**Redes Rurales**

**Categorización de Aldeas -**

**Una Base Importante Para El Pronóstico**

Sr. H. Leijon, UIT

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

# REDES RURALES:

## CATEGORIZACION DE ALDEAS - UNA BASE IMPORTANTE PARA EL PRONOSTICO

**por**
**Herbert Leijon**

**Leyenda**

| | | | |
|---|---|---|---|
| SLEPT | = | Variable de categoría de aldeas, formada por las subvariables S,L,E,P,T | |
| S | = | Tamaño | S= 0: - 100 (población)<br>1: 100 - 500<br>2: 500 - 3000<br>3: 3000 - 10000<br>4: 10 000 - |
| L | = | Nivel | L= 0: (Casi) no hay funciones<br>1: Básicos, por ej., policía, bomberos, enfermería, escuelas primarias...<br>2: Muchas funciones para las propias necesidades diarias<br>3: Centro administrativo y comercial para otros pueblos, (por ej., para toda la comunidad)<br>4: Centro administrativo y comercial y para un área grande (por ej., para todo el distrito) |
| E | = | De tipo socio-económico | E= 0: Básico, por ej., agricultura, pesca...<br>1: Mixto, por ej., básico (es decir, como E=0) + pequeñas industrias y negocios<br>2: Mixto, (es decir, como E=1) + grandes industrias, negocios y administración |
| P | = | Nivel económico privado | P= 0: Pobre<br>1: Promedio<br>2: Alto |
| T | = | Tendencia del desarrollo poblacional | T= 0: Disminución rápida<br>1: Disminución lenta<br>2: Constante<br>3: Incremento lento<br>4: Incremento rápido |

| | | |
|---|---|---|
| POP | = | Población |
| D | = | Densidad, correspondiente a la demanda total |
| D MAX | = | Límite de saturación de densidad para aldeas, correspondiente a la demanda total |
| C | = | Número futuro de líneas de abonados conectadas |
| PC | = | Proporción de la demanda satisfecha (líneas conectadas / demanda total) |
| TCR | = | Tasa de llamadas total (tráfico por línea de abonados) |
| PO | = | Proporción de tráfico de origen, fuera del total |
| PI | = | Proporción de tráfico interno, fuera del total |
| v | = | Aldea |
| c | = | Comuna |
| d | = | Distrito |
| n | = | País |
| t | = | Punto de tiempo (el presente año = 0) |

Nota : El término “densidad” debe corresponder a “demanda total”, ya sea satisfecha o no. Así, se puede incluir una lista de espera mantenida apropiadamente. Esto se aplica a puntos de tiempo en el pasado, presente y futuro. Para cierta aldea **v** esto significa:

Número de líneas principales conectadas $C_v^{(t)} = POP_v^{(t)} \cdot D_v^{(t)} \cdot PC_v^{(t)}$

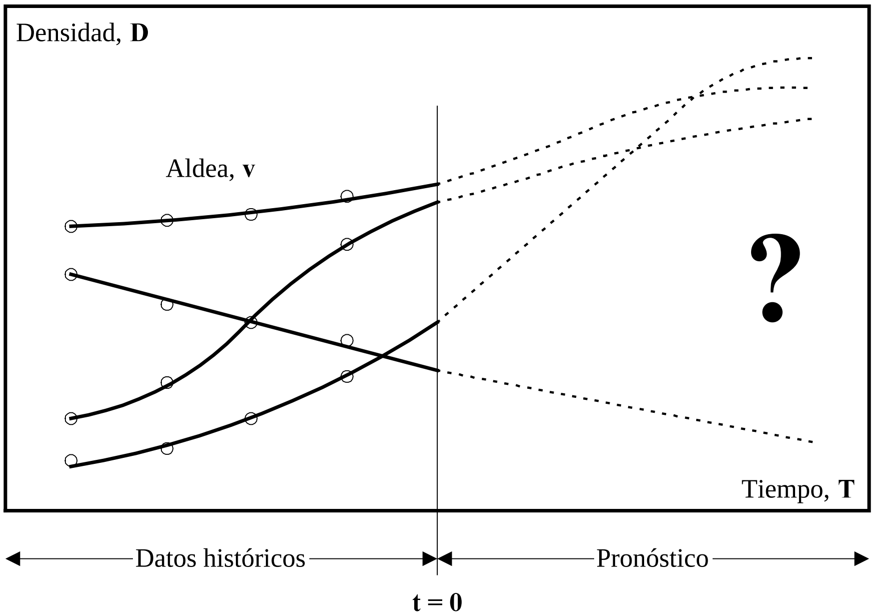
Tráfico de origen total = $C_v^{(t)} \cdot TCR_v^{(t)}$

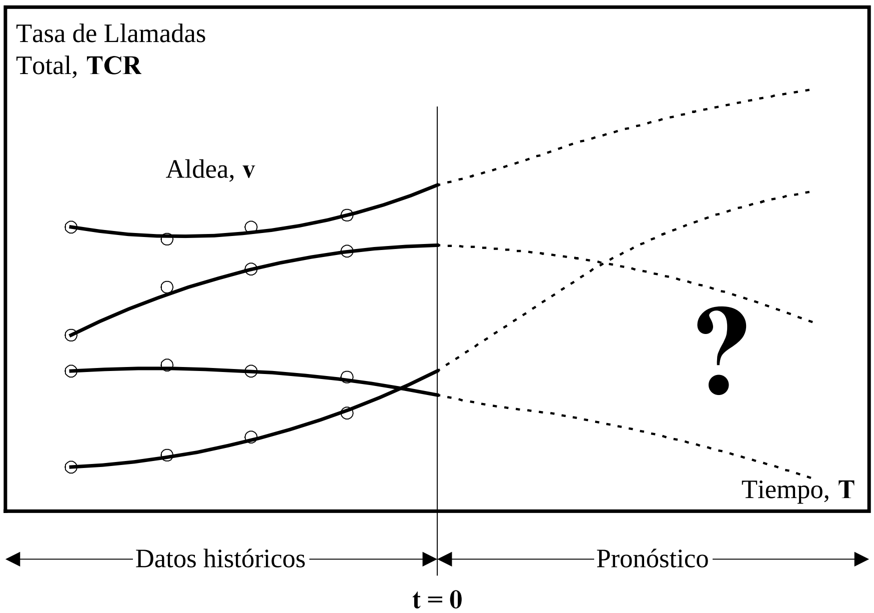
Para cada área rural (por ejemplo, distrito) que va a ser planificada, necesitamos pronosticar:

a) Los intereses de tráfico entre todas las subáreas (por ejemplo, comunas)

b) Los tráficos de larga distancia desde y hacia cada comuna;

c) El número de abonados (líneas principales) y el tráfico de origen, de destino e interno por cada aldea y pueblo en el área rural. Para propósitos de este documento, el cual se concentra en el ítem c), “aldeas” cubre ambos tipos.

