

LA TECNICA Y EL SENTIDO COMUN APLICADOS A PROBLEMAS DE TRAFICO URBANO O RURAL

Por JULIAN GIMENEZ ARRIBAS,

Ingeniero de Caminos,
Colaborador de Organización y Métodos en la S.G.T. de P.G.

Se trata de la divulgación y comentario de un artículo publicado hace un año en la Revista Travaux, que tiende a poner de manifiesto las ventajas de resolver los problemas aplicando, en lo posible, los conocimientos técnicos y no simplemente el sentido común o la intuición.

0. La lectura de un artículo de R. Malcor, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas francés, sobre la aplicación de investigación operativa (*recherche operationnelle*) al problema de los cruces a nivel de varias circulaciones, nos ha hecho ver la utilidad de resolver los problemas *pensando* y aplicando hasta donde es posible los conocimientos técnicos, y no de manera alegre o intuitiva.

Esta forma de actuar debe diferenciar a los técnicos de los que no lo son, y tiende a obtener soluciones más perfectas que las conseguidas por otros medios.

Trataremos de divulgarlo por el interés que vemos en él, y de todos modos se halla publicado en el número 280 de *Travaux*, de febrero de 1958.

1. Establezcamos las siguientes premisas y conceptos:

1.1. En un cruce cualquiera a nivel se distinguen para cada circulación tres posibilidades de elección en cuanto al camino a seguir:

Seguir derecho = R.

Torcer a la derecha = D.

Torcer a la izquierda = I.

De estos movimientos, sólo producen interferencia

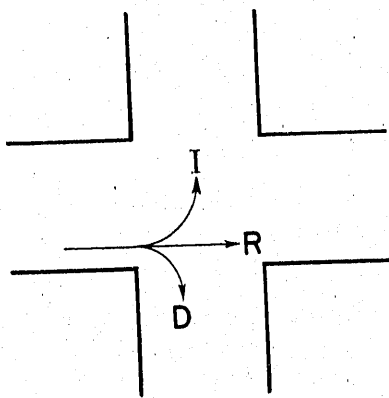


Figura 1.ª

con los análogos de las otras direcciones los R e I, ya que el D sólo se interfiere con los peatones.

1.2. En un cruce de n vías coincidentes a nivel cada dirección de marcha puede tener opción de seguir por $(n - 1)$ caminos (todos los que no son el propio que conduce al *mudo*), y, por lo tanto, el número de circulaciones posibles en total es de $n \times (n - 1)$.

guiar por $(n - 1)$ caminos (todos los que no son el propio que conduce al *mudo*), y, por lo tanto, el número de circulaciones posibles en total es de $n \times (n - 1)$.

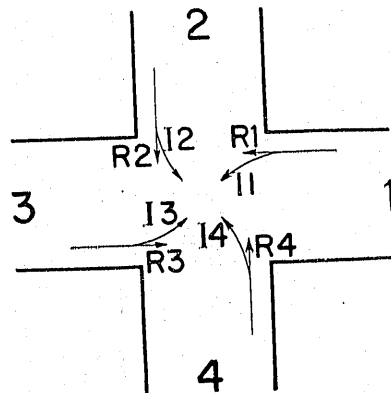


Figura 2.ª

1.3. Despreciando los giros D y nombrando las vías (en el caso de cuatro) con 1, 2, 3 y 4 se tendrá el siguiente esquema, de direcciones, que son las que habrá que poner de acuerdo para el cruce ordenado (figura 2.ª).

2. Si se colocan en un cuadro todas estas circulaciones para que ver las que son posibles o no simultáneamente, se obtendrá el siguiente

CUADRO NÚM. I.

| | R1 | R2 | R3 | R4 | I1 | I2 | I3 | I4 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| R1 | — | no | | no | | no | no | |
| R2 | no | — | no | | | | no | no |
| R3 | | no | — | no | no | | | no |
| R4 | no | | no | — | no | no | | |
| I1 | | | no | no | — | | | no |
| I2 | no | | | no | no | — | no | |
| I3 | no | no | | | | no | — | no |
| I4 | | no | no | | no | | no | — |

Se han señalado con *no* las direcciones que tienen incompatibilidad para tener lugar a la vez y señalamos en los gráficos (figs. 3.^a y 4.^a) los movimientos compatibles y los incompatibles a la vez, respectivamente.

