

CARRETERAS

Asociación Argentina de Carreteras
Año XIX/Nº 69/enero-marzo 1974



Parquización de
caminos :

hacia la mejora
del medio ambiente

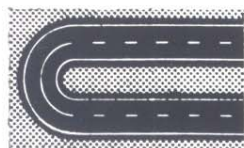


Prohibido detenerse

Cleanosol, empresa netamente argentina, nunca se detiene, porque las ciudades, caminos, aeropuertos e industrias del país necesitan de su tarea: demarcar y señalizar para dar seguridad y lograr orden.

Es una tarea apasionante, porque preocuparse por la seguridad vial, es preocuparse por la vida y los bienes de millones de argentinos.

Cleanosol avanza con el país!



**CLEANOSOL
ARGENTINA**
s.a.i.c.f.i.

Empresa Integral de Señalización Vial

Av. Córdoba 937 - 6º piso - Tel.: 392-2707/7834/25. Bs. As.
Telex 121759 A.R. (Comsa) - Cables: Cleanosol



**PARA LAS RUTAS
ARGENTINAS**

MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA ASFALTO

**ADITIVO AMINICO
ADROG**

EMULSIONES ASFALTICAS CATIONICAS CON

**EMULSIVO
ADROG-E**

REPRESENTANTE EXCLUSIVO

ADRO-QUIMICA S.A.



PARANA 768 8° p.

Tel. 44-0108/1278

BUENOS AIRES

FABRICANTE:

DROGACO INDUSTRIA QUIMICA S.A.

Dr. IGNACIO ARIETA 3922/44 - Tel. 651-0790/0229

SAN JUSTO - F.C.D.F.S. (Prov. Bs. As.)

**la mayor capacidad
de garantías**



**también opera en
garantías aduaneras**

**ASEGURADORES
DE CAUCIONES**

DIRECTORIO: Presidente, Agustín de Vedia (h) - Vicepresidente, Jorge O. J. Guevara Zaefferer
Director Secretario, Horacio R. Bach - Directores: Albino C. Ertola, Antonio P. Lomónaco, Lorenzo
Lucena Maguire - Síndico Titular, Raúl de Zuviria Zavaleta - Síndico Suplente, Mario A. Carregal

PARAGUAY 580 - Teléfono 32-5321/22/23 y 32-5266 - Cables: Suscriptores - BUENOS AIRES

Revista técnica trimestral editada por la ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS — Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina. — Registro de la Propiedad Intelectual Nº 1.199.766 — Concesión Postal del Correo Argentino Nº 5.942. — (Franqueo Pagado) Interés general, concesión Nº 5.426. — Dirección, Redacción y Administración: Paseo Colón 823, p. 7º, Buenos Aires, Argentina. — Teléfono: 30-0889. — DIRECTOR Ing. EZEQUIEL OGUETA. — SECRETARIO DE REDACCION: Sr. JOSE B. LUINI.

EDITORIAL

EL TRANSITO URGE SOLUCIONES

A los fines de nuestra Asociación, es obvio, interesa el camino como entidad dinámica, como estructura activa inserta en el cuadro de los servicios públicos fundamentales, de la que se procura alcanzar, en los más diversos aspectos —ello impulsa nuestro cometido— la mayor eficiencia para la comunidad. Es así como nos preocupan por igual la construcción, preservación y uso del camino y ellos han sido y son los temas sobre los que ha girado y gira, siempre atenta, la actividad de la Asociación.

Recientemente, con referencia a los dos primeros aspectos, hemos puesto énfasis en el notorio déficit vial que experimenta la Argentina —ya por la extensión de caminos firmes como por el estado de la red— saliendo al cruce a versiones que la señalan como sobredimensionada; hoy por dos razones particularmente significativas queremos referirnos al tercer aspecto señalado, esto es, al uso del camino o, en términos más directos, al tránsito automotor.

La primera de esas razones —la verdadera anarquía bajo las cuales aquél se desarrolla —nos indujo a hacer pública nuestra palabra apuntando todos los inconvenientes que se registran y urgiendo soluciones para rectificar un proceso que se torna cada vez más insostenible. Pusimos de relieve entonces, en orden a la seguridad, la alta tasa de accidentes en el país, ejemplificada en el área metropolitana donde aquella es cuatro veces mayor que en otras similares en distintos países del mundo; en materia de contaminación ambiental trajimos a colación la fuente de perturbación en que se constituyen los humos y los ruidos de bocinas y escapes libres —éstos realmente inconcebibles— con agravio para la salud de la población, y nos referimos también a la congestión innecesaria provocada por la indisciplina de los usuarios, etc. Agregamos finalmente que si en el ámbito urbano todo ello encuentra su más alto exponente, también se lo registra, en buena medida, sobre nuestras carreteras.

Dos ejemplos nos sirvieron para tipificar la situación imperante: la calificación de "ruta trágica" con que se identifica a la Ruta 2, y el espectáculo realmente "bochornoso" que se observa en los accesos a la Capital y en otras importantes ciudades del país —particularizando lo que ocurre en el Acceso Norte a aquella— constituido en nuestra penosa del más irresponsable comportamiento de muchos usuarios: circulación por banquetas y préstamos, convirtiendo al camino en una verdadera pesadilla de polvo; multiplicación arbitraria de los carriles de circulación; cambios imprevistos de éstos; sobrepasos imprudentes, exceso de velocidad, etc.

De los cuatro parámetros que gobiernan al tránsito: conductor, vehículo, camino y control, asignamos al primero y al último la gran responsabilidad por la situación que se presenta; al primero por el mal uso que hace del vehículo y el incumplimiento de las normas de circulación; al último porque estimamos que los mecanismos de control carecen en la práctica de la eficiencia necesaria. En los dos restantes se registran, en cambio, continuos avances tecnológicos.

No han faltado voces —las hemos recogido— que achacan los hechos apuntados a carencia de adecuadas facilidades viales. No hay duda que el país padece importante déficit caminero, como hemos expresado, pero también lo padece en otros importantes rubros de infraestructura socioeconómica. Pero no podemos de ningún modo admitir que se esgriman siquiera tales justificativos ya que las limitaciones de que podamos padecer serían de consecuencias mucho menos penosas con un adecuado uso de los vehículos, el cumplimiento de las normas reguladoras de la circulación, la actualización de ésta a la luz de nuestra propia experiencia y con un eficiente control del tránsito.

Sobre tales principios apelamos a las autoridades competentes e insistimos en ello, para que adopten una nueva actitud frente al problema y nos ofrecimos a colaborar. Es de tal suerte que adherimos calorosamente —integrarnos dos comisiones asesoras— a la acción emprendida por la Municipalidad de Buenos Aires bajo el lema: "El silencio es salud", desde que aborda uno de los aspectos más salientes del problema que nos preocupa. Compartimos el criterio que, como base de esa acción se ha sustentado en el sentido de apelar, en primera instancia, a la persuasión y a la educación vial, pero sostenemos que ellas deben respaldarse sin más con una adecuada represión de las infracciones y el encauzamiento compulsivo y firme del comportamiento de los usuarios. Dicho respaldo debe comprender, como se ha sostenido y creemos,

SUMARIO

	Pág.
EL TRANSITO URGE SOLUCIONES	
Editorial	3
FAJAS DE FRENADO	4
Por el Ing. Raúl Mellibosky	
CRITERIOS PARA LA PARQUIZACION DE AUTOPISTAS Y CARRETERAS EN GENERAL	10
Por el Sr. Eliseo D. Lobra	
AUTOPISTAS URBANAS	14
Por el Ing. Miguel Steremberg	
INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL	16 y 17
CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGON DE CALZADA DE LA OBRA GARIN-CAMPANA	19
Por los ingenieros José Domnicz y Leonardo M. Zitzer	
CONCURSO DE TRABAJOS SOBRE ESTABILIZACION DE SUELOS	24
CRITERIOS PARA LA CONSIDERACION DE LA CLAUSURA DE UNA VIA DE COMUNICACION EN LA EVALUACION DE UNA MEJORA	25
Por el Ing. Tancredi L. Cerenza	
PLAN DE TRABAJOS DE LA ASOCIACION INCORPORACION DEL ING. AGÜERO A LA ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS	32

desde la afectación del "bolsillo" del infractor hasta la restricción de su derecho a conducir y aún de su inhabilitación.

La segunda razón que nos mueve a ocuparnos del tránsito deriva de su estrecha relación con la crisis energética originada en el agotamiento de las reservas de petróleo, así como en el súbito y espectacular aumento de precios impuestos por los grandes países productores. La situación, es elemental, afecta a nuestro país; más aún configura un verdadero replanteo a la tecnología bajo los rumbos que, hasta ahora, ha impulsado el desarrollo de la sociedad industrial.

Sin necesidad de tomar partido en las agudas polémicas suscitadas alrededor de las posibilidades de alcanzar soluciones a la situación planteada, a mediano o largo plazo, nos vemos enfrentados hoy y aquí con una realidad que debe salvarse con las salidas más idóneas para el país. Las autoridades se hallan decididamente empeñadas en la búsqueda de esas salidas. Lo cierto es que la Argentina se ve ante la necesidad de importar alrededor del 13 % del petróleo requerido para satisfacer las actuales demandas lo que equivale a importar según estimaciones por valor de más de 550 millones de dólares este año, suma próxima a la que podría obtenerse por la exportación de carnes en ese mismo período, afectando seriamente nuestra balanza comercial.

Consideramos que es excesivo el precio que debemos pagar para suplir lo faltante, sobre todo porque estimamos que pueden contenerse los consumos, en materia de tránsito al menos, básicamente en el ámbito de las ciudades, donde se incurre en ciertos excesos que podrían con razón evitarse. Contribuiría también a los mismos fines el adecuado mantenimiento y uso de los vehículos.

En prueba de solidaridad con el país nadie podría eximirse de la, al fin, pequeña cuota de sacrificio que le tocaría para evitar aquellas consecuencias. De todos modos las medidas que oficialmente puedan adoptarse para conjurar la situación deben inspirarse en el principio, absolutamente prioritario, de no lesionar los servicios públicos, que deben mejorarse, y las actividades económicas, particularmente las de nuestra Argentina rural —en la que, por el contrario, deberán multiplicarse los caminos y ampliarse las facilidades del transporte— para realizar las plenas potencias del país en beneficio de su propio pueblo y de la humanidad.

Reiteramos nuestra decisión de trabajar por los principios que sustentamos poniendo al servicio del país a través de sus instituciones, y de nuestra acción directa, todas nuestras posibilidades afirmadas en el capital humano nucleado en la Asociación, que sin jactancia, podemos exhibir en los más altos niveles en la materia que nos incumbe.

Fajas de Frenado

Por el Ing. Raúl Mellibosky

INTRODUCCION

La Ingeniería, en cuanto ciencia aplicada, hace un frecuente uso de modelos matemáticos para la resolución de los problemas a que se ve enfrentada. De ese modo, un proceso que pasa por las etapas de recopilación de antecedentes, sistematización y clasificación de datos, proposición de normas, y formulación de modelos matemáticos, culmina con la aplicación criteriosa de estos últimos, permitiendo sistematizar la determinación de soluciones, a la vez que normaliza resultados con las normas vigentes consecuentes.

Ese proceso, que por ser tan corriente en la actividad profesional suele pasar desapercibido, tiene, sin embargo, ciertos inconvenientes: genera una sensación de incertidumbre en quien se ve enfrentado a un problema sobre el cual no existen normas determinadas, o con situaciones novedosas para las que las normas vigentes carecen de validez.

Este trabajo pretende ejemplificar en un problema simple el procedimiento que en un principio mencionamos, cumpliendo así el doble objetivo didáctico y utilitario, al cubrir un aspecto que no suele estar tratado en las Normas vigentes: las condicionantes que determinan la necesidad de colocar una faja adicional de frenado en las intersecciones rurales para permitir los giros a la derecha.

Para resolver la cuestión comenzaremos por una descripción del problema tal como se presenta en realidad, para ir luego sorteando las restantes etapas.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Para este objetivo puede utilizarse un lenguaje corriente, sin necesidad de tecnicismos ajustados; pero sí es imprescindible describir los hechos detalladamente, y no teñirlos con cargas afectivas anticipando la calidad de los elementos intervinientes. Ello suele lograrse con una prosa sintética, desprovista de adjetivos, y es indispensable efectuarlo en forma escrita, aunque también suele ser necesario acudir a croquis. La utilización exclusiva de estos últimos, dada su capacidad sintética, puede conducir al ocultamiento de ciertos detalles importantes cuya graficación no es factible.

Vayamos a nuestro caso.

"En un camino rural de dos carriles, se debe proyectar una intersección de características mínimas. Cuando un vehículo se apresta a girar para ingresar, el que le sigue puede encontrarse a una distancia tal que deba alterar su velocidad, como consecuencia del giro del primero, ya que el sobrepaso se considera prohibido en las intersecciones.

Mediante la construcción de una faja de frenado adyacente al carril derecho pueden

suprimirse las dificultades eventuales del segundo vehículo, pues se supone que de existir la misma, el vehículo que gira se desplazaría por ella dejando libre el carril de paso. Se desea saber en que casos se justifica colocar esa faja de frenado adicional, ya que la probabilidad de que dos vehículos circulen a corta distancia no es muy grande por tratarse de una vía rural. Como dato adicional, se entiende que si los dos vehículos del par analizado se aprestan a girar, no hay interferencia.

Cabe hacer sobre esta descripción diversas consideraciones. En primer lugar puede observarse que se han omitido una serie de datos a fin de simplificar el problema. Por ejemplo, no se ha indicado si la intersección era en cruz o en T, ni el ángulo que formaban los ejes de los caminos concurrentes ni la naturaleza de sus superficies de rodamiento. Tampoco se hizo mención a la composición del tránsito ni al tipo de vehículos considerado, ni a factores que modifican distancias de visibilidad y/o frenado, tales como condiciones meteorológicas u obstrucciones laterales. Ello tiene por objeto, por una parte, llevar el planteo a las condiciones de generalidad más amplias posibles; y por otra, a no sumergir los datos esenciales bajo una maraña que dificulte el comienzo de su tratamiento. Evidentemente, todas las variables que se mencionaron como suprimidas más arriba tienen cierta influencia en el problema tratado, pero su inclusión simultánea e inicial dificultaría mucho su análisis y nada impide su consideración posterior.

En segundo término, se han incluido aspectos aparentemente circunstanciales, tales como el hecho de que ambos vehículos del par analizados giren. Pero ocurre que frente al problema en estudio, estos son hechos fundamentales.

Por cierto que al decir que existen hechos fundamentales y accesorios, estamos trasladando el problema, pero en ese aspecto resulta muy difícil establecer métodos de clasificación. Sólo cabe aconsejar que se adopten los que así surjan espontáneamente, ya que la posterior inclusión de nuevos elementos no considerados es siempre posible, aún cuando pueda obligar a reformular los planteos originales. Ello no debe preocupar, pues es muy difícil formular un problema en todos sus aspectos de primera intención, y lo habitual es, aún en investigadores especializados, proceder por iteraciones sucesivas.

Por último, cabe destacar que se habla en la descripción del par de vehículos. En la técnica vial suele ser frecuente el manejo de volúmenes cuando se trata de dimensionar capacidades, o bien de vehículos individuales cuando el problema consiste, como en este caso, en diseños geométricos de detalle. No obstante, en el caso planteado, resulta obvia

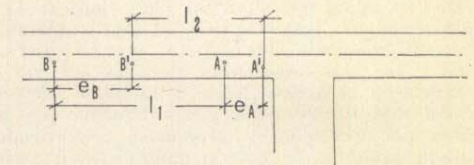
la imposibilidad de tomar un vehículo exclusivamente. De hecho el giro puede afectar a uno o más de los vehículos que siguen, y cabría en consecuencia extender el análisis al grupo afectado por entero en lugar de reducirse al par seleccionado. Pero, puesto que es factible analizar el efecto sobre el resto del grupo tomando al vehículo segundo como primero y al tercero como segundo, y así sucesivamente; y dada la mayor dificultad que significaría tomar al grupo en su conjunto, resulta válida la simplificación efectuada.

Es de destacar que mientras los elementos suprimidos a que hacíamos mención antes lo eran en razón de su calidad, éstos a que nos referimos en este último párrafo lo son en razón de su cantidad. El proceso de selección de variables por su calidad suele ser más evidente que el último, y en éste se requiere especial criterio para evitar que un error invalide las conclusiones.

También en este supuesto siempre resulta factible reformular los planteos, y debe hacerse notar que en su proceso de elaboración el presente trabajo ha sido reformulado varias veces por ambas causas.

RECOPILACION DE ANTECEDENTES

Para poder plantear el problema en términos matemáticos nos resulta indispensable aco-



tar las variables mediante uno o más valores dimensionales. Recorriendo la descripción del fenómeno nos encontramos que el primer elemento dimensional que allí figura es una intersección de características mínimas. Para definirla hacemos uso de antecedentes bibliográficos.

Encontramos en el texto (1) pág. 325-tabla VII-3 que las que responden a tal definición se encuentran caracterizadas por una velocidad de giro de aproximadamente 23 km/h. Vale decir que esa será la velocidad que consideraremos como final para el vehículo A. A continuación leemos una distancia tal que deba alterar su velocidad. Nuevamente acudimos a fuentes similares y en (2), pág. 56, encontramos que es de 150 m aproximadamente. Supondremos que procede a decelerar con una tasa similar a la del vehículo A (fig. 1), que de acuerdo a (1) pág. 349, es de 2,7 m/seg² aproximadamente.

Tal como se puede apreciar, en este caso hemos acudido exclusivamente a una investigación de carácter bibliográfica, que si bien

tiene la virtud de ahorrar trabajo y tiempo, lleva a aceptar como válido valores que pueden estar influenciados por circunstancias locales, cosa que a no dudarlo ocurre en este caso. Sin embargo, y dada la habitual carencia de medios con que se desenvuelven los trabajos de investigación en nuestro medio, este procedimiento es habitual y a veces, el único económicamente practicable. Por cierto que no cabe una actitud conformista ante tal hecho y el presente trabajo aspira a instrumentar a quienes se inicien en las tareas de investigación requeridas.

PROPOSICION DE NORMAS

La fijación de normas en los diversos aspectos de la Ingeniería de Tránsito están referidas a uno o más de los objetivos de aquélla, exigiendo el cumplimiento de preceptos en grados determinados con relación a su vigencia absoluta, o bien mediante una elección selectiva por comparación mutua.

A este último orden pertenecen los criterios de tipo económico, que tienden a cuantificar pecuniariamente todas las variables intervinientes y que han logrado importantes avances. Sin embargo muchos factores resisten la valoración económica directa en razón de su naturaleza, en especial los referidos a seguridad y comodidad.

En el caso que nos ocupa, podríamos optar por establecer relaciones entre el costo de construcción, conservación y expropiación y el beneficio derivado de la disminución de costos operativos y de accidentes, para fijar los casos límites que separan la conveniencia de construir la faja de la de ahorrar esa inversión. No obstante y dada la dificultad de establecer esos valores, unida a la necesidad de simplificar este ejemplo así como por las razones mencionadas en el párrafo anterior, nosotros optaremos por fijar normas sobre el cumplimiento relativo de objetivos, atendiendo de ese modo a la fijación de un determinado nivel de servicio, que indica de una forma indirecta una evaluación económica.

Para cumplir nuestro objetivo, debemos partir del hecho que lo ideal sería que ningún vehículo B se viera afectado por otro A que girase. Pero como tal cosa es totalmente imposible, deberemos fijar un máximo de vehículos perturbados sobre el total mediante la adopción de un porcentaje admisible de perturbaciones, que nosotros fijaremos en un 10% (Anexo). Podremos ahora enunciar así la norma:

Sólo se justificará la construcción de una faja de frenado en un camino rural de dos carriles en aquellos casos en que los vehículos perturbados por el giro de vehículos que inmediatamente les antecedan supere el 10% del total.

FORMULACION DEL MODELO

Los pasos anteriores nos colocan en situación de poder dar forma al modelo matemático. En primer término, cabe distinguir entre modelos de naturaleza determinística —aquellos que mediante el reemplazo de sus variables por sus valores particulares arrojen un

resultado único— y los probabilísticos, que no dan un valor de certidumbre más que relativo. Evidentemente nuestro modelo será de este último tipo. Debemos, una vez aclarado esto, definir a qué tipo de distribución responde nuestro fenómeno. De acuerdo a una serie de investigadores la distribución que mejor responde para casos como el nuestro es la de Poisson, que viene expresada como una exponencial negativa.

Responden a este tipo de modelos tanto el evento de dos vehículos sucesivos que giran, como así también la ocurrencia simultánea de eventos combinados. Así tendremos: que la probabilidad de giro de dos vehículos sucesivos es igual a la probabilidad compuesta, igual a su vez al producto de las respectivas probabilidades simples.