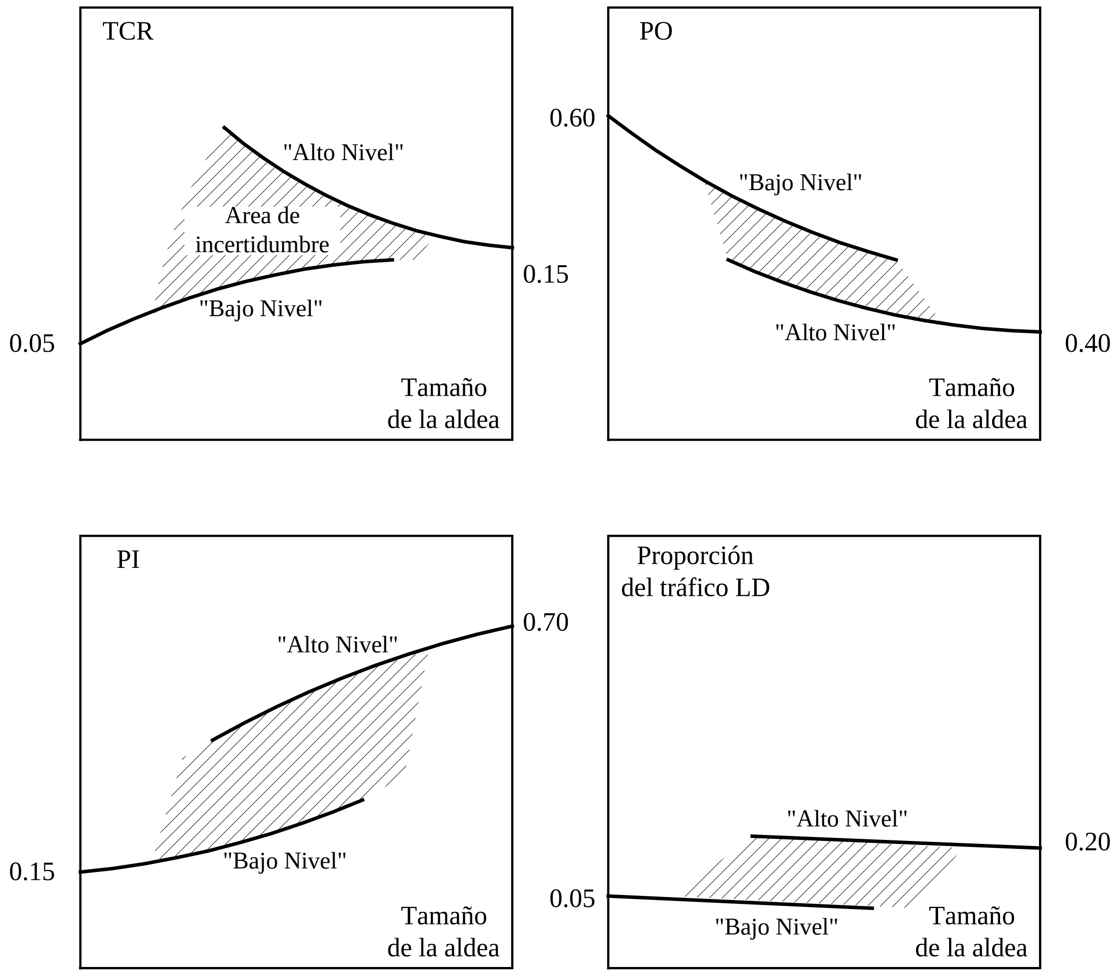



*Problemas de pronóstico ( no se muestran pronósticos de PO ni PI)*

Usualmente hay entre 10 y 20 comunas en un distrito, mientras que pueden existir varios cientos de aldeas y a lo ancho del país puede haber miles de aldeas, pero generalmente el número de ellas es de 10,000 a 50,000.

Más aún, existen grandes diferencias entre las aldeas en lo que respecta al tamaño de la población, el nivel cultural y administrativo, el tipo socio-económico, el nivel económico privado y la tendencia del desarrollo poblacional.

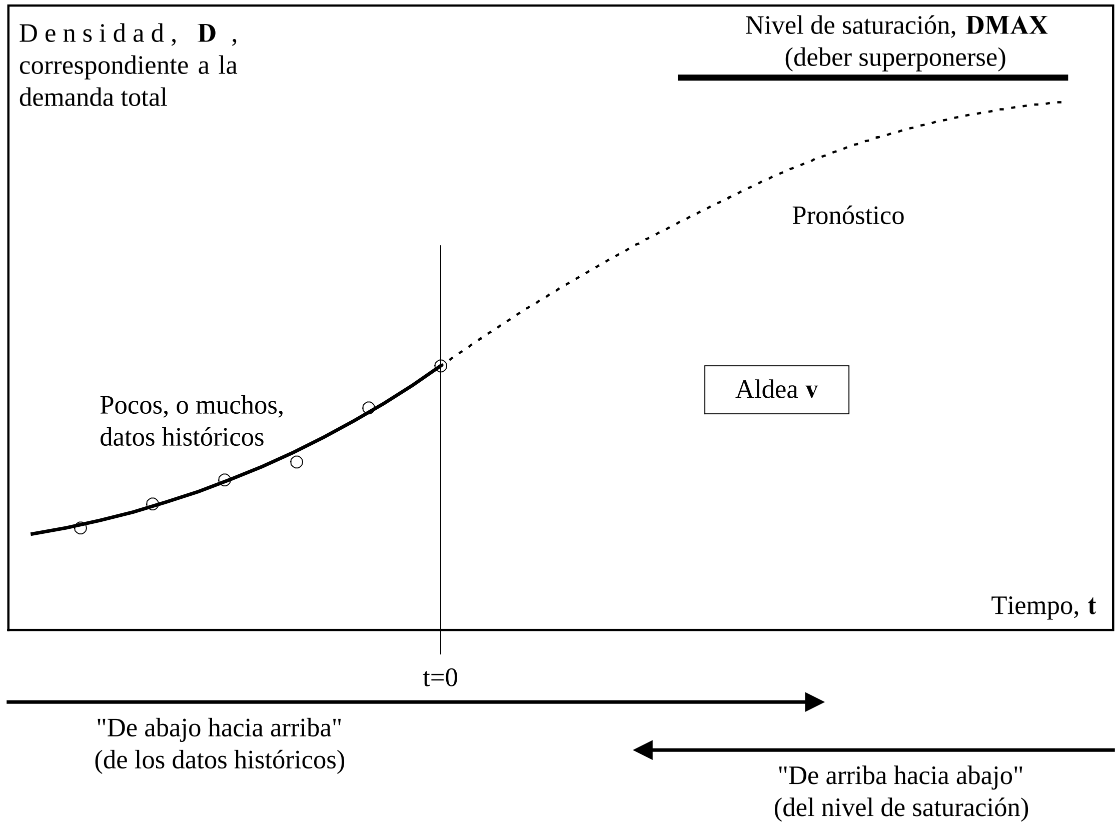



*Ejemplos de cómo pueden describirse las características de tráfico para aldeas en un área particular, usando solamente <u>dos</u> parámetros: tamaño de la aldea y "nivel" de la misma."Nivel" es entonces el sustituto de varios parámetros (comparable con L, E, P y T).*
*Como resultado de este modo más bien tosco de describir las aldeas, los márgenes de incertidumbre serán bastante grandes.*

Consecuentemente, aquí se nos presenta un dilema: a causa de las diferencias entre las aldeas, se debe prestar especial atención al pronóstico de éstas. Debido al gran número de aldeas, necesitamos estandarizar y computarizar el procedimiento de pronóstico de ellas, tanto como sea posible, aplicando alguna clase de modelo matemático.

