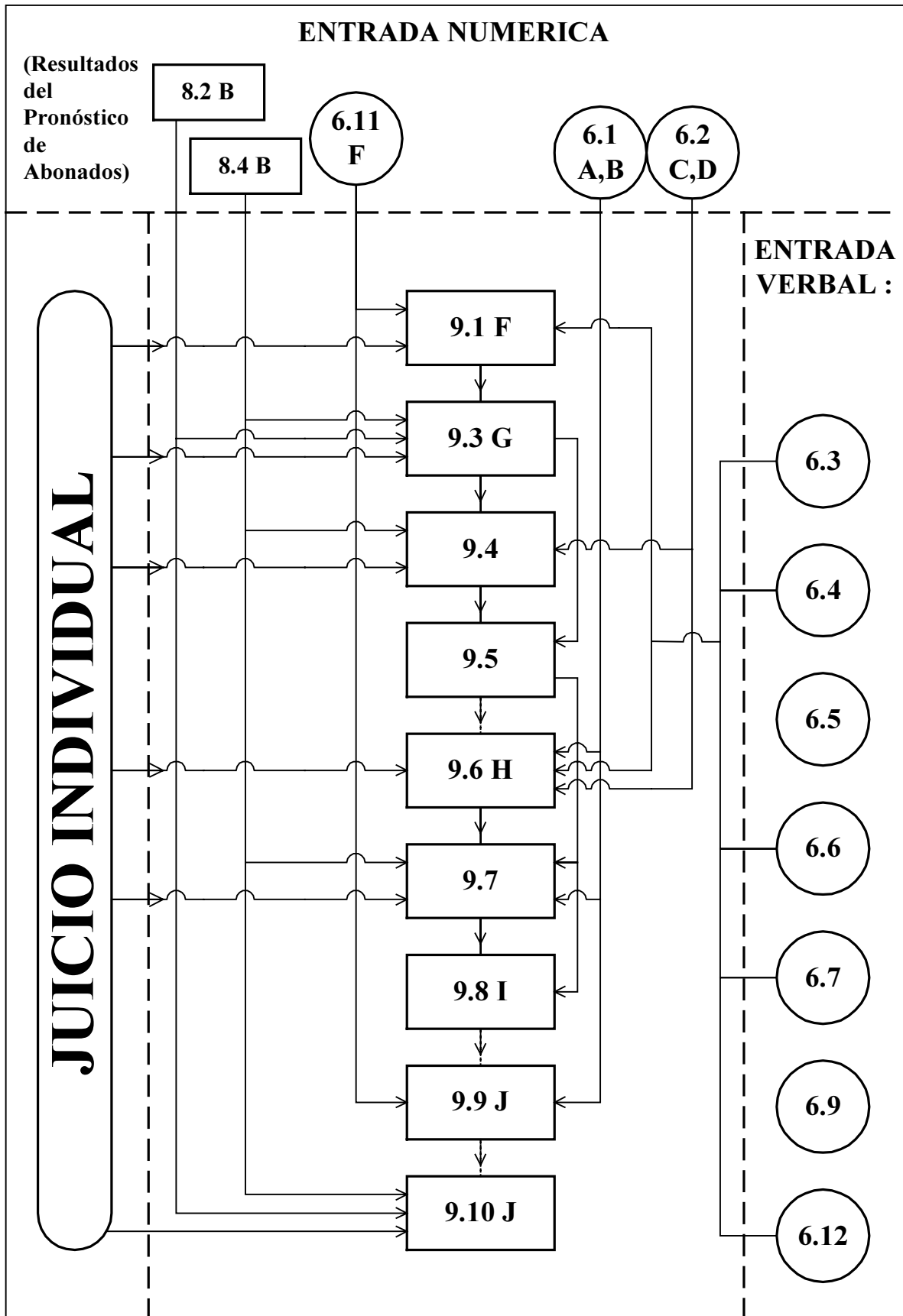


PROCESO DE PRONOSTICO
1. Cálculos preparatorios y pronóstico de abonado

Los números se refieren a capítulos en este documento.

Las letras se refieren a hojas de datos computarizados mostradas en este documento.

—→ significa “proceder” o “regresar”.



PROCESO DE PRONOSTICO

2. Pronóstico de tráfico

Los números se refieren a capítulos en este documento.

Las letras se refieren a hojas de datos computarizadas mostradas en este documento.

—→ significa “proceder” o “regresar”

Para usar estos diagramas de flujo hay muchos puntos que se necesita discutir y decidir. A continuación se da una lista de verificación con algunos de los puntos más importantes:

LISTA DE VERIFICACION

Actividades y decisiones importantes

RUBRO	ACTIVIDADES Y DECISIONES
Valores TC	
DMAX	
TCR, PO, PI	
% de abonados conectados para T = 5, 10, 15	
Método de pronóstico de tráfico para tráfico punto a punto	
Método de pronóstico de tráfico para tráfico LD	
Otros estudios	
Conclusiones	

5. Variables

P	= Población
N	= Número de abonados conectados
L	= Número de abonados en lista de espera
A	= Tráfico
TCR	= Tasa de llamadas total
PO	= Proporción de tráfico de origen
PI	= Proporción de tráfico interno
DMAX	= Penetración máxima = límite de saturación
PN	= Proporción de abonados conectados
TC	= Categoría de tráfico
Y	= Relación de penetración y penetración máxima
D	= Penetración
M	= Curva constante (pronóstico de densidad)
C	= “ “ “ “
TW	= “ “ “ “
YW	= “ “ “ “
AOH	= Tráfico de origen de la comuna, hipotético
ATH	= Tráfico de destino de la comuna, hipotético
AO	= Tráfico de origen
AT	= Tráfico de destino
AI	= Tráfico interno
AOI	= Tráfico de salida, concentradores inteligentes
ATI	= Tráfico de entrada, “ “
AII	= Tráfico interno “ “
F	= Factores de afinidad
AF	= Tráfico final (algunos tráficos internos removidos)

Subíndices

c	= Número de comuna
v	= Número de aldea
(T)	= Punto de tiempo
i,j	= Número de comuna
(0)	= Tiempo presente
D	= Distrito
L	= LD
T	= De destino
O	= De origen
TC	= Categoría de tráfico

6. Datos Básicos

6.1 Datos de abonados y de población

Lugar		Población					Abonados Conectados		Abonados en Espera	
C O M U N I D A D	A L D E A	P _v (T)					N _v (T)		L _v (T)	
		T = -5	T = 0	T = 5	T = 10	T = 15	T = -5	T = 0	T = -5	T = 0

La datos se guardan en la computadora y las correspondientes hojas de datos impresas, A y B se ven así:

(A)

D:01	010101								
C:0101	1010101								
M:300000.	0.0	0.0							
				T=	- 5	0	5	10	15
P01 01 01	23.033.3				54090	61290	67050	71850	75200
P01 01 03	25.735.1				260	260	250	240	220
P01 01 04	25.933.7				145	140	130	120	100
P01 01 07	25.232.5				100	90	80	70	60
P01 01 08	24.131.4				240	200	190	170	160

c, v

P_v(T)

(B)

Village	Cat	N _v -5	L _v -5	N _v 0	L _v 0	ND _v 5	ND _v 10	ND _v 15	% 5	% 10	% 15
P01 01 01	0000	12680	1200	16220	1360	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 03	4444	21	5	24	7	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 04	4444	7	2	10	2	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 07	4444	3	0	3	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 08	4444	17	2	18	3	0	0	0	1.00	1.00	1.00

c, v

N_v(T), L_v(T)
(T = - 5, 0)

Opcionalmente, se puede agregar los datos de la aldea dentro de los datos de la comuna:

Comuna	P _C (T)					N _C (T)		L _C (T)	
	T = - 5	T = 0	T = 5	T = 10	T = 15	T = - 5	T = 0	T = - 5	T = 0
C									

$$P_C(T) = \sum_{V \in C} P_V(T)$$

$$N_C(T) = \sum_{V \in C} N_V(T)$$

$$L_C(T) = \sum_{V \in C} L_V(T)$$

Esta tabla no se presenta en la computadora, de modo que si usted desea tenerla, tendrá que hacer los cálculos independientemente.

6.2 Matriz de Tráfico Actual para Comunas

$\begin{matrix} \nearrow \\ i \end{matrix}$ j	1	2	---	Σ	LD	Σ
1		A _{ij} (0)		A _{ID} (0)	A _{IL} (0)	A _{IO} (0)
2						

Σ		A _{Dj} (0)		A _{DD} (0)	A _{DL} (0)	A _{DO} (0)
LD		A _{Lj} (0)		A _{LD} (0)	0	---
Σ		A _{Tj} (0)	A _{TD} (0)		---	$\begin{matrix} A_O(0) \\ A_T(0) \end{matrix}$

La matriz se almacena en la computadora. Los tráficos punto a punto y los tráficos LD se muestran en la hoja de datos C, abajo, y los tráficos totales se presentan en la hoja de datos D.

C

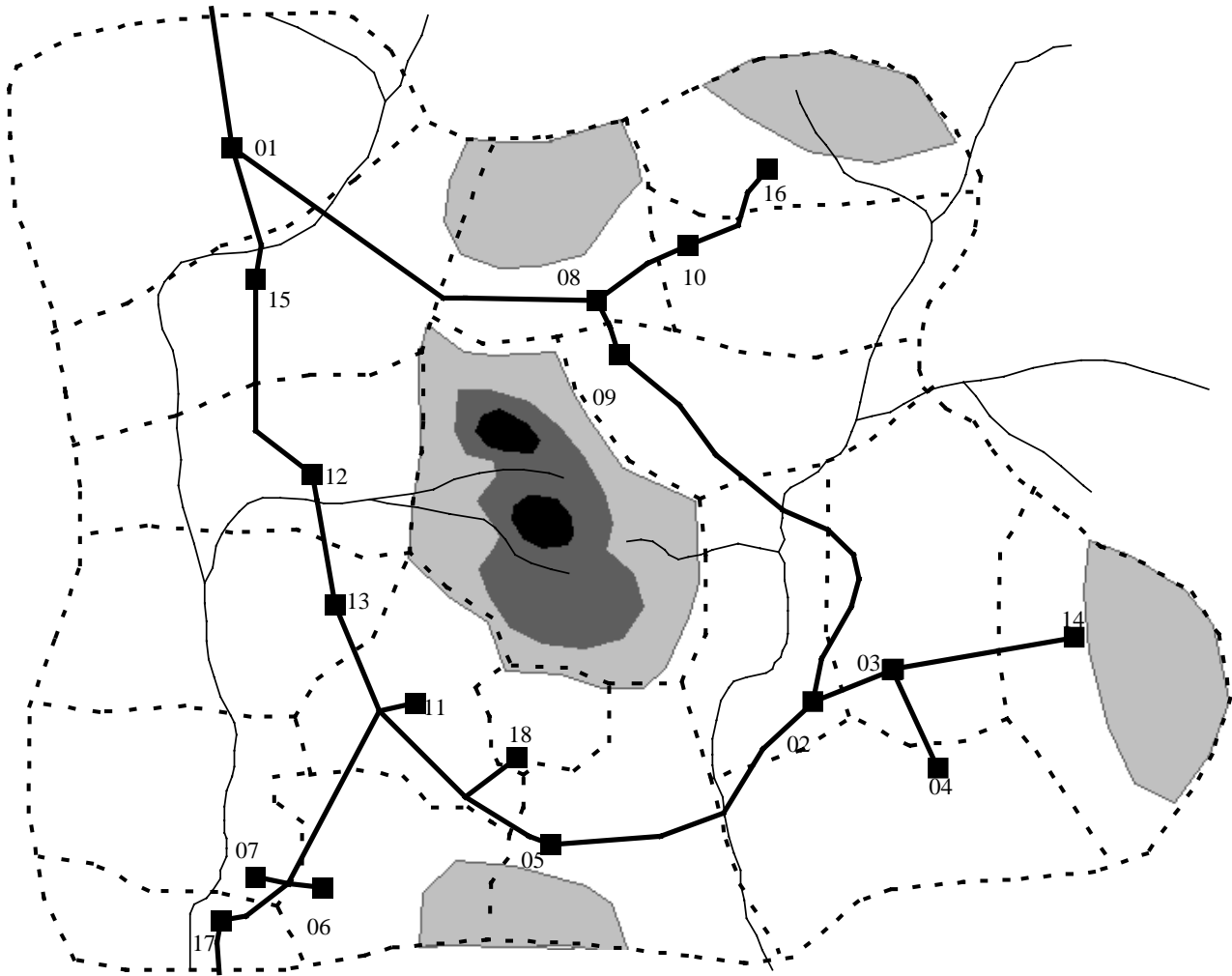
18 Comunas										$A_{ij}(0)$	
766.1	18.7	3.9	2.1	1.7	13.5	1.4	9.7	6.9	3.8	$i = 1$	
9.5	1.4	1.3	4.0	4.0	2.6	1.2	0.2	57.3			
37.6	263.4	3.2	1.7	1.4	11.3	1.2	8.1	5.7	3.2	$i = 2$	
7.9	1.2	1.1	3.3	3.3	2.1	1.0	0.1	23.3			
11.0	4.6	42.2	0.5	0.4	3.3	0.3	2.4	1.7	0.9	$i = 3$	
2.3	0.4	0.3	1.0	1.0	0.6	0.3	0.1	3.4			
										$A_{iL}(0)$	

	$A_{iD}(0)$	$A_{Dj}(0)$	$A_{iL}(0)$	$A_{Lj}(0)$	$A_{iO}(0)$	$A_{Tj}(0)$
Comuna	Origen	Destino	LD - salid.	LD - entr.	Tot - orig	Tot - dest.
1	852.0	952.8	57.3	51.5	909.3	1004.3
2	356.8	344.8	23.3	22.5	380.1	367.3
3	73.3	61.2	3.4	2.7	76.7	63.9
4	39.5	27.9	1.1	0.9	40.6	28.8

6.3 Descripción General del Distrito

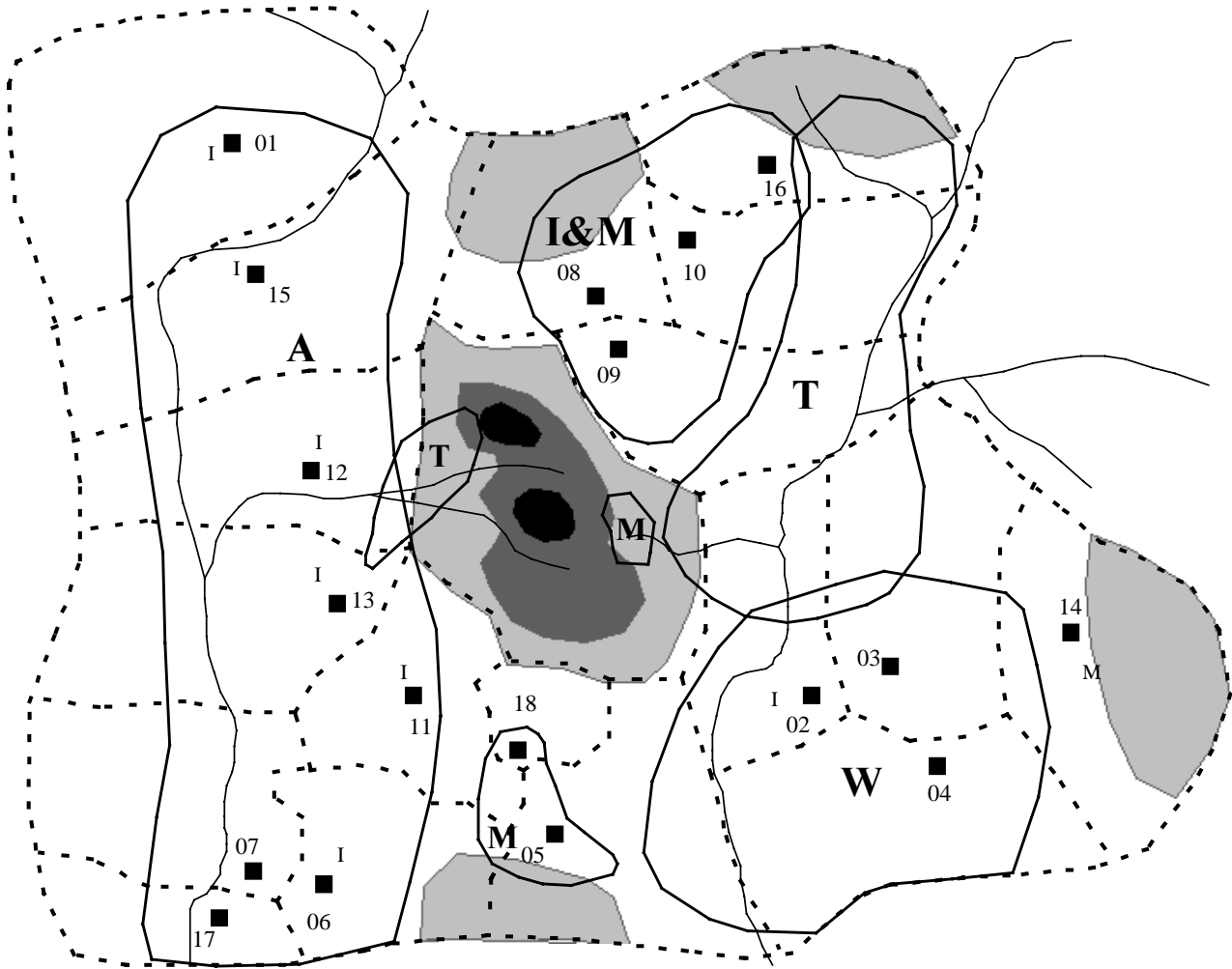
El distrito está ubicado en una parte montañosa del país. Hay una región central, deshabitada, con montañas muy altas y salvajes conocidas por su belleza y consecuente atracción al turismo. También hay montañas altas en los extremos noreste y sudeste del distrito. Un valle hermoso y soleado corre de norte a sur, atravesado por un río rápido de agua dulce reputado por su buena pesca. En el oeste hay otro valle plano con un río fluyendo a través de él, pero este río es ancho y lento. Las actividades en este distrito son principalmente agrícolas. La planicie occidental es particularmente buena para la agricultura. Los pueblos más grandes, sin embargo, se precian de tener una industria bien desarrollada y diversificada. La parte sur de la planicie oriental es un área de crecimiento vinícola. El vino que se produce aquí es de muy alta calidad y las ganancias de exportación provenientes de esta actividad han aumentado sostenidamente cada año.