3. Se trata ahora de poner de acuerdo los ocho sentidos de circulación (no considerados los de giro a la derecha, *D*) en grupos de dos circulaciones compatibles.

Esto ya hace suponer que cada ciclo de las ocho circulaciones debe tener *cuatro* fases para que no haya interferencias, dando curso en cada fase a una pareja de circulaciones compatibles.

CUADRO NÚM. 2.

| | R4 | I2 | I3 | I4 |
|----|----|----|----|----|
| R4 | — | no | sí | sí |
| I2 | no | — | no | sí |
| I3 | sí | no | — | no |
| I4 | sí | sí | no | — |

Siendo sólo posibles las siguientes combinaciones:

I3 - R4 I4 - R4 I2 - I4

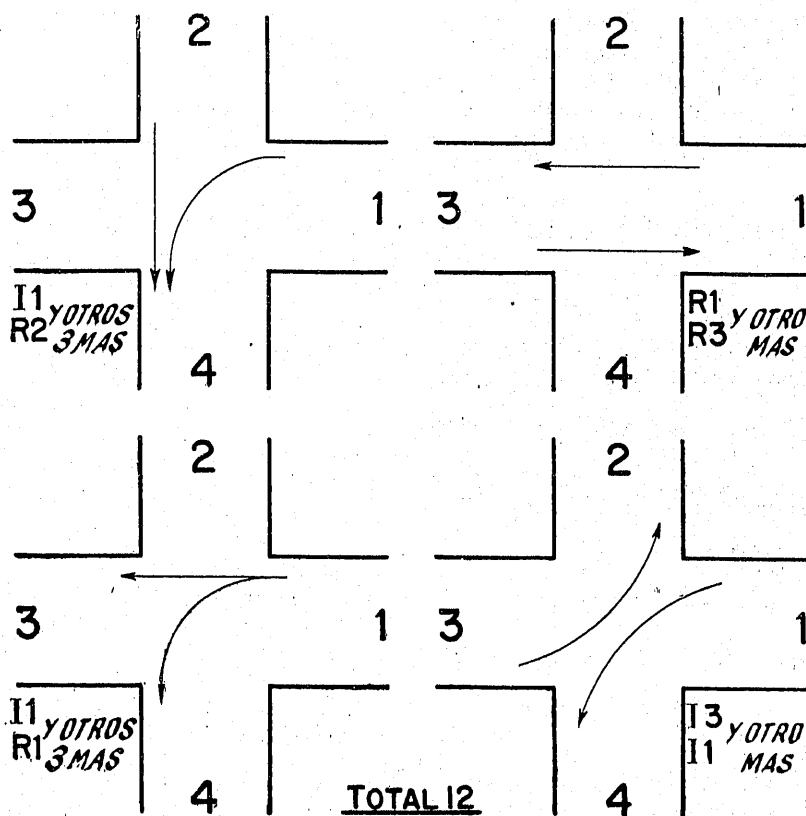


Figura 3.^a

Veamos qué grupos o ciclos diversos podemos pensar:

Comencemos, por ejemplo, con la fase *R1-R3* como primera del ciclo.

Los movimientos que incluyen a *I1* ó *I3* pueden ser *I1-I3* precisamente o *I1-R2* ó *I3-R4*. Supongamos que tomamos para segunda fase del ciclo el *I1-R2*.

Una vez hecho esto quedan por circular las direcciones *I3*, *I2*, *I4* y *R4*.

Si nos valemos de nuevo del cuadro operativo tendremos:

Dado que ya han circulado

R1 - R3
I1 - R2

deben elegirse *R4-I3* e *I2-I4*, pues la elección de la otra repetiría una circulación sin haber hecho circular aún otra.

Así se formará el ciclo siguiente con las fases que se indican ordenadas:

R1 - R3 I1 - R2
I2 - I4 I3 - R4

En este orden se daría paso a las circulaciones.