Fijados los lineamientos generales del modelo, estamos en condiciones de intentar una primera expresión simbólica del mismo. No obstante, y por razones de simplicidad, vamos a transformar la expresión de Poisson en una exponencial negativa, que resulta de más fácil manejo (4) pág. 51.

$$P(h \geq t) = e^{-qt} \quad (1)$$

donde:

h = tiempos aetorios transcurridos entre dos arribos sucesivos a un punto, en seg.

t = tiempos mínimos requeridos entre los vehículos A y B para que B no resulte perturbado por el giro de A, en seg.

q = cantidad de vehículos para cada sentido que arriban por unidad de tiempo en promedio, en vehíc/seg.

Para que se cumpla la norma, debemos imponerle la siguiente restricción:

$$e^{-qt} \geq 0,90 \quad (2)$$

por cierto que esta expresión es sólo el germen del modelo, y que no alcanza a representar más que el fenómeno del seguimiento entre A y B. Si ahora deseamos incluir la probabilidad de giro de dos vehículos sucesivos, y estadísticamente se dan K % de vehículos que giran por unidad de tiempo, la probabilidad de giro de un vehículo será precisamente:

$$P(\text{giro}) = k/100 \quad (3)$$

y la probabilidad de que giren dos vehículos sucesivos será:

$$P(\text{giro dob'e}) = k^2/10.000 \quad (4)$$

La probabilidad de que la perturbación se produzca será entonces igual a la de que un vehículo A gire, menos la de que, girando A, también lo haga B:

$$P(\text{giro}) - P(\text{giro dob'e}) = 100k(1-k)/10.000 \quad (5)$$

y si representamos a k en decimales:

$$P(\text{giro}) - P(\text{giro dob'e}) = k(1-k) \quad (6)$$

La ecuación (6) nos indica la proporción de

vehículos que resultarán perturbados sobre el total q que circula, y por ello debemos afectar al exponente de la (2) por este valor:

$$e^{-k(1-k)qt} \geq 0,90 \quad (7)$$

Pero aún nos queda por llegar a determinar los valores de t en función de otras variables más fácilmente asequibles.

En la figura 1, se cumplirá que:

$$I_1 + e_A = I_2 + e_B \quad (8)$$

$$I_1 = e_B - e_A + I_2 \quad (9)$$

Ahora bien, las distancias e_B como la e_A son función de la velocidad que poseen, en el instante considerado, cada uno de los respectivos vehículos. Para una ruta en las condiciones mencionadas las velocidades no sueñ estar condicionadas más que por el diseño geométrico de la vía, el tipo y condiciones del vehículo y los deseos del conductor y su descripción matemática solo puede ser hecha a través de una distribución probabilística. Sobre este aspecto del problema, volveremos más adelante, conformándonos por ahora con tomar los máximos V_1 habituales para colocarnos del lado de la seguridad. Por otra parte, la velocidad que alcanzará el vehículo A también en el momento de frenar será designada con V_2 , si bien la situación es similar a la ya descrita para la V_1 . De ese modo se tendrá:

$$e_B = V_1 \cdot t_1 \quad (10)$$

$$e_A = V_m t_1 = \frac{2V_1 V_2}{V_1 + V_2} t_1 \quad (11)$$

siendo t_1 el instante transcurrido entre el comienzo del frenado de A y su salida del carril para ingresar en el giro. Reemplazando en la (9), se tendrá:

$$e_B - e_A = t_1 \left(V_1 - \frac{2V_1 V_2}{V_1 + V_2} \right) = V_1 t_1 \frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2} \quad (12)$$

$$I_1 = V_1 t_1 \frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2} + I_2 \quad (13)$$

Si admitimos que la deceleración necesaria para pasar de una velocidad V_1 a otra V_2 es constante e igual a J , se tendrá que:

$$J = \frac{V_1 - V_2}{t_1} \quad (14)$$

$$t_1 = \frac{V_1 - V_2}{J} \quad (15)$$

Reemplazando en la (13) a t_1 por su valor de la (15)

$$l_1 = V_1 \frac{(V_1 - V_2)^2}{(V_1 + V_2) J} + l_2 \quad (16)$$

Como l_1 es la distancia entre A y B cuando el primero inicia el proceso de frenado, si la misma resulta ser la mínima admisible para no producir perturbaciones, el tiempo que se demore en recorrerla vendrá dado por:

$$t = \frac{l_1}{V_1} \quad (17)$$

y reemplazando a l_1 por su valor de la (16)

$$t = \frac{(V_1 - V_2)^2}{(V_1 + V_2) J} + l_2/V_1 \quad (18)$$

Como en la (2) habíamos supuesto la condición de un 90 % de vehículos no perturbados, la misma se cumplirá, siendo e una constante, para un valor máximo:

$$k(1-k)qt = 0,11 \quad (19)$$

Puesto que

$$e^{-0,11} = 0,89583 \quad (20)$$

Por otra parte, teniendo en cuenta que de acuerdo a los antecedentes mencionados:

$$J = 2,7 \text{ m/seg}^2; l_2 = 150 \text{ m};$$

$V_2 = 23 \text{ km/h} = 6,4 \text{ m/seg}$ el valor de la (21) será:

$$t = \frac{(V_1 - 6,4)^2}{(V_1 + 6,4) 2,7} + \frac{150}{V_1} = \frac{(V_1 - 6,4)^2}{2,7 V_1 + 17,3} + \frac{150}{V_1} \quad (22)$$

TABULACION Y GRAFICACION

Asignando valores a V_1 y k en la (22) podremos determinar cuales son los flujos máximos que permiten prescindir de faja de giro a la derecha, previamente a una intersección. Para facilitar las operaciones haremos:

$$\left[\frac{150}{V_1} + \frac{(V_1 - 6,4)^2}{2,7 V_1 + 17,3} \right] \cdot k \cdot (1-k) = A \quad (23)$$

Reemplazando en (19)

$$A \cdot q = 0,11 \quad (24)$$

o bien

$$q \text{ (Veh/seg)} = 0,11 \quad (25)$$

Ahora bien, tabulando el valor A se obtendrá, como paso intermedio, la tabla 1.

Procesando luego la (25) en función de los valores de la tabla 1, es posible fijar los volúmenes horarios máximos que no requieren faja de giro a la derecha para cada porcentaje de giros.

Esos resultados, no obstante, tendrán una limitación derivada de las densidades vehiculares. Si se supone, como se ha hecho, que la mínima distancia intervehicular que no provoca una perturbación mayor que la admisible es de 150 m, se tendrá una densidad máxima:

$$D_{\max} = 1000/150 = 6,7 \text{ Veh/km} \quad (26)$$

Esa densidad determina a su vez flujos vehiculares máximos para cada velocidad que no podrán ser superados sin perturbaciones mayores que las indicadas. Se tendrá así:

$$F_{\max} = 6,7 \times V_1 \quad (27)$$

la que procesada limita la validez de la tabla 2 a los valores contenidos por debajo y a la derecha de la línea quebrada.

LIMITACIONES

No cabría dar término al presente trabajo sin hacer mención a las diversas simplificaciones que en aras de evitar enfoques matemáticos difícilmente abordables se han efectuado.

En primer lugar se ha considerado una velocidad V_2 constante e igual para el giro de todos los vehículos, cuando si bien es una hipótesis bastante aproximada, se trata en realidad de una distribución de frecuencias.

En segundo término, ocurre lo propio con la V_1 , cuando debió haberse tomado también una distribución de velocidades de arriba.

En tercer lugar se han omitido diferencias entre los distintos tipos de vehículos, lo que puede ser compensado en alguna medida por la reducción a Vehículos Equivalentes a automóviles.

Esas son las principales objeciones que cabe hacer al modelo desde un punto de vista operativo lo cual no obsta para que varias otras tales como pendientes y particularidades de alineamiento, radios de giro, estado y naturaleza del pavimento, existencia y tipo de señalización, etc. no mencionadas específicamente, den lugar a una importante influencia.

Por su parte dentro del campo estadístico no se han evaluado los errores provenientes de cada una de esas simplificaciones, lo que puede traer errores no homogéneos. Por último se han ignorado las teorías sobre distancias intervehiculares planteadas principalmente por la Teoría de Flujos en razón de su complejidad matemática.

Por otra parte, la aplicación de la distribución de Poisson, cuya aproximación a la realidad ha sido suficientemente probada en el campo empírico para sucesos de baja frecuencia, pierde validez en cuanto los mismos

se multiplican. Su utilización para la gama entera de frecuencias, tal como aquí se ha efectuado, arroja resultados cuya confiabilidad disminuye con el incremento de los volúmenes de tránsito.

Por último, se ha supuesto uniforme el comportamiento de los conductores en cuanto a sus reacciones psicofísicas como a su acatamiento a las normas legales vigentes (sobre paso prohibido en las intersecciones), lo cual dista de la realidad, en que ambas variables obedecen también a determinadas distribuciones estadísticas.

Todo este conjunto de elementos de dispersión del fenómeno analizado, que por otra parte no resulta posible estudiar aisladamente para determinar su incidencia específica en el resultado, dada la estrecha interrelación existente, arroja una sombra que cubre la curva de representación del mismo transformándola en una superficie de contornos imprecisos.

Debe tenerse presente, por lo tanto, la relatividad de los resultados y su distinto grado de confianza, tratando de utilizar los mismos como base de comparación y no como Norma de Diseño.

RECOMENDACIONES

Antes de entrar de lleno a las recomendaciones con que se da fin a este trabajo, es necesario poner de relieve que la situación de incertidumbre planteada en el punto anterior es la que se presenta en los modelos matemáticos de un fenómeno físico. Por cierto que la presencia del factor humano conduce a niveles de complejidad diferentes, pero incluso el comportamiento del hombre ha sido y es objeto de permanentes estudios que van permitiendo predecirlo con precisión creciente.

Tradicionalmente, se ha tratado que la formulación matemática de un fenómeno físico a ser utilizada en Ingeniería llegará a una situación de compromiso entre su fidelidad y su sencillez de manejo, incorporándose coeficientes de seguridad impuestos por la experiencia que cubran su margen de error.

Pero la incorporación de la computadora como herramienta habitual dentro del campo de la investigación, y su creciente fuerza dentro de la práctica de la Ingeniería, abre una posibilidad al permitir el abordaje de expresiones matemáticas más complejas y fieles.

Se considera, por lo tanto que la generación de tránsito aleatorio, programa perfectamente conocido y practicado mediante computadoras, podría llegar a definir con mucha mayor precisión teorías de las que aquí sólo se anticipa una primera aproximación.

A N E X O

Fijaremos normas coherentes con otras existentes, en nuestro país:

Las de la División Nacional de Vialidad del año 1967 sobre tipo de intersecciones (3) Planilla N° 1 acepta que se ejecutarán cruces

¡Por Culpa de la
EMULSION CATIONICA SUPERESTABLE
NO PUEDO JUGAR AL GOLF!

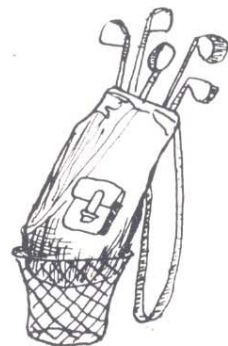
YO ESTABA CONTENTO PORQUE ERA UN INVENTO ARGENTINO,
PORQUE PERMITIA REALIZAR LAS MEJORES CARPETAS ASFALTICAS A
MENOR PRECIO, PORQUE SE PODIAN HACER ESTABILIZACIONES DE SUELO
CON COMPACTACION INMEDIATA.

Y MIENTRAS JUGABA ALGUNOS HOYOS, PENSABA EN EL BIEN
QUE QUIMICA BONAERENSE LE HABIA HECHO AL PAIS.

HASTA QUE SE ENTERARON LOS EXTRANJEROS Y
TUVIMOS QUE EXPORTAR.

EXPORTAMOS A BRASIL, EXPORTAMOS A MEXICO,
A ESPAÑA, CHILE, PARAGUAY, Y EXPORTAMOS
EXPORTAMOS, EXPORTAMOS.

Y PARA BIEN DE LA ECONOMIA NACIONAL,
NO TENGO TIEMPO DE JUGAR AL GOLF



canalizados cuando los flujos alcancen los siguientes valores:

$$TMDA_1 = 1.500 \text{ veh\u00edculos}$$

$$TMDA_2 = 500 \text{ veh\u00edculos}$$

Para un 13,6 % (2) Tabla 3.12 de hora de dise\u00f1o, se tendr\u00e1:

$$q_1 = 1.500 \times 0,136 = 204 \text{ v/hora}$$

$$q_2 = 500 \times 0,136 = 68 \text{ v/hora}$$

Por su parte la misma Repartici\u00f3n indica vol\u00fmenes:

$$q_1 = 250 \text{ v/hora}$$

$$q_2 = 250 \text{ v/hora}$$

Como valores m\u00ednimos para que una intersecci\u00f3n se canalice, en el a\u00f1o de dise\u00f1o (5), adoptaremos las primeras por ser las m\u00e1s exigentes.

Consideramos un tiempo $t = 6 \text{ seg}$ para para el cruce o giro a la izquierda de un veh\u00edculo en una intersecci\u00f3n, ya que es aceptado generalmente. La probabilidad que durante 6 seg no pase ning\u00fan veh\u00edculo de la corriente secundaria estar\u00e1 dada por (4).

$$P = e^{-qt/3.600} = e^{-63 \times 6/3.600} =$$

$$= e^{-0,1133}$$

$$\therefore \frac{1}{P} = 1,12$$

$$P = \frac{1}{1,12} = 0,892$$

Vale decir, que la presencia de veh\u00edculos de la v\u00eda secundaria permitir\u00e1 que los de la principal crucen sin interferencias eventuales en un 90 % de los casos.

REQUERIMIENTOS DE FAJAS DE DECELERACION

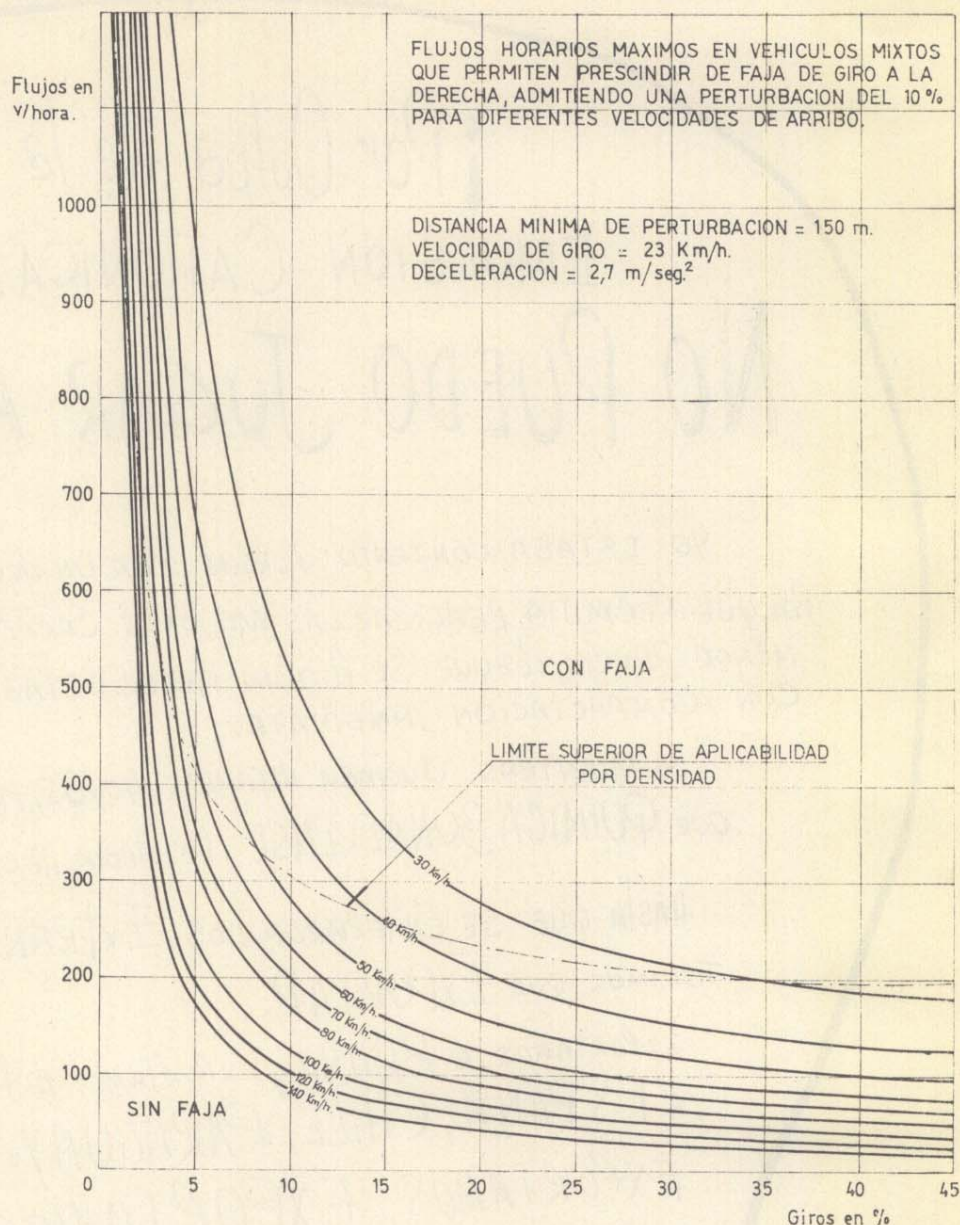


TABLA 1 — Valores de A en funci\u00f3n de V_1 y K
Giros en porcentajes sobre el volumen.

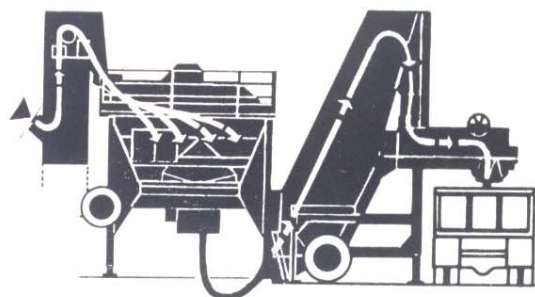
V_1 (km/h)	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	35	40	45
30	0,08	0,16	0,24	0,32	0,42	0,76	1,09	1,34	1,60	1,76	1,93	2,02	2,10
40	0,12	0,24	0,36	0,48	0,58	1,04	0,51	0,86	2,20	2,44	2,67	2,78	2,90
50	0,15	0,30	0,45	0,60	0,74	1,34	0,94	2,38	0,83	3,13	3,43	3,58	3,72
60	0,18	0,36	0,54	0,72	0,92	1,66	2,39	0,94	3,50	0,86	4,23	4,42	4,60
70	0,22	0,44	0,66	0,88	1,09	0,96	0,83	3,49	4,14	4,60	5,01	5,23	5,45
80	0,25	0,50	0,75	1,00	0,27	2,29	3,00	4,06	0,83	5,33	0,84	6,10	6,35
90	0,29	0,58	0,87	0,16	0,46	0,62	0,78	0,66	5,53	6,11	6,69	0,98	7,28
100	0,33	0,66	0,99	0,32	0,64	0,95	4,26	5,25	6,23	0,89	7,54	7,87	8,20
110	0,36	0,72	1,08	0,44	0,82	3,28	0,73	0,82	0,92	7,64	8,37	8,74	9,10
120	0,40	0,80	0,20	0,60	2,00	0,60	5,20	6,40	7,60	8,40	9,20	9,60	10,00
130	0,44	0,88	0,32	0,76	0,22	4,00	0,78	7,12	8,46	9,34	10,24	10,68	11,12
140	0,48	0,96	0,44	0,92	0,38	0,28	6,18	0,60	9,02	0,98	0,92	11,40	11,88

(Contin\u00faa en p\u00e1g. 13)

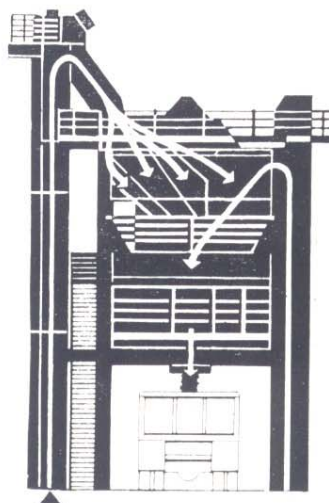
UNICAMENTE **Barber-Greene** LE DA LA OPORTUNIDAD DE ELEGIR



EQUIPO BASE: predosificador, elevador de agregados fríos, secador y colector de polvos



SISTEMA CONTINUO: elevador de agregados calientes, unidad clasificadora y mezcladora



SISTEMA POR PESADA: elevador de agregados calientes, torre de clasificación y mezclado

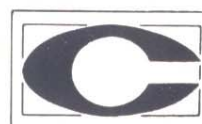
dipsa

FABRICADAS EN INGLATERRA POR BARBER GREENE ENGLAND LTD. • EN BRASIL POR BARBER GREENE DO BRASIL

PLANTAS CONTINUAS O POR PESADA: fijas, portátiles, manuales, semi o completamente automáticas.