Encontramos áreas mineras, en una extensión limitada, en las montañas del sur y centro, e industrias mineras más grandes y desarrolladas en el extremo noreste, el cual también está altamente industrializado.



Topología actual

- = Centro comunal
- = Límite comunal
- ~ = Río
- = Camino Principal
- = Área montañosa



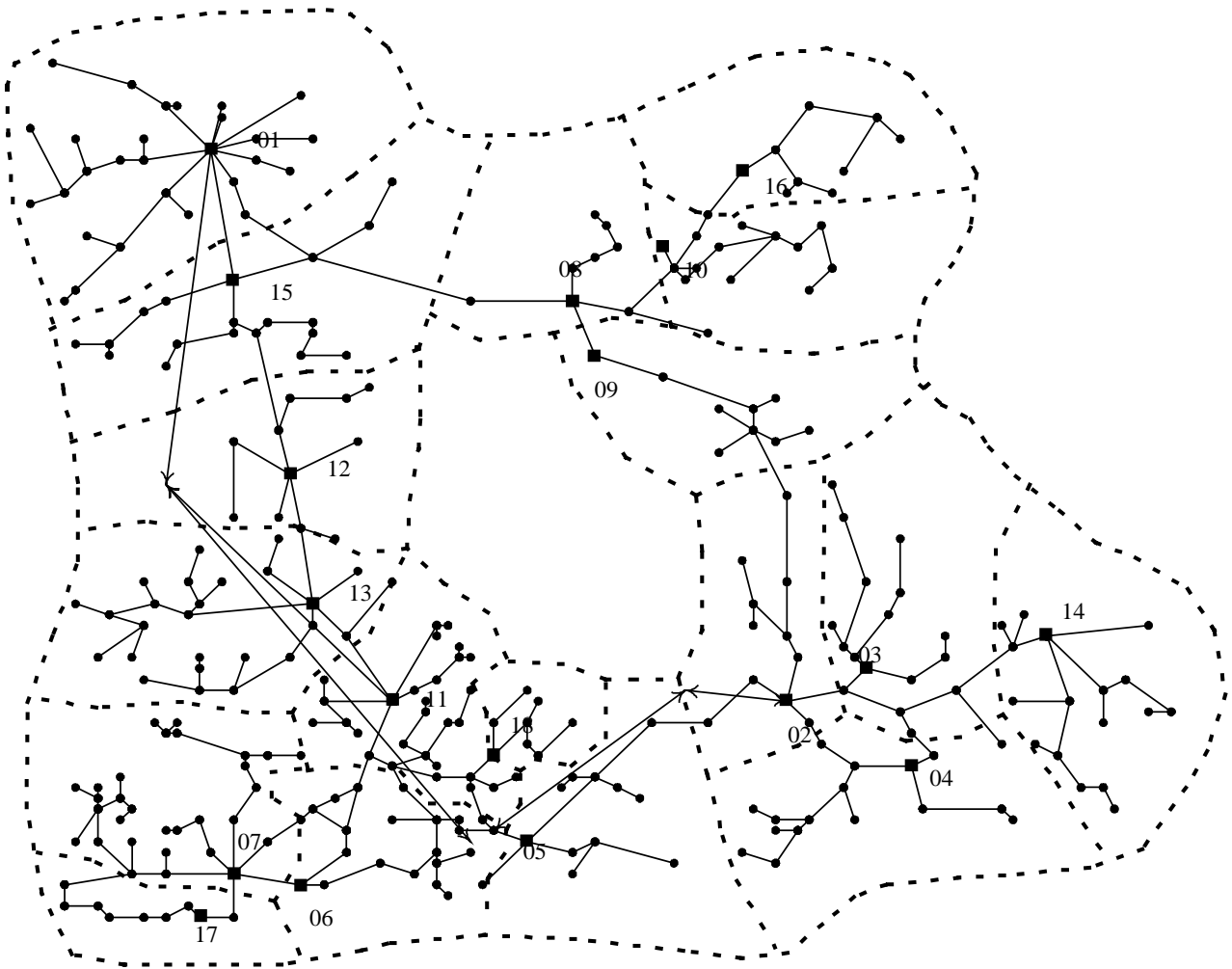
Estructura Económica Principal Actual

- A = Agricultura
- I = Industria
- M = Minería
- W = Crecimiento vinícola
- T = Turismo



Distribución Actual de la Población

●	50,000 -
●	10,000 - 50,000
●	3,000 - 10,000
•	1,000 - 3,000
○	500 - 1,000
▪	100 - 500
-	1 - 100

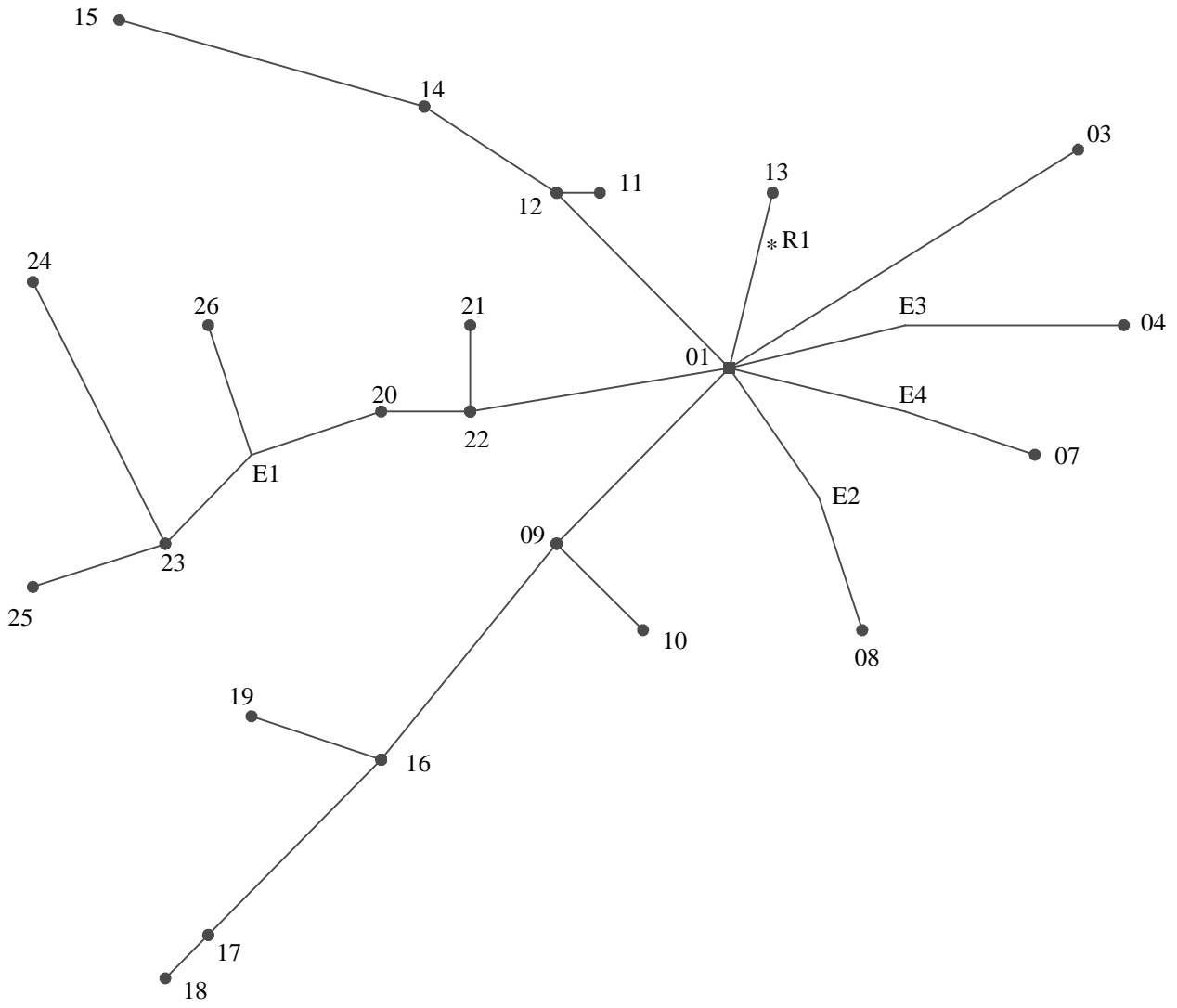


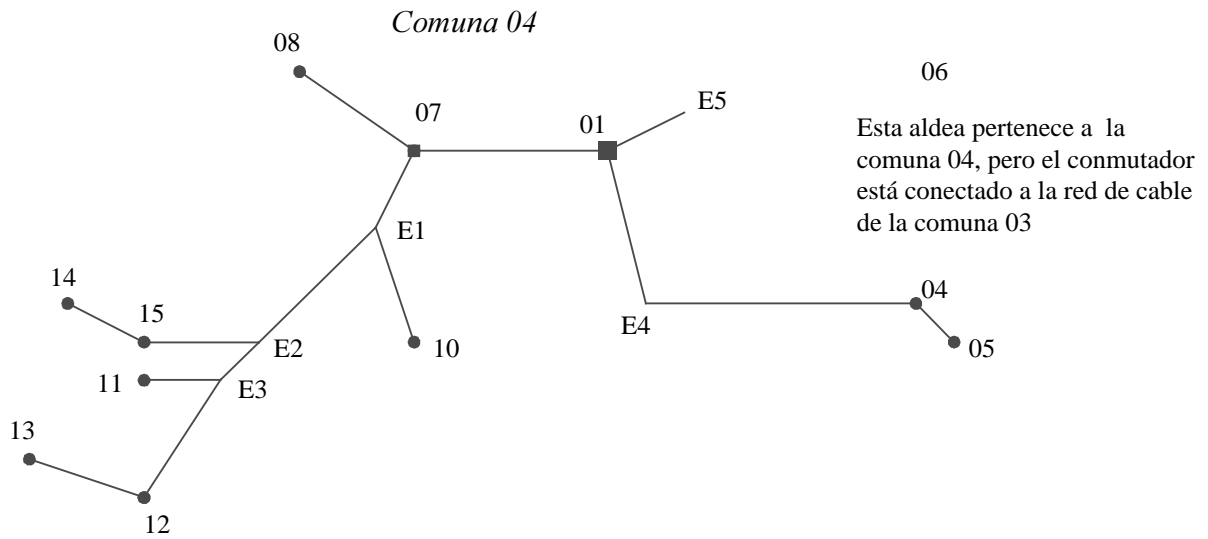
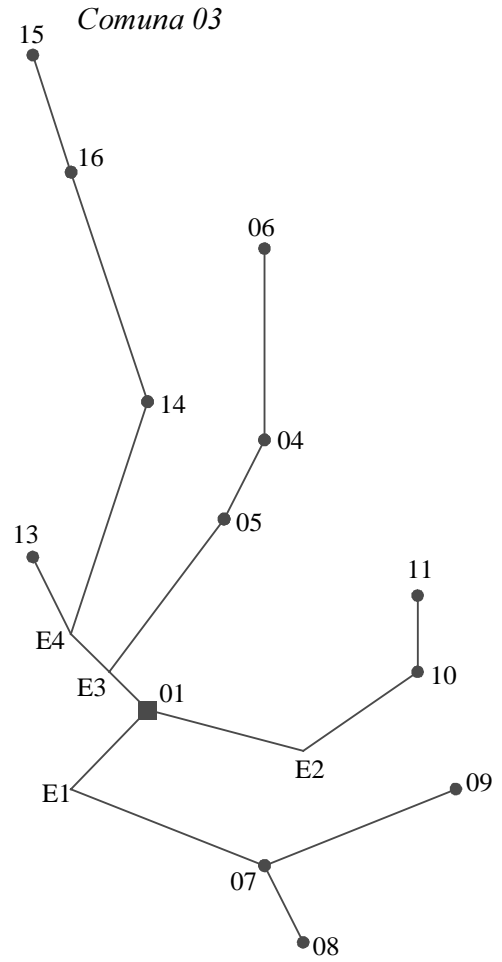
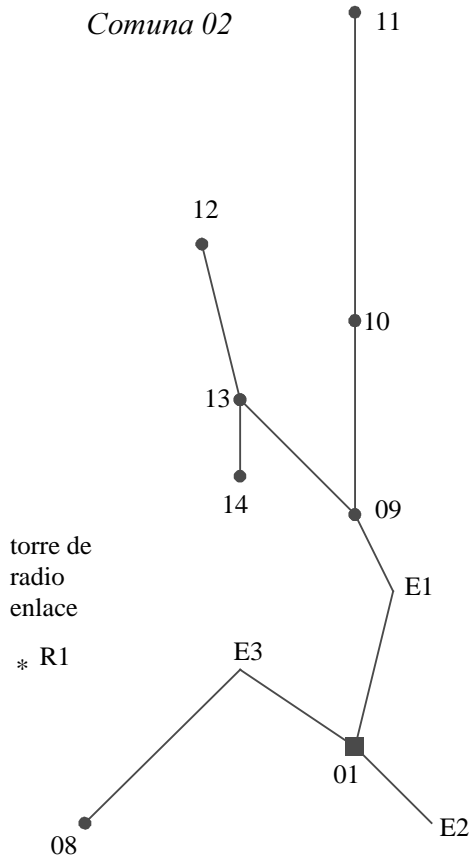
Red Actual

- = Area poblada
- = Centro comunal
- = Límite comunal
- = Cable

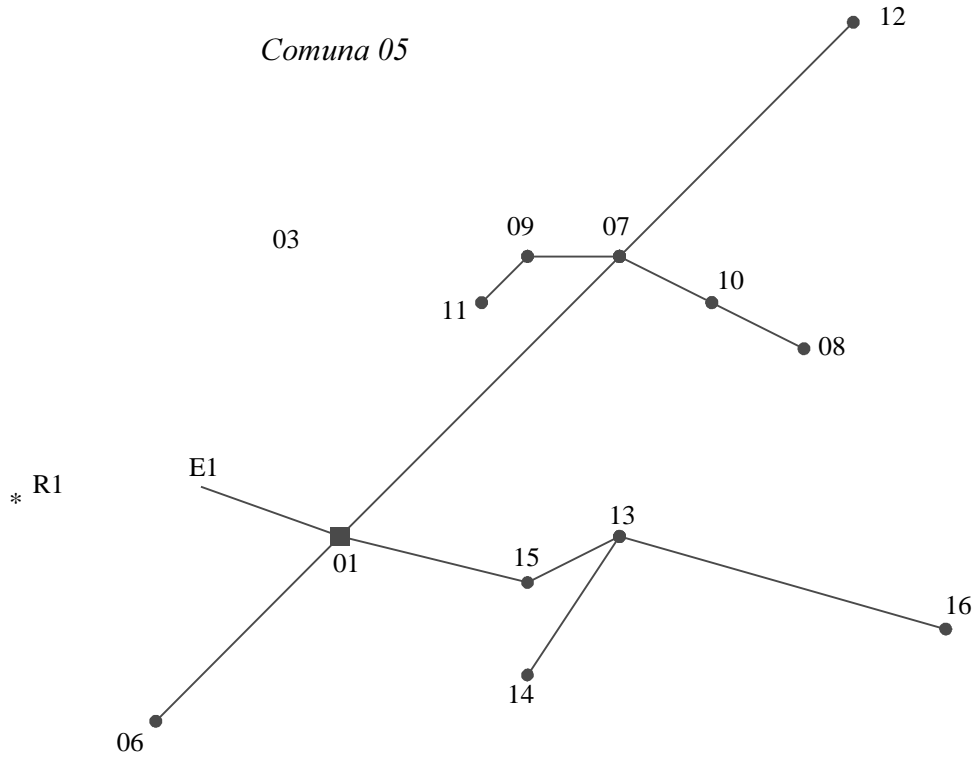
REDES ACTUALES POR COMUNA(01 - 18)