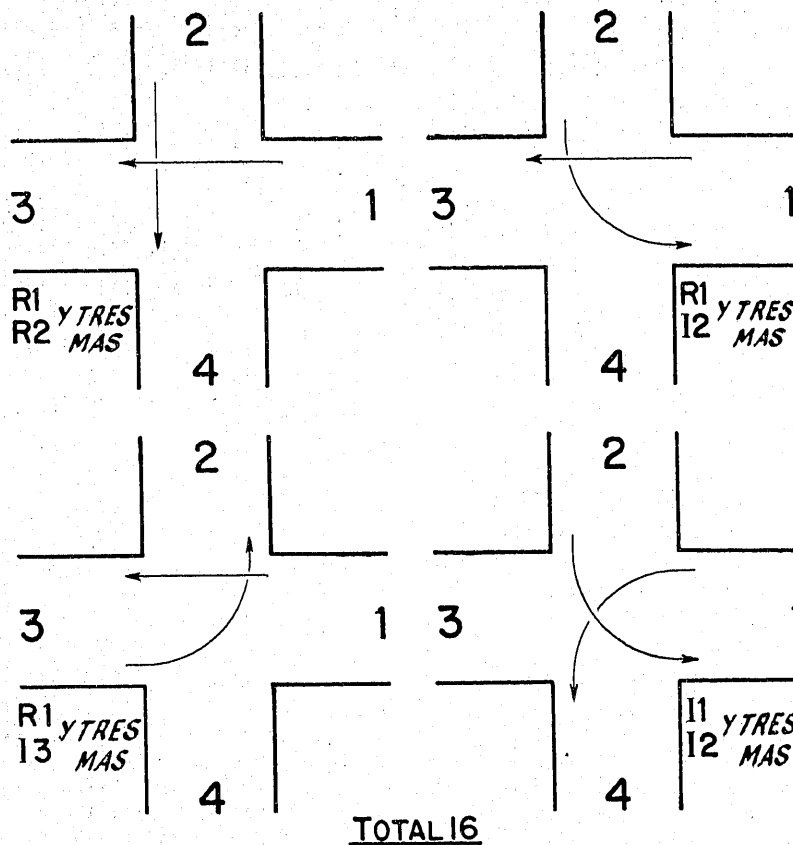


Figura 4.^a

4. Llevando esta especulación hasta agotar las posibilidades se forman los siguientes siete *ciclos diferentes*, únicos que hay:

| Alternativo | Distributivo (a) Llegando | Distributivo (b) Saliendo | Mixto (a) Llegando | Mixto (b) Llegando | Mixto (c) Saliendo | Mixto (d) Saliendo |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| R1 - R3 | R1 - I1 | R1 - I4 | R1 - R3 | R1 - I1 | R1 - R3 | R2 - R4 |
| R2 - R4 | R2 - I2 | R2 - I1 | R2 - I2 | R3 - I3 | R4 - I3 | R1 - I4 |
| I1 - I3 | R3 - I3 | R3 - I2 | R4 - I4 | R2 - R4 | R2 - I1 | R3 - I2 |
| I2 - I4 | R4 - I4 | R4 - I3 | I1 - I3 | I2 - I4 | I2 - I4 | I1 - I3 |

De estos ciclos el (2) y el (3) pueden ser generalizados para n vías por el carácter cíclico que poseen.

Los (3), (6) y (7) precisan flechas de giro a la izquierda, ya que el resto del canal de circulación queda detenido. Estos son menos empleados que los otros, pues además aglomeran circulaciones en la salida.

Varios de los ciclos tienen la mitad de las fases similares.

5. Para obtener ciclos de *dos* fases, sobre todo en cruces de poca extensión de estacionamiento en caso

de giro a izquierda, es preciso en buena ordenación suprimir o prohibir el giro a la izquierda de todos.

En el caso de vías de sentido único (la número 4 prohibido R4 e I4) se puede llegar a ciclos de tres fases (fig. 5.^a):

| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|---------|---------|-----|-------|-------|-----|-----|
| R1 - R3 | R1 - I1 | | Igual | Igual | | |
| R2 - | R2 - I2 | no | que | que | no | no |
| I1 - I3 | R3 - I3 | | (1) | (2) | | |
| I2 - | | | | | | |

El ciclo número (1) permite, por ser compatibles, juntar R2 e I2 en una fase, siendo por tanto tres fases en cada ciclo.