COVEMA ADEMÁS LE BRINDA

ASESORAMIENTO TÉCNICO INTEGRAL PRE-VENTA, POR NUESTROS INGENIEROS.
ASISTENCIA TÉCNICA POST-VENTA. PERMANENTE STOCK DE REPUESTOS Y SERVICE



DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO

Covema

Av. Belgrano 634 - 5° Piso - TEL. 30-7814/18 - BUENOS AIRES - TELEX: 122543 AR COVEM
SERVICE Y REP.: Chubut 1318 - TEL. 28-4396/1540 21-2731 - PLANTA IND. AV. SENGÜEL 835 - GONZALEZ CATAN
SUCURSALES: MENDOZA: Beltrán 16 - TEL. 50210 - TUCUMAN; Ayacucho 407 - TEL. 22143

FLOTA SERVICE

A TODO EL PAIS

Crerios para la Parquización de Autopistas y Carreteras en General

Por Eliseo D. Lobra

La parquización de carreteras, como técnica colateral a la de ingeniería y construcción de caminos, comenzó a adquirir importancia ya desde las primeras etapas del desarrollo vial. El camino constituye una instalación física continua que se inserta en el medio, que por lo tanto afecta y es afectado por la naturaleza. Como resultado de ello, no resulta posible desconocer al medio vegetal que se hace presente voluntaria o involuntariamente en el entorno de un camino.

La sola necesidad de modelar la presencia, a veces inevitable, del medio vegetal, impone ya de por sí su tratamiento con fines estéticos. Además, la ingeniería vial descubrió ya hace muchos años que las técnicas de parquización y tratamiento de pastos u otras especies podían aportar valiosos efectos sobre la seguridad, el control de erosión, y otras necesidades funcionales del camino. A raíz de ello, se fueron perfeccionando y definiendo las técnicas más adecuadas de parquización de caminos y autopistas cuyos rasgos principales tratarán de describirse en este trabajo.

OBJETIVOS DE LA PARQUIZACION DE CAMINOS Y AUTOPISTAS

Uno de los primeros objetivos —y tal vez el principal— de la parquización de caminos y autopistas es el estético. La importancia del cumplimiento de este propósito depende de las características y ubicación de la carretera. En aquellos casos en donde la finalidad es preponderantemente turística y recreacional, el logro de un paisaje agradable tiene importancia fundamental. En otros casos dicha importancia decrecerá; no obstante nunca puede ser olvidada. Está por ejemplo suficientemente comprobado que los usuarios otorgan preferencia a aquellas carreteras o autopistas que ofrecen un atractivo contorno natural, aun para viajes de ida y regreso al lugar de trabajo. Lo que la comunidad puede ofrecer a fin de cumplimentar este tipo de satisfacción, redundará en el bienestar general de los usuarios.

La magnificación del objetivo estético se ha producido en algunos países extranjeros en donde se invirtieron fuertes sumas en la construcción de autopistas o carreteras —“parkways” o “park-ways”—, término con el cual son conocidas.

Un segundo objetivo de las técnicas de parquización es el de la seguridad. Esta se puede aumentar notablemente a través de una correcta ubicación de plantas en el entorno de una carretera. Por ejemplo, la ubicación de cercos en los cancheros centrales que permitan evitar el encandilamiento, la plantación de arbustos que actúen como defensas naturales en taludes peligrosos, o la instrumentación de un paisaje cambiante que contrarreste el cansancio y el sueño de los conductores. En países vialmente evolucionados

se han desarrollado normas precisas en materia de parquización que contemplan todos los aspectos en donde a través de este medio pueden hacerse aportes a la seguridad. Igualmente, también se considera la minimización de los efectos adversos a la seguridad, por ejemplo por la cercanía de troncos de gran diámetro al borde de calzadas o la disminución de la visibilidad.

Un tercer propósito de la parquización de una carretera o autopista es el del control de ruidos. Por efecto de la gradual toma de conciencia que la sociedad está realizando acerca de la defensa del medio ambiente, este objetivo ha cobrado singular importancia. Se conocen ya cuáles son las especies que tienen mayor efecto en la absorción de los ruidos producidos por los vehículos y su transmisión a las áreas colindantes al camino. Puede afirmarse que la intensidad de los ruidos producidos por una autopista altamente transitada se torna prácticamente inaguantable para quienes habitan al borde de la misma. El control de ruidos es en estos casos un imperativo, más que una conveniencia.

Otro de los efectos contaminantes del ambiente de una carretera es el de la generación de polvos que luego se depositan en las zonas aledañas. La producción de estos polvos se origina en el desprendimiento de suelos finos en banquinas y taludes por efecto del desplazamiento del vehículo en esa franja o también como resultado del viento. El adecuado tratamiento vegetal, a través de la siembra de pastos apropiados o plantas cubresuelos permite lograr efectos notables en cuanto a paliar la generación de polvos. Este tipo de tratamiento ofrece la ventaja con respecto a otros no naturales, en que preserva la fisonomía verde del entorno a la carretera.

Un último y no poco importante propósito de determinadas parquizaciones es el del control de erosión. En determinadas áreas suele inclusive ser necesario en primer lugar resolver este problema antes de encarar una construcción caminera. Es bien conocida la situación en zonas de médanos, en donde se requiere la fijación de éstos a través de especies vegetales adecuadas a fin de no malgastar los fondos en obras que pueden ser destruidas rápidamente. Igualmente, la protección de taludes y banquinas contra la erosión hídrica exige un adecuado tratamiento del suelo vegetal.

CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA UNA ADECUADA PARQUIZACION

Crerios para la selección de las especies

La selección de las plantas que se incluirán en un proyecto de parquización no puede ni debe ser hecha al azar, sino que debe

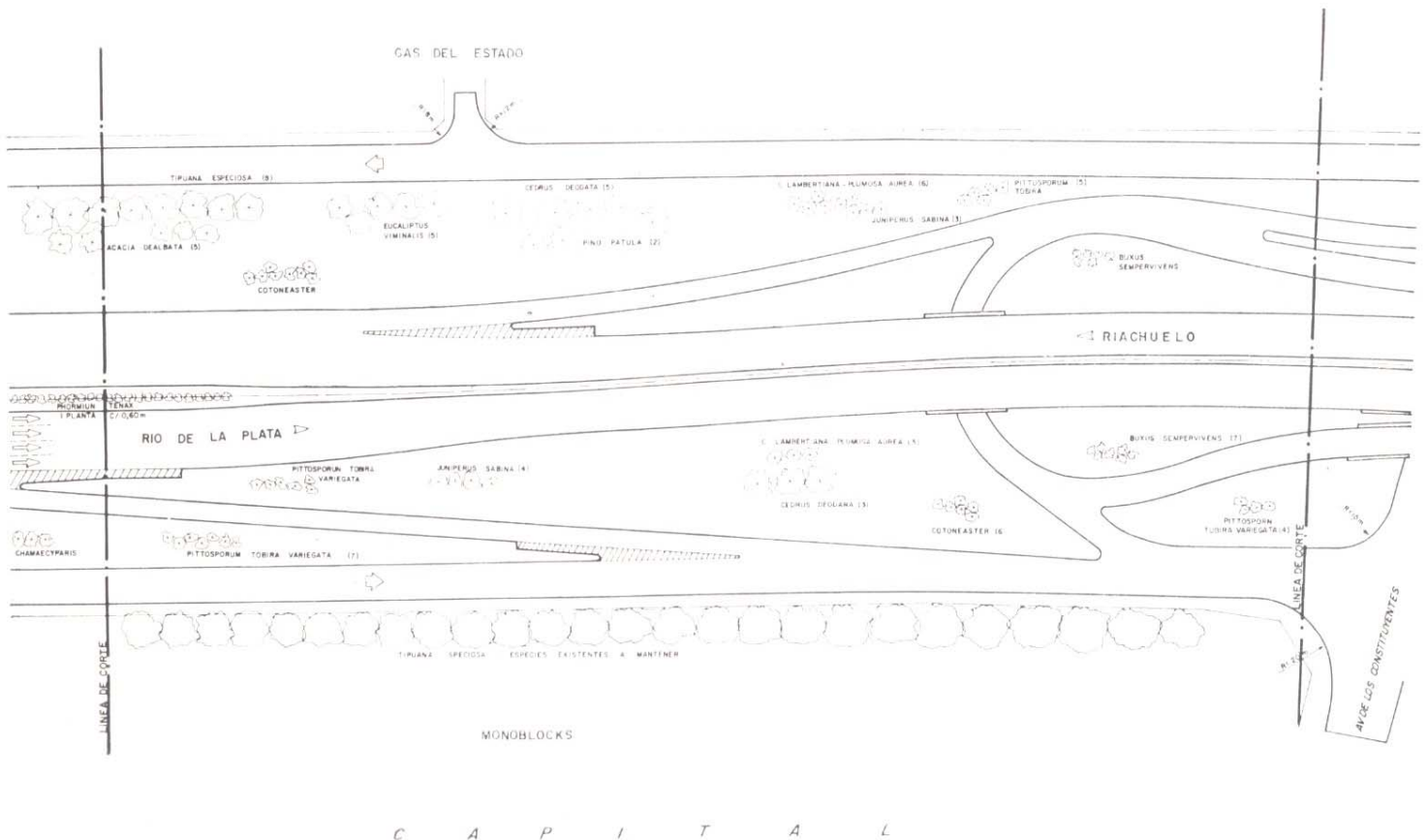
respetar determinadas condiciones. Veremos cada una de ellas.

Las especies elegidas deben adaptarse a las condiciones de clima y suelo de la zona en que serán plantadas. Esta verificación es particularmente importante en relación al clima y para ello el mejor elemento de juicio es la experiencia. El técnico parquizador debe cerciorarse que las especies elegidas hayan logrado resultados adecuados luego de su implantación en la zona. Las condiciones del suelo deben ser también verificadas previamente a la plantación. Es necesario advertir en este sentido que los trabajos de movimiento de suelos para la construcción de autopistas y caminos suelen afectar las zonas parquizables, destruyendo inclusive la capa de suelo vegetal. En caso en que las verificaciones físico químicas o visuales indiquen la carencia de condiciones adecuadas para la plantación, deberá restituirse excavando en la medida suficiente el volumen necesario de suelo apropiado. La profundidad y medidas transversales de esta restitución dependerán del desarrollo radicular esperado, oscilando entre 15 cm para céspedes hasta 2 m para árboles de gran desarrollo.

La mejor adaptación al clima y suelos del lugar se suele dar en las especies autóctonas o sea las que naturalmente se dan o han dado en la zona. La introducción de estas especies brinda además la ventaja de otorgar al entorno del camino la fisonomía real que podría adquirir el medio por el cual atraviesa. Un ejemplo de este criterio de selección se advierte en el primer y tal vez principal proyecto de parquización de autopistas realizado en la Argentina: el de la Avenida General Paz, elaborado en 1939 bajo la dirección de don Carlos Tahys. En dicho proyecto se incluyeron y luego plantaron en forma predominante especies indígenas tales como la Tipa (*Tipuana speciosa*), Aguariabay (*Schinus molle*), Ombú (*Phytolacca dioica*), Algarrobo (*Prosopis migra*), Tarco (*Jacaranda mimosaefolia*), Ceibo (*Erythrina cristagalli*), Tala (*Celtis tala*), Espinillo (*Acacia lutea*), etc.

Las especies a proponer en un proyecto de parquización deben estar disponibles en viveros cercanos a la autopista o carretera a construir. Esto garantiza la obtención de las especies a un costo razonable, facilita la conservación de las mismas por parte de sus proveedores durante la época inmediata a su plantación, y minimiza las inconveniencias y costos de transporte.

Hay un aspecto muy particular, que la experiencia indica que no debe descuidarse en la selección de las especies a plantar: éstas no deben ser tan valiosas que inciten a su robo. No debe olvidarse que los lugares en donde se efectúa la plantación son de acceso público y por lo general escasamente vigilados. La experiencia en nuestro país, triste es decirlo, muestra que las especies muy valio-



C A P I T A L

Plano tipo de parquización

sas, en el período inmediato a su plantación, sufren grandes pérdidas por hurto, además de las lamentablemente verificadas por destrucción involuntaria o voluntaria del público.

Las especies elegidas deben cumplir cabalmente con sus objetivos estéticos y funcionales. Respecto a lo primero juega en gran medida la valoración artística y paisajística del parquizador. Sobre lo segundo se volverá más adelante.

Otra de las condiciones a respetar al elegir el tipo de plantas es el de que no requieran un mantenimiento costoso o dificultoso, principalmente cuando se plantan en lugares poco accesibles. Esto es importante en el caso de las autopistas, en donde muchos espacios a parquizar quedan comprendidos en isletas o rodeados por rampas sobre las que resulta poco recomendable la circulación de máquinas cortadoras o personal de mantenimiento. Este criterio debe ser observado no sólo en árboles y arbustos, sino también en céspedes, tratando por ejemplo de recurrir a especies de escaso crecimiento en isletas o zonas no accesibles en donde no puedan introducirse máquinas de corte.

Por motivos similares a los anteriores resulta recomendable recurrir a árboles de hoja perenne cuando deban ser ubicados en zonas de difícil limpieza, o cercanas a calzadas de circulación. De esta forma se evita la acumulación de hojas secas que requieran ser eliminadas o que afecten la seguridad de frenado de los vehículos.

CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA LA DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS

Cumplimiento de los objetivos estéticos y paisajísticos

El parquizador vial debe tomar conciencia de que su obra será observada desde vehículos en movimiento y no desde un punto fijo. Esto obviamente modifica las pautas con relación a las que podría seguir para lograr un adecuado efecto en un parque cualquiera. La observación a una determinada velocidad altera la escala longitudinal con respecto a la transversal. Las plantas no son observadas estáticamente sino dinámicamente. Además del cambio de escala, el observador no puede prestar atención a los detalles ya que o bien la velocidad angular de visión es muy alta cuando el detalle está cerca o bien cuando la velocidad angular es pequeña el detalle se encuentra suficientemente alejado como para ser percibido. Observando las cosas a velocidad interesa más el conjunto de colores y las formas alargadas que la planta en sí. Preferiblemente los grupos de arbustos o árboles deberán ser extendidos en sentido paralelo al eje del camino. Deberá evitarse el alineamiento en filas de las plantas a fin de eliminar el antiestético efecto de alineamientos sucesivos por filas y diagonales cuando se observa el grupo de árboles desde el vehículo en movimiento.

La parquización no sólo debe permitir efectos agradables sino también tapar aquellos desagradables. Se deberán eliminar las visiones que quiebren la estética del paisaje o que por uno u otro motivo deban tratarse de evitar. Por lo contrario deberá permitirse una visión amplia y adecuada de aquellos paisajes lejanos o perspectivas que tengan interés turístico o paisajístico.

Otro de los aspectos a considerar en la distribución de las plantas es la de permitir el adecuado lucimiento de las estructuras, rampas y viaductos. Para ello es de fundamental importancia no cortar la continuidad de una línea cuando ella tiene valor estético. El parquizador debe complementar y contribuir a la belleza de las obras de ingeniería y no anularla o taparla.

CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS FUNCIONALES

Veremos sucesivamente las condiciones que deberá respetarse en la distribución de las especies para cumplir debidamente los objetivos funcionales descriptos al principio de este trabajo.

Objetivo de seguridad

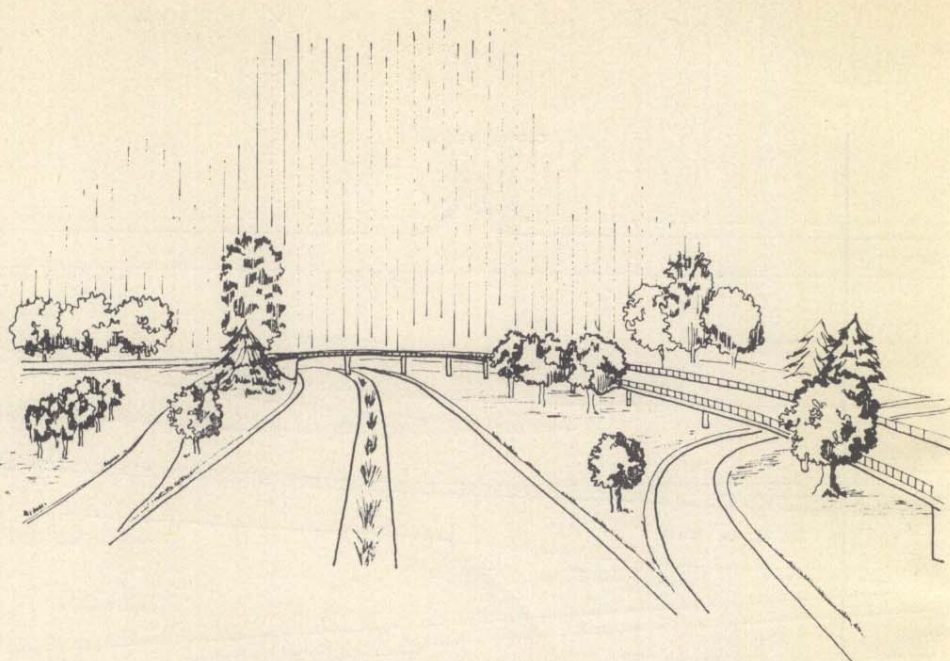
— La distancia mínima al borde de pavimento de plantas que desarrollen un tronco cuyo diámetro sea mayor de 5 cm debe ser como mínimo 3,50 m. El desarrollo

de ramas y follaje debe respetar el gálibo establecido para la carretera tanto en ancho como en altura. En general se establece una altura mínima de 4,50 m por encima de calzada y banquina.

- Las banquetas deben encontrarse totalmente libres de arbustos y canchales. El césped de banquetas debe mantenerse cortado y en condiciones adecuadas para la circulación y estacionamiento de vehículos.
- El emplazamiento de arbustos y árboles debe dejar siempre una visión amplia en intersecciones, empalmes y rampas. Debe respetarse el ángulo de visión establecido por las autoridades viales considerando las velocidades de diseño de las rutas intersectadas. En el caso de rampas con sentidos de circulación convergentes no podrán plantarse arbustos u otras especies que obstruyan la visión a una distancia inferior a 30 m de la nariz. En el caso de rampas de sentido de circulación divergentes esta limitación no existe y podrá plantarse arbustos de tronco con diámetro inferior a 5 cm a partir de 3 m de la nariz (en este caso podrán cooperar como defensa naturales).
- En taludes peligrosos por su altura excesiva o pendiente, puede resultar conveniente la ubicación de arbustos y plantas menores, en grupos siguiendo un sentido longitudinal.
- El control del encandilamiento en canteos centrales deberá realizarse con plantas arbustivas con suficiente densidad de foliación para impedir el paso de rayos luminosos, con ángulos menores de 30°. Es posible para estos casos utilizar cercos continuos o intermitentes con plantas distanciadas en la medida necesaria para garantizar el no encandilamiento. Estos cercos deben necesariamente contar con plantas de hojas perennes. En autopistas es necesario investigar también el encandilamiento entre calles colectoras y calzadas principales; para ello deberán plantarse especies de tamaño suficiente para evitar el pasaje de rayos de luz con ángulo de incidencia menor a 30°.

Control de ruidos

El control de ruidos es particularmente importante en áreas urbanas residenciales. El control más eficiente de la transmisión de ruidos se logra a través de pantallas de plantas con características de elevada absorción sonora y que formen un continuo longitudinal y lateral a la carretera o autopista. Es necesario no obstante destacar que las pantallas vegetales son siempre menos eficientes que los parapetos sólidos de mampostería, o caballetes de tierra, para la atenuación de ruidos. Entre las especies de mayor absorción sonora pueden citarse al *Cupressus lambertiana* y a distintas variedades de *Juniperus* y *Thuyas*. Una buena pantalla de ruidos puede constituirse por una combinación de *Cupressus lambertiana*, *Plumosa aurea* y *Piramidalis horizontalis*, con *Juniperus sabina*,



Una incorrecta parquización

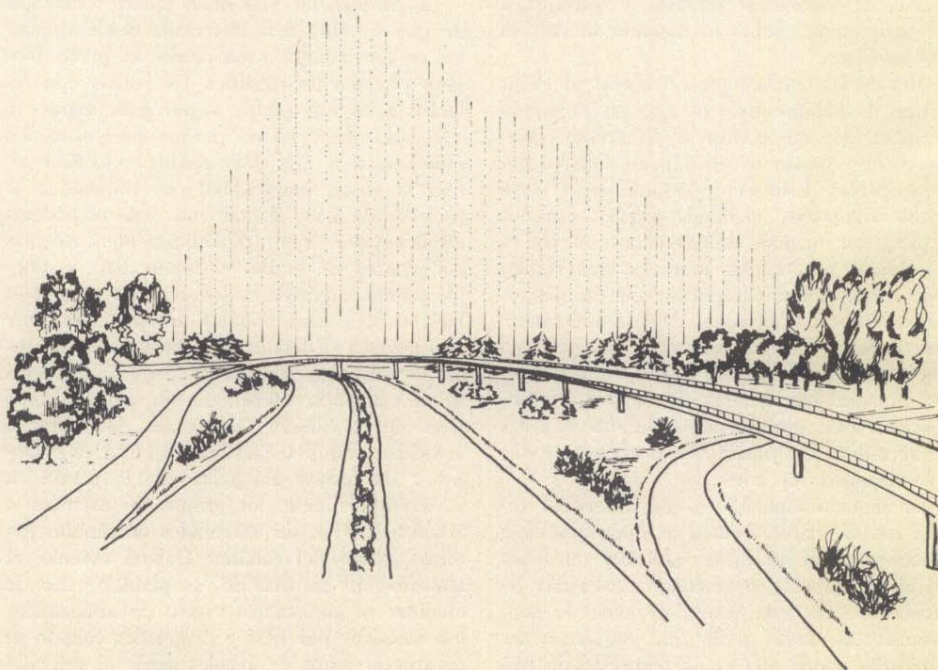
Se corta la línea del viaducto malográndose su estética.