Una clase de modelo que se puede utilizar para pronosticar el desarrollo de la densidad de líneas principales para una masa tan diversificada de entidades, son las Curvas de Crecimiento, por ejemplo, el Modelo Logístico Exponencial. Los modelos de curvas de crecimiento tienen varias propiedades útiles. Una de tales propiedades consiste en que funcionan apropiadamente, ya sea con información histórica escasa o, al contrario, con grandes grupos de datos. Otra característica positiva es que cuando las curvas de crecimiento son bien aplicadas, pueden utilizarse en un proceso dinámico de Abajo hacia Arriba / de Arriba hacia Abajo, siempre que se sobre imponga a cada curva un límite de saturación estimado por separado. La función básica de la curva de crecimiento es, a saber, que en sí misma extrapola la tendencia sobre el eje de tiempo (=Abajo-arriba), mientras que el límite de saturación sobre impuesto trabaja hacia atrás (=Arriba-abajo).

El límite de saturación, consecuentemente, NO debe ser un RESULTADO de la aplicación del modelo de la curva de crecimiento; ello podría cambiar el proceso de este método estable y confiable Abajo-arriba/Arriba-abajo, a un método pobre, incontrolable e inestable.




*Cómo pronosticar usando curvas de crecimiento*
*Paso 1) Pronosticar el nivel de saturación DMAX por separado;*
*Paso 2) Ajustar una curva (línea de tendencia) a los datos históricos y a DMAX*

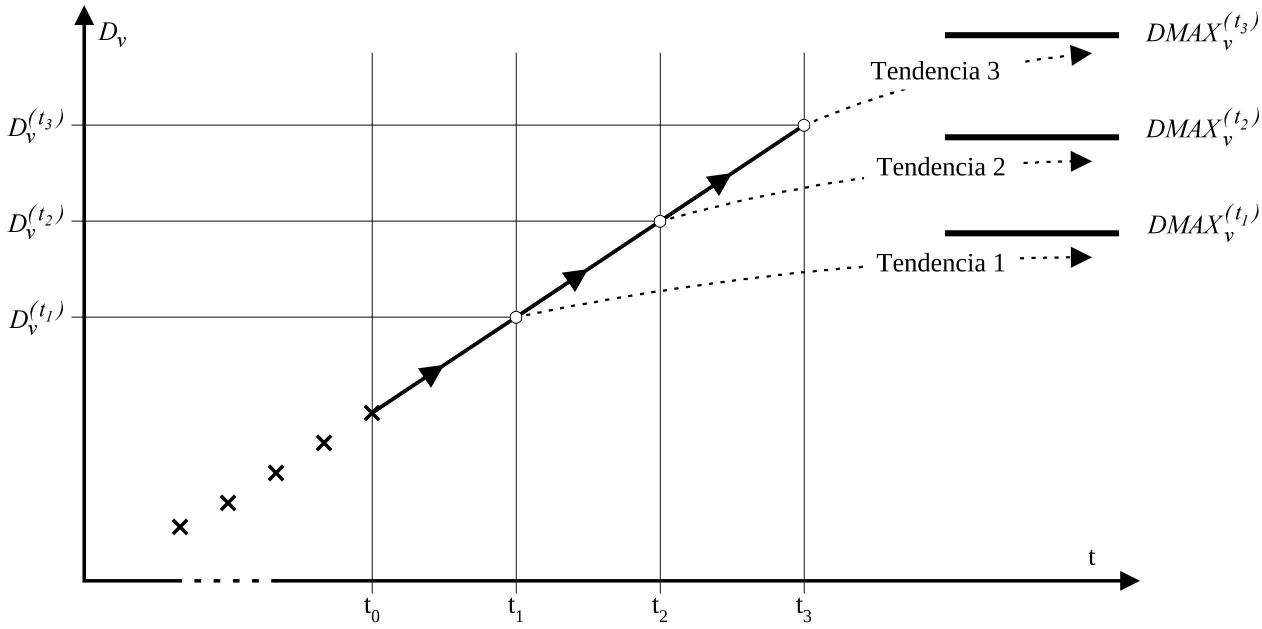
Usualmente podemos predecir muy bien el desarrollo de la población o el número de hogares. Por tanto, lo que necesitamos además del pronóstico de tasa de llamadas, es un pronóstico de densidad o penetración para cada aldea.

Asumiendo que hay por lo menos alguna información histórica disponible sobre densidades por aldea, $\boldsymbol{D_v^{(t\leq 0)}}$ , sólo necesitamos el límite de saturación de la densidad futura para las mismas aldeas, $\mathbf{DMAX}_v$ , para estimar las densidades futuras, $\boldsymbol{D_v^{(t>0)}}$ , las cuales simplemente serán objeto de cálculos numéricos hacia adelante, de acuerdo con el crecimiento del modelo de curva de crecimiento.

¿Entonces qué acerca del **DMAX**?

Bien, ya que mayormente el límite de saturación **DMAX** (aunque no necesariamente) se entiende como un límite <u>asintótico</u> para curvas de crecimiento, definiéndose así por tiempo ilimitado, debe entonces permanecer en principio, constante para todos los puntos de tiempo **t**, es decir, **t** no será un parámetro. Así, la notación apropiada es "$\mathbf{DMAX}_v$".

Sin embargo, ya que con el tiempo puede cambiar el carácter de cualquier aldea en particular, conduciendo a cambios en la tendencia de desarrollo, necesitamos también modificar **DMAX**. Por lo tanto, la variable se define como $\boldsymbol{DMAX_v^{(t)}}$ , siendo así un instrumento no sólo para calcular una curva de tendencia particular para cada aldea, sino también para controlar cambios en las tendencias.




*A modo de ejemplo, esta figura busca ilustrar cómo puede hacerse el pronóstico para una aldea, utilizando tres diferentes líneas de tendencias a ser usadas, por ejemplo, en caso de sustituirse la de dos tendencias.*

La manera de modificar $\boldsymbol{DMAX_v^{(t)}}$ para diferentes puntos de tiempo **t** es cambiar $\boldsymbol{SLEPT_v^{(t)}}$ y todos los parámetros asociados.

En una situación donde los cambios en las tendencias para toda el área **x** pueden preverse, el nivel de saturación promedio $\boldsymbol{DMAX_x^{(t)}}$ puede usarse como el instrumento para modificar todos los pronósticos de aldea simultáneamente (y colectivamente). Estos dos instrumentos $\boldsymbol{DMAX_v^{(t)}}$ y $\boldsymbol{DMAX_x^{(t)}}$ pueden usarse en combinación (produciendo una clase de tendencia de desarrollo para toda el área, pero permitiendo desviaciones para algunas aldeas individualmente).

El promedio de los límites de saturación futura $\boldsymbol{DMAX_x^{(t)}}$ para toda el área **x** debe definirse y usarse como una entrada para los algoritmos que buscan estimar los límites de saturación de la aldea $\boldsymbol{DMAX_v^{(t)}}$ . De preferencia la variable debe definirse para toda el área rural, es decir, el distrito (**x = d**); si se define para cada comuna (**x = c**) o para todo el país (**x = n**), los algoritmos tienen que modificarse.