Comuna 01

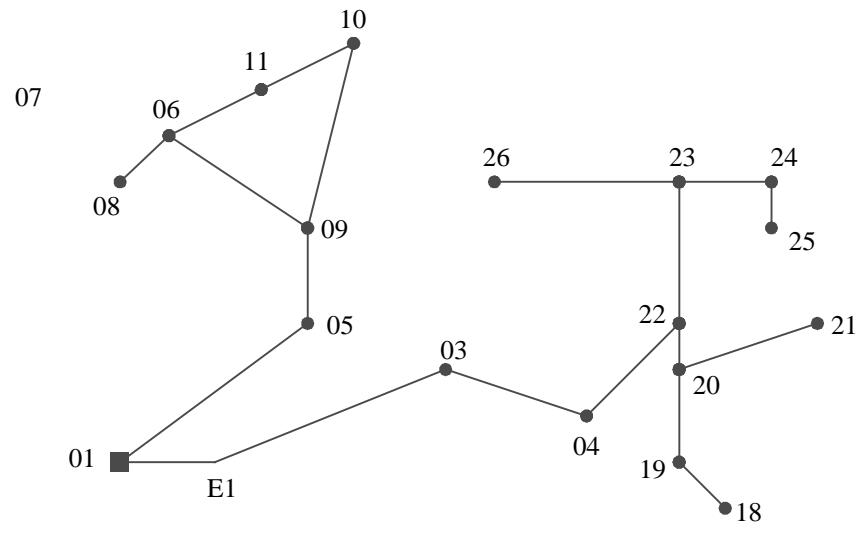




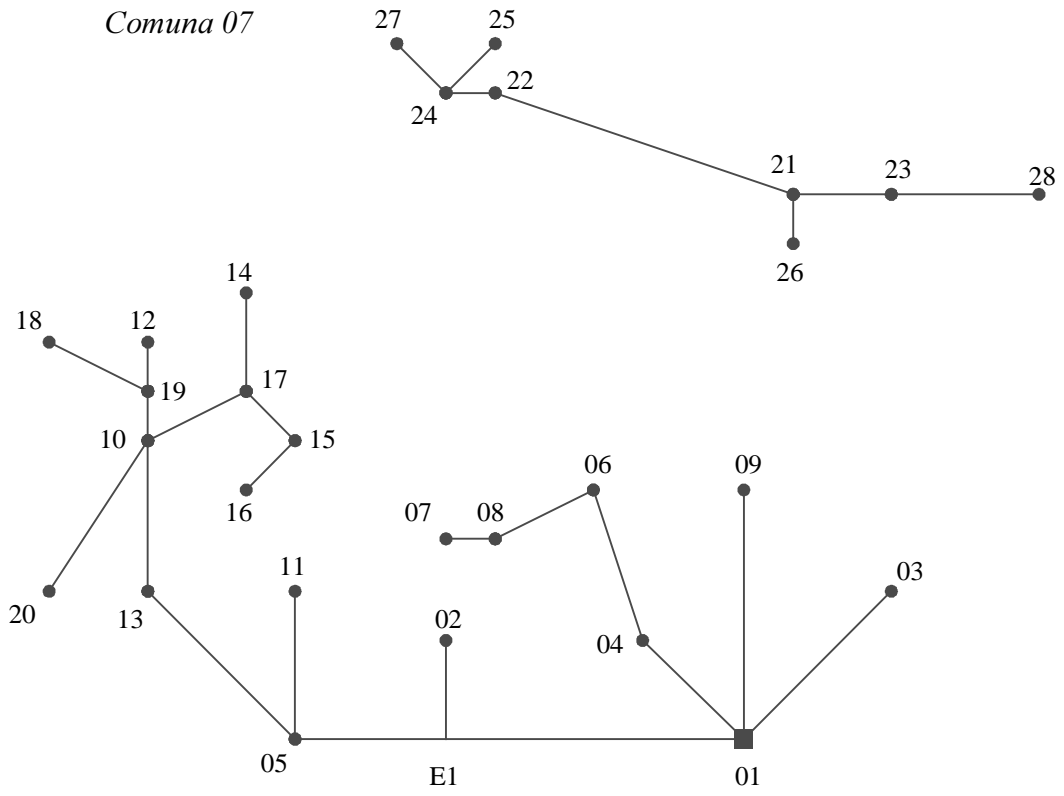
Comuna 05



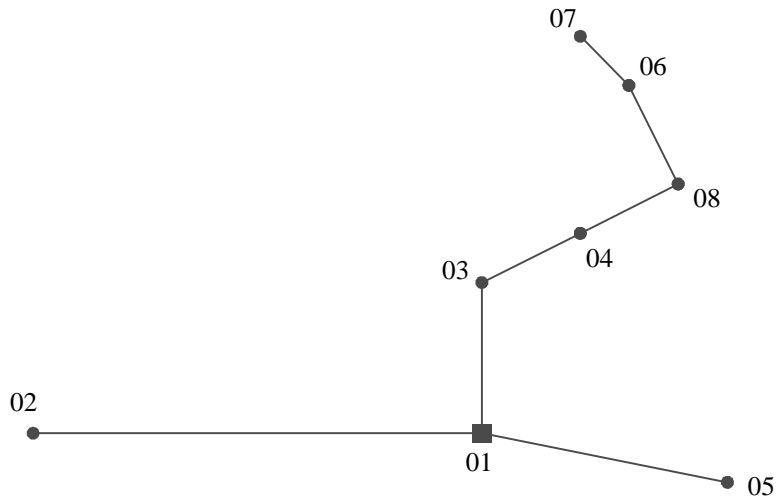
Comuna 06



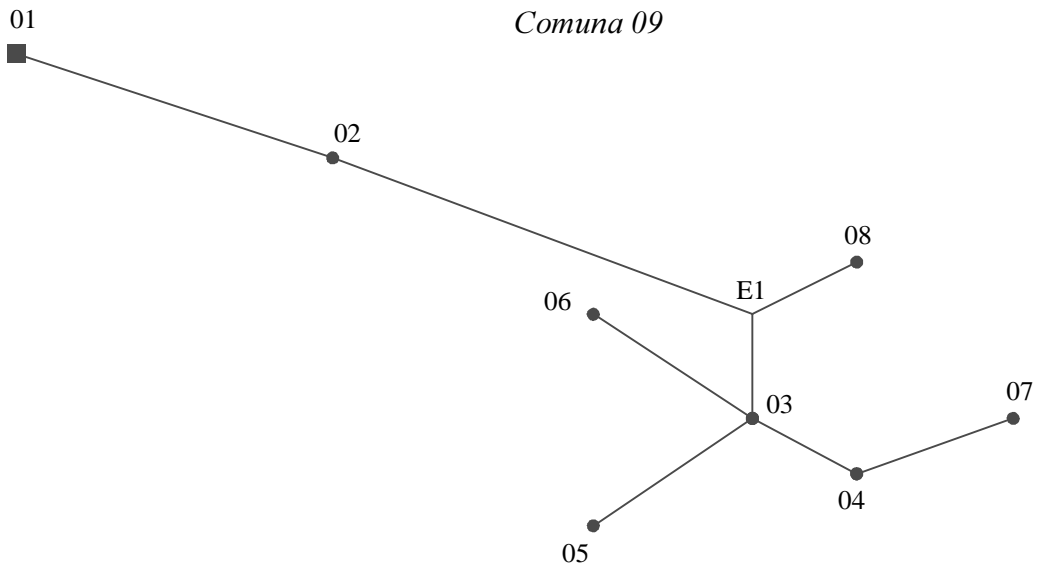
Comuna 07



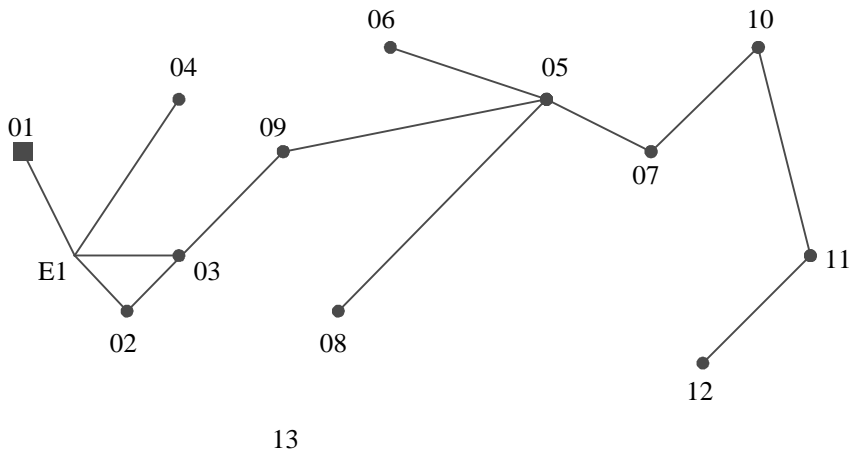
Comuna 08

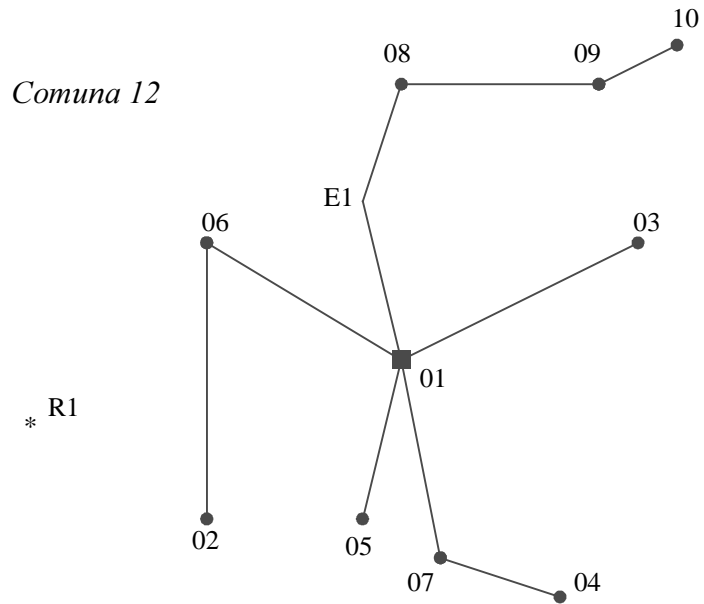
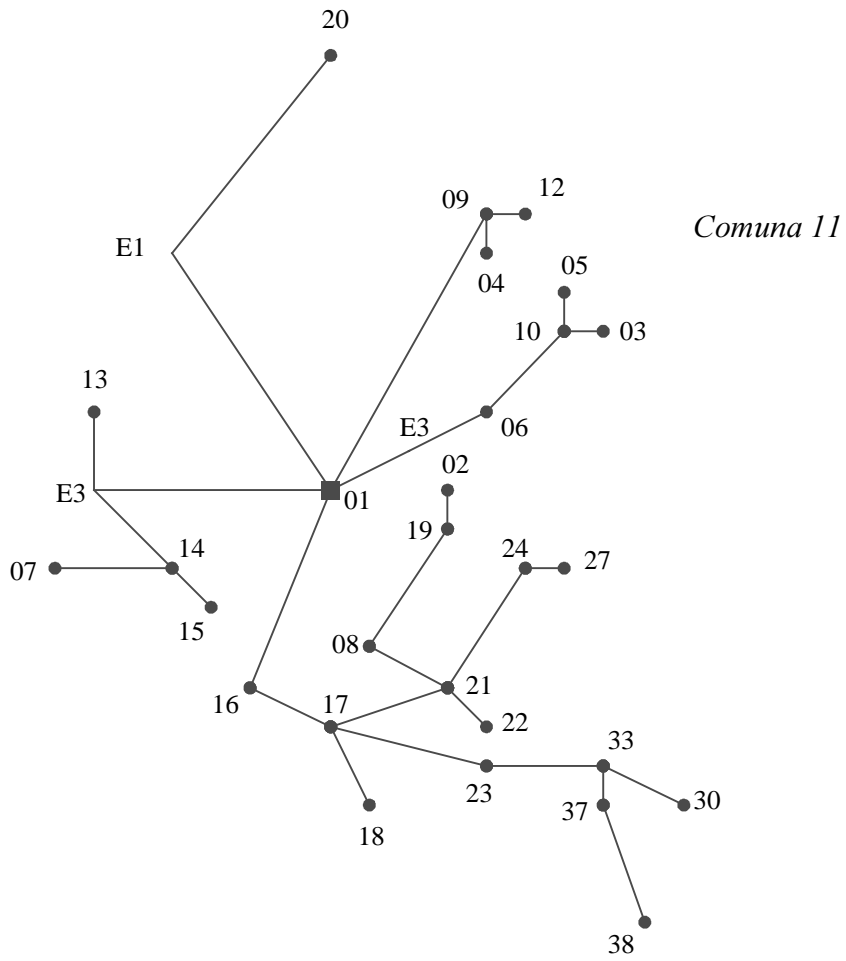


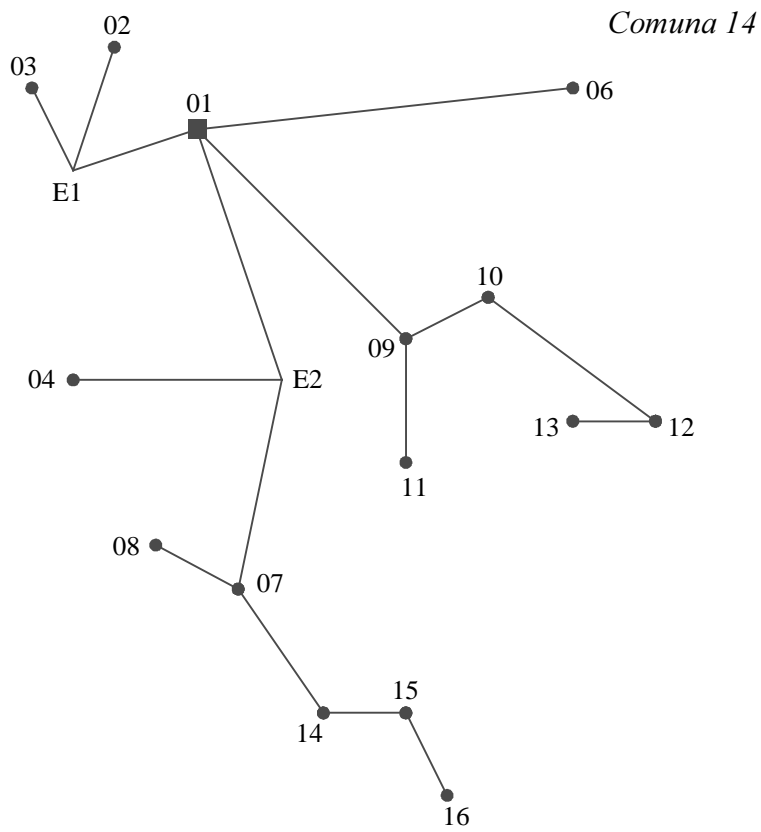
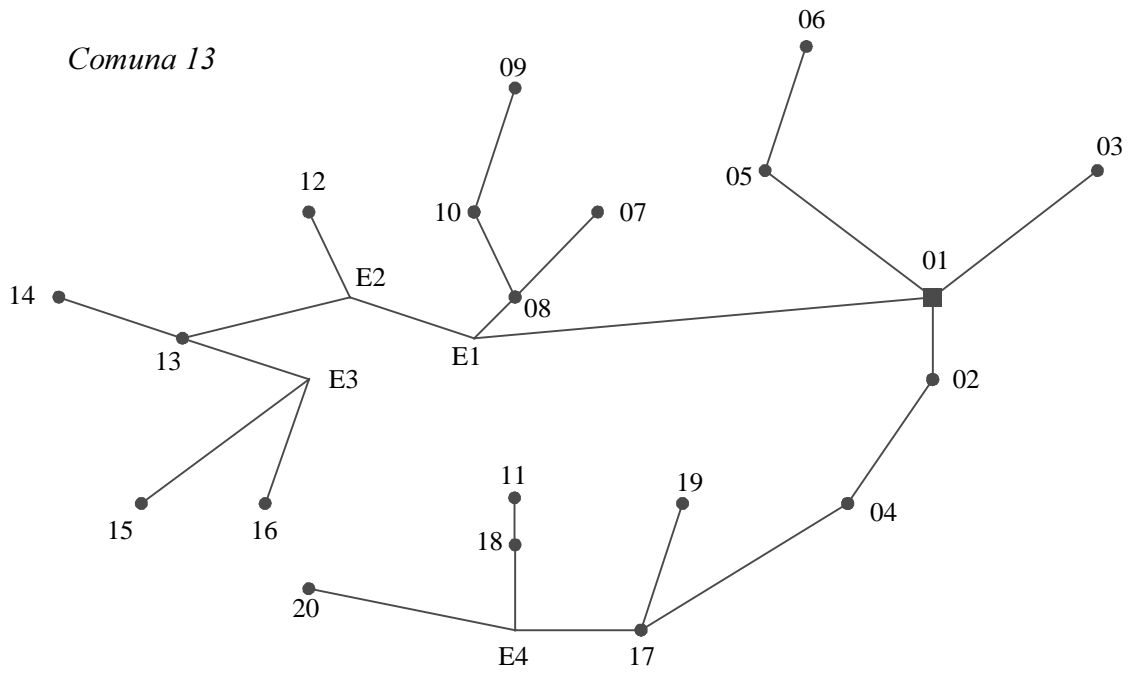
Comuna 09