Las plantas son aisladas o forman grupos de insuficiente efecto longitudinal al ser observadas a velocidad.

La visibilidad en la rampa de acceso está afectada. Existe una planta de tronco grueso muy próxima a la nariz de la rampa de salida. Esto atenta a la seguridad.

Existe un grupo de pequeños árboles, a la izquierda plantados en forma alineada.

El cerco en la franja central divisoria no es continuo ni suficiente para evitar el encandilamiento.



Una correcta parquización

Dentro de los arbustos puede mencionarse al *Ligustrum sinensis*, o *L. japonicum*.

Las especies menos eficientes para el control de ruidos son las de árboles de copa alta, los que inclusive en muchos casos pueden aumentar la transmisión y producir eco.

Control de polvos

El control adecuado de polvos transmisibles a zonas aledañas a los caminos se obtiene evitando tanto su excesiva generación como su posterior transmisión. En el caso de caminos de suelo natural o ripioso, la generación es inevitable y por lo tanto el mayor cuidado debe ponerse en evitar su propagación a lugares de residencia aledaños. Para ello la mejor pantalla la constituyen los árboles de gran tamaño y copa abundante, preferiblemente aquellos de hojas caducas. Pueden citarse al plátano (*Platanus orientalis*) al tilo (*Tilia laphisilia*), y a la morera (*Morus alba*).



Una barrera vegetal para la atenuación del ruido

La producción de polvo en caminos pavimentados debe controlarse fundamentalmente en relación a las banquetas y taludes. El elemento es la implantación de césped o plantas cubresuelos en aquellas zonas de insuficiente exposición solar.

Control de erosión

La erosión eólica es particularmente peligrosa en terrenos de arenas sueltas, o en suelos finos sometidos a épocas frecuentes de

sequía. En el caso de arenas el control exige una tarea gradual que comienza con la implantación de la conocida "uña de gato", y la definitiva fijación por medio de plantaciones de pinos del tipo Marítimo o Pinaster.

El control de la erosión eólica e hídrica en banquetas y taludes conformados por suelos finos, sometidos a períodos no uniformes de sequías y precipitaciones puede hacerse en base a gramillón perenne con las ventajas de su resistencia y poder sobre yuyos y malezas.

Fajas de frenado

(Viene de pág. 8)

T A B L A 2

FLUJOS HORARIOS MAXIMOS EN VEHICULOS MIXTOS QUE NO REQUIEREN FAJA DE FRENDO PARA GIRO A LA DERECHA

Porcentaje de flujos sobre el volumen total.

V_1 (km/h)	1 %	2	3	4	5	10	15	20	25	30	35	40	45 %
30	4950	2480	1650	1240	943	520	363	295	247	225	205	196	189
40	3300	1650	1100	825	683	381	262	212	180	162	148	143	137
50	2640	1370	880	660	542	295	204	166	140	126	115	110	167
60	2200	1100	735	570	430	239	165	136	113	102	94	90	86
70	1800	900	600	450	363	202	140	114	96	86	77	76	73
80	1585	793	528	396	312	173	120	97	82	74	68	65	62
90	1365	683	455	340	271	152	105	85	72	65	59	57	54
100	1200	600	400	300	241	134	93	75	64	57	50	50	48
110	1100	550	367	275	218	121	84	68	57	52	47	45	44
120	990	495	330	248	198	110	76	62	52	47	43	41	40
130	900	450	300	225	178	98	68	56	47	42	39	37	36
140	825	413	275	203	166	92	64	52	44	40	36	35	33

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) A Policy of Geometric Design on Rural Areas —ASHO— 1965.
- 2) Capacity Manual —H.R.B.— 1965.

- 3) Normas de Diseño Geométrico para Caminos Rurales —DNV— 1967.
- 4) Traffic System Analysis —Wohl and Mar-

- tin— 1967.
- 5) Instrucciones Generales para Estudios y Proyectos de Caminos —DNV— 1967.

Autopistas Urbanas

CONCEPTOS GENERALES PARA SU PLANEAMIENTO, ESTUDIO Y PROYECTO

Por el Ing. MIGUEL STEREMBERG

INTRODUCCION

Es de público conocimiento el crecimiento acelerado de la infraestructura vial en el país tanto en longitud como en calidad. En los últimos años, el parque automotor argentino ha aumentado vertiginosamente y ello ha traído como consecuencia la realización de más y mejores caminos para su servicio.

El país se halla abocado al proyecto y construcción de caminos de alta velocidad y gran capacidad vehicular, con total o parcial control de acceso desde las propiedades linderas.

Una vez establecida por los organismos competentes la necesidad de mejorar la infraestructura vial existente dentro de un "corredor", ésta podría encararse de distintas maneras:

- Agregar trochas adyacentes a las ya existentes, con lo cual se obtendría un camino "multitrocha indiviso".
- Agregar trochas separadas de las existentes por un cantero central o mediana, de lo cual resultaría un camino multitrocha dividido.

Cuando existe la posibilidad de disponer de la zona de camino necesaria, es conveniente adoptar el segundo criterio, lo cual permite obtener una mayor capacidad vehicular por trocha.

Por otra parte, en los cruces de un multitrocha con un camino transversal ambos podrán conservar la capacidad que tenían considerados independientemente solo si se introducen estructuras que permitan el cruce a distinto nivel. Con el agregado de los elementos necesarios para posibilitar los giros (o intercambio vehicular) se tendrá lo que comunmente se denomina distribuidor o intercambiador.

Si se introducen intercambiadores en todas las intersecciones de la multitrocha, en el cual ya se había restringido el acceso directo mediante calles colectoras, se tendrá un total control de accesos. Con esto se ha logrado lo que por definición se denomina Autopista.

Al presente la Autopista es la meta como solución integral de la mejora vial planteada, y debe enfatizarse la necesidad de proyectarla en su totalidad, teniendo en cuenta el aspecto legal que plantee, uso del suelo, etc. Ello no implica que debe ser construida como tal desde un principio.

Nos proponemos tratar, en los párrafos que siguen, algunas pautas básicas de planeamiento, estudio y proyecto de autopistas urbanas.

ESPACIAMIENTO DE DISTRIBUIDORES EN AREAS URBANIZADAS

La capacidad de una autopista de llevar tránsito depende en gran parte de la ubicación y espaciamiento de sus distribuidores. Gran separación entre distribuidores no proveen el servicio necesario ni usan el máximo potencial de la arteria. Por otra parte, demasiados distribuidores dan lugar a fricción, falta de eficiencia y pérdidas de velocidad y capacidad.

Los tramos de calles (sistema terciario) así como la configuración y frecuencia de avenidas (sistema secundario) cruzadas por la autopista tienen una definida influencia en su ubicación y espaciamiento. La necesidad de conexiones es menor cuando el entramado de calles es regular, por ejemplo, un sistema reticular en el cual la autopista corre paralela a un par de calles las que se usan en forma continua como calles de servicio. Un sistema de calles discontinuo junto a un sistema irregular de avenidas urbanas requerirá un espaciamiento menor de los distribuidores.

Una gran concentración vehicular debida a un par de autopistas que se entrecruzan o unen, accesos a plantas industriales, aeropuertos o estadios deportivos, exigen invariablemente distribuidores de tipo direccional y de configuración geométrica elaborada.

La frecuencia de accesos a la autopista varía también con el tamaño de la ciudad y el uso del suelo.

Areas de alta concentración industrial y comercial generan la necesidad de puntos de egreso y acceso cercanos. Cuando la autopista se aleja de zonas de intenso desarrollo urbano esa necesidad disminuye.

Dentro de los elementos cuyo estudio permite determinar pautas en la ubicación y espaciamiento de distribuidores juegan obviamente un rol importante las características de operación de la autopista. Estas características surgen de las hipótesis preestablecidas en su diseño geométrico. La velocidad de diseño, el tránsito proyectado al año de diseño y la calidad de operación (nivel de servicio prefijado) actúan como controles para el proyectista.

Las zonas de entrecruzamiento para el flujo vehicular, no sólo para el ingreso y salida en un distribuidor, sino entre sucesivos distribuidores influyen en el comportamiento operativo vehicular. Cuando los distribuidores se hallan suficientemente espaciados, el efecto de

entrecruzamiento desaparece y el comportamiento vehicular no es distinto al caso de tramos rectos de autopista.

Cuando los distribuidores son cercanos, la operación vehicular del tránsito pasante se vuelve dificultosa debido al entrecruzamiento de flujos. Parte del problema puede ser resuelto expandiendo la calzada mediante trochas adicionales, pero básicamente el problema debe ser solucionado mediante un incremento en la longitud de las zonas de entrecruzamiento. Si a esta longitud, que es función de los volúmenes del tránsito pasante y del que entra y sale de la autopista, se agregan las longitudes necesarias para el diseño de las rampas de entrada y salida, se obtendrán las longitudes mínimas de separación entre distribuidores para un nivel de servicio prefijado.

Aunque pueden no ser representativas para las condiciones de nuestro país, sirva al menos como indicativo el rango y espaciamiento promedio de distribuidores para zona urbana y suburbana de 14 autopistas actualmente en operación de los Estados Unidos de América.

	Rango (m)	Espac. Promedio (m)
Area urbana	560 - 1200	960
Area suburbana	1450 - 3360	2400

Los valores arriba indicados deben ser considerados **mínimos** para una segura y eficiente operación de la autopista. Sería profundizar el tema y entrar en los distintos sistemas de distribución posibles para espaciamiento mínimo, señalización vertical compatible con la serie de rampas de entrada y salida, etc., que no son el objetivo de este artículo.

ZONA DE CAMINOS: RESTRICCIONES Y USO MULTIPLE DEL CORREDOR

Cuando un proyectista se enfrenta con la tarea de ubicación y diseño de una autopista urbana, a través de una zona densamente urbanizada, se le presentan como condicionantes no sólo el alto costo de las propiedades a tomar y ciertos elementos de difícil o imposible reubicación, como edificios históricos, iglesias, cementerios, etc., sino también el impacto socio-económico de la obra propuesta sobre las contribuciones impositivas, y lo que es fundamental, sobre los residentes afectados por el emplazamiento elegido.

La primera parte del problema podrá ser resuelto mediante estudios técnico-económicos

de alternativas, variantes y finalmente ajustes del alineamiento, pero siempre con el objetivo prioritario de que la traza de vía urbana elegida permita el movimiento de grandes volúmenes de tránsito a una velocidad de operación razonablemente alta y segura.

La segunda parte, en cambio, debe contar con el aporte de otras ramas de la ciencia que contempla el factor humano afectado por el proyecto.

Sería conveniente que el proyectista pudiera contar con espacios abiertos, adquiriendo amplias zonas de camino para proporcionar, a través de una apropiada parquización, una vía agradable para los usuarios del camino así como para el vecindario. Desgraciadamente, esto no es siempre posible, y muy a menudo las zonas de camino disponibles son increíblemente angostas, lo que lleva a explorar la posibilidad de utilización de viaductos, varios niveles de calzada, secciones deprimidas con muros, etc. Esto no siempre es recomendable ya sea por razones económicas o estéticas y requerirá la asistencia de ingenieros estructurales con imaginación, para arribar a una correcta solución técnica sin descuidar el aspecto humano.

En la ubicación de autopistas urbanas es normal el pasar a través de una zona socioeconómicamente deprimida o en proceso de absoluta edificación ya que el valor agregado al suelo será menor y, por ende, el costo de expropiación más reducido. Esto trae el beneficio implícito de la posibilidad de una remodelación estructural de un área urbana en que la construcción de la autopista actúa como elemento catalizador.

Existen casos en los que la zona de camino para la autopista urbana, sea de circunvalación o de penetración, ha sido expropiada con anticipación en forma total o parcial con anchos que alcanzan en oportunidades a 200 ó 300 metros. Aunque estos valores son más que suficientes desde el punto de vista de la ingeniería vial, con el transcurso del tiempo la zona de camino ha sido invadida por villas de emergencia, o aún queda un cierto porcentaje de inmuebles sin expropiar, cuyos propietarios tienen bajos ingresos. Desestimar la traza ya elegida, difícil o imposible de reemplazar, por los problemas sociales que su utilización implica, daría como resultado la insatisfacción de la demanda vehicular prevista, e ignorar que la eficiente movilidad en áreas urbanas es esencial para las múltiples actividades que hacen a una ciudad.

Creemos que en tales casos la total comunicación y la coordinación entre los Entes Públicos responsables de la planificación y construcción de autopistas y los de planificación de viviendas es de rigor.

Es tarea del proyectista de la autopista estudiar la posibilidad de utilizar el mínimo ancho de la zona expropiada e invadida para dejar disponibles los terrenos remanentes para viviendas, lo que resolvería en forma total, o al menos parcial, parte de los problemas inherentes a la construcción de la vía. En zonas de camino ya tomadas, que en oportunidades alcanzan a 200 ó 300 metros de ancho

podrían utilizarse alrededor de 100 metros (4 trochas en cada dirección, taludes sin necesidad de muro y colectoras) dejando un remanente de 100 a 200 m de ancho para la reubicación de viviendas y/o construcción de complejos edificios. La existencia de un proyecto integral y ajustado al criterio expuesto permitiría acotar concretamente el problema social que la construcción de la autopista origina, para que el Ente responsable de vivienda pueda planificar su tarea.

En muchas de nuestras ciudades es imperiosa la necesidad de vías urbanas de penetración que surgen de los estudios de origen y destino de viajes así como de conteos volumétricos de tránsito.

Definir una zona de camino para la infraestructura vial requerida en estas situaciones es prácticamente imposible. Por otra parte, existen vías férreas que penetran en la misma dirección. Para compatibilizar ambas en una misma zona de camino, la solución podría ser deprimida o a nivel, y en gran parte compartir el alineamiento.

No vemos muy lejano el día en que calles, avenidas y vías urbanas primarias de nuestras ciudades se vean sobrecargadas por el incesante crecimiento del parque automotor. Una de las formas de encarar el problema podría ser el transporte masivo de pasajeros a través de subterráneos y trenes, entre los centros de atracción de la ciudad y la primera circunvalación existente, y la provisión de áreas de estacionamiento periférico, en la zona de camino de esas circunvalaciones.

Entendemos que el concepto de uso múltiple del corredor es válido si pretendemos que las autopistas sean construidas en áreas urbanizadas. Varias ideas y posibilidades de uso múltiple han sido descritas y algunos proyectos en operación han demostrado su conveniencia.

Es evidente que llevar a la práctica estas ideas exigirá una legislación adecuada, que otorgue a la Dirección Nacional de Vialidad el derecho de afectar y expropiar zonas de camino que podrían tener eventualmente un uso compartido con un ente de planeamiento urbano.

El concepto predominante es que para el máximo aprovechamiento de la zona de camino de una autopista urbana, es necesario identificar todas las necesidades y requerimientos públicos y privados para que la misma no sea planeada solamente como alojamiento de la carretera, sino también para otros usos simultáneos.

Recordemos que el tamaño y la forma de una ciudad está influenciado fundamentalmente por su esquema de transporte. El planeamiento del mismo es uno de los elementos principales en el proceso dinámico de cambio que sufren las áreas metropolitanas.

NECESIDAD DE PROYECTO

Establecida la necesidad de realizar una obra vial, la misma se desarrollará en tres etapas: estudio, proyecto y construcción. El ente vial realiza las dos primeras etapas con

su propio equipo técnico o a través de contratación de grupos de profesionales mientras que las construcciones es realizada por el adjudicatario de una licitación y reservándose la supervisión.

Muchas veces y por diversas razones una determinada obra requiere ser comenzada en un plazo perentorio, por lo que se prepara una documentación de licitación en la que el proyecto no se halla totalmente resuelto, sino que representa una idea de lo que se pretende construir, con un cómputo aproximado y el presupuesto oficial. Estos elementos permiten a los proponentes fijar precios por ítem y realizar sus ofertas, pero no son suficientes para construir la obra. En consecuencia el contratista adjudicatario es quien debe preparar la documentación de obra pertinente.

Creemos que este criterio no es acertado y da generalmente como resultado un producto deficiente bajo el punto de vista de la inversión realizada o de su funcionamiento con el consiguiente perjuicio para el usuario.

En los casos de autopistas urbanas que tienen secciones en viaducto o túnel, un gran número de estructuras, etc., la documentación de proyecto es de gran magnitud y requiere el tiempo prudencial para su realización y revisión que asegure su calidad. Esta es condición *sine qua non* para una ejecución de la obra sin demoras, con los elementos de diseño estudiados para el óptimo uso del automotor, prioridad de ejecución para no entorpecer el flujo vehicular existente y construcción de obra que no sobrepase las reales necesidades establecidas para su realización.

No contar con una documentación de proyecto completa, obliga a que el contratista, que generalmente no posee un equipo técnico de proyectistas para cada tipo de obra que se licita, subcontrate el trabajo con profesionales para que en un plazo reducido produzcan la documentación, que aprobada por el ente vial, servirá para construir.

A veces el tiempo material de revisión detallada no existe; el revisor se ve presionado porque un equipo de construcción está a la espera de esos documentos para comenzar a producir. Esto lo priva de la maduración tan necesaria en cualquier proyecto. Otras veces esa revisión exige un total rediseño de lo presentado, con la consiguiente demora, utilización ineficiente del equipo vial, modificaciones de obra ya realizadas, lo que a la postre significa mayor esfuerzo e inversión.

La etapa de proyecto en cambio, permite optimizar el anteproyecto con el estudio pormenorizado de las inversiones estimadas en cada área: estructuras, pavimentos, movimientos de suelos, drenaje, etc. Reducir el espesor de la superestructura de un puente, a través de un esquema estructural más analizado, puede producir economías no sólo en la estructura en sí sino en el movimiento de suelos; corrimientos del eje en pocos metros pueden reducir o eliminar necesidad de muros o expropiaciones adicionales; un análisis exhaustivo de los distribuidores planteados puede llevar a reducción de rampas y/o estructuras; un estudio detallado del área cir-

(Continúa en pág. 18)

ENERO — MARZO 1974

EN EL PRIMER TRIMESTRE DE ESTE AÑO SE LICITARON 38 OBRAS VIALES

El monto total presupuestado supera los 43.000 millones de pesos moneda nacional. También se licitaron trabajos de señalamiento horizontal en más de 1.300 kilómetros de caminos.

Durante el primer trimestre del corriente año la Dirección Nacional de Vialidad realizó la apertura de licitaciones correspondientes para contratar la ejecución de 38 obras viales, que en su totalidad habían sido presupuestadas en un monto superior a los 43 millones de pesos ley o sea, más de 43.000 millones de pesos moneda nacional. También procedió a constatar ofertas que se presentaron para optar a la realización de trabajos de señalamiento horizontal con material termoplástico que en un plazo no mayor de cinco (5) meses, deberán ejecutarse en una longitud total de más de 1.300 kilómetros de rutas ubicadas en distintas zonas del país.

A continuación damos un resumen de las obras licitadas, ubicándolas por provincia:

Entre Ríos. — Ruta Nacional N° 14. Tramo: Arroyo Ceibas - Arroyo Sauce. Obras básicas y pavimento flexible, puente de hormigón armado sobre el Arroyo Nancay y ensanche de otro sobre el Arroyo Sauce.

Ruta Nacional N° 26. Tramo: Empalme Ruta 26 - Arroyo Burgos. Carpeta con mezcla bituminosa y capa de rodamiento.

Ruta Nacional N° 131. Dos puentes de hormigón armado a emplazarse sobre el Arroyo Nogoyá, que totalizan una longitud de 335 metros.

Chubut. — Acceso al Puerto Mineralero-Madryn Desde el empalme con la ruta nacional N° 3. Obras básicas, pavimento flexible y tratamiento superficial tipo triple.

Construcción de obras básicas y calzada pavimentada en el tramo Acceso al Sarmiento - Cuarteles - Aeródromo, de la ruta número 26.

Obras básicas y calzada pavimentada en el acceso

al Barrio "Fortín Chacabuco".

San Juan. — Ruta Nacional N° 20. Trabajos de reparación de baches y depresiones; tratamiento bituminoso tipo sellado asfáltico en el tramo Bermejo-Difunta Correa, de la ruta nacional N° 20. Y el mismo tipo de trabajo en el tramo Difunta Correa-Caucete.