Como ya mencionamos antes, la meta final es pronosticar el futuro número de líneas conectadas y los tráficos de origen, de destino e interno, para cada aldea.

Una vez estimado el desarrollo futuro de la población, y puesto que las cantidades del tráfico se calculan como el producto de tasas de llamadas y líneas principales conectadas, solamente necesitamos pronosticar:

- el límite futuro de saturación de densidad en la aldea $\boldsymbol{DMAX_v^{(t)}}$ ;
- la tasa de llamadas futura $\boldsymbol{TCR_v^{(t)}}$ ;
- la proporción futura del tráfico de origen $\boldsymbol{PO_v^{(t)}}$ ;
- la proporción futura del tráfico interno $\boldsymbol{PI_v^{(t)}}$ .

¿Cómo podemos hacer esto?. Bien, antes que nada debemos, por supuesto, usar todos los datos históricos relevantes acerca de densidades y tasa de llamadas. Pero, adicionalmente, debemos también usar nuestro conocimiento y creencias bien fundamentadas acerca del carácter actual y futuro de cada aldea.

Si somos capaces de describir cada aldea en un distrito con suficiencia, entonces podemos digitalizar las descripciones transfiriéndolas en forma de una variable numérica de categoría de aldea, $\boldsymbol{SLEPT_v^{(t)}}$ .

Entonces, a partir de la información dada sobre la aldea pueden construirse algoritmos computarizados para estimar las variables de pronóstico requeridas.

Entrada :

$D_v^{(t)}$ ; $TCR_v^{(t)}$ ; $PO_v^{(t)}$ ; $PI_v^{(t)}$
$(t \leq 0)$

$DMAX_x^{(t)}$ ; $TCR_x^{(t)}$ ; $PO_x^{(t)}$ ; $PI_x^{(t)}$
$(t \geq 0 \; ; \; x = d, \; c \;\; o \;\; n)$

$SLEPT_v^{(t)}$
$(t \geq 0)$

→ Algoritmos Computarizados →

Salida :

$DMAX_v^{(t)}$

$TCR_v^{(t)}$

$PO_v^{(t)}$

$PI_v^{(t)}$

*Estimación de las variables de pronóstico*

Ahora tenemos dos tareas inmediatas:

- analizar las relaciones lógicas entre varias características significativas de la aldea y la salida requerida del proceso ilustrado anteriormente;

- elaborar los algoritmos que han de operar sobre y $\boldsymbol{SLEPT_v^{(t)}}$ sobre y $\boldsymbol{DMAX^{(t)}}$, por supuesto, definir las demás variables que se usarán en estos algoritmos.

Podemos entender fácilmente que detrás de la demanda para servicios de telecomunicaciones deben existir algunas fuerzas impulsoras. Dependiendo de los medios disponibles, esta demanda puede satisfacerse mediante la instalación de nuevas líneas principales. El hecho que los nuevos abonados usen o no extensivamente los nuevos servicios provistos, también puede deberse a los medios disponibles para satisfacer la demanda (un ejemplo de tales medios podría ser la economía familiar). Así, debemos examinar las fuerzas impulsoras que pueden crear una demanda y los medios que pueden ayudar a satisfacerla. La realidad es, por supuesto, muy complicada. Los factores que necesitamos buscar no sólo son más interdependientes que independientes, sino que son en extremo numerosos, tantos, que en la práctica son casi imposibles de cuantificar.

Pero si podemos formular cierto número de generalizaciones acerca de una aldea, tales como: la aldea es “relativamente grande”; su nivel administrativo, comercial y cultural es “alto”; el nivel socioeconómico está “bien avanzado”; los habitantes son en general de un nivel económico “más bien bueno” y que la aldea parece tener “buena oportunidad” de crecer “rápidamente”, tendremos entonces un número de supuestos que pueden introducirse dentro de un modelo que generará probables escenarios futuros, sobre los cuales podrán basarse decisiones acerca de la planificación de la infraestructura de telecomunicaciones.

Si basáramos nuestro juicio acerca del desarrollo futuro de las telecomunicaciones en la aldea en esas generalizaciones verbales, probablemente diríamos que esperamos una densidad de crecimiento “bastante grande”, que conduce a una densidad futura “alta” y que el uso de servicios provistos también crecerá hasta llegar a una “cifra relativamente grande”.

Entonces lo que probablemente queremos expresar es que esta aldea es dinámica, llena de actividades sociales y de negocios y, hasta cierto punto, que domina el área circundante. En otras palabras, creemos que ambos, las fuerzas impulsoras detrás de la demanda de telecomunicaciones y los medios para satisfacerla son sustanciales.

Tal vez estemos listos para aplicar nuestras ideas usando el enfoque de categorización de las aldeas Así definimos valores numéricos para todos los parámetros $\boldsymbol{S_v^{(t)}}$, $\boldsymbol{L_v^{(t)}}$, $\boldsymbol{E_v^{(t)}}$, $\boldsymbol{P_v^{(t)}}$ y $\boldsymbol{T_v^{(t)}}$ para cada aldea **v** y para cada punto de tiempo $\boldsymbol{t \geq 0}$ . Las fijaciones para **t = 0** se usarán para verificar los parámetros del modelo, dándonos así una buena base para el pronóstico. También debe definirse el límite de saturación de densidad total $\boldsymbol{DMAX^{(t)}}$, probablemente para el distrito completo es decir, $\boldsymbol{DMAX_d^{(t)}}$ .

Si por el momento dejamos de lado las verificaciones necesarias y los correspondientes ajustes e iteraciones, nuestro pequeño diagrama de flujo para determinar $\boldsymbol{DMAX_v^{(t)}}$, $\boldsymbol{TCR_v^{(t)}}$, $\boldsymbol{PO_v^{(t)}}$ y $\boldsymbol{PI_v^{(t)}}$ puede ahora resolverse más en detalle y dividirse en tres subdiagramas consecutivos, de la siguiente manera:

***Subdiagramas de flujo:***

**A**

Entrada :
$SLEPT_v^{(t)}$
$DMAX_x^{(t)}$
$(t \geq 0\ ;\ x = d,\ c\ o\ n)$

$\longrightarrow$ Algoritmos Computarizados $\longrightarrow$

Salida :
$DMAX_v^{(t)}$
$(t \geq 0)$

**B**

Entrada :
$D_v^{(t)}$
$(t \leq 0)$
$DMAX_v^{(t)}$
$POP_v^{(t)}$
$(t \geq 0)$

$\longrightarrow$ Algoritmos Computarizados $\longrightarrow$

Salida :
$D_v^{(t)}$
$D^{(t)}$
$(t \geq 0)$

**C**

Entrada :
$SLEPT_v^{(t)}$
$D_v^{(t)}$
$D^{(t)}$
$TCR_x^{(t)}$
$PO_x^{(t)}$
$PI_x^{(t)}$
$(t \geq 0\ ;\ x = d,\ c\ o\ n)$

$\longrightarrow$ Algoritmos Computarizados $\longrightarrow$

Salida :
$TCR_v^{(t)}$
$PO_v^{(t)}$
$PI_v^{(t)}$
$(t \geq 0)$

***Subdiagrama de flujo A:***
**Para calcular los niveles de saturación por aldea**

Digamos que $\boldsymbol{DMAX^{(t)}}$ es el nivel promedio de saturación en el área, por ejemplo, el distrito (**x = d**).