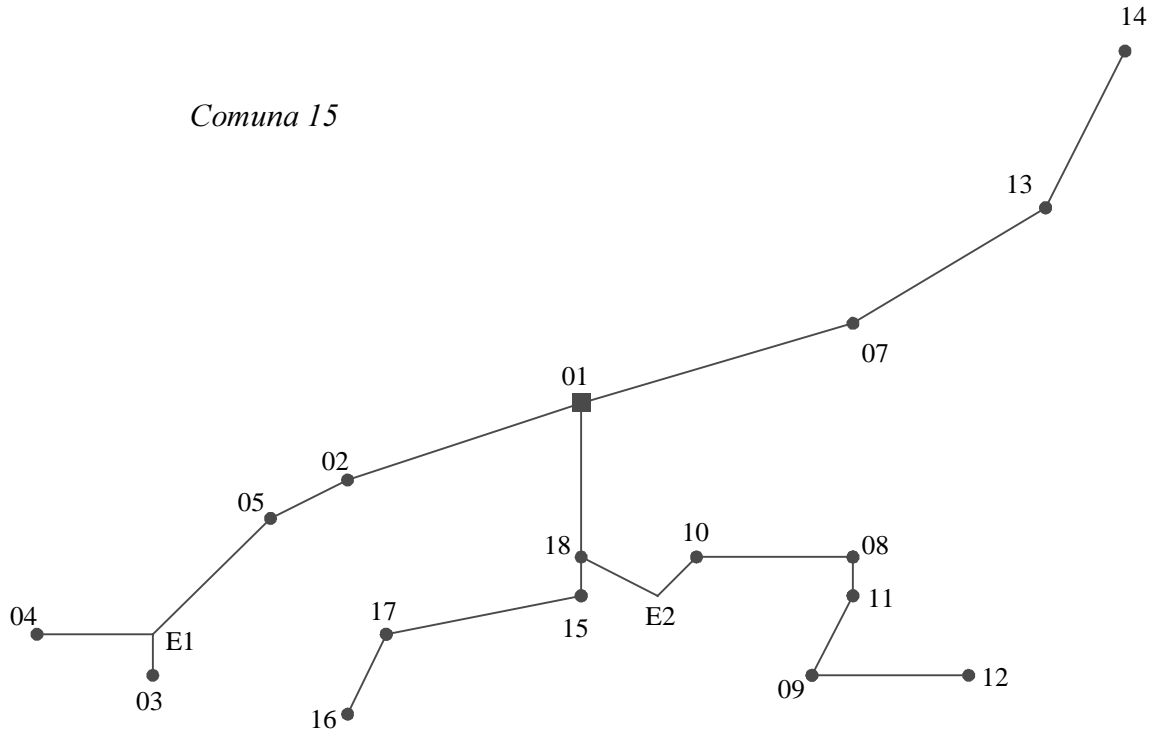
Comuna 10



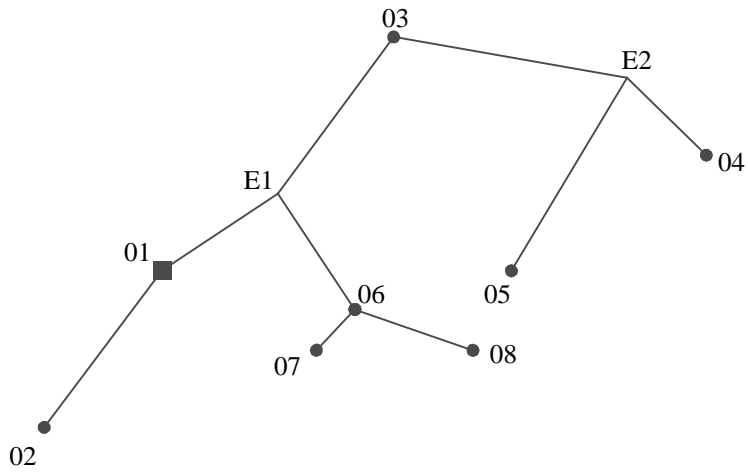




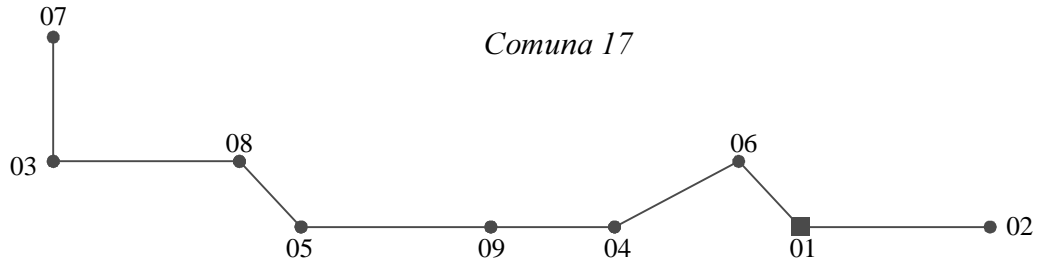
Comuna 15



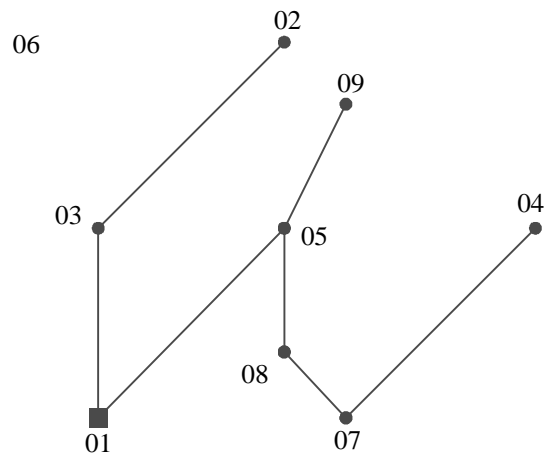
Comuna 16



Comuna 17



Comuna 18

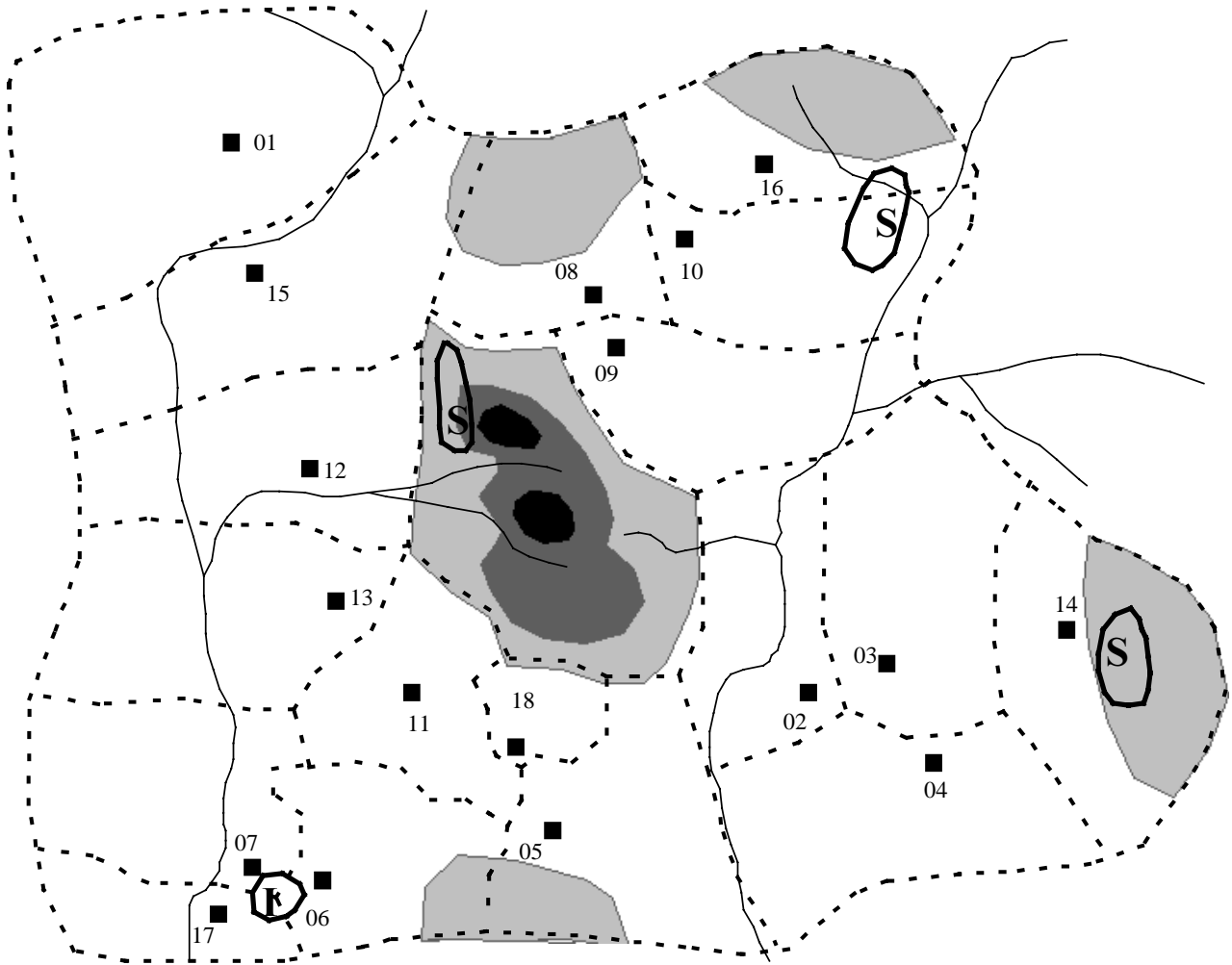


6.4 Descripción especial de algunas áreas

Al estudiar los pronósticos de la población dada, usted encontrará que las tendencias del desarrollo poblacional aquí son generalmente las mismas que en otras áreas:

- Unas cuantas pequeñas áreas pierden población en el transcurso del tiempo y algunas aún se convierten en totalmente despobladas, mientras que en los pueblos grandes hay un constante crecimiento poblacional.
- El centro distrital ha jugado un papel muy importante como centro administrativo para todo el distrito. La tendencia ahora es que en el futuro los pueblos más grandes en el noreste, sudeste y sudoeste jugarán un rol más significativo para las comunas circundantes. Ya se han tomado algunas decisiones importantes para el desarrollo futuro. Esto puede cambiar la categoría a la que pertenecen, en puntos de tiempo futuros.
- Deberán efectuarse grandes inversiones en tres lugares, en centros vacacionales para deportes de invierno y actividades de verano: hoteles, cabañas, funiculares para esquiar y muchos otros proyectos relacionados. Se espera algunos turistas domésticos, pero la mayoría de ellos probablemente serán extranjeros.
- También se planea un proyecto bastante diferente, que consiste en aumentar la industrialización de un área en el sudoeste. Se proporcionará soporte para varias industrias, incluyendo la construcción de una fábrica grande para producir equipo de telecomunicaciones.

Esto significa, claro está, que se afectarán aldeas o pueblos de las áreas. Ya que los pronósticos de la población dada se hicieron antes de desarrollarse los planes aquí descritos, usted puede revisar los pronósticos para tales aldeas o pueblos pero NO haga ninguna revisión en los otros casos



Decisiones Recientes sobre Proyectos de Desarrollo

- S = centros deportivos y vacacionales
- I = industria

6.5 Política de Lista de Espera

1. Todas las esperas deben despejarse cada plan quinquenal de desarrollo; en otras palabras, ningún solicitante debe esperar más de cinco años por un teléfono;
2. Las esperas de negocios tendrán prioridad en comunidades con más de 500 personas;
3. En comunidades con menos de 500 personas, la primera prioridad se le dará a los centros de servicio, esto es, policía, clínicas, médicos, departamentos administrativos, etc.
Se proveerá por los menos dos facilidades telefónicas por cada 100 personas, si aún no las tienen;
Se dará segunda prioridad a otras aplicaciones;
4. Se asume que no hay restricciones en inversión de capital para áreas rurales;
5. En comunidades muy pequeñas con población decreciente, los que esperan probablemente sean absorbidos por los que salen.

6.6 Ideas generales sobre categorías de tráfico

Generalmente se acepta que los pequeños poblados rurales tales como aldeas o pueblos rurales se acomodan razonablemente bien al concepto de categorías de tráfico.

La idea subyacente aquí es que diferentes lugares en una categoría dada de tráfico han alcanzado un punto de desarrollo equivalente y que se espera lo mismo en el futuro para cada uno de los diferentes lugares. Esto significa que se espera que las tasas de llamadas presentes y futuras serán las mismas en los diferentes lugares y que nivel de densidad telefónica máxima en el futuro también será el mismo.

Ya que sabemos que esto no es necesariamente correcto, debemos usar tal método genérico con mucho cuidado, es decir, combinarlo con apreciaciones individuales y verificar su comportamiento en casos individuales cada vez que sea posible.

6.7 Descripción de categorías de tráfico

Las premisas de trabajo subyacentes al trabajo del grupo de expertos de la administración son las siguientes:

- Las categorías para los diferentes lugares dependen de la clase de actividad económica de las poblaciones en las áreas respectivas. Los pueblos con industria desarrollada pertenecen a categorías más altas (=números menores).
- Las seis categorías introducidas están conectadas, en una gran medida, al desarrollo esperado de las telecomunicaciones.
- La densidad telefónica en el centro del distrito, por ejemplo, puede ser de unas 25 líneas por cada 100 habitantes, mientras que el valor correspondiente para las aldeas puede ser alrededor de 10 líneas por cada 100 habitantes.
- La clasificación adoptada se refiere al desarrollo esperado tanto de la densidad de abonados como del promedio de llamadas.

6.8 Clasificación hipotética de las aldeas

Este es el modo de ver de la administración en la actualidad; se da la categoría de tráfico para cada aldea. Sin embargo, algunos datos pueden ser viejos o adivinados; tales datos se deben usar sólo como base para llegar a una clasificación mejor.

Después de algunos estudios y discusiones, el grupo de expertos de la administración presentó esta tabla para la clasificación de pueblos y aldeas:

TC para centros comunales	TC para otros lugares poblados
1	4
2	4
3	5
4	5
5	5

Como puede verse, esta tabla muestra una estandarización muy estricta, ya que se espera que todas las aldeas y pueblos pertenecientes a una comuna en particular estén en la misma categoría.

Además, no existe centro comunal en este distrito que se suponga esté en la categoría 0.

En realidad, claro está, diferentes lugares tienen diferentes características como: densidad telefónica, velocidad de desarrollo y tasas de llamadas.

Por tanto, usted debe usar esta tabla como guía preliminar cuando determine las categorías detalladas, tanto para la situación actual como para los puntos de tiempo futuros.

Hoja de datos **B**

Aldea	Cat	N _v -5	L _v -5	N _v 0	L _v 0	ND _v 5	ND _v 10	ND _v 15	% 5	% 10	% 15
P01 01 01	1 1 1 1	12680	1200	16220	1360	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 03	4 4 4 4	21	5	24	7	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 04	4 4 4 4	7	2	10	2	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 07	4 4 4 4	3	0	3	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00

c, v ↖
Categorías para
T = 0, 5, 10, 15

Como usted puede ver, las categorías son las mismas para todos los puntos de tiempo. Esto significa que no se prevén cambios en las tendencias de desarrollo. Usted debe, claro está, reconsiderar las categorías durante el proceso de pronóstico, tanto para los diferentes lugares como para los diferentes puntos de tiempo.

MODIFICAR B DE ACUERDO A SUS OPINIONES BIEN MEDITADAS!