Ruta N° 150. Tramo San José de Jachal - Rodeo. Construcción obras básicas y pavimento bituminoso.

Ruta N° 20. Construcción de un puente de 100 metros de luz y de 367 metros de accesos, ubicado sobre el río Blanco, en el tramo Cerro Blanco-Calingasta.

Ruta N° 147. Obras básicas y pavimento bituminoso en la sección Las Casuarinas-Control Forestal.

Córdoba. — Ruta Nacional N° 19. Tramo: Río Primero - Montecristo. Bacheo, carpeta asfáltica y construcción de banquetas.

Ruta Nacional N° 148. Tramo: Límite con San Luis-Villa Dolores. Base estabilizada de ripio y tratamiento superficial simple.

Buenos Aires. — Obras básicas y calzada pavimentada en el acceso a la Base Oficial de Aviación Civil "Doctor José M. Moreno", desde la ruta N° 137 en la proximidades de José C. Paz.

Ruta Nacional N° 188. Trabajos de construcción de banquetas, bacheo, base y carpeta de rodamiento tipo concreto asfáltico en los tramos:

Lincoln - Pintos; Pintos-Granada; Ameghino-Drabble; Drabble-Villegas; Villegas-Límite con La Pampa.

Ruta Nacional N° 227. Obras básicas y pavimento bituminoso en las dos secciones del tramo Lobos-ría-Empalme ruta N° 226.

Neuquén. — Reacondicionamiento de la obra básica existente y construcción del pavimento de hormi-

gón simple en los tramos Lago Espejo-Río Totoral y Río Totoral-Frontera, de la ruta complementaria "f".

Corrientes. — Ruta Nacional 122. Bacheo y tratamiento superficial tipo triple en el tramo comprendido entre el Empalme Ruta N° 14 y Monte Caseros.

Ruta Nacional N° 126. Tramo: Empalme ruta número 14 - Bompland. Bacheo y tratamiento bituminoso superficial tipo triple.

Chaco. — Construcción de un tratamiento bituminoso superficial tipo simple en una sección del tramo La Tigra-Tres Isletas de la ruta nacional N° 95.

Catamarca. — Ruta Nacional 67. Tramo: Los Altos - Huacra. Construcción de obras básicas y pavimento bituminoso y un puente sobre el río Huacra.

Santa Fe. — Ruta Nacional N° 11. Repavimentación de la calzada del tramo comprendido entre Calchaquí y Vera y reconstrucción y repavimentación de la calzada del tramo Vera-Malabrigo.

Ruta Nacional N° 19. Calzada de hormigón en la prolongación de esta ruta hasta la calle Hernández (Santo Tomé).

Santiago del Estero. — Ruta Nacional N° 16. Obras básicas, pavimento flexible y tratamiento bituminoso superficial tipo doble en los siguientes tramos: Límite con Chaco Este-Los Pripintos; Los Pripintos-Km. 30,201; Kilómetro 30,200-Los Tigres y Los Tigres-Km. 25.

Mendoza. — Ruta Nacional N° 7. Obras básicas, pavimento flexible y carpeta bituminosa tipo concreto asfáltico en los tramos Las Catitas-Alto Verde y Alto Verde-San Martín.

Tucumán. — Ruta Nacional N° 38. Bacheo con premezclado bituminoso y tratamiento superficial bituminoso tipo doble en el tramo Lules-San Miguel de Tucumán.

EN ENERO Y FEBRERO SE ADJUDICARON TRABAJOS POR MAS DE 171 MILLONES

En el transcurso de los meses de enero y febrero del año actual, la Dirección Nacional de Vialidad adjudicó obras y trabajos a ejecutarse en tramos de rutas ubicadas en varias provincias y que significarán una inversión de 171.227.185 pesos.

Consignamos a continuación un detalle de dichas adjudicaciones:

Provincia de Formosa. Ruta Nacional N° 11. Tramo: Fuerte Velaz-Formosa. Sección Km. 1.105, Km. 1.175. Empresa Modelo S.A. Monto: 1.192.810 pesos. Tramo: Formosa-Puerto Pilcomayo. Sección Km. 1.175-1.266. Empresa Modelo S.A. Monto: 1.513.723 pesos.

Provincia de Buenos Aires. Ruta Nacional N° 5. Tramo: Berutti - Límite con La Pampa. Sección Km. 421. Km. 425. Empresa EPLYC. S.C.A. Monto: 3.258.470 pesos.

Provincia de Río Negro. Ruta Nacional N° 22. Tramo: Villa Regina-General Roca. Empresa Seminara S.A. Monto: 4.542.370 pesos.

Provincia de Jujuy. Ruta Nacional N° 34. Tramo: Río Ledesma-Río Zorza y San Pedro - Río Ledesma. Empresa Paolini Hermanos. Monto total: pesos 2.018.835.

Provincia de Chubut. Ruta Nacional N° 3. Tramo: Empalme Ruta Nacional N° 30. Cañadón Pilar. Empresa Marengo S.A. Monto: 21.897.427 pesos.

Provincia de Santa Fe. Ruta Nacional N° 166. Tramo: Empalme Ruta Nacional N° 11. Nuevo Torino. Empresa Alsina Vial S.A. Monto: 3.075.570 pesos.

150 MILLONES DE PESOS PARA ZARATE-BRAZO LARGO

La Dirección Nacional de Vialidad recibió del Ministerio de Bienestar Social la suma de 150 millones pesos ley, para atender compromisos derivados de la construcción del Complejo Vial-Ferrovial Zórate - Brazo Largo.

El aporte del citado ministerio que a través de la Secretaría de Seguridad

Provincia de Santa: Rutas Nacionales Nros. 9 y 7. Tramo: Límite con Tucumán-El Tala-Rosario de la Fontana. Empresa DELTA S.R.L. Monto: 3.630.187 pesos.

Provincia de Entre Ríos. Ruta Nacional N° 136. Tramo: Médanos-Guaqueguay. Empresa Techint Cia. Técnica Internacional. Monto: 59.668.923.45 pesos.

Provincia de San Juan. Ruta Nacional N° 40. Tramo: Albardón - Tucumán. Empresa Horacio Guzmán Trettel. Monto: 2.196.160 pesos.

Provincia de Corrientes. Ruta Provincial N° 27. Tramo: Saladas-Goya. Primera y segunda sección, Empresa Balbala Construcciones S.R.L. Monto: pesos 34.790.731.65.

Tramo: Saladas - Goya. Tercera Sección. Empresa Jaime Wernicke. Monto: 23.436.099.62 pesos.

Territorio Nacional de Tierra del Fuego. Ruta Nacional N° 3. Tramo San Sebastián - Estancia Cullen. Empresa Gotti S.A. Monto: 2.747.000 pesos.

Repavimentación de pistas de la Base Aeronaval de Ushuaia. Empresa: Miguel A. Berkoff S.A. y Vialar S.A. Monto: pesos 1.343.450.

Asimismo se han adjudicado trabajos de señalamiento horizontal a la Empresa Cleanosol Argentina S.A., en rutas nacionales ubicadas en las provincias de Mendoza, Río Negro, San Juan, La Rioja, San Luis, Buenos Aires, Chaco y Santiago del Estero, por un importe total de 5.816.416 pesos.

LA PAVIMENTACION DE UN TRAMO DE LA RUTA NACIONAL Nº. 12 EN ENTRE RIOS

De conformidad con el plan de carreteras que cuenta con financiación parcial del Banco Interamericano de Desarrollo (proyectos incluidos en el préstamo 205/OC-AR), la Dirección Nacional de Vialidad ha dispuesto la ejecución de las obras de pavimentación y construcción de puentes en el tramo comprendido entre Paraná Guazú y Ceibas, de la ruta nacional Nº 12, ubicada en la provincia de Entre Ríos.

Esta obra significa un importante complemento

guientes detalles de ejecución:

Ruta Nacional Nº 12 - Tramo: Paraná Guazú-Ceibas

Sección Arroyo Brazo Largo - Río Paranacito: Construcción de camino y puentes, sobre una longitud de 14 kilómetros, 500 metros. Obras a ejecutar: Desbosques, destronque y limpieza del terreno; excavación común para zanjas de desagüe, destape y tapado de yacimientos; terraplenes con y sin compactación especial, selección y

7,30 metros de ancho, banquetas y taludes de suelo común con compactación especial; construcción de once (11) puentes con una longitud total de 629 metros, con veredas de 0,70 metros y un ancho de calzada de 8,30 metros.

Sección Río Paranacito - Arroyo Sagastume. Construcción de camino y puentes sobre una longitud de 9 kilómetros, 990 metros. Obras a ejecutar: Desbosques, destronque y limpieza del terreno; terraplenes con y sin compactación especial; transporte de suelos; excavación para destape y tapado de yacimientos; construcción de obras de arte; construcción de obras varias, pintado de obras de arte, etc.; calzada con subbase de suelo calcáreo, base estabilizada granular, imprimación bituminosa, tratamiento bituminoso superficial tipo simple en 7,30 metros de ancho, banquetas y taludes de suelo común con compactación especial; construcción de cuatro (4) puentes con una longitud total de 210 metros, con veredas de 0,70 metros y un ancho de calzada de 8,30 metros.

Sección Arroyo Sagastume - Ceibas. Construcción de camino y puentes sobre una longitud total de 16 kilómetros, 180 metros. Obras a ejecutar: Limpieza del terreno; excavación común para zanjas de desagüe, destape y tapado de yacimientos; terraplenes con y sin compactación especial, selección y transporte de suelos; construcción de obras de arte menores; cordón de hormigón de piedra para protección del borde del pavimento, baranda metálica cincada para defensa, construcción y traslado de alambrados, colocación y traslado de tranqueas, demolición de obras varias, pintado de obras de arte, etc.; postes de hormigón armado para defensas; calzada con subbase de suelo calcáreo; base estabilizada granular; imprimación bituminosa, tratamiento bituminoso superficial tipo simple en 7,30 metros de ancho; banquetas y taludes de suelo común con compactación especial; construcción de siete (7) puentes con una longitud total de 270 metros, con vereda de 0,70 metros, baranda de hormigón armado y un ancho de calzada de 8,30 metros.

Para la ejecución de las obras ha sido establecido un plazo de 26 meses y significará una inversión superior a los 160 millones de pesos.

OFERTAS PARA EJECUTAR DOS OBRAS EN SAN JUAN

Seis empresas cotizaron por las obras a realizar en la ruta Nº 150, que comprenden la construcción de obras básicas y pavimento con tratamiento bituminoso tipo doble en 7,30 metros de ancho.

Benito Roggio e Hijos S.A.	\$ 12.952.509.63
Francisco Paolini	„ 13.268.023.—
Juan de la Cruz Rodríguez S.A. ...	„ 15.104.027.61
Raúl Ferreira Soaje	„ 15.344.363.60
Mackentor S.A.	„ 15.791.545.80
Hemarsa S. A.	„ 16.359.661.53

El presupuesto oficial estaba estimado en 13.328.700 pesos y las obras deberán ejecutarse en un plazo de 15 meses.

En lo que respecta a la construcción del puente sobre el Río Blanco, se presentaron las siguientes ofertas.

Ingº. Jorge O. Carmagnini	\$ 3.421.925.30
Estructura S.A.	„ 3.913.034.60

El puente sobre dicho río, que está ubicado en el tramo Cerro Blanco-Calingasta, de la ruta Nº 21, deberá ejecutarse de hormigón armado en una longitud de 100 metros. Estará integrado por vigas continuas de cinco tramos de 20 metros de luz cada una, con un tablero de hormigón armado con calzada de 8,30 metros de ancho; guardarruedas y vereda de 0,70 metros de ancho y barandas laterales de hormigón armado. Además, deberán construirse los terraplenes de acceso al puente que tendrán un ancho de 13,30 metros en el coronamiento. El total de la obra, o sea, puente y accesos, cubre una longitud de 466,65 metros.

Para la ejecución de dichos trabajos se ha establecido un plazo de 15 meses y el presupuesto oficial había sido estimado en 3.241.700 pesos.

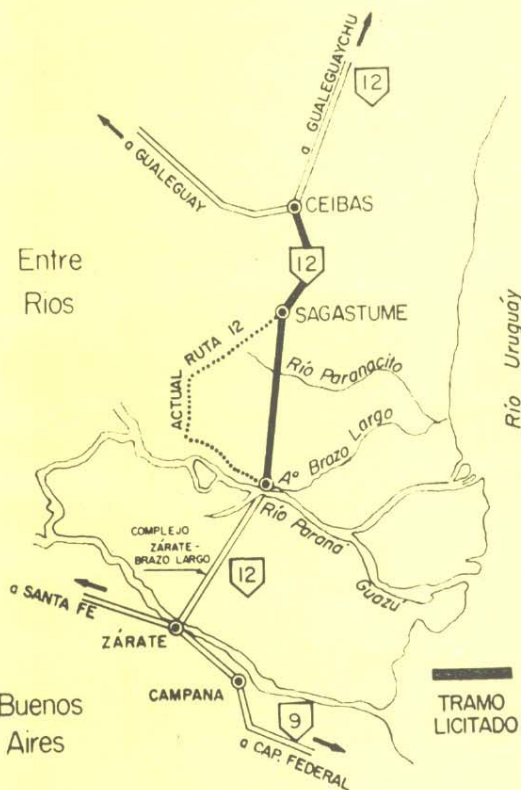
CONSTRUCCION DE UN ACCESO A LA AUTOPISTA SAN NICOLAS - ROSARIO

Entre la Dirección Nacional de Vialidad y la Municipalidad de la ciudad de Rosario, fue firmado un convenio para la construcción de un acceso a la autopista que vincula esa ciudad con la de San Nicolás.

Los trabajos comprenden el ensanche del Boulevard Oroño, ubicado en el sector sur de Rosario, en el tramo situado entre las avenidas Uriburu y Batlle y Ordóñez, que posibilitará acondicionar el acceso a la citada autopista dentro de la zona urbana.

Se procederá a la construcción de una avenida

de 56 metros de ancho, compuesta de cuatro (4) calzadas, dos centrales para alta velocidad y dos laterales de servicio. Asimismo, se ejecutarán cancheros separados especialmente diseñados para la orientación y encauzamiento de circulación del tránsito. Además se prevé la construcción de dos cruces a nivel, en la intersección de la autopista con la avenida Batlle y Ordóñez y del Boulevard Oroño con la avenida Uruburu. Demarcación de las calzadas, obras de desagües pluviales, de parquización de iluminación y sistema de semáforos.



del complejo Zárate-Brazo Largo ya que prácticamente la ruta nacional Nº 12 arranca desde la finalización del acceso al puente del citado complejo —que estará emplazado sobre el río Paraná Guazú— y se dirige hacia el norte de Entre Ríos vinculándose con otras rutas nacionales y provinciales.

Las obras que ya han sido licitadas y se encuentran en trámites de adjudicación, presentan los si-

transporte de suelos; construcción de obras de arte menores; cordón de hormigón de piedra para protección de borde de pavimento; construcción y retiro de alambrados; colocación de tranqueas; pintado de obras de arte, etc.; baranda metálica y barrera de seguridad; calzada pavimentada con subbase de suelo calcáreo, base estabilizada granular; imprimación bituminosa; tratamiento bituminoso superficial tipo simple de

(Viene de pág. 15)

cundante a la vía bajo proyecto puede indicar la conveniencia de posponer la pavimentación de cierta longitud de calles colectoras reduciendo la inversión inicial, etc.

Pretender resolver estas y otras situaciones similares, sobre la marcha es caer indefectiblemente en la desorganización y en la solución de emergencia, que generalmente cierra las puertas a modificaciones o ampliaciones futuras a un precio razonable.

Estimamos importante que Vialidad Nacional posea en cartera documentaciones completas de proyectos que indefectiblemente dentro del planeamiento vial deben ser realizados. En particular el sostenido crecimiento de nuestros centros urbanos nos impele a actuar sin demora en proyectos de circunvalación y de vías de penetración, independientemente de las posibilidades presentes de financiación, para poder proceder a congelar el uso del suelo o expropiar la zona.

Consideramos que un proyecto totalmente elaborado debe contar imprescindiblemente con un informe de ingeniería. El mismo indicará los antecedentes administrativos, las hipótesis de diseño y las razones, que muchas veces los planos no indican, por las cuales el proyectista ha encarado la obra en una cierta forma.

Este informe, disponible para el personal supervisor de la construcción, será útil en la evaluación de los cambios o modificaciones de obra que se propongan. A su vez el conocimiento que el proyectista tenga de los cam-

bios propuestos en obra, enriquecerá su caudal técnico para los futuros proyectos en que intervenga e incluso, en ciertos casos, le permitirá utilizar soluciones más convenientes.

CONSTRUCCION POR ETAPAS

En obras viales de gran envergadura económica, como generalmente son las autopistas urbanas, no siempre se cuenta con la posibilidad de su financiación total en un plazo reducido, por lo que se puede recurrir a la construcción por etapas. No tener liberada la traza en su totalidad puede llevar a la decisión de construir lo que se pueda y en particular en secciones críticas de inmediata necesidad funcional.

La construcción por etapas se realizará siguiendo en general, tres formas:

- a) Construcción de tramos o secciones completas en varios años.
- b) Construcción parcial de la obra en toda su longitud, dejando para una etapa posterior la construcción de los elementos adicionales que el proyecto exige. Por ejemplo, construir las colectoras y las estructuras dejando las calzadas principales para la etapa ulterior, o una sola calzada principal que funcione como doble mano por un determinado tiempo, etc.
- c) Construcción por etapas con tramos completos y tramos parciales, es decir, una combinación de los casos a) y b), pero en toda la longitud del proyecto.

Estimamos que el método c) es el más conveniente ya que el establecer el proyecto en el terreno como un hecho irreversible, define inequívocamente el uso del suelo de la zona de camino, permitiendo el planeamiento y desarrollo de las áreas adyacentes sobre bases claras en relación a la vía introducida. Por otra parte, se logra que el usuario pueda utilizarla en toda su longitud, sin derivación por calles terciarias con estructuras de pavimento deficientes para las cargas a que serán sometidas.

BIBLIOGRAFIA

W. L. Warren: **Interchanges** - 1961 - California Highways, June 61.

Jack E. Leisch: **Interchange design 1962** - De Leuw, Cather & Co.

G. T. Satterly Jr. y D. S. Berry: **Spacing of Interchanges and Grade Separations on Urban Freeways** - 46th Annual Meeting of the Highway Research Board.

Las redes arteriales y el tráfico urbano - Ciencia Urbana - Marzo/Abril 69.

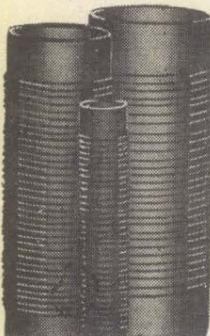
Revolution in Urban Highway Planning - Proceedings of ASCE, Feb. 71.

A Policy on Geometric Design for Rural Highways - AASHO 1965.

Urban Planning Guide - ASCE 1969 - Report Nº 49.



BERNET propaganda



LINEA COMPLETA DE CAÑOS FLEXIBLES PARA USOS INDUSTRIALES, CONDUCCION Y ASPIRACION DE AGUA, AIRE Y COMBUSTIBLES

PARA SISTEMAS HIDRAULICOS Y NEUMATICOS DE EQUIPOS VIALES Y MAQUINARIAS EN GENERAL.

DISTRIBUIDORES DE:
ADHESIVOS Y TRABAS QUIMICAS
"LOCTITE"®

INDUSTRIAS
MONTEFIORE
S.A.I.C.



ESTACIONAMIENTO GRATUITO EN BELGRANO 463.

ADMINISTRACION AV. BELGRANO 427/41 TEL. 34-9382 34-9948 VENTAS TEL. 30-7456 33-0878 BUENOS AIRES
SUCURSAL MENDOZA: GODOY CRUZ 52 - TEL. 258388 - SAN JOSE DE GUAYMALLEN (MZA)

Control de Calidad del Hormigón de Calzada de la Obra

Ruta Nacional N° 9 - Tramo Garín - Campana -

Primera Sección

Por los Ings. José Domnicz (*) y Leonardo M. Zitzer (**)

El presente trabajo tiene por objeto destacar la importancia que en obras de este tipo asume la planificación de un control integral de la calidad del hormigón a través de todo el proceso constructivo de las estructuras de las que formará parte.

Asimismo se destaca la necesidad de realizar con la anticipación necesaria, previos a la iniciación de la obra, los estudios de laboratorio sobre los materiales componentes del hormigón y sobre la mezcla a utilizar, como así también la puesta a punto de los equipos que serán utilizados para la elaboración, transporte y colocación del hormigón en obra, quedando de esta forma fijadas las pautas necesarias para la realización del control a lo largo de la ejecución de la obra.

La interpretación de la calidad del hormigón elaborado y colocado se realizó a través de los estudios estadísticos efectuados sobre los ensayos a la compresión realizados sobre probetas cilíndricas moldeadas y sobre testigos extraídos del pavimento ejecutado.