Si una aldea en particular **v** es ahora un "promedio" absoluto para todos los aspectos significativos, debemos esperar entonces que el nivel de saturación a usarse para esta aldea sea el mismo que el nivel promedio, es decir, que $\boldsymbol{DMAX_v^{(t)} = DMAX_x^{(t)}}$ .

Por otro lado, si la aldea difiere significativamente de la aldea “promedio” de un modo que se refleja en los parámetros $SLEPT_v^{(t)}$, calcularemos el nivel de saturación específico $DMAX_v^{(t)}$ usando factores basados en $SLEPT_v^{(t)}$.

Una fórmula simple para tal estimación puede ser:

$$DMAX_v^{(t)} = DMAX_x^{(t)} \cdot FDS_v^{(t)} \cdot FDL_v^{(t)} \cdot FDE_v^{(t)} \cdot FDP_v^{(t)} \cdot FDT_v^{(t)}$$

donde, por ejemplo,
***FDS*** = Factor para la estimación de la densidad máxima en base al tamaño de la aldea;
***FDL*** = Factor para la estimación de la densidad máxima en base al nivel de la aldea;
etc.

En el caso de una aldea “promedio”, todos los factores ***FDS***, ***FDL***,... serán = **1**, de otra manera no tendrán dicho valor.

***Subdiagrama de flujo B:***
**Para calcular las densidades futuras por aldea:**

Es aquí es donde ponemos a trabajar nuestro principal algoritmo de Curva de Crecimiento, por ejemplo, el modelo Logístico Exponencial. Necesitamos dos grupos de datos:

a) Densidades pasadas y presentes por aldea = Datos históricos.
b) Niveles de saturación futuros por aldea = Obtenida del subdiagrama **A.**

El cálculo consiste en ajustar una curva a los datos históricos, con la restricción de que el nivel de saturación **impuesto** debe ser la asíntota a la extrapolación de la curva.

De las densidades futuras resultantes por aldea $D_v^{(t)}$ podemos calcular las densidades futuras medias, por comuna o para todo el distrito.

***Subdiagrama C:***
**Para calcular las tasas de llamadas futuras por aldea**

$TCR_x^{(t)}$, $PO_x^{(t)}$ y $PI_x^{(t)}$ son el promedio de tasas de llamadas, la proporción promedio del tráfico de origen, y la proporción promedio del tráfico interno en el área, por ejemplo, el distrito (**x = d**).

De nuevo reiteramos que si la aldea particular **v** es absolutamente “promedio”, debemos esperar entonces que estos valores promedio para toda el área también sean válidos para la aldea considerada; si no es así, calcularemos las tasas de llamadas específicas $TCR_v^{(t)}$, $PO_v^{(t)}$ y $PI_v^{(t)}$ usando factores basados en $SLEPT_v^{(t)}$.

Un conjunto de fórmulas simples para determinar los parámetros individuales de la aldea, pueden ser las siguientes:

$$TCR_v^{(t)} = TCR_x^{(t)} \cdot FTS_v^{(t)} \cdot FTL_v^{(t)} \cdot FTE_v^{(t)} \cdot FTP_v^{(t)} \cdot FTT_v^{(t)} \cdot FTD_v^{(t)}$$
$$PO_v^{(t)} = PO_x^{(t)} \cdot FOS_v^{(t)} \cdot FOL_v^{(t)} \cdot FOE_v^{(t)} \cdot FOP_v^{(t)} \cdot FOT_v^{(t)} \cdot FOD_v^{(t)}$$
$$PI_v^{(t)} = PI_x^{(t)} \cdot FIS_v^{(t)} \cdot FIL_v^{(t)} \cdot FIE_v^{(t)} \cdot FIP_v^{(t)} \cdot FIT_v^{(t)} \cdot FID_v^{(t)}$$

donde, por ejemplo,

***FTS*** = Factor para la estimación de la tasa de llamadas total en base al tamaño de la aldea;
***FOS*** = Factor para la estimación de la proporción del tráfico de origen en base al tamaño de la aldea;
***FIS*** = Factor para la estimación de la proporción del tráfico interno en base al tamaño de la aldea;
***FTD*** = Factor para la estimación de la tasa de llamadas total en base a la densidad de la aldea;
etc.

En el caso de una aldea “promedio, todos los factores ***FTS**, **FTL** ... **FOS**, **FOL** ... **FIS**, **FIL*** ... deben ser = **1**, de otra manera tendrán otro valor.

Nótese que $\boldsymbol{TCR_x^{(t)}}$, $\boldsymbol{PO_x^{(t)}}$ y $\boldsymbol{PI_x^{(t)}}$ son valores de entrada a los algoritmos. No obstante, después de correr los algoritmos obteniendo así $\boldsymbol{TCR_v^{(t)}}$, $\boldsymbol{PO_v^{(t)}}$ y $\boldsymbol{PI_v^{(t)}}$ como salida, podemos calcular nuevos valores de $\boldsymbol{TCR_x^{(t)}}$, $\boldsymbol{PO_x^{(t)}}$ y $\boldsymbol{PI_x^{(t)}}$ desde esta salida. Por tanto, todo el cálculo puede ser iterativo!

**Desde *SLEPT* hasta *FDS***

Hemos visto que el cálculo de densidades y tasas de llamadas futuras involucra el uso de un número de “factores” $\boldsymbol{FDS_v^{(t)}}$, $\boldsymbol{FDL_v^{(t)}}$, ... etc., los cuales se basan en $\boldsymbol{SLEPT_v^{(t)}}$.

Habiendo definido primero los valores numéricos de $\boldsymbol{SLEPT_v^{(t)}}$ $(t \geq 0)$, nuestro problema consistirá consecuentemente en traducir estos datos en “factores”.

Estudiemos primero cómo los parámetros necesarios **TCR , PO, PI** y **DMAX** son influidos por **S, L, E, P, t** y **D.**