6.9 Información general sobre densidades

El modelo escogido para pronosticar el futuro número de abonados, requiere que se determine primero un límite de saturación para la penetración (densidad) telefónica. Por tanto, la administración inicialmente ha tratado de asociar un nivel de densidad dado con una categoría de tráfico dada. Nuevamente, este método es más bien “preliminar”, por tanto, el planificador debe ser cuidadoso para hacer las modificaciones cuando sea necesario.

6.10 Densidades máximas por categoría de tráfico

El grupo de expertos de la administración ha elaborado la siguiente tabla que muestra lo que se espera en el futuro (o que fue la política prevaleciente en ese momento) y los valores estándares asumidos para la situación actual.


Debe utilizar los valores $DMAX$ como valores iniciales para los pronósticos de densidad futura (8.1) Los valores actuales, $MD(0)_{TC}$, no se deben usar como entrada (usted ya conoce los valores actuales para $T=-5$ y $T=0$), sino más bien como una guía en caso de sospecha que los valores actuales dados puedan ser erróneos en algunos casos!

TC	$MD(0)_{TC}$	$DMAX_{TC}$
1	0.251	0.530
2	0.155	0.428
3	0.161	0.402
4	0.122	0.330
5	0.104	0.274

$TC = 0$ no está incluido, pero un estudio anterior estimó que el valor correspondiente, $DMAX_{TC}$, era alrededor de 0.61.

Los valores futuros se guardan en la computadora, y la hoja de datos se ve así:

Seis categorías de densidades de abonados

	0	0.610
	1	0.530
	2	0.428
	3	0.402
	4	0.330
	5	0.274

MODIFICAR E DE ACUERDO A SU OPINION BIEN MEDITADA!

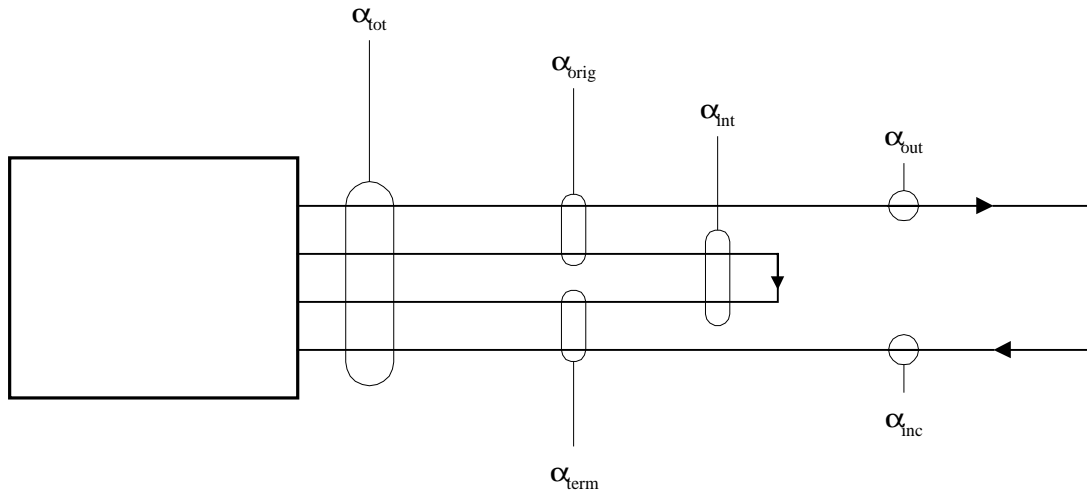
6.11 Tasas de llamadas por categoría de tráfico

El grupo de expertos de la administración ha presentado la siguiente tabla de tasas de llamadas por categoría de tráfico. Nuevamente, estos valores deben usarse como guía cuando usted determine las tasas de llamadas en detalle.

Note que los valores refieren al tiempo presente.

TC	$TCR_{TC}(0)$	$PO_{TC}(0)$	$PI_{TC}(0)$
1	0.113	0.478	0.804
2	0.097	0.495	0.720
3	0.090	0.511	0.702
4	0.076	0.526	0.578
5	0.055	0.582	0.506

Generalmente hablando, “tasa de llamadas” significa “tráfico por línea de abonado (= línea principal)”. A continuación se dan las correspondencias entre las tres variables usadas aquí y algunos parámetros quizás mejor conocidos:



$$\left. \begin{aligned} TCR &= \alpha_{tot} \\ PO &= \frac{\alpha_{orig}}{\alpha_{tot}} \\ PI &= \frac{\alpha_{int}}{\alpha_{tot}} \end{aligned} \right\} \text{ de acuerdo a las definiciones}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{tot} &= TCR \\ \alpha_{orig} &= TCR \cdot PO \\ \alpha_{term} &= TCR \cdot (1 - PO) \\ \alpha_{out} &= TCR \cdot (PO - PI/2) \\ \alpha_{inc} &= TCR \cdot (1 - PO - PI/2) \\ \alpha_{int} &= TCR \cdot PI \end{aligned}$$

Note que en este estudio PI ó α_{int} se refiere al tráfico interno creado tanto por abonados que llaman como por abonados llamados, por definición.

En otros documentos, la definición puede ser diferente, por ejemplo, tráfico creado sólo por abonados que llaman.

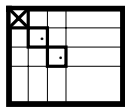
Cuando, por ejemplo, usted estima las tasas de llamadas internas detalladas, recuerde que el valor promedio para una comuna en particular, $PI_c(\theta)$, debe ser más bajo que el tráfico interno de la comuna por abonado (ver 6.2) y que los valores individuales $PI_v(\theta)$ para pequeños lugares en aquella comuna debe ser mucho más bajo que el valor individual del centro comunal, $PI_{v=\theta_l}(\theta)$.



En la siguiente figura encontramos una explicación:

Tráfico → hacia

Desde

Desde	Comuna	01			02	03	...
	Aldea	0101	0102	0103			
01	0101	⊗					
	0102		•				
	0103			•			
	...						
02	...						
⋮							



= Tráfico interno en la comuna. (Es, por supuesto, más grande que la suma de  y )

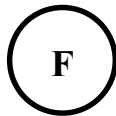


= Tráfico interno en el centro comunal (siempre la aldea no.01). (Es usualmente alto o muy alto).



= Tráfico interno en una aldea o pueblo. (Es usualmente bajo o muy bajo)

HOJA DE DATOS



Seis categorías de tasas de llamadas

0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
1	0.113	0.478	0.804	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.097	0.495	0.720	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.090	0.511	0.702	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.076	0.526	0.578	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.055	0.582	0.506	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Cat	TCR	PO	PI	TCR	PO	PI	TCR	PO	PI	TCR	PO	PI
	T = 0			T = 5			T = 10			T = 15		

MODIFICAR F PARA T = 0 DE ACUERDO A DECISIONES BIEN MEDITADAS!

A propósito, piensa usted realmente que una aldea con 10 abonados tiene una proporción de tráfico interno de casi el 50%?

6.12 Desarrollo de la tasa de llamadas

El grupo de expertos de la administración ha desarrollado un grupo estándar de futuros “niveles de saturación” para tasas de llamadas, es decir, las tasas de llamadas que ellos creen corresponderán a los niveles de “densidad de saturación”. Otra vez la realidad es más complicada, de modo que usted puede usar estos valores como guía cuando estudie el desarrollo de la tasa de llamadas en detalle.

TC	TCR _{TC} (SAT)
1	0.107
2	0.079
3	0.074
4	0.059
5	0.041

Como usted podrá ver, se supone que las tasas de llamadas bajen cuando las densidades se acerquen a la “saturación”!

Cuál es su visión de este asunto?

USE SU PROPIO JUICIO PARA MODIFICAR TASAS DE LLAMADAS FUTURAS Y ALMACENE SUS VALORES EN F!

7. Verificaciones y Ajustes Preparatorios

7.1 Tasas de llamadas por aldea

Como una opción, se pueden calcular los valores en la siguiente tabla, tanto para una comuna como para algunas aldeas.

Aldea	Tasa total de llamadas	Proporción del tráfico originado con relación al tráfico total	Proporción del tráfico interno con relación al tráfico total
v	TCR _v (0)	Po _v (0)	Pi _v (0)
0101			
0102			
...			
...			

$$TCR_V(0) = TCR_{TC}(0)$$

$$TC = TC_V(0)$$

$$PO_V(0) = PO_{TC}(0)$$

$$TC = TC_V(0)$$

$$PI_V(0) = PI_{TC}(0)$$

$$TC = TC_V(0)$$

} de 6.8, 6.11

(Esta tabla no es generada por la computadora.)

7.2 Tráficos totales hipotéticos por comuna, en el presente

Como resultado de los valores asignados a $TC_V(0)$, $TCR_{TC}(0)$, $PO_{TC}(0)$ y $PI_{TC}(0)$, los tráficoes totales originados y de destino por comuna se calcularán automáticamente. Estos valores calculados se llaman hipotéticos, ya que los valores totales están dados (ver 6.2, hoja de datos D: $A_{iO}(0)$ or $A_{Tj}(0)$). Usted se dará cuenta que esos valores “dados” probablemente se basan en mediciones y no deben, por ninguna circunstancia, confundirse equivocadamente con valores “exactos”. No obstante, todavía es esencial que los valores “hipotéticos” concuerden razonablemente con los valores dados, ya que el próximo paso es hacer pronósticos y usted necesita una base sobre la cual hacer una verificación. Desarrolle la verificación de acuerdo al método descrito en 7.3.

c	AOH _C (0)	ATH _C (0)

$$AOH_C(0) = \sum_{V \in C} \{N_V(0) \cdot TCR_V(0) \cdot PO_V(0)\} \quad \text{de}$$

$$ATH_C(0) = \sum_{V \in C} \{N_V(0) \cdot TCR_V(0) \cdot [1 - PO_V(0)]\} \quad \text{6.1, 7.1}$$

G: Las fórmulas son implementadas en el programa de computadora. Los resultados aparecen en la hoja de datos

HOJA DE DATOS **G** :

C	AOH _C	ATH _C	N _C	at T = 0
P01 1	910.1	987.4	17070	
P01 2	379.0	359.4	8415	
P01 3	61.1	43.9	1910	
P01 4	40.7	29.2	1271	

7.3 Verificación del tráfico comunal total

Compare los tráficoes comunales totales hipotéticos de 7.2 con los datos básicos de 6.2:

Es $AOH_C(0) \approx A_{iO}(0)$?
 $i = c$

Es $ATH_C(0) \approx A_{Tj}(0)$?
 $j = c$

En caso contrario, tome sus propias decisiones y adecue (cambie) 6.11 y/o 6.8 (tasas de llamadas o clasificaciones de aldeas). Entonces, vuelva a calcular 7.1 y 7.2 y repita la comparación anterior.

Una pregunta que puede surgir es: Qué queremos decir por “≈” en este caso?

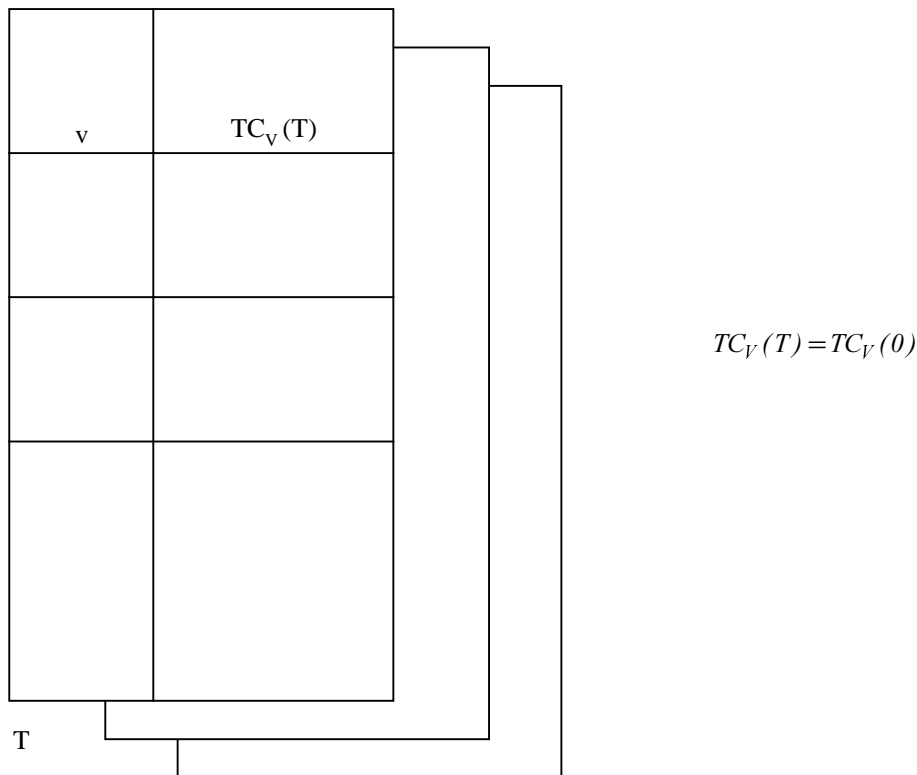
Como usted sabe, si expresamos un intervalo de confianza como un porcentaje del valor medio, éste es generalmente más grande en el caso de un valor medio pequeño. Tal vez sus decisiones puedan basarse en una tabla como la siguiente:

Tráfico	“≈” puede significar:
Grande	< 5% de diferencia
Pequeño	< 10% de diferencia
Muy pequeño	< 20% de diferencia

Note que estas cifras sólo se presentan como un ejemplo. Usted debe basar sus decisiones en su propia experiencia.

7.4 Clasificaciones preliminares de futuras aldeas

Las categorías de tráfico que usted introdujo en 6.8 se utilizan como valores iniciales.



Los valores se muestran en la hoja de datos B. Antes de cambiarlos se veían así:

Aldea	Cat	N_v-5	L_v-5	$N_v,0$	$L_v,0$	$ND_v,5$	$ND_v,10$	$ND_v,15$	% 5	% 10	% 15
P01 01 01	1 1 1 1	12680	1200	16220	1360	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 03	4 4 4 4	21	5	24	7	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 04	4 4 4 4	7	2	10	2	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 07	4 4 4 4	3	0	3	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00

Pero usted ya cambió esos valores (no es así?); entonces la tabla puede verse así:

0	0	1	1
4	4	3	3
3	3	3	3
5	5	5	4

etc.

7.5 Densidades máximas preliminares por aldea

v	DMAX _v
0101	
0102	
....	
....	

$$D_{MAX_V} = D_{MAX_{TC}} \quad \text{de} \\ TC = TC_V(T) \quad \text{6.10, 7.4}$$

Esta tabla no es generada por un programa de computadora.

La computadora encontrará los valores DMAX combinando la tabla modificada de valores TC para las diferentes aldeas (ver 7.4) con los valores DMAX para diferentes TC, que usted también pudo haber modificado (ver 6.10)

8. Pronóstico de Abonado por Aldea

El modelo general es el logístico exponencial, lo cual significa que se supone que el desarrollo seguirá una curva, la cual primero acelera, luego pasa un punto de inflexión y finalmente el desarrollo disminuye y se acerca a una asíntota, el “nivel de saturación” o “la densidad máxima”.