El trabajo ha sido dividido en seis partes que en resumen se refieren a los siguientes temas:

- Breve Descripción de la Obra.
- Características de diseño de las calzadas principales de hormigón.
- Características de los materiales componentes del hormigón y sus proporciones para preparar un metro cúbico de mezcla.
- Procedimiento constructivo.
- Control de calidad del hormigón de Obra.
- Conclusiones.

BREVE DESCRIPCION DE LA OBRA

El tramo Garín-Campana de la Ruta Nacional N° 9 abarca aproximadamente 35,5 km comprendidos entre ambas poblaciones.

Inicialmente, la obra consistía en dos calzadas de dos trochas cada una, con separador central y cruces a nivel y a distinto nivel.

Dicho proyecto ha sido revisto durante la ejecución de la obra modificándose las curvas verticales y horizontales para una velocidad directriz $V_D = 120$ km/h.

Se eliminaron los cruces a nivel quedando los accesos totalmente controlados.

El arranque del tramo se produce en Garín, atravesando zonas urbanizadas del partido de Escobar, luego ingresa al Partido de Campana atravesando el "bajo Grande" del Río Salado y del Río Luján; cruza por enci-

ma del acceso a la Estación Río Luján, atraviesa el "bajo Chico" del Arroyo del Pescado y pasando por Otamendi llega al acceso del Puerto Campana y finalmente a la ciudad de Campana.

A fin de posibilitar el traslado y la circulación del tránsito local sin crear conflictos con el de larga distancia, se ejecutan calzadas laterales y además pasarelas peatonales.

El diseño estructural de las calzadas principales y laterales se expone en el gráfico adjunto.

El diseño geométrico se adaptó a velocidad directriz $V_D = 120$ km/hora dejándose un cantero central de 12,70 metros que posibilitará, cuando ello sea necesario, la ejecución de una tercera trocha por calzada.

La obra se ha dividido en dos secciones, cuya ejecución ha sido contratada con distintas empresas.

En el presente trabajo se detallan las tareas de control y conclusiones respectivas correspondientes a una de las secciones de la obra. Esta abarca la zona comprendida entre las progresivas 0,00 y 14.900.

CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE LAS CALZADAS PRINCIPALES DE HORMIGON

El ancho de la calzada es de 7,30 metros, siendo su espesor de 0,22 metros.

La armadura distribuida está materializada por una malla de acero especial conformado, de peso aproximado a 2 kg/m². Las barras longitudinales son de 8 mm de diámetro, espaciadas cada 30 cm, siendo las transversales de 5 mm de diámetro y espaciadas cada 30 centímetros.

Las juntas transversales de contracción están espaciadas cada 12 metros. La junta longitudinal se ubica en el centro de la calzada, es decir, a 3,65 metros de los bordes.

Tanto las juntas longitudinales como las transversales de contracción son de tipo "aserrado". En coincidencia con las juntas transversales de contracción se ubican los pasadores constituidos por barras lisas de acero de sección circular de 28 mm de diámetro, de longitud 0,50 m y separados cada 0,30 metros.

Asimismo en coincidencia con la junta longitudinal se ubican las barras de unión constituidas por barras de acero especial torsionado de 12 mm de diámetro, longitud 0,55 m y separación 0,50 metros.

Las juntas transversales de contracción fueron obturadas con sellos premoldeados de neopreno, mientras que las juntas longitudinales

fueron selladas con un producto líquido viscoso a base de caucho y asfalto.

La base es de suelo-arena-cemento de 0,10 metros de espesor.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES COMPONENTES DEL HORMIGON Y SUS PROPORCIONES PARA PREPARAR UN METRO CUBICO DE MEZCLA

Agregado Grueso

El agregado grueso está constituido por dos fracciones de piedra partida granítica de procedencia de Olavarría, cuyas características son:

	Frac. Gruesa	Fracción Fina
P. espec. Agreg. sat. y sup. seca	2,67	2,67
Tamaño máximo 2" (50,8 mm)	1 1/4" (31,8 mm)	
Absorc. en peso	0,7 %	0,7 %
Módulo de fin.	8,01	6,80

Agregado Fino

El agregado fino está constituido por arena "argentina" silicea especial de procedencia Río Paraná (aguas arriba de San Pedro) cuyas características físicas fueron:

Peso específico Agregado sat. y sup. seca:	2,63
Peso unitario suelto:	1,45 t/m ³
Absorción en peso:	1,0 %
Módulo de finura:	2,35

Sobre el agregado fino se efectuó el análisis petrográfico según Norma IRAM 1649, pues se contaba con antecedentes que indicaban que las características mineralógicas del mismo podrían afectar el comportamiento del hormigón en que iba a ser utilizado.

Se pudo comprobar, a través de este análisis, porcentajes relativamente elevados de calcedonia, que es uno de los minerales que en presencia de agua puede reaccionar desfavorablemente con los álcalis del cemento, produciendo la destrucción de la estructura.

El contenido de álcalis del cemento empleado siempre fue menor del 0,50 % en peso, expresado en óxido de sodio (Na₂O), con lo que la posibilidad de que la reacción se produjera era improbable. Dada la importancia de la obra que es objeto de este tra-

* Jefe Inspección de Obra — Dirección Nacional de Vialidad.

** Ingeniero del Instituto Tecnológico del Hormigón. Asesor en Tecnología del Hormigón.

bajo y a fin de no correr riesgos inútilmente, se procedió a la realización del único ensayo que puede dar respuesta segura al respecto, que de acuerdo a los conocimientos actuales es el ensayo de barras de mortero preparado con los áridos y el cemento que constituirán el hormigón de obra.

Los ensayos se realizaron de acuerdo al criterio de la Norma IRAM 1637. Los resultados de dichos ensayos indicaron que los agregados de obra no reaccionaron desfavorablemente con los álcalis del cemento.

Cemento portland

En la ejecución de la obra se empleó cemento portland normal fabricado en la zona de Olavarría, Provincia de Buenos Aires. La superficie específica del mismo varió entre aproximadamente 3.100 y 3.300 cm²/gr (Blaine). La composición potencial media expresada en los cuatro compuestos principales fue del orden siguiente:

$$\begin{aligned} SC_3 &= 38\%; AC_3 = 9\%; \\ SC_2 &= 34\%; FAC_4 = 11\% \end{aligned}$$

El total de álcalis expresado en Na₂O fue menor del 0,50 % para cada una de las muestras analizadas a lo largo de la ejecución de la obra. Las características físicas y químicas del cemento empleado cumplan con las especificaciones de la Norma IRAM 1503, correspondiente al cemento portland normal.

Agua de empaste

El agua de mezclado proviene de perforaciones en la zona del obrador de Escobar de hasta 14 metros de profundidad, habiéndose realizado los ensayos de aptitud sobre muestras representativas previo a la iniciación del hormigonado de las calzadas, como así también sobre muestras representativas durante la ejecución de las mismas.

El agua resultó apta para su utilización en mezclas que contengan cemento portland según el criterio de la Norma IRAM 1601.

Proporciones de materiales para elaborar un metro cúbico de hormigón

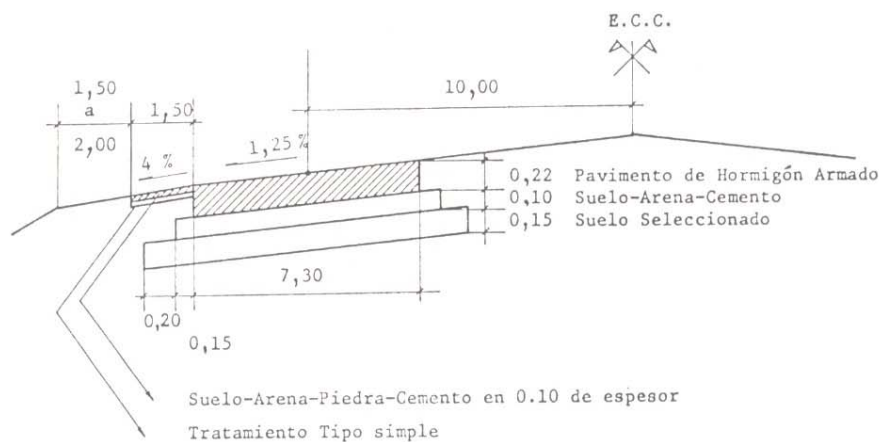
En conocimiento de las características y propiedades de los materiales componentes para preparar el hormigón y los requisitos más importantes que éste debía reunir para satisfacer las exigencias de la estructura, se iniciaron los estudios y ajustes necesarios que condujeron a las proporciones definitivas en que debían mezclarse aquéllos, para obtener los resultados deseados.

Las proporciones de materiales que se utilizaron en obra para preparar un metro cúbico de hormigón fueron:

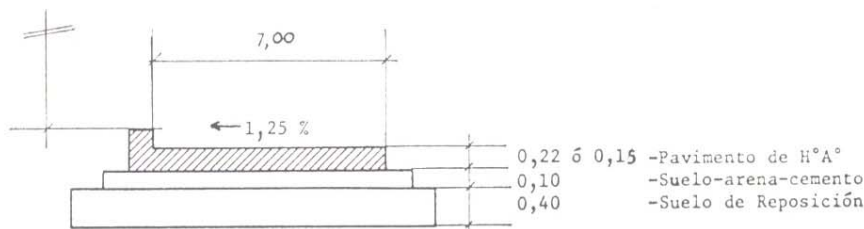
Cemento portland normal	:	350	kg
Agua de empaste	:	158	litros
Agregado fino (arena "argentina")	:	685	kg
Agregado grueso (piedra partida 5 a 30 mm)	:	740	kg
Agregado grueso (piedra partida 30 a 50 mm)	:	490	kg
Relación agua/cemento, en peso	:	0,44	
Asentamiento	:	2 a 3	cm

Los pesos de los agregados se refieren al estado saturado y superficie seca.

DISEÑO ESTRUCTURAS DE CALZADA



CALZADA PRINCIPAL



CALZADA LATERAL

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

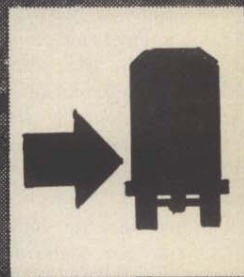
Próxima a los acopios de agregados en el obrador, sito en la localidad de Escobar, se ubicó la planta automática marca "Ross" de procedencia estadounidense para medición de materiales. La misma está provista de 4 tolvas para agregados y 1 silo madre para cemento. Las balanzas de control automático tienen una precisión de 4%. La capacidad de la planta dosificadora es de 60 m³/hora.

Consta a su vez de un dispositivo automático para medición de la humedad superfi-

cial de los agregados, lo que permite la corrección continua (pastón a pastón) de las cantidades de agregados y de agua a incorporar a la mezcla de acuerdo a la humedad medida en aquéllos.

Los materiales una vez pesados se desplazan a través de cintas transportadoras hasta los camiones mezcladores (moto-hormigoneras) de 6 metros cúbicos de capacidad cada uno, en donde se efectúa el mezclado y transporte del hormigón hasta el lugar de su emplazamiento definitivo. La velocidad de rotación de mezclado es del orden de 14 revoluciones por minuto, habiéndose observado que la mayor uniformidad de la mezcla se obtiene con un tiempo de alrededor de 100 revoluciones del tambor girando a la velocidad de mezclado. Cualquier mezclado adicional motivado por la distancia de transporte u otras causas se realizó operando el equipo a la velocidad de agitación que es del orden de 3 a 4 revoluciones por minuto.

La descarga de los camiones mezcladores se completó en todos los casos antes de transcurridos sesenta (60) minutos a partir del momento en que el cemento se ponga en contacto con los áridos, o el agua con ambos.



**Los caminos
de hormigón
son los que recorren
más futuro.**

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

San Martín 1137 - Buenos Aires

SECCIONALES: CORDOBA: Av. Gral. Paz 70, Córdoba - **TUCUMAN:** 25 de Mayo 30, San Miguel de Tucumán - **LA PLATA:** Calle 48 N° 632, La Plata - **ROSARIO:** San Lorenzo 1047, Rosario - **MENDOZA:** San Lorenzo 170, Mendoza - **SAN JUAN:** Ignacio de la Roza 194, Oeste, San Juan - **BAHIA BLANCA:** Luis María Drago 23, Bahía Blanca - **CORRIENTES:** Catamarca 1515 Corrientes - **NEUQUEN:** Av. Argentina 251, Neuquén **ENSAYOS ESTRUCTURALES:** Ruta Panamericana y Capitán Bermúdez, Olivos.

Caso contrario, es decir, excediéndose del lapso mencionado, la descarga no se permitió.

Una vez efectuada la descarga del hormigón proveniente del camión mezclador se procede a la distribución del mismo, su posterior compactación y terminación por medio de un tren Vögele compuesto de pala distribuidora, enrasadora, vibradora y terminadora.

La etapa final de terminación se ejecuta manualmente por medio de un tubo de hierro galvanizado de 4" de diámetro y de frases de madera de 2 metros de ancho y cinta alisadora.

El curado de la estructura se efectúa con una lámina de polietileno blanco lechoso, cubierto por una capa de tierra, tomándose precauciones especiales en los solapados de empalme entre paño y paño y en los bordes del pavimento ejecutado.

CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGON DE OBRA

El laboratorio ubicado en el obrador de Escobar fue el centro de acción de las tareas de control de rutina. El mismo fue provisto del equipo necesario y de personal de la Inspección de Obra competente. Los ensayos especiales que se debieron realizar previa y durante la ejecución de la obra se efectivizaron en los laboratorios del Instituto Tecnológico del Hormigón.

Asimismo el personal de la Inspección, con el asesoramiento y colaboración del personal del Instituto Tecnológico del Hormigón, controló permanentemente las condiciones de producción y colocación del hormigón de obra.

Periódicamente se realizaron ensayos para determinar las características físicas de los materiales componentes, granulometría de los áridos y demás ensayos que permitan detectar las variaciones en las características de los mismos y proceder a la realización de las correcciones necesarias para asegurar la uniformidad de características del hormigón.

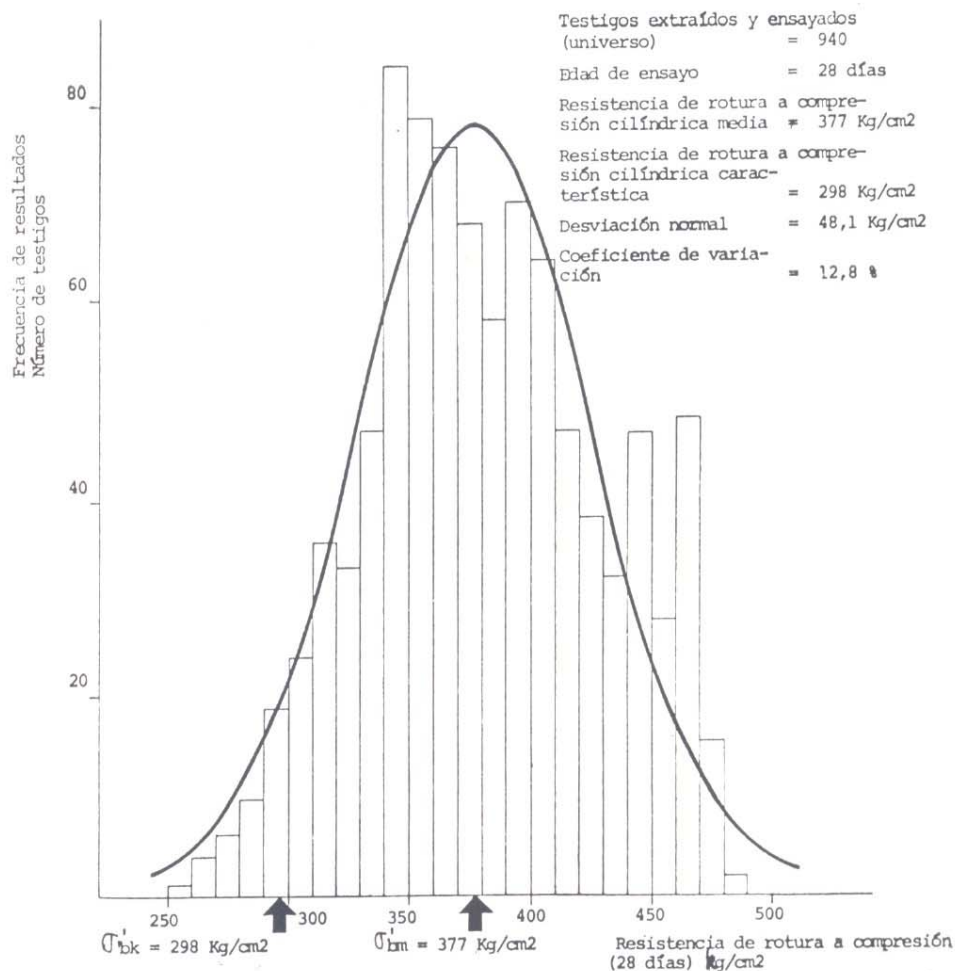
Sobre los agregados, especialmente la arena, se controló permanentemente la humedad superficial de los mismos para corregir el peso de estos y del agua a introducir en la mezcladora en función del porcentaje de humedad determinado en cada caso.

Asimismo, periódicamente se extrajeron muestras del hormigón fresco a fin de determinar el asentamiento de la mezcla habiéndose logrado un nivel de homogeneidad en este sentido, altamente satisfactorio, variando el mismo dentro de límites muy estrechos: 2 a 4 cm.

Diariamente se extrajo una muestra de hormigón fresco con la que se confeccionaron dos probetas cilíndricas para ser ensayadas a la edad de 28 días.

Sobre 346 parejas de probetas moldeadas ensayadas, y considerando como resultado de un ensayo al promedio de las dos probetas provenientes de la misma muestra, se realizó el estudio estadístico sobre los resultados obtenidos que arroja los siguientes valores:

Resis. media (σ'_{bm})	=	356	kg/cm ²
Desv. normal (S)	=	46,2	kg/cm ²
Coef. de variación (δ)	=	11,3	%
Resis. caract. (σ'_{bk})	=	290	kg/cm ²



A fin de proceder a la recepción de la calzada y determinar la calidad del hormigón colocado se extrajeron testigos del pavimento ejecutado cada 50 metros lineales.

El total de testigos ensayados a la compresión (universo) con los cuales se realizó el estudio estadístico sobre sus resultados es de 940 testigos.

Se ha comprobado y de hecho el histograma y curva de distribución normal que se observa es una prueba de ello, que para los propósitos de orden práctico la curva de distribución normal o curva teórica de Gauss se adapta perfectamente para las variaciones que más frecuentemente se producen en el campo de la ingeniería.

La misma se puede obtener en función de la resistencia promedio (σ'_{bm}) y la desviación normal (S).

El área total que se encuentra debajo de la curva, representa en número total o el 100 % de los resultados de los ensayos.

La resistencia definida por la expresión:

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,65 \cdot S$$

ha sido denominada resistencia característica (σ'_{bk}) y su valor tiene la probabilidad de ser superado por el 95 % de los resultados de los ensayos, o dicho de otra manera, existe la probabilidad de que un 5 % del total de los resultados (área rayada de la figura) tenga resistencia menores que σ'_{bk} .

Los resultados del estudio estadístico realizado sobre los resultados de los ensayos a la compresión de los testigos extraídos del pavimento a la edad de 28 días arroja los siguientes resultados:

Resis. media (σ'_{bm})	=	377	kg/cm ²
Desv. normal (S)	=	48,10	kg/cm ²
Coef. de variación (δ)	=	12,8	%
Resis. caract. (σ'_{bk})	=	298	kg/cm ²

CONCLUSIONES

Es fundamental señalar que para obtener calidad, deben concurrir necesariamente dos factores: a) que existan los materiales y el equipo adecuados y b) mano de obra competente. Es necesario a su vez que se realice

el control sistemático a fin de verificar que la calidad deseada se mantiene a lo largo de la ejecución de la obra.

Los resultados obtenidos estadísticamente analizados, que indican la buena calidad del hormigón elaborado son consecuencia de la suma de factores concurrentes que tiene distintos orígenes y se pueden resumir así:

- 1) De la adjudicación de la obra
- 2) De la iniciación de la obra
- 3) De la ejecución de la obra

De la adjudicación de la obra

En esta etapa se pone en juego ya la calidad de la obra. La futura contratista debe poseer el equipo necesario y suficiente acorde con el tipo y la importancia de la obra a ejecutar.

El pliego debe limitar las opciones constructivas y dejar debidamente establecido que la oferta debe contener una descripción detallada de los equipos y planteles que la Empresa utilizará en la ejecución de los trabajos para el proceso constructivo elegido. Para tal efecto se detallará la marca, capacidad productiva, año del modelo de los mismos y fotografía de todos los elementos propuestos.

La Dirección con anterioridad a la adjudicación de las obras verificará la existencia y disponibilidad de todos los equipos ofrecidos y en lo que a la elaboración del hormigón se refiere se dará preferencia a las plantas automáticas o semiautomáticas que permiten controlar la exactitud de las operaciones, reduciendo así la incidencia del error de los operadores.