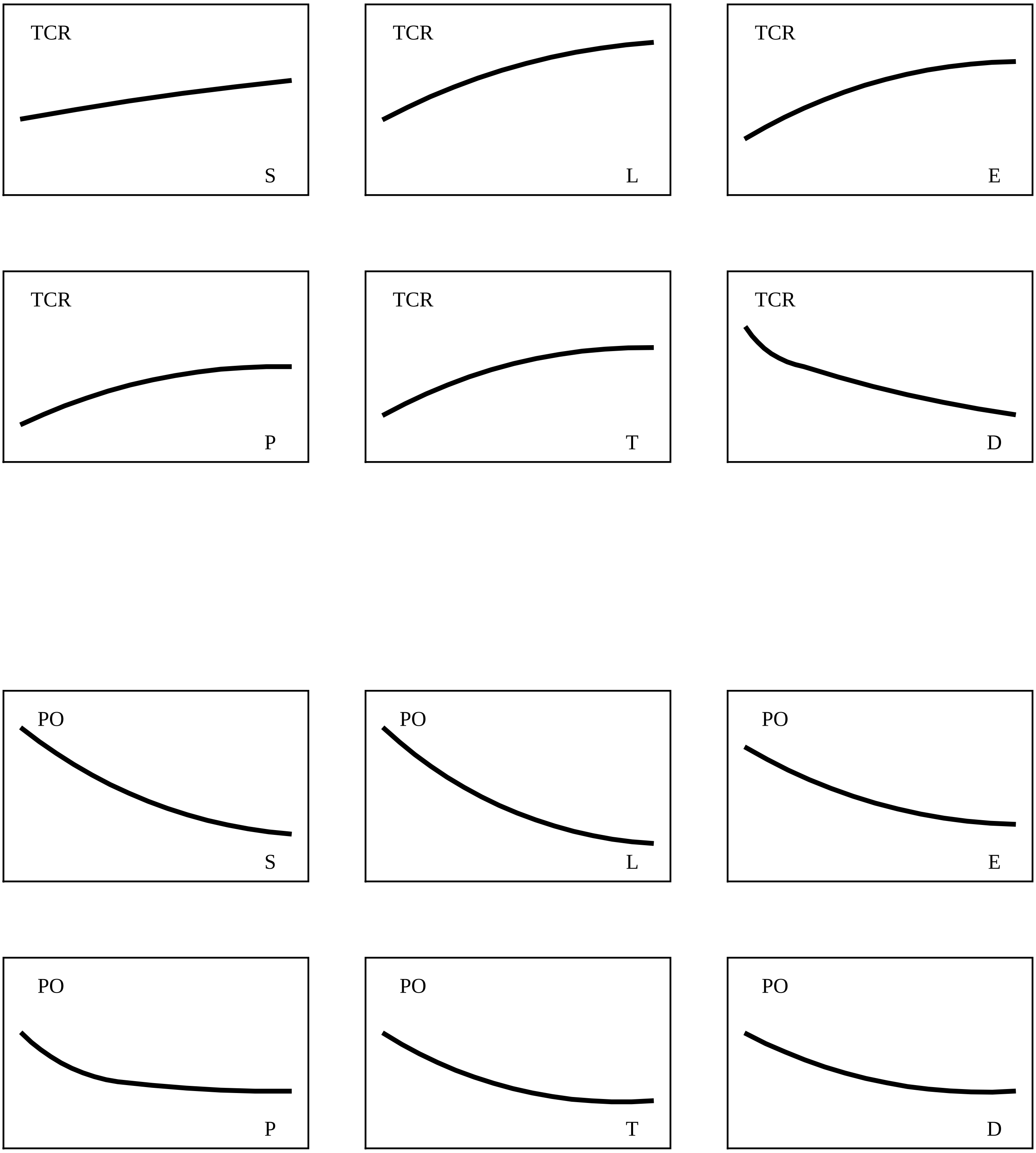
Tomemos **TCR**, por ejemplo. Tal vez éste es el parámetro más fuertemente afectado por el nivel de la aldea, es decir, el parámetro **L**. Tal vez la próxima influencia más fuerte sea del tipo socioeconómico, es decir, el parámetro **E”,** etc.

Si representamos lo antes señalado en números, de manera que “**1**” significa la mayor influencia, “**2**” significa la próxima influencia más grande, etc., entonces podemos exponer nuestras ideas en forma de una tabla como la siguiente:

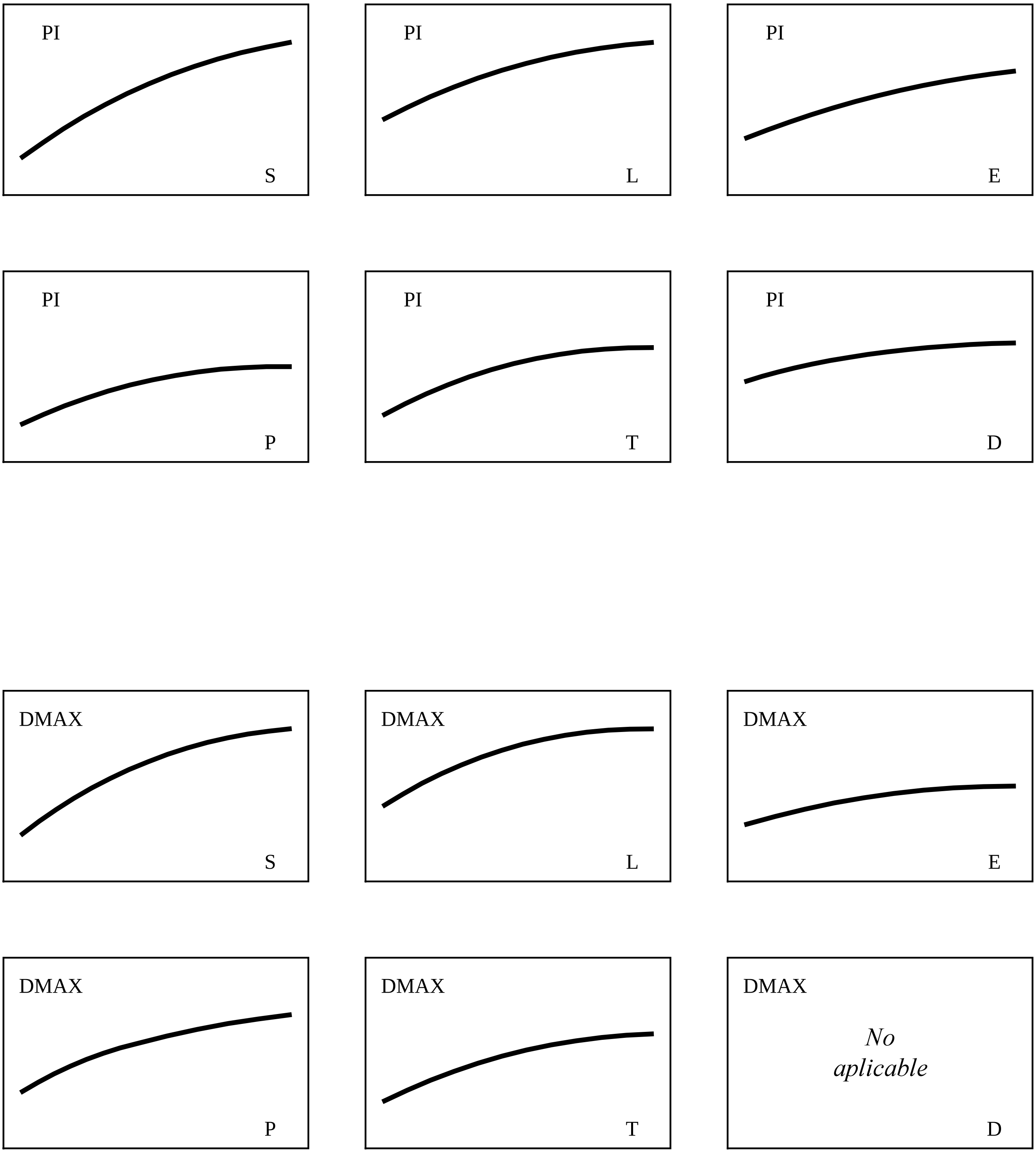
| **Influencia** de / sobre | **TCR** | **PO** | **PI** | **DMAX** |
|---|---|---|---|---|
| **S** | 5 | 2 | 1 | 1 |
| **L** | 1 | 1 | 2 | 2 |
| **E** | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **P** | 3 | 5 | 4 | 4 |
| **T** | 6 | 4 | 5 | 5 |
| **D** | 4 | 6 | 6 | No aplicable |

*La influencia general de **S, L, E, P, T** y **D** sobre **TCR, PO, PI** y **DMAX.***
*“**1**” representa la influencia más fuerte, “**2**” es la siguiente más fuerte, etc.*
*Nota: Los números dados son sólo ejemplos!*

Después de este ejercicio podemos estar listos para expresar gráficamente nuestras ideas sobre “influencia” pero todavía en forma cualitativa, es decir, aún sin introducir cantidades (valores numéricos actuales).