8.1 El Modelo Logístico Exponencial

$$D_V = Y_V \cdot D_{MAX_V} \\ Y_V = \frac{I}{\left(1 + e^{-C_V \cdot (T - T_0)}\right)^{I/M_V}}$$

Expresión general del pronóstico de abonado

En nuestro caso (T = 0)

1. $Y_V(-5) = \frac{N_V(-5) + L_V(-5)}{P_V(-5)} / D_{MAX_V}$

$$Y_V(0) = \frac{N_V(0) + L_V(0)}{P_V(0)} / D_{MAX_V}$$

2. $T = 0, \quad Y = Y_V(0)$

$$M_V : M_V = -\frac{\ln 2}{\ln Y_V(0)}$$

3. $T = -5, \quad Y = Y_V(-5)$

$$C_V : C_V = 1/5 \cdot \ln \left\{ (Y_V(-5))^{-M_V} - 1 \right\}$$

4. $T = 5, 10, 15$

$$Y_V(5), \quad Y_V(10), \quad Y_V(15)$$

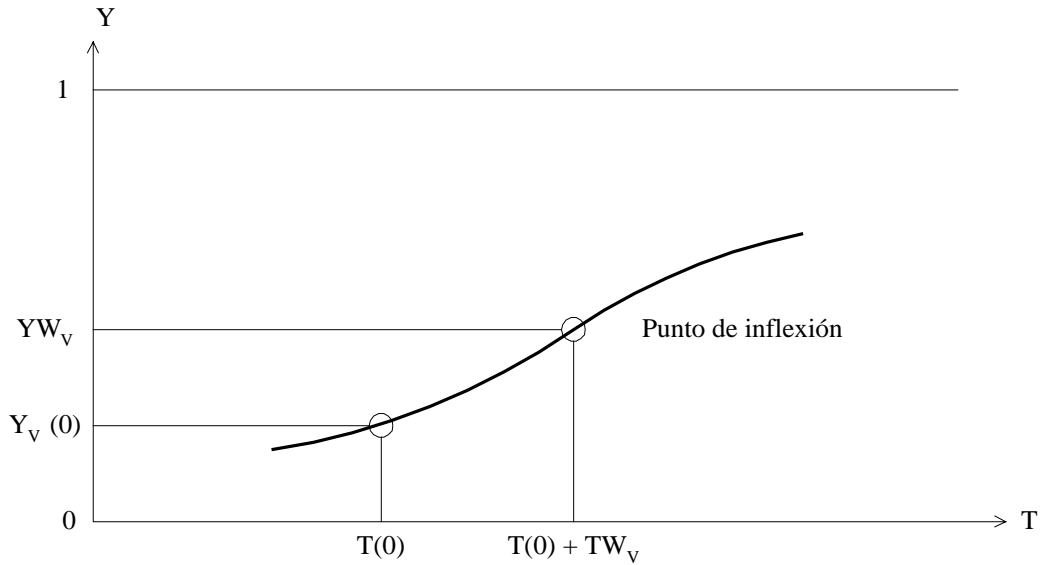
5. $TW_V = -\frac{\ln M_V}{C_V}$

Distancia en años de T = 0 al punto de inflexión

6. $YW_V = \frac{I}{(M_V + 1)^{I/M_V}}$

Altura de la curva en el punto de inflexión

7. $D_V(T) = Y_V(T) \cdot D_{MAX_V}(T)$



La computadora calcula la demanda futura para todas las aldeas:

Aldea	Cat	N _v -5	L _v -5	N _v 0	L _v 0	ND _v 5	ND _v 10	ND _v 15	% 5	% 10	% 15
P01 01 01	1 1 1 1	12680	1200	16220	1360	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 03	4 4 4 4	21	5	24	7	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 04	4 4 4 4	7	2	10	2	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 07	4 4 4 4	3	0	3	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00

La función logística tiene propiedades de valor: combina el uso de datos históricos con un nivel de saturación superpuesto, estimado separadamente, y puede, por tanto, trabajar bien aun con grupos limitados de datos; también puede utilizar más extensivamente grupos de datos históricos a través del ajuste de la curva estadística.

Sin embargo existe una limitación, ya que una curva logística siempre aumentará o disminuirá monótonamente hacia el límite de saturación.

En este estudio de caso hay datos históricos sólo para dos puntos de tiempo. Por tanto, el ajuste de la curva estadística es indiscutible, de modo que la curva logística debe pasar de preferencia a través de ambos puntos. Habrá casos, sin embargo, en los que los datos históricos no permitirán este ajuste exacto.

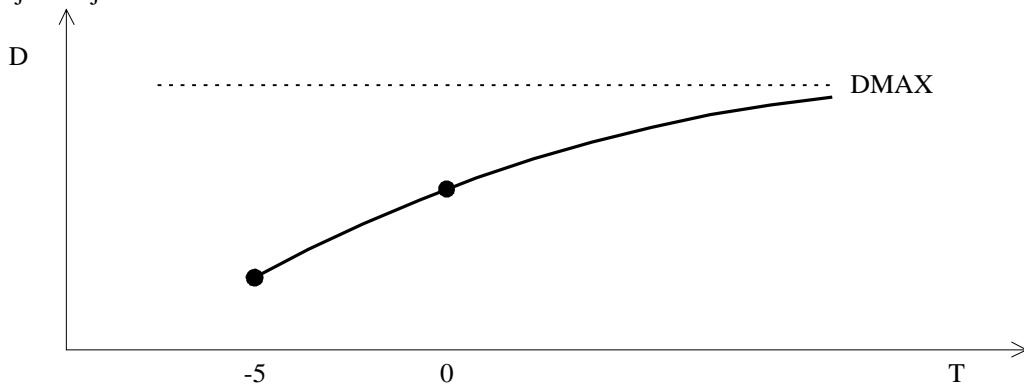
Estos pocos casos son usualmente pequeñas aldeas con muy pocas líneas principales, con frecuencia combinados con una tendencia negativa del desarrollo poblacional. Bajo tales condiciones, los datos son generalmente mucho menos estables que de otro modo. Por ejemplo, las cifras de densidad pueden subir y bajar en el tiempo.

En estos pocos casos, el algoritmo de pronóstico confiará en los datos históricos más recientes y en el nivel de saturación, y entonces ajustará los datos históricos más viejos para permitir que la función logística trabaje apropiadamente.

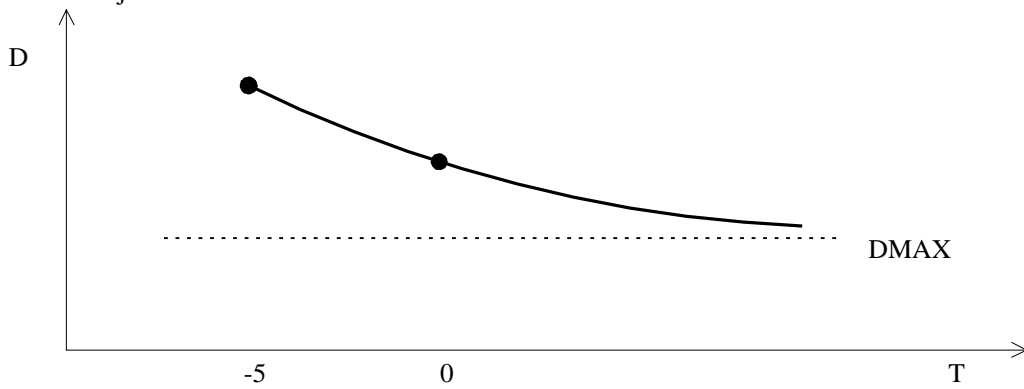
A continuación se muestran algunos ejemplos.

Ejemplos:

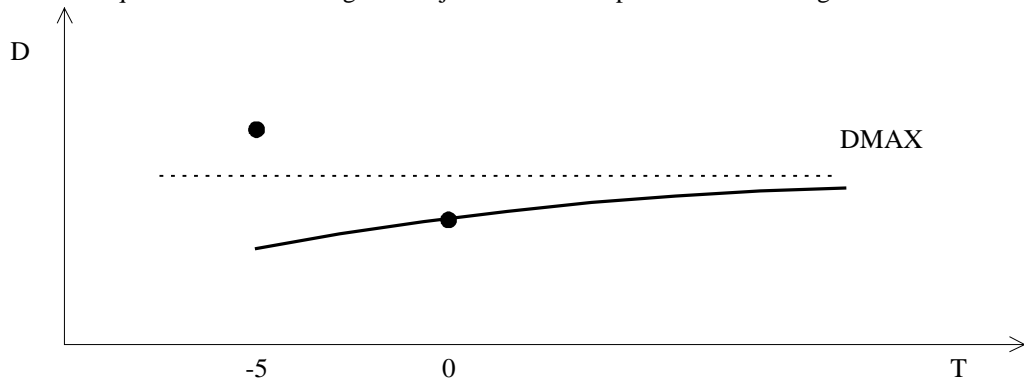
1. El caso más común: crecimiento de densidad, tanto históricamente como en el futuro. La función logística trabaja sin ajuste de datos.



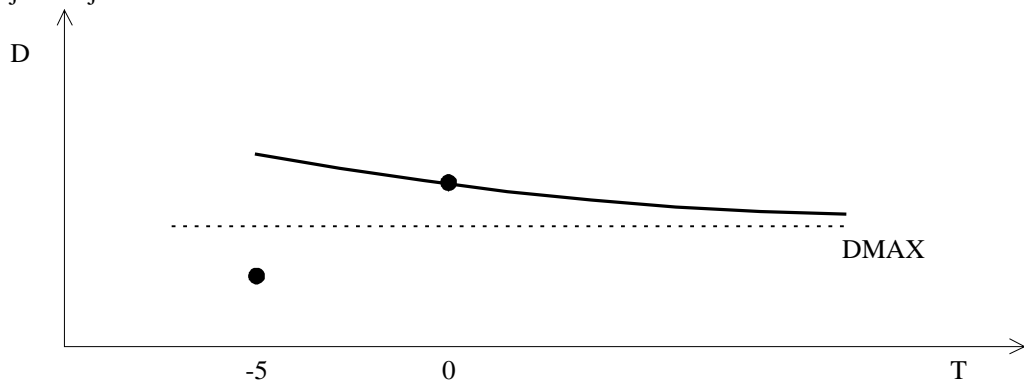
2. Un caso más inusual: disminución de la densidad, tanto históricamente como en el futuro. Este caso también se calcula sin ajustes.



3. La densidad disminuye históricamente, posiblemente aun cruzando el nivel de saturación, pero crece otra vez en el futuro. Aquí los datos más antiguos se ajustan antes de aplicar la función logística.



4. Lo opuesto del punto (3), arriba: un crecimiento histórico seguido por una disminución futura. Los datos más viejos se ajustan nuevamente.



Es esencial saber cómo el programa de computadora trata con las diferentes entradas. A continuación se ilustran dos casos:

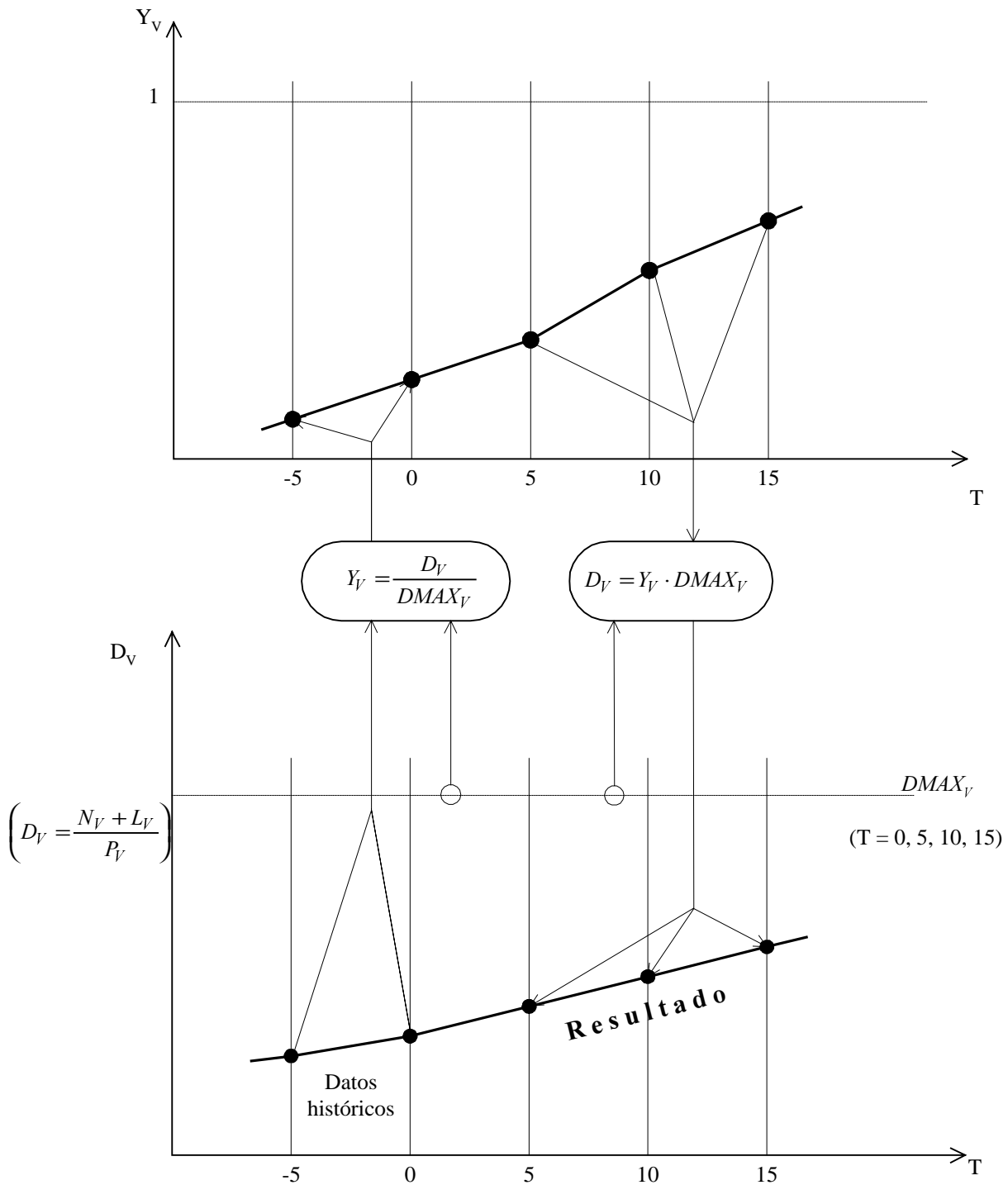
- (a) cuando una sola categoría se aplica a todos los puntos de tiempo en una aldea donde se va a hacer el pronóstico
- (b) cuando la categoría cambia en el tiempo.

En el último caso, la computadora debe hacer cálculos separados para cada punto de tiempo por cada categoría específica.

a) La misma categoría TC_v para todos los puntos de tiempo

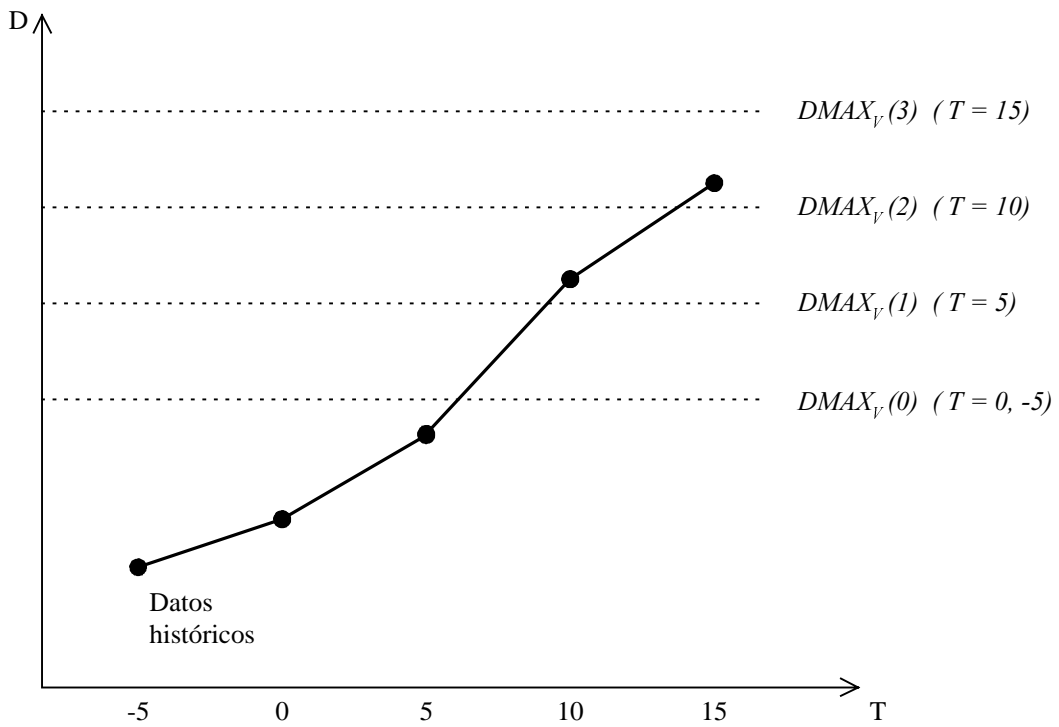
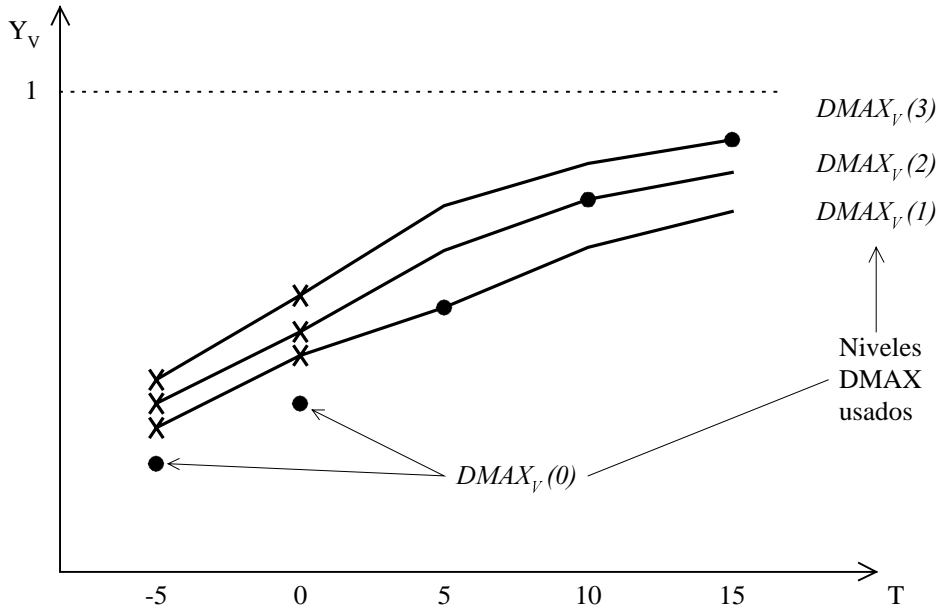
El procedimiento de cálculo automático general es:

1. Se calcula Y_v para $T = -5, 0$ de $D_v, DMAX_v$
2. Se calcula Y_v para $T = 5, 10, 15$ (=pronóstico)
3. Se calcula D_v para $T = 5, 10, 15$ de Y_v



b) Categorías diferentes, $TC_V(T)$, para puntos de tiempo diferentes $T = 0, 5, 10, 15$

Si la categoría TC_V para cierta aldea varía con el tiempo T , diferentes valores $DMAX_V$ se usarán para diferentes puntos de tiempo, T . El procedimiento de cálculo automático se ilustra a continuación:



Usted puede aceptar o rechazar los pronósticos individuales. Si entonces necesita usted estudiar el comportamiento de la función logística con más detalle para algunas aldeas, puede hacer sus propios cálculos detallados para esas aldeas, usando la siguiente tabla :

V	M _V	C _V	TW _V	YW _V	Y _V (T)					D _V (T)					DMAX _V
					T = - 5	0	5	10	15	T = - 5	0	5	10	15	

En el programa de computadora se incluye una versión simple de esta clase de estudio, de modo que usted puede estudiar los parámetros de la curva M_V , C_V , etc. en la pantalla, para cualquier aldea en particular.