6. En caso de tres vías, los ciclos se pueden también deducir de los anteriores, o bien ser estudiados directamente (fig. 6.^a):

En este supuesto de faltar la vía 4 faltarán las circulaciones R4, I4, I1 y R2; por lo tanto, se puede hacer con tres fases el ciclo; por ejemplo:

| | | |
|-------|-------|-----------|
| (1) | (2) | (3) |
| R1-R3 | R1- | R1- |
| -I3 | -I2 | R3-I2 |
| I2- | R3-I3 | -I3, etc. |

En estos casos lo que suele ser conveniente es "reforzar" con alguna circulación compatible los ciclos que sólo tienen una circulación; así, en la tercera fase de (1) puede establecerse I2-R3 nuevamente. Y hasta en el caso (2) se podría llegar a R1-R3, R3-I2, R3-I3, lo cual supone paso permanente para R3, que aunque sea matemáticamente posible no lo es prácticamente por los cruces de peatones.

7. En casos de aplicación práctica a cruces ya existentes, es preciso estudiar el tipo y valorar los tiempos reales de circulación de cada posibilidad. Así, en un caso de R3-I2 será preciso estudiar el máximo de R3 ó de I2 y aun a veces de los dos, y esta comprobación práctica nos dará el más conveniente de establecer, por ser el de ciclo más rápido.

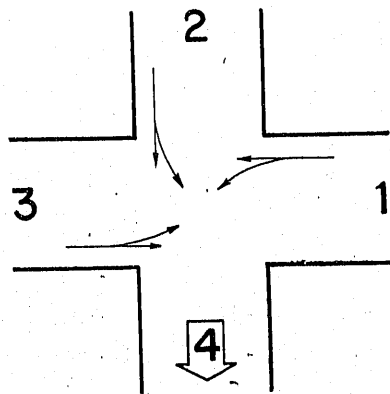


Figura 5.^a

Otras veces, aun partiendo de todas las direcciones posibles y autorizadas, se puede estudiar cuáles son las menos importantes en cuanto a cantidad de vehículos, y éstas, después de estudio estadístico de la realidad, serán suprimidas.

El cuadro de estudio puede tener esta disposición:

CUADRO NÚM. 3.

| Tipo de ciclo | Circulaciones suprimidas | Porcentaje de pérdida | Tiempo de luz «verde» necesaria |
|---------------|--------------------------|-----------------------|--|
| | | | (Este tiempo es el correspondiente al paso de vehículos que lleguen en 60 segundos). |

No deben descuidarse en estos estudios de casos reales las líneas de tranvía que puedan existir, y que a veces emplean una dirección *prohibida* para los otros vehículos.

La duración de los ciclos y de sus fases debe tam-

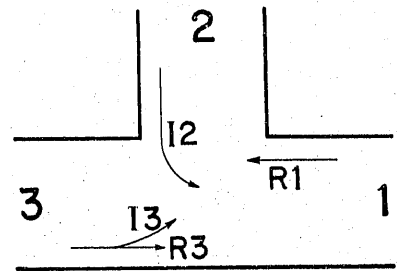


Figura 6.^a

bién tener en cuenta no sólo los tiempos teóricos, sino ciertas circunstancias locales, y desde luego la "teoría de las colas", es decir, según sea la velocidad de llegada de vehículos a la parada en cada dirección.

El orden de sucesión de las fases es en teoría indiferente, pero en la realidad no es así, ya que a veces ciertas circunstancias peculiares del cruce pueden aconsejar que los *I* precedan a los *R* del mismo canal, pues en caso contrario, algunos *I* impacientes o mal colocados pueden bloquear o entorpecer las *R* de su misma dirección o número.

También es de señalar que los tipos (3), (6) y (7), llamados "saliendo", son menos empleados según se ha dicho antes, y por que hay otra razón práctica sobre las anteriores mencionadas en número 4, y es que estos puestos no pueden ser mandados por un solo agente, ya que éste puede señalar inequívocamente las direcciones prohibidas, pero no las permitidas.

8. Como conclusión, llega R. Malcor a que esta teoría permite conocer todas las soluciones posibles de un problema, y determinar la mejor de ellas.

Igualmente permite encontrar si una solución suelta buena por simple intuición puede, dadas las condiciones locales, ser verdaderamente más ventajosa. Y, sobre todo, permite abordar el problema de las fases, de manera más ordenada y eficaz, que sin las normas de un método analítico.