Con lo expuesto se pretende evitar el inconveniente de tener que rechazar parte o la totalidad de los equipos por su estado o ineficacia de funcionamiento con posterioridad a la contratación de las obras.

Si bien existen disposiciones generales similares, las mismas no se cumplen generalmente en la práctica por carecer de reglamentaciones terminales al respecto.

De la iniciación de la obra

Es de fundamental importancia contar con muestras de los materiales componentes del hormigón a utilizar en obra con la anticipación necesaria previa a la iniciación de las tareas de hormigonado, con el objeto de poder realizar los ensayos de aptitud sobre cada uno de ellos.

Merece mencionarse el hecho que en la presente obra se han realizado con la anticipación necesaria a la iniciación de la obra los ensayos sobre los agregados, cemento y agua de empaste.

Sobre los agregados se realizó el análisis petrográfico y posteriormente el ensayo sobre barras de mortero a fin de determinar si el agregado y el cemento portland a utilizar reaccionaban dando lugar a cambios volumétricos que restarían durabilidad a la estructura a ejecutarse.

Sobre el cemento, a su vez, se determinó la superficie específica, la composición potencial media y el total de álcalis contenido en el mismo.

Sobre el agua de empaste se realizaron

los ensayos de aptitud siguiendo el criterio de la Norma IRAM 1601, determinando los porcentajes de materia orgánica, residuo sólido, sulfatos, cloruros, etc. como así también los ensayos físicos basados en la resistencia comparativa a la compresión de probetas de mortero moldeadas con una muestra de agua potable patrón y con la muestra obtenida de obra.

Con los resultados satisfactorios de los ensayos efectuados se procedió a verificar y ajustar la fórmula de mezcla propuesta, analizando proporciones de materiales, características físicas de los agregados (granulometría, peso específico, absorción, etc.) y resultados de los ensayos de resistencia.

Una vez aprobada la mezcla y sus componentes se podrá controlar individualmente cada uno de los materiales acopiados a fin de que se mantenga su constancia (dentro de los límites admitidos).

Es por lo tanto imprescindible que previo al inicio del acopio se cuente con la fórmula aprobada, que implica a su vez el montaje del laboratorio como etapa inicial primordial.

De esta manera controles rutinarios irán asegurando que no se produzcan sorpresas en los materiales acopiados.

En caso de detectar variaciones en las características de los materiales que llegan a obra, se verificará su aptitud previamente a su utilización. Comprobada su aptitud para su utilización en hormigones de cemento portland, se recurrirá al empleo de áridos de características adecuadas para corregir las granulometrías y de esta forma acercarnos a las características previstas en la realización de la dosificación ajustada previo al inicio de la obra.

Es de destacar que en la obra que nos ocupa este control permitió detectar las variaciones de las características de los distintos materiales componentes de la mezcla, siendo éste un factor primordial para el logro de un coeficiente de variación de los resultados de los ensayos realizados que se puede considerar muy bueno.

Una buena disposición de los acopios de agregados, cuidando de generar primero un piso, de no mezclar las pilas, de no utilizar vehículos sobre orugas sino cargadoras sobre neumáticos, de dar pendiente para escurrimiento del agua de lluvia, todo ello colabora para eliminar una variable de la resistencia a compresión, que se detectará a través del coeficiente de variación.

Es necesario aclarar que finalizado el montaje de la planta se deberá ir ajustando su funcionamiento previo al comienzo de la elaboración rutinaria del hormigón.

La eliminación del factor humano en el funcionamiento de la planta dosificadora es —habiendo descartado ya la bondad de los materiales y de la fórmula de mezcla— el factor más importante para el logro de una mayor uniformidad del hormigón elaborado. De todos modos los controles periódicos para verificar la exactitud de las pesadas son indispensables.

La dosificación automática implica no supe- ditar la carga y descarga o el cierre y la apertura de las balanzas tolvas a la atención y voluntad del capataz de planta. Este es

otro factor que incidió primordialmente en la obtención de un coeficiente de variación reducido (11,3 % en probetas moldeadas y 12,8 % en testigos extraídos del pavimento).

De no ejecutarse los ensayos y controles citados oportunamente la posibilidad de obtener resultados deficitarios será significativa y cualquier cambio luego de detectado el error se producirá después de haberse ejecutado hormigón de calzada durante por lo menos treinta (30) días en forma deficiente.

De la ejecución de la obra

Cumplimentados los apartados anteriores, que implican ir limitando factores contrarios al logro de una buena calidad del hormigón de calzada, corresponde satisfacer los siguientes aspectos.

Se cuidará primero de reducir a un mínimo la distancia entre el extremo de la cinta transportadora de la planta y la boca de entrada del tambor rotativo del camión motorhormigonera, evitando así la pérdida de materiales en ese trayecto.

La velocidad de rotación y de agitación del tambor mezclador será la adecuada, debiendo verificarse el buen estado de las paletas para el mezclado, los manómetros y medidores que controlan el abastecimiento de agua desde el tanque suplementario del camión, etc.

Verificados los factores previos al colado del hormigón analicemos la ejecución de la estructura.

El colado se comienza una vez comprobado el buen estado de los moldes, es decir, que no estén curvados, que tengan las dimensiones y anclajes necesarios que aseguren su rigidez y estabilidad al paso del tren de hormigonado, que estén cubiertos por una capa de líquido o producto anti-adhesivo, a fin de facilitar su extracción, que los pasadores se ercuentren debidamente ubicados, sujetos y engrasados, y que la superficie de apoyo de la calzada de hormigón se encuentre perfectamente compactada y libre de elementos extraños.

Se irá desplazando el dispositivo de descarga del camión mezclador de manera de volcar la mayor cantidad de hormigón con un mínimo de personal entre moldes; a continuación comienza la desparramadora a distribuir el hormigón en una primera capa de un espesor de 2 ó 3 cm mayor que la mitad del espesor de la losa.

Es indudable la necesidad de este equipo para esta tarea pues para asentamientos menores a 4 cm, que es la consistencia permanente con que se trabajó en obra, la distribución con obreros que desparraman el hormigón a pala es perjudicial en todo aspecto (técnico, económico y humano).

Otra ventaja indudable de este equipo es que procura una superficie de apoyo apropiada para la colocación de la armadura de distribución y el perjuicio que origina el ingreso de los operarios para el atado de las mallas de armadura distribuida superpuestas, y de las barras de unión, se minimiza.

Luego de colada y desparramada la segunda capa comienza a actuar la terminadora.

El tren terminador utilizado posee la ven-

taja de ser sumamente liviano respecto a su eficacia en comparación con otros equipos similares de mayor peso. Es decir, es sumamente eficaz su efecto de compactación en relación a su peso bruto, permitiendo trabajar aún con peraltes grandes sin perjudicar la posición de los moldes.

La bondad y la eficiencia del equipo vibrador utilizado se traduce en una adecuada compactación del hormigón elaborado y en un incremento en la resistencia del hormigón de calzada, respecto a la que se obtendría con una compactación incompleta o deficiente.

Esto queda corroborado a través del análisis de los resultados obtenidos. La resistencia media a la compresión obtenida sobre probetas cilíndricas normalizadas y sobre un muestreo de 346 parejas de probetas es de 357 kg/cm².

La resistencia media a la compresión sobre testigos extraídos del pavimento previa corrección de los resultados de acuerdo a la esbeltez de los mismos, (con los coeficientes de corrección establecidos en el Pliego de Condiciones de la Obra) sobre un universo de 940 testigos, es de 377 kg/cm².

Del análisis comparativo de los dos estu-

dios estadísticos realizados, uno sobre probetas de hormigón moldeadas a pie de obra en forma normalizada y otro sobre testigos extraídos del pavimento ejecutado en las condiciones descriptas en el presente trabajo y teniendo en cuenta que probetas y testigos corresponden a un mismo sector de obra ejecutada, se puede concluir que en esta obra sobre un número representativo de ensayos, la resistencia media a la compresión apreciada mediante el ensayo de testigos supera levemente —seis por ciento (6 %)— a la resistencia media obtenida mediante el ensayo de probetas moldeadas.

CONCURSO DE TRABAJOS SOBRE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Con la doble finalidad de estimular la labor creativa de los jóvenes profesionales argentinos y contribuir al avance de la investigación y al desarrollo de la técnica constructiva en el campo vial, la Asociación Argentina de Carreteras ha resuelto efectuar un "Concurso de trabajos sobre estabilización de suelos", abierto a todos los universitarios que se ajusten a las condiciones que se estipulan en la parte pertinente de la Reglamentación que se establece más adelante.

Se ha elegido como tema general del concurso un importante aspecto de la tecnología vial con la intención de propender a la optimización del uso, como integrante fundamental de las capas estructurales superiores, de un material local como lo es el suelo.

Es innecesario poner mayor énfasis en destacar la importancia de este enfoque en un medio geográfico como el de nuestro país caracterizado por una acentuada carencia de materiales pétreos convencionales precisamente en aquellas zonas de mayor densidad de la red vial. Todo el esfuerzo que se realice para estudiar, teórica y prácticamente, la posibilidad de reemplazar, aún parcialmente, estos materiales convencionales por otros de menor costo y reducido transporte —el suelo en el caso particular de este concurso— ha de significar, sin lugar a dudas, un valioso aporte en beneficio de la economía del país.

La Asociación Argentina de Carreteras entiende cumplir en esta forma con uno de los objetivos fundamentales que determinaron su creación, cual es el estudio y resolución de los problemas básicos de la construcción vial argentina.

REGLAMENTACION

I) REQUISITOS GENERALES.

- 1º) Los trabajos podrán presentarse hasta el día 28 de junio de 1974, a las 19.00 horas, en la sede de la Asociación Argentina de Carreteras, Paseo Colón 823, 7º piso, Buenos Aires, en sobre cerrado con indicación del remitente y dirigido a: "Asociación Argentina de Carreteras" — "Concurso sobre estabilización de suelos".
- 2º) Los trabajos serán originales e inéditos, escritos a máquina a doble espacio, con un máximo de 5.000 palabras. Se presentarán en original y tres copias, acompañadas de un resumen de no más de 300 palabras en el mismo número de ejemplares. Los gráficos serán confeccionados en papel blanco mate y

tinta china negra de un tamaño no mayor de 22 x 35 cm.

- 3º) Los trabajos deberán ser firmados con aclaración de firma y domicilio, y podrán ser presentados en forma personal o en colaboración.
- 4º) El autor o autores del trabajo deberán poseer título profesional expedido por Universidad Argentina, con no más de 8 (ocho) años de antelación a la fecha de cierre del concurso. A los efectos de la correspondiente verificación deberán presentar una fotocopia fotográfica del Diploma.
- 5º) Cuando se trate de trabajos realizados en equipo, el coordinador o coordinadores deberán cumplir con los requisitos indicados en el Apartado 4º), pero se admitirá que el resto de los integrantes no posea título universitario.
- 6º) Los trabajos serán clasificados en dos secciones, a saber:
 - a) *Práctica de Obra*: Serán incluidos en esta Sección los trabajos que se refieran a la técnica constructiva de estabilización de suelos, ejecución de tramos experimentales, problemas de obra, etc.
 - b) *Estudios de Gabinete*: Serán incluidos en esta Sección los estudios experimentales de laboratorio y aquellos estudios que sin ser de carácter experimental constituyan un análisis de la mecánica de este tipo de capas, así como toda otra clase de temas no relacionados con la técnica constructiva.
- 7º) Los trabajos deberán ajustarse al tema general del concurso. La enumeración efectuada en el temario es solamente ilustrativa, por lo que los autores podrán presentar trabajos sobre aspectos no indicados taxativamente en el mismo.
- 8º) La Asociación Argentina de Carreteras se reserva el derecho de publicar por su cuenta los trabajos presentados al

concurso, hayan resultado premiados o no. La presentación de trabajos implica automáticamente la aceptación, por parte de sus autores, de las condiciones establecidas en esta Reglamentación.

II) JURADO.

- 9º) Los trabajos serán considerados por un Jurado presidido por el Ing. ENRIQUE HUMET, e integrado por los ingenieros FELIX J. LILLI y BORIS DORFMAN y el Dr. EBERTO PETRONI. Las decisiones del Jurado se tomarán por simple mayoría de sus integrantes y serán inapelables, teniendo doble voto el presidente en caso de empate.
- 10º) La ubicación de los trabajos en las dos secciones instituidas será efectuada por el Jurado, rigiendo lo establecido en el segundo párrafo del Apartado 9º).
- 11º) El Jurado deberá expedirse antes del 1º de agosto de 1974 y podrá declarar desierto uno o más premios de ambas secciones.

III) PREMIOS.

- 12º) Los premios a discernir para cada una de las dos secciones mencionadas en el apartado 6º) serán los siguientes:
 - 1º Premio: \$ Ley 5.000.—
 - 2º Premio: \$ Ley 2.500.—
- 13º) Los premios serán entregados en acto público que organizará, a tal efecto, la Asociación Argentina de Carreteras.

IV) TEMARIO.

Los trabajos versarán sobre cualquier proceso o mecanismo de estabilización de suelos.

- a) — *Sección Práctica de Obra*: Técnicas constructivas, equipos, métodos de control de obra, mezclas en planta o "in situ", rendimientos — Control de Calidad — Tramos Experimentales.
- b) — *Sección Estudios de Gabinete*: Estudios de Laboratorio, métodos de evaluación y su relación con el diseño, teoría de las estructuras constituidas por capas de suelos estabilizados, mecanismos de estabilización: interpretación, fenómenos físico-químicos, influencia de las distintas variables — campo específico de aplicación de los distintos sistemas de estabilización — estudios técnico-económicos — estudio de agentes estabilizantes.

Criterio para la Consideración de la Clausura de una vía de Comunicación en la Evaluación de una Mejora

Por el Ing. Tancredi Lu's Cerenza *

1. — INTRODUCCION

Durante la ejecución de los estudios de factibilidad técnico-económica de una serie de obras viales en distintos lugares del territorio, llevados a cabo por la Dirección Nacional de Vialidad, la División Estudios Económicos se vio necesitada de resolver el problema de estimar la incidencia de la clausura de una ruta en la evaluación de su mejora, dado que la metodología que se estaba usando no la contemplaba. ⁽¹⁾

Lo que se expondrá aquí es el resultado obtenido luego de sucesivas aproximaciones tendientes a perfeccionar la aplicación del criterio empleado.

Sobre dicho criterio, cabe señalar que resulta aplicable a otros medios de transporte, que no sea el carretero, siempre que la metodología general de evaluación tenga como elemento integrante:

- Resistencia de los tramos de la red, medida a través de longitudes virtuales que consideran el real costo del usuario de cada tramo.
- Cómputo de los beneficios de los usuarios como la diferencia de costos del usuario entre red existente y mejorada, lo que se resuelve mediante la diferencia entre las longitudes virtuales respectivas.

El desarrollo teórico que sigue, como el ejemplo práctico de aplicación, se realizará para el transporte por carretera. Dicho desarrollo contempla la consideración de la clausura de una ruta en dos etapas de la evaluación de una mejora. La primera corresponde a los procesos de asignación de tráfico a la red y la segunda a la cuantificación de los beneficios de los usuarios. ⁽²⁾

2. — ASPECTOS PRELIMINARES

Se entiende por clausura de una ruta al hecho de que, por la misma, no sea posible circular.

* De la Dirección Nacional de Vialidad.

(1) Han intervenido en la discusión del tema en distintas etapas de su elaboración, aportando sugerencias que permitieron la concreción del presente método, los siguientes profesionales de la División Estudios Económicos: Ing. Jorge Santiago Ciocca, Ing. Félix José Danesi, Ing. Angel Alberto Galmarini, Ing. Juan Pablo Martínez e Ing. Horacio Edgardo Pesce. Por otra parte fueron consultados los profesionales Ing. Manuel A. Solanet, Ing. Luis M. Girardotti y Lic. Joaquín P. Llambías de la firma Sociedad Argentina de Estudios, colaborando con su experiencia proveniente de trabajos anteriores donde se había estudiado el problema.

(2) Para profundizar el conocimiento conceptual de las dos etapas mencionadas puede consultarse la "Guía para estudios de factibilidad de obras viales" D.N.V. — Junio de 1972.

Los motivos que producirían lo anterior son diversos y, a modo de ejemplo, se pueden citar: nevadas, aludes, desmoronamientos, lluvias, disposiciones que limitan la circulación en uno o ambos sentidos, etc.

Estos motivos pueden repetirse o no en el transcurso del año, en un mismo tramo, e incluso superponerse en el tiempo.

A los efectos del análisis que sigue, se entiende por tramo a la conexión entre dos nodos.

Se define a la magnitud $C_i(mj)k$, expresada en días por año, como los días de clausura del tramo k , en la oportunidad i , producidos por el motivo mj que puede repetirse o no a lo largo del año. Esta posible repetición del mj , implica una nueva oportunidad i .

Habiendo llegado a este punto resulta conveniente aclarar que cada $C_i(mj)k$ puede tener comienzo, duración y fin distintos a los correspondientes del motivo mj . Por ejemplo, si el motivo que produce una clausura en un tramo de tierra es la lluvia, el comienzo del período en el que el tránsito no puede circular por ese tramo se producirá siempre después que la precipitación haya comenzado. La duración del período de clausura, en ese

c, por último, derive a otro itinerario luego de haber esperado el tiempo suficiente para decidir que le resulta más conveniente derivar que continuar esperando.

Por ello, se debe analizar cada $C_i(mj)k$, a fin de determinar si la magnitud del período de clausura es compatible con la posibilidad de derivar, según el tiempo que insumiría el recorrido alternativo.

Es decir que se está suponiendo que las clausuras producen dos inconvenientes al flujo de tránsito: el primero es el resultante de la interrupción del flujo en el tramo y su consiguiente derivación, si fuera posible, y el segundo es la demora que dicho flujo sufre.

En el caso de que no existiese itinerario alternativo, resulta que en el período de clausura el flujo de tránsito queda interrumpido y no se produce derivación. Por ello, todo el período de clausura debe ser imputado a la parte del año durante la cual el flujo de tránsito sufre demoras para concretar los deseos de viaje de cada uno de los usuarios que lo componen. En esta situación, la duración del $C_i(mj)k$ será igual a la demora D_{ik} , en día por año, que sufren los usuarios del tramo k en la oportunidad i .

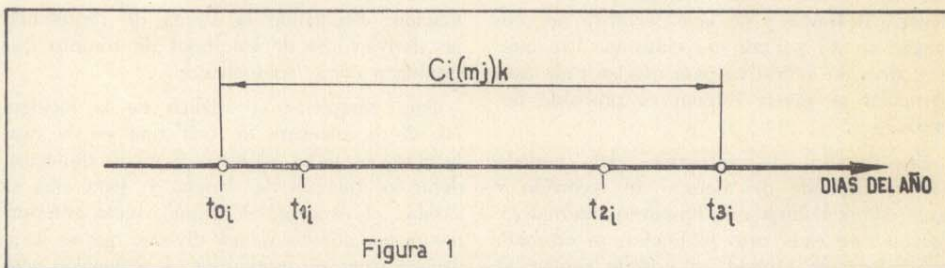


Figura 1

caso, si bien es dependiente de la duración de la precipitación, también lo es de su intensidad y de características del tramo, como su drenaje superficial transversal y longitudinal, y de características del tránsito, tales como cantidad y peso de los vehículos.

A fin de determinar los mj que afectan a la red existente o afectarían a la mejorada, en cada uno de sus tramos y conocer su duración y periodicidad se debe controlar la información recabada de los pobladores y/o usuarios locales con la que se puede obtener de los entes que entiendan en la recopilación de datos estadísticos conexos o en el control, subsanamiento o reparación del hecho.

Cada uno de los $C_i(mj)k$ puede hacer que el usuario del tramo derive a otro itinerario alternativo, espere a que la clausura termine

Por el contrario, si existiese un itinerario alternativo se debe analizar cada período de clausura $C_i(mj)k$ del siguiente modo (figura 1).

El usuario que llega un instante antes de t_{0i} , encuentra al tramo habilitado para circular. En cambio, el usuario que llega un instante después lo encuentra clausurado.

Durante el período $(t_{1i}-t_{0i})$, los usuarios que llegan al tramo lo harían con la creencia de que aún no se ha iniciado la interrupción.

La duración de este período debe interpretarse como aquella parte del año en la cual los potenciales usuarios toman conocimiento de que se ha iniciado el período de clausura y como la que emplean en valorar la probable duración del período de clausura y en decidirse a derivar o no al itinerario alternativo.

vo. En consecuencia el flujo de tránsito que arriba en este período deriva a su finalización, aunque la interrupción se inició en t_{0i} , y sufre una demora para concretar su viaje.

Durante el período $(t_{2i}-t_{1i})$ se considera que todos los usuarios potenciales derivan hacia el itinerario alternativo, en la suposición de que están en conocimiento de la clausura.

En resumen, el flujo de tránsito que arriba al tramo en el período $(t_{2i}-t_{0i})$ deriva al itinerario alternativo y solo sufre demora el que lo haría en el período $(t_{1i}-t_{0i})$.