Los resultados se deben escrutar:

Viendo la tabla o en la pantalla y consultando 6.3, 6.4, 6.6, y 6.7, concéntrese en:

- La forma de la curva: es el punto de inflexión razonable? (Podemos haber pasado el punto o todavía podemos tener un desarrollo acelerado).
- Las densidades futuras: quizás la forma de la curva se debe cambiar o quizás deban cambiarse los valores de densidad absoluta.

Resultado del estudio:

se aceptan todos los valores,

se ajusta 6.10 y/o 6.8.

Si sólo se cambia 6.10, rehacer 8.1.

Si se cambia 6.8, regresar a 7.2.

8.2 Versión final de la clasificación futura de aldeas

Ahora reconsideremos las clasificaciones de aldeas futuras, 7.4, a la luz de los resultados de los cálculos de densidad, 8.1, y, posiblemente, las actuales clasificaciones de aldeas modificadas. Si luego de estos ajustes,

$$7.4 \neq 6.8$$

entonces regresamos a 8.1.

8.3 Lista de espera futura

Luego de revisar 6.3, 6.4 y 6.5, usará su propio juicio para determinar un vector:

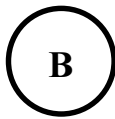
$$PN_V(T)$$

para expresar qué proporción de la demanda futura total será conectada (no en espera).

La hoja de datos B muestra dónde debe usted leer en los valores:

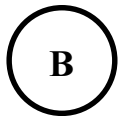
Aldea	Cat	N _v -5	L _v -5	N _v 0	L _v 0	ND _v 5	ND _v 10	ND _v 15	T		
									% 5	% 10	% 15
P01 01 01	1 1 1 1	12680	1200	16220	1360	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 03	4 4 4 4	21	5	24	7	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 04	4 4 4 4	7	2	10	2	0	0	0	1.00	1.00	1.00
P01 01 07	4 4 4 4	3	0	3	0	0	0	0	1.00	1.00	1.00

PN_v(T)

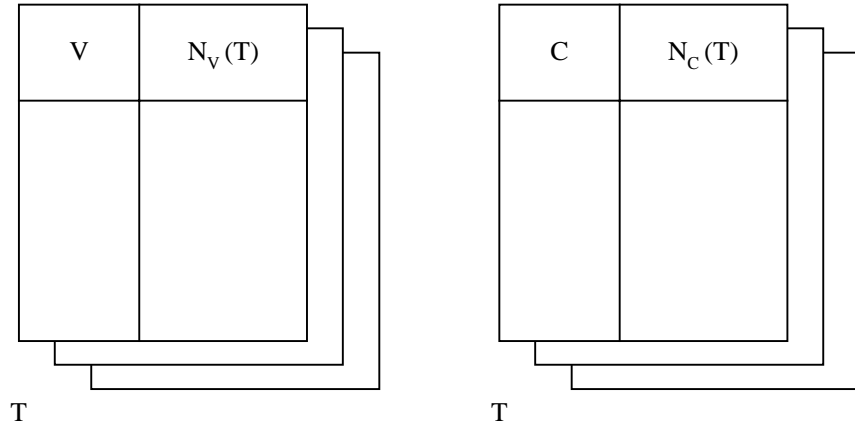


Los valores mostrados corresponden al 100% de las líneas conectadas, es decir, no a listas de espera. Luego de su revisión, la tabla puede verse así:

	% 5	% 10	% 15
	0.90	0.95	1.00
	1.00	1.00	1.00
	0.85	0.85	0.90
	0.95	1.00	1.00
	...		
	...		
	...		



8.4 Pronóstico final



$$N_V(T) = P_V(T) \cdot D_V(T) \cdot PN_V(T)$$

$$N_C(T) = \sum_{V \in C} N_V(T)$$

La tabla anterior, a la izquierda, no es generada por el programa de computadora.

La tabla anterior, a la derecha, se parece a la de la hoja de datos G :



Com	AOc	ATc	Nc	Pop at T = 5
P01 1	0.0	0.	0	0
P01 2	0.0	0.0	0	0
P01 3	0.0	0.0	0	0
P01 4	0.0	0.0	0	0

9. **Pronósticos de Tráfico**

9.1 Tasas de llamadas futuras por categoría de tráfico

Use su propio criterio para tomar decisiones concernientes a las tasas de llamadas futuras, luego de considerar los datos e información básicos y los resultados de los cálculos que usted ya hizo.

Vea 6.3, 6.4, 6.6, 6.7, 6.11, 6.12, y 8.1.

Categoría de Tráfico	Tasa total de llamadas (orig. + dest.)	Proporción de tráfico de origen respecto al total	Proporción del tráfico interno respecto al total
TC	$TCR_{TC}(T)$	$PO_{TC}(T)$	$PI_{TC}(T)$
0			
1			
...			
5			

T

Después, lea los valores de la computadora. La página de datos se ve así:

6 Categorías de tasas de llamadas

0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
1	0.113	0.478	0.804	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
2	0.097	0.495	0.720	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
3	0.090	0.511	0.702	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
4	0.076	0.526	0.578	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
5	0.055	0.582	0.506	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
Cat	TCR	PO	PI	TCR	PO	PI	TCR	PO	PI	TCR	PO	PI
		T = 0		T = 5			T = 10			T = 15		

Este archivo es RURCARATE.DAT y usted debe establecer los parámetros para T = 5, T = 10, y T = 15.

9.2 Tasas de llamadas futuras por aldea

Aldea	Tasa total de llamadas	Proporción del tráfico de origen respecto al tráfico total	Proporción de tráfico interno respecto al tráfico total
v	$TCR_V(T)$	$PO_V(T)$	$PI_V(T)$

T

$$\left. \begin{aligned} TCR_V(T) &= TCR_{TC}(T) \\ TC &= TC_V(T) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} PO_V(T) &= PO_{TC}(T) \\ TC &= TC_V(T) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} PI_V(T) &= PI_{TC}(T) \\ TC &= TC_V(T) \end{aligned} \right\}$$

de
7.4, 9.1

Esta tabla no es generada por el programa de computadora.

9.3 Pronóstico de los tráficos comunales totales

\nearrow i \ j	1	2	---	Σ	LD	Σ
1						$A_{iO}(T)$
2						

Σ						
LD					0	---
Σ		$A_{Tj}(T)$			---	$A_0(T)$ $A_T(T)$

$$A_{iO}(T) = \sum_V (N_V(T) \cdot TCR_V(T) \cdot PO_V(T)) \quad V \in \text{comuna } i$$

$$A_{Tj}(T) = \sum_V (N_V(T) \cdot TCR_V(T) \cdot (1 - PO_V(T))) \quad V \in \text{comuna } i$$

$$\left. \begin{aligned} A_O(T) &= \sum_i A_{iO}(T) \\ A_T(T) &= \sum_j A_{Tj}(T) \end{aligned} \right\} A_O(T) \neq A_T(T)$$

Las fórmulas de cálculo son generadas por la computadora, y los valores se presentan en la hoja de datos G:

G	Com		AOc	ATc	Nc	Poblac. a T = 5
	P01	1	1169.5	1360.6	22385	73460
P01	2	483.0	458.0	10727	45630	
P01	3	95.2	77.0	2683	13600	
P01	4	62.3	50.6	1746	11220	

Basándose en su propio juicio, usted puede ajustar los valores.

Nótese que éste fue ahora el primer paso en el proceso de crear la matriz de tráfico futuro, así que excepto por estos tráficos totales de origen y de destino por comuna, la matriz esta vacía hasta ahora.

9.4 Pronóstico de tráficos LD por comuna

\nearrow i \ j	1	2	---	Σ	LD	Σ
1						
2					$A_{iL}(T)$	

Σ					$A_{DL}(T)$	
LD		$A_{Lj}(T)$	$A_{LD}(T)$		0	---
Σ					---	

Usted puede escoger cualesquiera de los siguientes métodos:

Alternativa (a): Proporcional a los tráficos totales (presente y futuro)

$$A_{iL}(T) = A_{iL}(0) \cdot \frac{A_{iO}(T)}{A_{iO}(0)}$$

$$A_{Lj}(T) = A_{Lj}(0) \cdot \frac{A_{Tj}(T)}{A_{Tj}(0)}$$

Alternativa (b): Decida las tasas de llamadas LD por abonado, en los diferentes TC, y multiplíquelos por el pronóstico de abonados para las aldeas correspondientes; luego agréguelos dentro de los valores de las comunas.

Alternativa (c): Otros métodos, o de base uno por uno

$$A_{DL}(T) = \sum_i A_{iL}(T)$$

$$A_{LD}(T) = \sum_j A_{Lj}(T)$$

No se implementan fórmulas de cálculo para los pronósticos de tráfico LD, de modo que usted tiene que hacer el trabajo por sí mismo. Cuando haya terminado, debe leer los valores en la computadora; ellos aparecen en la hoja de datos I (ver 9.8).

Este fue el segundo paso en el proceso de crear la matriz de tráfico futuro, de modo que excepto por los tráficos totales de origen y de destino por comuna y por los tráficos LD, la matriz aún está vacía.

9.5 Tráficos totales dentro del distrito

\nearrow i \ j	1	2	---	Σ	LD	Σ
1						
2				$A_{iD}(T)$		

Σ		$A_{Dj}(T)$		$A_{DD}(T)$		
LD					0	---
Σ					---	

$$A'_{iD}(T) = A_{iO}(T) - A_{iL}(T)$$

$$A''_{Dj}(T) = A_{Tj}(T) - A_{Lj}(T)$$

$$A'_{DD}(T) = \sum_i A'_{iD}(T)$$

$$A''_{DD}(T) = \sum_j A''_{Dj}(T)$$

$$A_{DD}(T) = \frac{A'_{DD}(T) + A''_{DD}(T)}{2}$$

$$A_D(T) = A'_D(T) \cdot \frac{A_{DD}(T)}{A'_{DD}(T)}$$

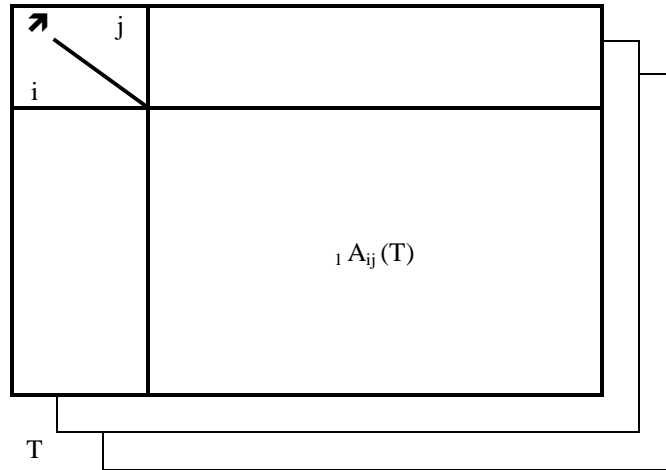
$$A_{Dj}(T) = A''_{Dj}(T) \cdot \frac{A_{DD}(T)}{A''_{DD}(T)}$$

Las fórmulas se implementan en la computadora, pero los resultados no se imprimen. Este fue el tercer paso en el proceso de crear la matriz de tráfico futuro. Lo que sucedió es que:

- los tráficoes totales dentro del distrito se calcularon substrayendo los tráficoes LD del total de tráficoes de origen y de destino por comuna;
- las dos clases de tráfico dentro de los distritos, de origen y de destino, se equilibraron uno con otro a fin de que sus sumas coincidieran.

El resto de la matriz tráfico dentro de las comunas continúa vacío.

9.6 Tráficos preliminares entre comunas



El propósito aquí es crear una matriz de relación que pueda usarse con los tráficoes totales

Alternativa (a): usamos Factores de Afinidad (ver explicación en 9.7) :

$${}_1 A_{ij}(T) = F_{ij}(T) \cdot \frac{A_{iD}(T) \cdot A_{Dj}(T)}{A_{DD}(T)}$$

Alternativa (b): usamos el Modelo de Crecimiento Ponderado:

$${}_1 A_{ij}(T) = A_{ij}(0) \cdot \frac{W_i \cdot G_j + W_j \cdot G_i}{W_i + W_j}$$

$$G = \frac{N(T)}{N(0)} \quad ; \quad G_j = \frac{N_j(T)}{N_j(0)}$$

Escoja entre:

Rapp 1 : $W = N(T)$ $W_j = N_j(T)$

Rapp 2 : $W_i = (N_i(T))^2$ $W_j = (N_j(T))^2$

APO : $W_i = \frac{N_i(0) + N_i(T)}{2}$ $W_j = \frac{N_j(0) + N_j(T)}{2}$

“Rapp 1” se basa en el siguiente supuesto: “El tráfico de un abonado en el área i a todos los abonados en área j y el tráfico de todos los abonados en el área i a un abonado en el área j no debe cambiar en el tiempo”.

“Rapp 2” : “La suma del cuadrado del cambio en el tiempo en el tráfico por abonado en el área i e igual en el área j es minimizado”.

“APO” casi no se puede expresar de una manera similar.

Alternativa (c): Otro método.

Todas las fórmulas que se muestran anteriormente se implementan en la computadora, pero los resultados no se imprimen.

9.7 Factores de afinidad para tráficos entre-comunas

Definición y explicación

Si para el punto de tiempo actual conocemos sólo los tráficos totales, $A_{iD}(0)$, $A_{Dj}(0)$, $A_{DD}(0)$:

\nearrow		j	...	Σ
i		?		$A_{iD}(0)$
...				
Σ		$A_{Dj}(0)$		$A_{DD}(0)$

(Tráficos actuales totales de origen y de destino, por comuna)

entonces tal vez podamos calcular los tráficos hipotéticos punto a punto $A_{ij}(0)^H$ distribuyendo cada tráfico de origen conocido $A_{iD}(0)$ en proporción a los tráficos totales de destino $A_{Dj}(0)$:

$$A_{ij}(0)^H = A_{iD} \cdot \frac{A_{Dj}(0)}{A_{DD}(0)}$$

Resultado:

\nearrow		j	...	Σ
i		$A_{ij}(0)^H$		$A_{iD}(0)$
...				
Σ		$A_{Dj}(0)$		$A_{DD}(0)$

(Tráficos punto a punto hipotéticos, basados en la distribución proporcional de los tráficos totales)

Sin embargo, sucede que conocemos los tráficos punto a punto:

\nearrow		j	...	Σ
i		$A_{ij}(0)$		$A_{iD}(0)$
...				
Σ		$A_{Dj}(0)$		$A_{DD}(0)$

(Tráficos punto a punto conocidos)

Las relaciones entre los tráficos punto a punto conocidos e hipotéticos son llamados factores de afinidad, F:

$$F_{ij}(0) = \frac{A_{ij}(0)}{A_{ij}(0)^H} = \frac{A_{ij}(0)}{A_{iD} \cdot \frac{A_{Dj}(0)}{A_{DD}(0)}} = \frac{A_{DD}(0) \cdot A_{ij}(0)}{A_{iD}(0) \cdot A_{Dj}(0)}$$

Típicamente, los factores de afinidad se ven así:

↗		j	--
i	1.25	0.83	--
	0.91	1.40	--
...