*Influencia general de **S, L, E, P, T** y **D** sobre **TCR** y **PO** expresada gráficamente.*




*Influencia general de **S, L, E, P, T** y **D** sobre **PI** y **DMAX** expresada gráficamente.*

Analizando todas estas curvas, encontramos que generalmente pueden estar caracterizadas por dos parámetros:

**B** = Inclinación de la curva;
**Z** = Forma de la curva.

Respecto a la **inclinación** de una curva **B**, vemos que ésta puede ser casi horizontal (influencia débil), positivamente inclinada (mayor influencia, positiva) o negativamente inclinada (mayor influencia, negativa).

Luego, podemos usar **B** para caracterizar la inclinación como se ve en el cuadro siguiente:

**{B} =**

| **Influencia** de / sobre | **TCR** | **PO** | **PI** | **DMAX** |
|---|---|---|---|---|
| **S** | + 3 | - 1 | + 1 | + 1 |
| **L** | + 1 | - 2 | + 2 | + 2 |
| **E** | + 1 | - 2 | + 3 | + 3 |
| **P** | + 2 | - 3 | + 3 | + 3 |
| **T** | + 3 | - 3 | + 3 | + 3 |
| **D** | - 2 | - 3 | + 3 | No aplicable |

**B** = **Inclinación** de la curva, indicando grado de influencia;

**|B|** = **1** representa la inclinación **más grande**;

**|B|** = **2** representa la **siguiente** inclinación **más grande**; etc.

(**|B|** = **Valor absoluto** de **B**)

\+ Representa inclinación **positiva**

\- Representa inclinación **negativa**

Nota: Los números dados son sólo <u>ejemplos</u>!

Ahora busquemos la otra propiedad: la forma de una curva, **Z**.

Vemos que todas las curvas son más o menos acentuadas, siendo algunas de ellas **convexas**, otras **cóncavas** y que presentan diferente grado de curvatura: desde ligeramente hasta fuertemente curvadas. Cada curva en particular no tiene una curvatura constante, sino que ésta disminuye con el incremento del valor del parámetro de influencia.

También vemos que todas las curvas que tienen inclinación positiva tienen curvatura semejante, digamos cóncava, y que todas las curvas con inclinación negativa tienen curvatura en el otro sentido, es decir, convexa.

Podemos usar **Z** para caracterizar la forma de las curvas como sigue:

**{Z} =**

| Influencia de \ sobre | TCR | PO | PI | DMAX |
|---|---|---|---|---|
| **S** | 2 | 3 | 2 | 2 |
| **L** | 3 | 2 | 2 | 2 |
| **E** | 2 | 1 | 2 | 1 |
| **P** | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **T** | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **D** | 2 | 2 | 1 | No aplicable |

**Z** = Forma de la curva,
**Z** = **1** representa una curva menos acentuada
**Z** = **2** representa una curva mediana
**Z** = **3** representa una curva más acentuada

Nota: Los números dados son sólo **ejemplos!**

Cualquier curva puede entonces calcularse como:

$$FYQ = \frac{|B| \cdot CB + \left( \sqrt[Z+CZ]{Q} - \sqrt[Z+CZ]{\overline{Q}} \right) \cdot TB}{|B| \cdot CB}$$

donde

**Y** = letra **D, T, O** o **I** (representan **DMAX, TCR, PO** o **PI**);

**Q** = **S, L, E, P, T** o **D;**
(**Q** se interpreta como una letra del nombre “**F Y Q**”, o bien como una variable)

$\overline{\mathbf{Q}}$ = valor promedio de **S, L, E, P, T** o **D**;

**B** = parámetro de la inclinación de la curva;

**Z** = parámetro de la forma de la curva;

**CB** = constante de escala para **B**;

**CZ** = constante de escala para **Z** ;

**TB** = **+ 1** para valores **B** positivos, **-1** para valores **B** negativos;

**|B|** = valor absoluto de **B.**

**Interpretación de $\overline{\mathbf{Q}}$ :**

$$\overline{S} = 2; \quad \overline{L} = 2; \quad \overline{E} = 1; \quad \overline{P} = 1; \quad \overline{T} = 2$$

$$\overline{D} = \frac{\sum_{v} POP_v \cdot D_v}{\sum_{v} POP_v}$$

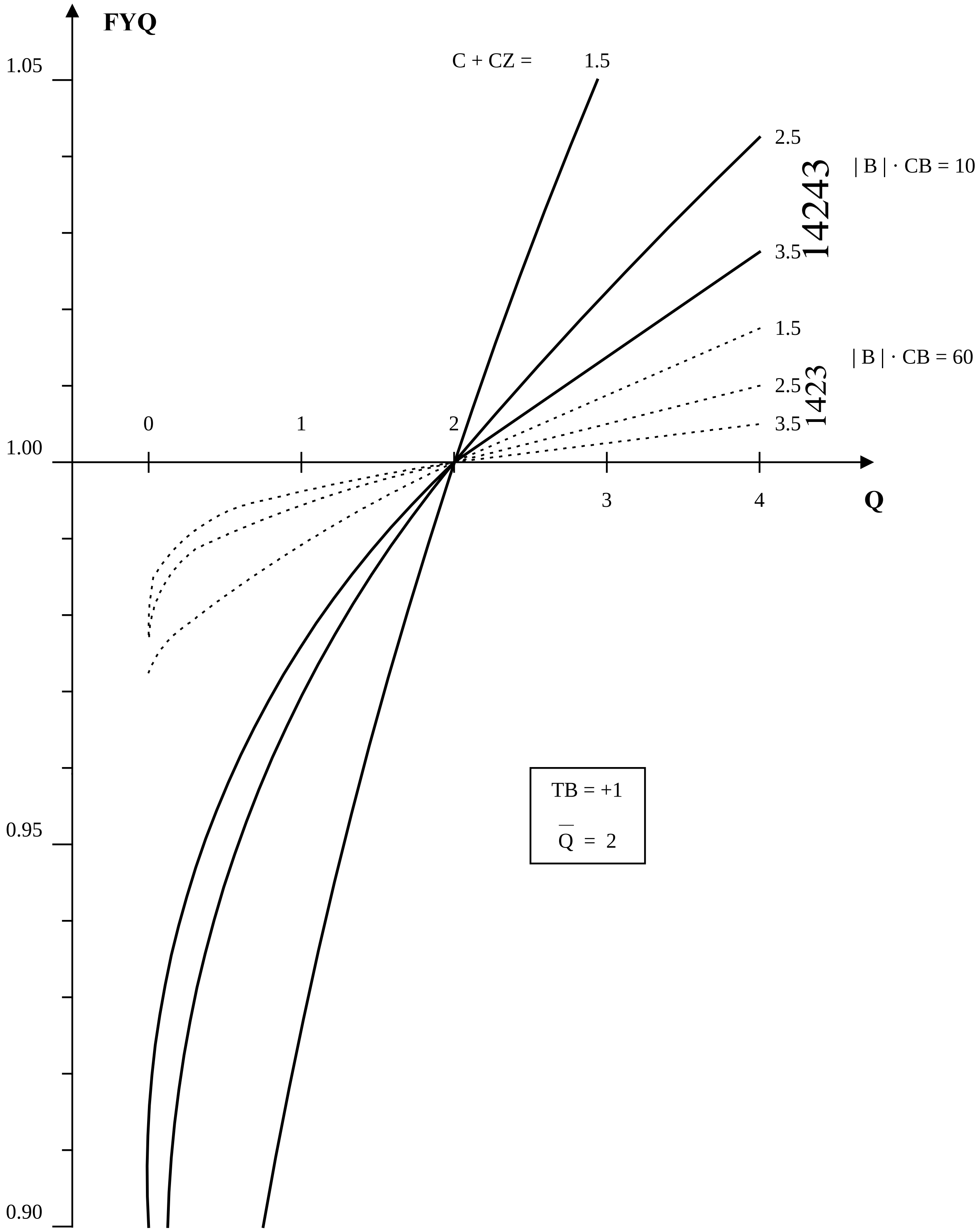
<u>Interpretación de Constantes de Escala</u>:

**CB** y **CZ** pueden usarse para manipular un rango completo de curvas simultáneamente.

Orden de magnitud:

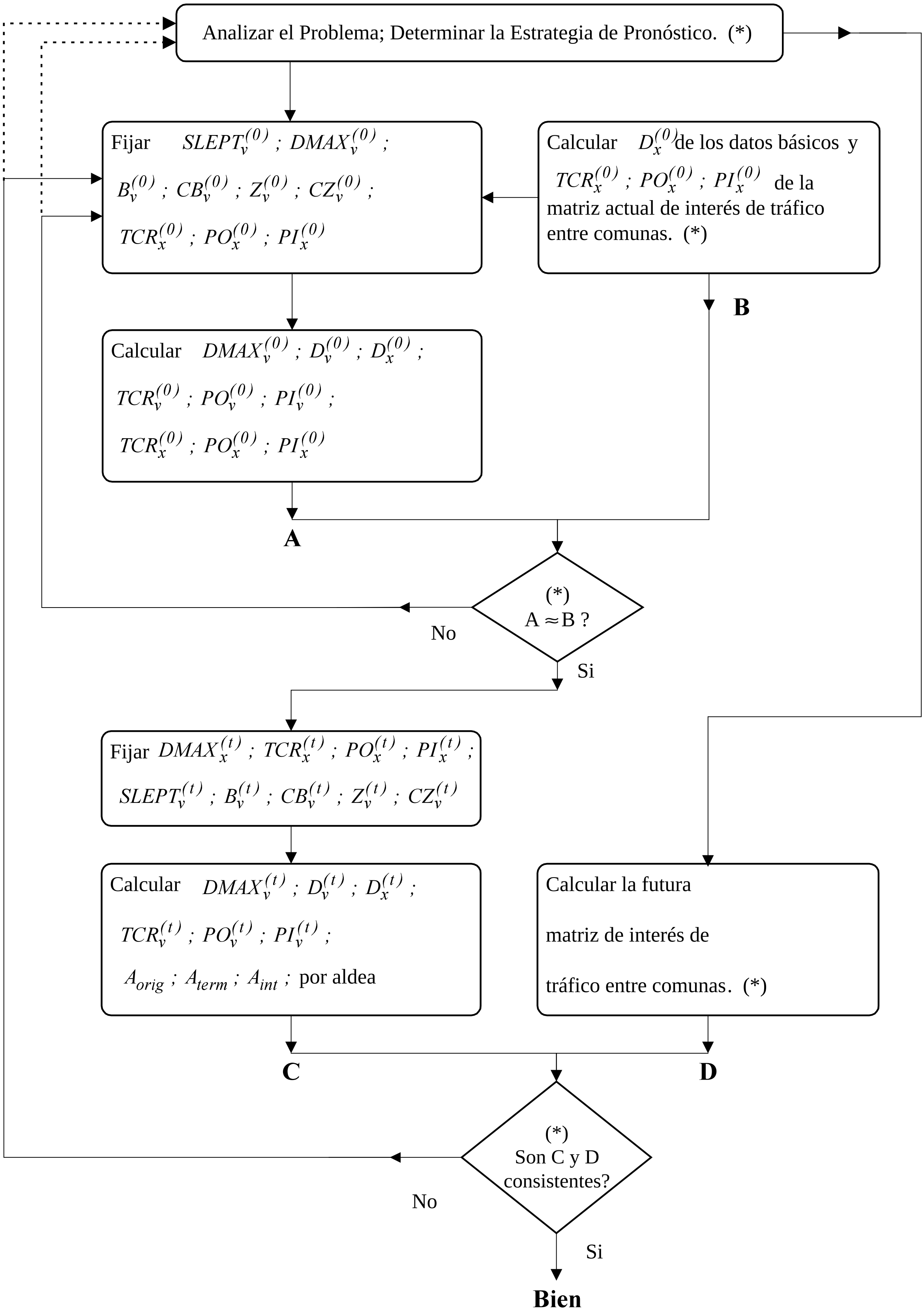
$CB \approx 20; \quad CZ \approx 0.5$

Nota: Un valor menor de indica una curva más inclinada;
Un valor menor de $Z+CZ$ indica una curva menos acentuada. ($Z+CZ = 1$ producirá una línea recta).




*Demostración del efecto de las dos cantidades,* $|\boldsymbol{B}|\cdot\boldsymbol{CB}$ *y* ***Z+CZ,*** *sobre* ***FYQ*** *para diferentes valores de* ***Q.***

Ahora estamos listos para correr los algoritmos. Para ello debemos utilizar algún tipo lógico de diagrama de flujo, tal como el que se muestra a continuación:




*Esquema de pronóstico para redes rurales*
**) El análisis del problema principal, los cálculos en la matriz de tráfico entre comunas, y las decisiones y comparaciones entre los datos de tráfico de la aldea y entre las comunas, se tratarán en otro documento.*

Cuando se estudia este diagrama de flujo, llama la atención ver que algunos parámetros aparecen tanto como entrada y como salida y que algunas veces se hace una comparación o verificación entre ellos.

La explicación de esto es la siguiente:
Los datos básicos son generalmente datos agregados. No es posible desagregar estos datos de una manera matemáticamente precisa.

Los cálculos que hacemos son contrarios a aquéllos bien detallados (desagregados) y se basan en el uso combinado de datos básicos, agregados, y valores hipotéticos de parámetro, detallados.

Si luego de correr los algoritmos agregamos nuestros resultados, podemos obtener grupos de datos compatibles con los datos básicos. Sólo esperamos que los valores numéricos sean casi los mismos. Si no, podríamos tener que reconsiderar la situación. Tal vez en algunos casos las diferencias sean aceptables, tal vez en otros no lo sean.