(Los factores de afinidad demuestran qué tan relativamente fuertes o débiles son los intereses de tráfico entre diferentes punto)

Ahora usaremos estos factores para estimar los tráficos futuros punto a punto a partir de los tráficos totales predichos.

Una pregunta que surge es: Quedará F igual en el futuro, es decir, será $F_{ij}(T) = F_{ij}(0)$?

Si usted cree que F cambiará, entonces debe alimentar la computadora con valores ajustados!

El programa entonces deberá:

1. Calcular los tráficos punto a punto hipotéticos para el tiempo T:

$$A_{ij}(T)^H = A_{iD}(T) \cdot \frac{A_{Dj}(T)}{A_{DD}(T)}$$

2. Multiplicar estos valores hipotéticos por F:

$$A_{ij}(T) = A_{ij}(T)^H \cdot F_{ij}(T)$$

y $A_{ij}(T)$ es el resultado final!

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

↗	j	
i		
		$F_{ij}(0)$ ó $F_{ij}(T)$

$$F_{ij}(0) = \frac{A_{DD}(0) \cdot A_{ij}(0)}{A_{iD}(0) \cdot A_{Dj}(0)} \quad \text{(valores calculados automáticamente)}$$

$$F_{ij}(0) \rightarrow F_{ij}(T) \quad \text{(posible ajuste a través del juicio individual)}$$

Si escoge calcular la matriz de referencia de los tráficos punto a punto preliminares (tráfico entre comunas) usando factores de afinidad, usted debe calcular primero las afinidades actuales de acuerdo con la formula anterior y luego ajustarlas de acuerdo a los cambios futuros esperados (por ejemplo, se espera que áreas particulares desarrollen más rápidamente que antes, o que la proporción de abonados de negocios aumentará). Generalmente en dichas áreas aumentará tanto el tráfico interno como el tráfico entre las áreas. Esto corresponde a los factores de afinidad incrementada.

En áreas con actividades y población decrecientes el tráfico entrante por abonado usualmente disminuirá, mientras que el tráfico de salida puede muy bien aumentar. El tráfico interno, entonces, generalmente disminuye.

La fórmula se implementa en la computadora. La hoja de datos correspondiente debe verse así:

Factores de afinidad para el año 0

1	2.28 0.14	0.14 0.19	0.16 0.17	0.18 0.18	0.17 0.18	0.15 0.18	0.18 0.19	0.14 0.23	0.14	0.15
2	0.26 0.27	4.43 0.37	0.30 0.33	0.34 0.33	0.31 0.34	0.28 0.33	0.36 0.37	0.27 0.27	0.27	0.28
3	0.38 0.41	0.40 0.63	19.91 0.46	0.51 0.52	0.46 0.53	0.42 0.48	0.46 0.56	0.41 1.36	0.41	0.41
4	0.50 0.53	0.51 0.59	0.53 0.57	34.13 0.68	0.64 0.69	0.55 0.60	0.58 0.70	0.51 0.00	0.53	0.51
...								



Si usted quiere cambiar los factores de afinidad para el año 5, 10, 15 entonces debe hacerlo almacenando nuevos valores para estos puntos de tiempo:

Factores de afinidad para el año 5

- 1
- 2 (Escriba sus valores aquí!)
- ...
- etc.

9.8 Matriz de tráfico futuro para las comunas

\nearrow i \ j	1	2	---	Σ	LD	Σ
1		$A_{ij}(T)$		$A_{iD}(T)$	$A_{iL}(T)$	$A_{iO}(T)$
2						

Σ		$A_{Dj}(T)$		$A_{DD}(T)$	$A_{DL}(T)$	$A_{DO}(T)$
LD		$A_{Lj}(T)$		$A_{LD}(T)$	0	---
Σ		$A_{Tj}(T)$		$A_{TD}(T)$	---	$A_0(T)$ $A_T(T)$

T

Conciliación usando el “Método de Doble Factor” de Kruithof :

Paso 1)
$${}_2 A_{ij}(T) = \frac{{}_1 A_{ij}(T)}{\sum_j {}_1 A_{ij}(T)} \cdot A_{iD}(T)$$

Paso 2)
$${}_3 A_{ij}(T) = \frac{{}_2 A_{ij}(T)}{\sum_i {}_2 A_{ij}(T)} \cdot A_{Dj}(T)$$

Paso 3)
$${}_4 A_{ij}(T) = \frac{{}_3 A_{ij}(T)}{\sum_j {}_3 A_{ij}(T)} \cdot A_{iD}(T) \quad \text{etc.}$$

Note que un decimal estable es más que adecuado!

(Alternativamente, la conciliación se puede hacer para el aumento de tráfico en vez de para los tráficos totales futuros)

Luego de eso, $A_{ij}(T)$ se redondean a 1 decimal y:

$$A_{iD}(T) = \sum_i A_{ij}(T)$$

$$A_{Dj}(T) = \sum_j A_{ij}(T)$$

$$A_{DD}(T) = \sum_i A_{iD}(T) = \sum_j A_{Dj}(T)$$

se calculan.

Los tráficos LD se calcularon antes, así que ahora calculamos:

$$A_{iO}(T) = A_{iD}(T) + A_{iL}(T)$$

$$A_{Tj}(T) = A_{Dj}(T) + A_{Lj}(T)$$

$$A_{DO}(T) = \sum_i A_{iO}(T)$$

$$A_{TD}(T) = \sum_j A_{Tj}(T)$$

Las fórmulas de cálculo forman parte del programa de computadora, y los resultados aparecen en la hoja de datos I:

HOJA DE DATOS I :

$A_{ij}(T)$ $A_{iL}(T)$

Tráficos entre comunas y LD para el tiempo 5

I

983.4	20.1	4.7	3.5	2.2	13.6	1.8	12.4	11.1	6.9	
11.2	2.2	3.4	5.2	5.4	3.7	4.1	0.4	75.1		i = 1
52.3	317.6	4.3	3.3	2.0	13.1	1.8	11.1	9.5	6.3	
10.1	2.1	3.2	4.6	4.9	3.4	3.8	0.2	29.7		i = 2
16.2	5.9	48.7	0.8	0.5	4.1	0.4	2.9	2.0	1.3	
2.6	0.6	0.6	1.1	1.2	0.8	0.7	0.2	4.8		i = 3
11.6	4.2	0.7	31.1	0.4	3.0	0.3	1.9	1.4	0.9	
1.9	0.3	0.4	0.7	0.9	0.5	0.5	0.0	1.5		i = 4
										A_{iL}(T)

9.9 Tráficos actuales por aldea

v	AO _v (0)	AT _v (0)	AI _v (0)

$$AO_v(0) = N_v(0) \cdot TCR_v(0) \cdot PO_v(0)$$

$$AT_v(0) = N_v(0) \cdot TCR_v(0) \cdot (1 - PO_v(0))$$

$$AI_v(0) = N_v(0) \cdot TCR_v(0) \cdot PI_v(0) / 2$$

Las fórmulas se implementan en el programa de la computadora. Los valores se imprimen junto con los valores futuros (ver 9.10).

9.10 Tráficos futuros por aldea

v	AO _v (T)	AT _v (T)	AI _v (T)

$$AO_V(T) = N_V(T) \cdot TCR_V(T) \cdot PO_V(T)$$

$$AT_V(T) = N_V(T) \cdot TCR_V(T) \cdot (1 - PO_V(T))$$

$$AI_V(T) = N_V(T) \cdot TCR_V(T) \cdot PI_V(T)/2$$

Resultados para 9.9 y 9.10:

Hoja de datos **J**

	T = 0			5			10			15		
P010101	858.0	1007.3	746.1	1125.5	1321.2	978.7	1320.7	550.4	148.4	1498.6	1759.2	1303.1
P010103	1.0	0.9	0.4	1.4	1.3	0.5	1.5	1.4	0.6	1.6	1.4	0.6
P010107	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
P010108	0.7	0.6	0.3	1.0	0.9	0.4	1.1	1.0	0.4	1.2	1.1	0.5
P010109	4.4	4.0	1.7	6.6	5.9	2.5	7.7	6.9	2.9	8.5	7.7	3.2

C, V

Tráfico interno AI_v(T)

Tráfico de destino AT_v(T)

Tráfico de origen AO_v(T)

Los pronósticos reales están ahora casi terminados. Sin embargo queda algo: verificar si los pronósticos de tráfico de las aldeas concuerdan o no con los tráfico internos correspondientes, en las matrices de tráfico pronosticado entre comunas.

La razón para hacer esta verificación es que como cada uno de los dos pronósticos se hizo independientemente, éstos pueden ser muy inconsistentes. Los tráfico entrantes y salientes en la aldea probablemente incluyan cantidades más bien pequeñas de tráfico de larga distancia y tráfico con otras comunas, de modo que la mayor parte de tráfico debe ser con el centro comunal y con otras aldeas en la misma comuna.

Consecuentemente, usted debe hacer separadamente la siguiente verificación para cada comuna:

$$AI_{01} + \sum_{V>01} AI_V < A_{ii}$$

$$AI_{01} + \sum_{V>01} AO_V + \sum_{V>01} AT_V + \sum_{V>01} AI_V > A_{ii}$$

donde

AI₀₁ = tráfico interno por aldea 01 (el centro comunal)

$\sum_{V>01} AI_V$ = tráfico interno para las otras aldeas

$$\sum_{V>01} AO_V = \text{tráfico de origen para las otras aldeas}$$

$$\sum_{V>01} AT_V = \text{tráfico de destino para las otras aldeas}$$

$$A_{ii} = \text{tráfico interno para la comuna completa}$$

El uso de estas desigualdades para verificar A_{ii} indica cierto grado de incertidumbre. Para entender por qué, veamos una matriz de tráfico completa entre aldeas para una comuna en particular:

\nearrow	Centro comunal (v = 01)	Otras aldeas (v > 01)	Fuera de la comuna (x)	Σ				
Centro comunal (v = 01)	A_{i01}	$\sum_{V>01} A_{01 \rightarrow V}$						
Otras aldeas (v > 01)	$\sum_{V>01} A_{V \rightarrow 01}$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>$\sum_{V>01} A_{iV}$</td> <td>$\sum_{V>01} A_{V \rightarrow V}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	$\sum_{V>01} A_{iV}$	$\sum_{V>01} A_{V \rightarrow V}$			$\sum_{V>01} A_{V \rightarrow X}$	$\sum_{V>01} AO_V$
$\sum_{V>01} A_{iV}$	$\sum_{V>01} A_{V \rightarrow V}$							
Fuera de la comuna (x)		$\sum_{V>01} A_{X \rightarrow V}$...					
Σ		$\sum_{V>01} AT_V$						

Para tener una imagen exacta del flujo tráfico en la comuna, debemos conocer todas las cantidades mostradas en la matriz. Sin embargo, no conocemos los rectángulos sombreados. Todos los otros valores en la matriz son pronosticados, como se muestra en la lista de aldeas (tráficos de origen, de destino e interno). Sólo un valor, el tráfico comunal interno total, A_{ii} , se toma de la matriz de tráfico entre comunas.

El área vacía en la matriz representa A_{ii} .

La matriz anterior puede usarse para definir otras dos ecuaciones que contienen tanto cantidades conocidas como desconocidas:

$$A_{i01} + \sum_{V>01} A_{iV} = A_{ii} - \left(\sum_{V>01} A_{01 \rightarrow V} + \sum_{V>01} A_{V \rightarrow 01} + \sum_{V>01} A_{V \rightarrow V} \right)$$

$$A_{i01} + \sum_{V>01} AO_V + \sum_{V>01} AT_V - \sum_{V>01} A_{iV} = A_{ii} + \left(\sum_{V>01} A_{V \rightarrow X} + \sum_{V>01} A_{X \rightarrow V} + \sum_{V>01} A_{V \rightarrow V} \right)$$

Las cantidades desconocidas aparecen entre paréntesis ().

Si miramos un poco más de cerca encontramos que hay probablemente muy pocas cantidades desconocidas, en comparación con las cantidades conocidas. Por tanto, podemos removerlas de las ecuaciones, pero al mismo tiempo debemos cambiar los signos de igualdad (=) a signos de desigualdad (< ó >).

A_{ii} , tráfico interno para toda la comuna se toma de la matriz de tráfico entre comunas pronosticado; las otras cantidades vienen del pronóstico de tráfico de la aldea.

Las cantidades limitantes:

$$AI_{0I} + \sum_{V>0I} AI_V$$

y

$$AI_{0I} + \sum_{V>0I} AO_V + \sum_{V>0I} AT_V - \sum_{V>0I} AI_V$$

se calculan automáticamente y se presentan en forma de tabla para todas la comunas y para todos los puntos de tiempo, T=0, 5, 10, 15.

Debe asegurarse que A_{ii} (los valores diagonales en las matrices de tráfico) estén entre dos cantidades limitantes.

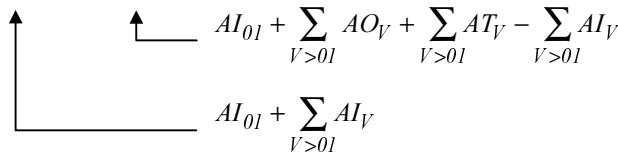
Si las desigualdades que se muestran anteriormente no se confirman por el procedimiento de verificación, entonces debe hacerse una revisión.

Entonces AI_{0I} es la primera cantidad que necesita ser considerada en el pronóstico de tráfico de la aldea.

Tabla de verificación

Suma de los tráficos internos de las aldeas, por comuna:

Comuna	T = 0	T = 5	T = 10	T = 15
C0101	748.9	913.5	950.8	---
C0102	---	---	---	---
C0103	---	---	---	---



9.11 Tráficos de aldeas futuros (si se usan concentradores inteligentes)

En nuestro estudio de caso no se consideran concentradores inteligentes y, por tanto, en esta sub-sección no se aplica.

Los concentradores inteligentes (unidades remotas de abonados) pueden manejar tráfico interno por si mismos, sin usar las rutas a los centros comunales. Por tanto, si usted decide que tales concentradores se usarán en ciertas aldeas, tiene que remover los tráficos internos de las tablas de tráfico de la aldea.

v	$AOI_V(T)$	$ATI_V(T)$	$AII_V(T)$
T			

$$AOI_V(T) = AO_V(T) - AI_V(T)$$

$$ATI_V(T) = AT_V(T) - AI_V(T)$$

$$AII_V(T) = 0$$

para los valores v correspondientes.

Para otros valores v:

$$AOI_V(T) = AO_V(T)$$

$$ATI_V(T) = AT_V(T)$$

$$AII_V(T) = AI_V(T)$$

9.12 Final future traffic matrix for communes if intelligent concentrators are used

En nuestro estudio de caso esta subsección no es aplicable.

Los tráficos de aldea internos que se pueden manejar por concentradores inteligentes se remueven de la matriz:

\nearrow i \ j	1	2	---	Σ	LD	Σ
1		$AF_{ij}(T)$		$AF_{iD}(T)$	$AF_{iL}(T)$	$AF_{iO}(T)$
2						

Σ		$AF_{Dj}(T)$		$AF_{DD}(T)$	$AF_{DL}(T)$	$AF_{DO}(T)$
LD		$AF_{Lj}(T)$		$AF_{LD}(T)$	0	---
Σ		$AF_{Tj}(T)$		$AF_{TD}(T)$	---	$AF_0(T)$ $AF_T(T)$

$$AF_{ii}(T) = A_{ii}(T) - \sum_{\substack{V \in C \\ (c=i)}} (A_{iV}(T) - A_{iI_V}(T))$$

$$AF_{ij}(T) = A_{ij}(T) \\ i \neq j$$

$$AF_{iD}(T) = \sum_i AF_{ij}(T)$$

$$AF_{Dj}(T) = \sum_j AF_{ij}(T)$$

$$AF_{iL}(T) = A_{iL}(T)$$

$$AF_{Lj}(T) = A_{Lj}(T)$$

$$AF_{DL}(T) = A_{DL}(T)$$

$$AF_{LD}(T) = A_{LD}(T)$$

$$AF_{iO}(T) = AF_{iD}(T) + AF_{iL}(T)$$

$$AF_{Tj}(T) = AF_{Dj}(T) + AF_{Lj}(T)$$

$$AF_{DO}(T) = \sum_i AF_{iO}(T)$$

$$AF_{TD}(T) = \sum_j AF_{Tj}(T)$$

10. **Pronóstico Final**

Los pronósticos finales requeridos son:

Pronóstico de abonado por aldea: 8.4

Pronóstico de tráfico por aldea: 9.10 (or 9.11*)

Pronóstico de tráfico para comunas: 9.8 (or 9.12*)

* En caso de que se consideren concentradores inteligentes.
En nuestro pequeño estudio de caso no los hay.
Por tanto, los pronósticos a ser presentados son: 8.4, 9.10, 9.8.