Durante el período $(t_{3i}-t_{2i})$, los usuarios que llegan al tramo lo harían con el convencimiento de que es inminente la finalización de la clausura y, por lo tanto, han adoptado como más conveniente sufrir la demora que soportar el incremento de gastos por recorrido y tiempo del itinerario alternativo.

El usuario que llega un instante después de t_{3i} encuentra el tramo habilitado para circular.

En conclusión, cuando se ha considerado la existencia de itinerario alternativo, la parte del año, a la vez parte de $Ci(mj)k$, que debe ser imputada a Dik durante la cual el flujo de tránsito sufre demora en concretar su deseo de viaje, es:

$$Dik = (t_{1i}-t_{0i}) + (t_{3i}-t_{2i}) < Ci(mj)k$$

Esto es así, ya que, si $Dik = Ci(mj)k$, se está en el caso de que la red no cuenta con un itinerario alternativo que brinde al usuario incrementos de gastos que sean menores a los incrementos resultantes de la demora.

Las características que definen al período $(t_{1i}-t_{0i})$, hacen que el mismo tenga una duración que depende del motivo causante de la clausura, de la mayor o menor información que se brinde a los usuarios previa a su llegada al tramo y de la expectativa de prolongación del período de clausura. Lo anterior, sirve de indicativo para que en cada caso particular se pueda estimar su probable duración.

En cambio, la extensión del período $(t_{3i}-t_{2i})$ depende del tiempo de recorrido y otras características del itinerario alternativo. Por ello, en cada caso particular, se estimará dicha duración usando un criterio similar al descripto para decidir si existe o no itinerario alternativo.

3. — CONSIDERACION DE LA CLAUSURA EN LOS PROCESOS DE ASIGNACION DE TRANSITO

A efectos de representar la situación real de transitabilidad de la red en estudio, tanto existente como mejorada, y las derivaciones que emanan de los distintos $Ci(mj)k$, se deben analizar los períodos $(t_{2i}-t_{0i})$ de cada $Ci(mj)k$, tendiendo a determinar la duración de los distintos estados que presenta cada una de las redes mencionadas, a lo largo del año.

Así, en cada estado que presenta la red, se mantiene constante la combinación de tramos clausurados y no clausurados, en los

períodos en que los flujos de tránsito son derivados por el efecto de las clausuras.

Para cada uno de los estados así definidos, debe realizarse una asignación de tránsito.

Si cada estado tiene una duración P_i (días), al $TMDA_k$ que haya resultado en el tramo k , de la asignación realizada en la red para el estado 2, deberá multiplicársele por el factor:

$$f_i = \frac{P_i}{365}$$

verificándose que:

$$\sum_{i=1}^n P_i = 365$$

y que:

$$\sum_{i=1}^n f_i = 1$$

Por lo que, luego de finalizados los l procesos de asignación, el número de viajes resultantes en un tramo k , para l estados de duraciones P_i , se calcula como:

$$TMDA_k = \sum_{i=1}^n f_i \cdot TMDA_{2k}$$

El $TMDA_k$ así obtenido, representa un flujo constante de viajes en el tramo k de la red, que tiene en cuenta los distintos estados de clausura y las derivaciones producidas en los períodos pertinentes.

4. — CONSIDERACION DE LA CLAUSURA EN LA CUANTIFICACION DE LOS BENEFICIOS

En el punto anterior se ha visto como se hace incidir la clausura de rutas en la evaluación, estudiando la forma de representar las derivaciones de los flujos de tránsito que producen como consecuencia.

Para completar el análisis de la incidencia de la clausura de una ruta en la evaluación, se debe estudiar el modo de considerar los tiempos de demora y, para ello, se cambia el concepto de tramo usado anteriormente por aquella menor división que se haga de una ruta con motivo de su evaluación económica.

El tiempo Dik , de cada $Ci(mj)k$, al cual aludíamos anteriormente, hace que cada usuario incurra en un consumo de tiempo cuantificable mediante la fracción de los costos de operación de vehículos dependiente del tiempo: cop_t .

Si en un tramo k durante todo el año no existen períodos de clausura, cada uno de los usuarios incurre en un gasto al recorrerlo igual a:

$$cop \left[\frac{\$/v.km.}{\text{año}} \right] \cdot L'_k \text{ [km.]} \quad (A)$$

siendo:

cop = costo de operación de vehículos, económico.

L'_k = longitud virtual económica del tramo k .

El número de vehículos que recorren el tramo k durante el transcurso del año, resulta:

$$TMDA_k \left[\frac{v}{\text{día}} \right] \cdot 365 \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right] \quad (B)$$

Por lo tanto, al recorrer dicho tramo, el flujo de vehículos que lo recorre en el año, tiene un costo resultante de multiplicar las expresiones (A) y (B):

$$Cop_k \left[\frac{\$/\text{año}}{\text{v.km}} \right] = cop \left[\frac{\$/\text{v.km}}{\text{v.km}} \right] \cdot L'_k \left[\text{km.} \right] \cdot TMDA_k \left[\frac{v}{\text{día}} \right] \cdot 365 \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right] \quad (C)$$

Cuando en la red bajo estudio se producen $Ci(mj)k$ en alguno de sus tramos los $TMDA_k$ provenientes del proceso de asignación acusan ya las derivaciones que aquellos producen y representan un flujo de tránsito ininterrumpido y constante, a lo largo del año. Por ello, la expresión precedente (C) es utilizable para calcular los costos en que incurren los usuarios de una red en esas condiciones.

A dicho costo, bajo esa hipótesis, hay que adicionarle el producido por la demora que sufre el flujo de tránsito en concretar su deseo de viaje.

Dicho costo a adicionar, que se muestra en la expresión (F), se calcula del siguiente modo.

El número de usuarios que está en las condiciones anteriores, para un tramo k , se obtiene de:

$$TMDA_k \left[\frac{v}{\text{día}} \right] \cdot \sum_{i=1}^n D_{ik} \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right] \quad (D)$$

Cada uno de estos usuarios gastan tiempo en esperar, unos para derivar y otros para luego recorrer el tramo, por un valor de:

$$cop_t \left[\frac{\$/\text{año}}{\text{v.km}} \right] \cdot L_{DK} \left[\text{km.} \right] \quad (E)$$

Donde L_{DK} es una cierta distancia que sería recorrida de no mediar dicho tiempo de espera y cop_t es la fracción de cop dependiente del tiempo.

Entonces, el costo anual para un tramo k que debe agregarse es el producto de las expresiones (D) y (E):

$$C_{DK} \left[\frac{\$/\text{año}}{\text{v.km}} \right] = cop_t \left[\frac{\$/\text{v.km}}{\text{v.km}} \right] \cdot L_{DK} \left[\text{km.} \right] \cdot TMDA_k \left[\frac{v}{\text{día}} \right] \cdot \sum_{i=1}^n D_{ik} \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right] \quad (F)$$

Suponiendo una distribución uniforme de la llegada de los usuarios en cada período

D_{ik} , el tiempo de espera medio para cada usuario para ese período es:

$$E_{ik} \left[\frac{\text{días}}{\text{año vehic.}} \right] = \frac{1}{2} \cdot D_{ik} \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right] \cdot \frac{1}{[\text{vehic.}]} \quad (G)$$

Como a lo largo de año se pueden presentar varios $C_i(mj)k$, el tiempo de espera medio para cada usuario durante todo el año, resulta:

$$E_K \left[\frac{\text{días}}{\text{vehic.}} \right] = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\text{TMDA}_K \left[\frac{v}{\text{día}} \right] \cdot D_{ik} \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right] \right] \cdot E_{ik} \left[\frac{\text{días}}{\text{año vehic.}} \right]}{\sum_{i=1}^n \text{TMDA}_K \left[\frac{v}{\text{día}} \right] \cdot D_{ik} \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right]} \quad (H)$$

Reemplazando (G) en la expresión (H), y simplificando, queda:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n D_{ik}}{\sum_{i=1}^n D_{ik}} \quad (I)$$

La velocidad V a la cual cada usuario recorrería la longitud L_{DK} , debe tener en cuenta las características del camino, la idiosincrasia de manejo y los períodos en que el vehículo no se utiliza.

Por el'o, si se ha adoptado o calculado en base a encuestas u otro medio un recorrido anual R , se obtiene de:

$$V \left[\frac{\text{km}}{\text{día}} \right] = \frac{R \left[\frac{\text{km}}{\text{años}} \right]}{365 \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right]} \quad (J)$$

La longitud L_{DK} queda expresada por:

$$L_{DK} [\text{km}] = E_K \left[\frac{\text{días}}{\text{vehic.}} \right] \cdot V \left[\frac{\text{km}}{\text{día}} \right] \cdot 1 [\text{vehic.}] \quad (K)$$

Reemplazando (I) y (J) en (K), y simplificando, queda:

$$L_{DK} = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{365} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n D_{ik}^2}{\sum_{i=1}^n D_{ik}} \quad (L)$$

Llamando Cop_k al costo anual de usuarios para el tramo k , donde se ha considerado la incidencia de las demoras que producen los $C_i(mj)k$, éste se obtiene como suma de las expresiones (C) y (F) o como producto de la expresión (C) por un cierto factor fc_k de corrección por clausura en el tramo k , de modo que:

$$Cop_k = Cop_{Pk} + CD_k = Cop_k \cdot fc_k \quad (M)$$

Despejando fc_k de la expresión (M) e in-

roduciendo la expresión (L) y (C), al simplificar, se tiene:

$$fc_k = 1 + \frac{cop_t \cdot R \cdot \sum_{i=1}^n D_{ik}}{2 \cdot cop \cdot L'_k \cdot (365)^2} \quad (N)$$

Llamando: $\chi = \frac{cop_t}{cop}$ y reempla-

zando en la expresión (N), el factor de corrección por clausura en el tramo k queda:

$$fc_k = 1 + \frac{\chi \cdot R \cdot \sum_{i=1}^n D_{ik}^2}{2 \cdot L'_k \cdot (365)^2}$$

Los factores de corrección que consideran la demora por clausura de rutas, se aplican sobre las longitudes virtuales económicas de los tramos correspondientes, tanto si se trata de red existente como de red mejorada, por razones de orden práctico, ya que tal como surge de la expresión (M) puede hacerse sobre cualquiera de los otros factores de la expresión (C).

5. - APLICACION

La red bajo estudio se la supone tal como se muestra en la figura 2. Cuenta con dos nodos generadores de tránsito ("A" y "B") y un tercero, secundario ("s") que representa la intersección de sus tres tramos. En dicha figura se han numerado los tramos a fin de identificarlos rápidamente.

Se partirá de que, de la investigación pertinente, surgió el siguiente esquema de interrupciones:

—El tramo 1 se interrumpe por lluvias entre el 15 y 18 de agosto y entre el 12 y 13 de diciembre, en el sector "a", y entre el 24

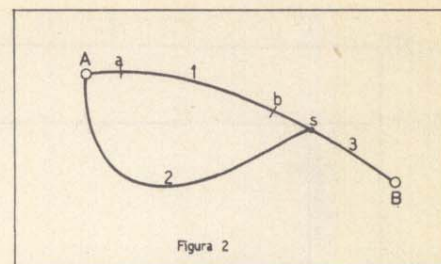


Figura 2

y 26 de julio y el 14 y 15 de agosto, en el sector "b".

—El tramo 2, en razón de su diseño geométrico, opera bajo un horario de circulación. Este establece circulación libre entre las 0 y 8 horas y entre las 20 y 24 horas, circulación en un sentido entre las 8 y 14 horas y circulación en el otro sentido entre las 14 y 20 horas.

—El tramo 3 se interrumpe por lluvias entre el 13 y el 15 de agosto.

Con el fin de estudiar cada $C_i(mj)k$ se construye un gráfico tal como el que muestra la figura 3. Sobre una vertical, bajo el número del tramo correspondiente se representan los distintos $C_i(mj)k$, teniendo la precaución de que coincida con su ubicación dentro del año según el eje de la izquierda.

En este caso, se tratará en forma preliminar al tramo 2, cuya forma de clausura se esquematiza en la parte inferior de la figura, como simplificación de su repetición en todos los días del año. El tramo 2 tiene habilitado el tránsito 6 horas en un sentido y 6 horas en el otro, cosa que bajo la hipótesis de flujo constante las 24 horas del día sustentada en el análisis teórico anterior, puede reemplazarse por 6 horas a agregar a circulación libre y 6 horas de clausura. Ello se muestra en el esquema supuesto.

Cuando el tramo 1 se clausura, existe la posibilidad de derivar el tránsito por el tramo 2, salvo en coincidencia con los períodos de clausura de este último.

Lo mismo sucede con el tramo 2 que, ante su clausura, deriva el tránsito hacia el 1, salvo que éste esté a su vez clausurado.

En cambio cuando queda clausurado el tramo 3 no existe itinerario alternativo.

Aplicando lo expuesto, se puede determinar en que períodos el flujo de tránsito deriva y/o sufre demora. El análisis que sigue queda expresado en la figura 4.

Para C_1 (lluvia)₁ y C_4 (lluvia)₁ se asume que:

$$(t_{11} - t_{01}) = (t_{31} - t_{21}) = 4 \text{ h.s.}$$

por lo que los períodos en que se deriva y/o sufre demora el tránsito es tal como se muestra.

Para C_2 (lluvia)₁ y C_3 (lluvia)₁, en razón de su superposición, el tramo queda expuesto a un solo período de clausura. La duración de los períodos de demora son similares a los anteriores.

El esquema supuesto para C_i (horario)₂, presenta dos posibilidades. La primera, cuan-

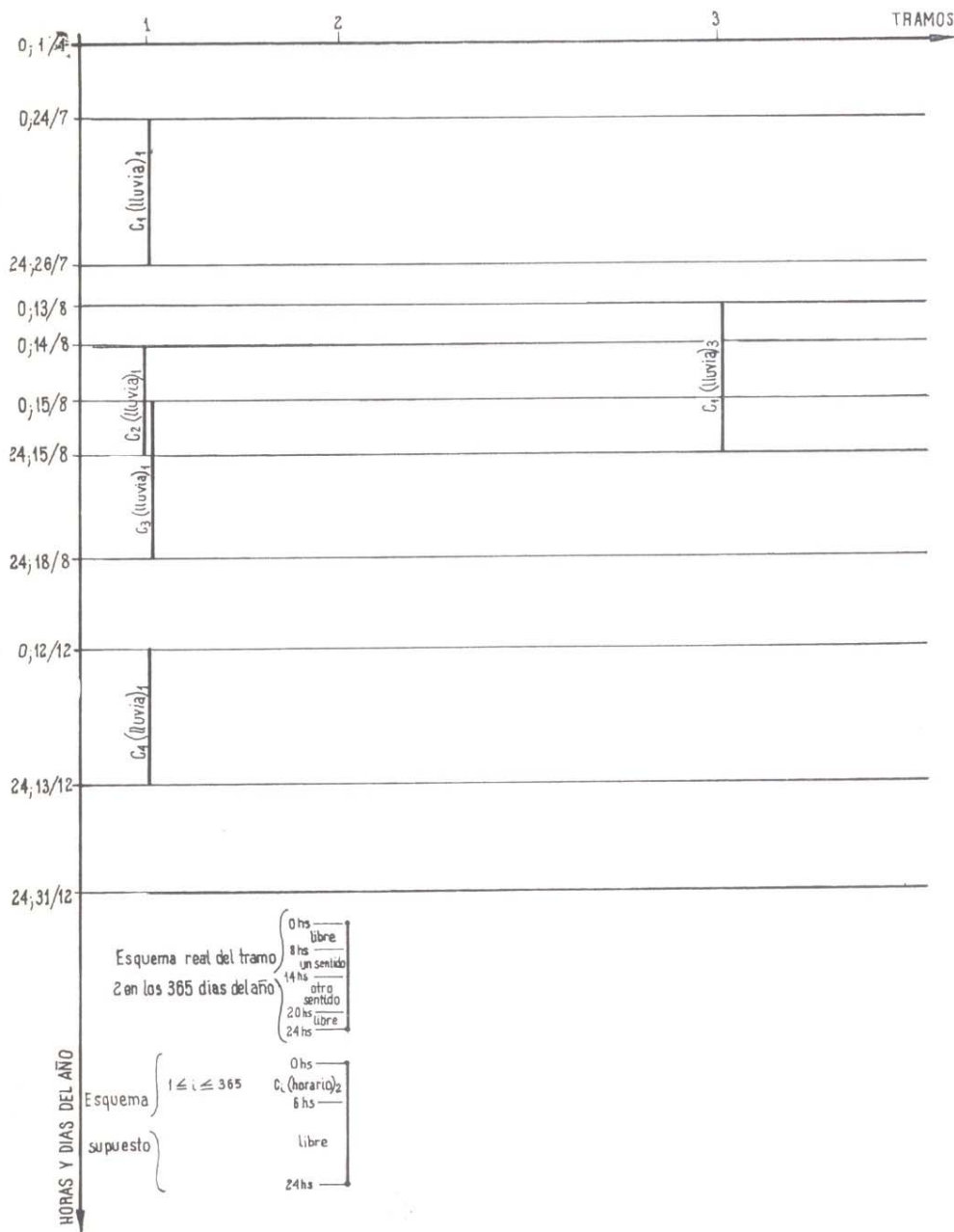


Figura 3

do el tramo 1 no está clausurado, en donde se toma

$$(t_{12} - t_{02}) = (t_{32} - t_{22}) = 2 \text{ horas}$$

y la segunda, cuando el tramo 1 está clausurado, con lo que el tránsito pierde la posibilidad de derivar y todo el período pasa a ser de demora.

Por último, cuando el tramo 3 queda clau-

surado, por las razones apuntadas el tránsito sufre demora.

Corresponde ahora definir los distintos estados que presenta la red a lo largo del año (figura 5).

Llamando Estado I a aquel que se produce cuando ninguno de los tramos está en los tiempos en que hay derivación por clausura, (ver figura 6) se puede determinar la duración del mismo del siguiente modo:

Desde 0 hs. del 1.1 a las 24 hs. del 23.7 = 204 días

Desde 20 „ „ 26.7 „ „ „ „ „ 13.8 = 18,166666 días

Desde 20 „ „ 18.8 „ „ „ „ „ 11.12 = 115,166666 „

Desde 20 „ „ 13.12 „ „ „ „ „ 31.12 = 18,166666 „

Ello implica una duración de 355,5 días en el año, pero sólo 20 horas por día, ya que en las restantes 4 horas el tramo 2 está en tiempo de derivación por clausura, con lo se calcula:

$$P'_I = 355,5 \text{ días} \cdot \frac{20 \text{ hs.}}{24 \text{ hs.}} = 296,25 \text{ días}$$

$$f'_I = \frac{296,25 \text{ días}}{365 \text{ días}} = 0,811643$$

El Estado II se produce en esas restantes 4 horas, ver figura 7, obteniendo:

$$P_{II} = 355,5 \text{ días} \cdot \frac{4 \text{ hs.}}{24 \text{ hs.}} = 59,25 \text{ días}$$

$$f_{II} = \frac{59,25 \text{ días}}{365 \text{ días}} = 0,162329$$

El Estado III sucede cuando el tramo 1 está en derivación por clausura y el tramo 2 no. (Ver figura 8). Así puede calcularse:

Desde 0 hs. del 24.7 a las 20 hs. del 26.7 = 2,833333 días. Desde 0 hs. del 14.8 a las 20 hs. del 18.8 = 4,833333 días. Desde 0 hs. del 12.12 a las 20 hs. del 13.12 = 1,833333 días.

Lo que totaliza 9,5 días, pero solamente durante las 20 horas en que el tramo 2 no está en tiempo de derivación por clausura, con lo que:

$$P_{III} = 9,5 \text{ días} \cdot \frac{20 \text{ hs.}}{24 \text{ hs.}} = 7,916667 \text{ días}$$

$$f_{III} = \frac{7,916667 \text{ días}}{365 \text{ días}} = 0,021690$$

Las cuatro horas restantes quitan la posibilidad de derivar por clausura, con lo que el tránsito está en período de demora. Ese tiempo se agrega al Estado I:

$$P_I = P'_I + 9,5 \text{ días} \cdot \frac{4 \text{ hs.}}{24 \text{ hs.}} = 296,25 \text{ días} +$$

$$+ 1,58333 \text{ días} = 297,83333 \text{ días}$$

$$f_I = f'_I + \frac{1,58333 \text{ días}}{365 \text{ días}} = 0,811643 +$$

$$+ 0,004337 = 0,815981$$

Verificando:

$$\sum_{i=1}^{\text{III}} P_i = P_I + P_{II} + P_{III} = 365 \text{ días}$$

$$\sum_{i=1}^{\text{III}} f_i = f_I + f_{II} + f_{III} = 1$$

Suponiendo que de los tres consiguientes procesos de asignación se obtuvieron los

tránsitos que se muestran en la tabla 1, los tránsitos medios diarios anuales resultantes al considerar la clausura, son:

$$TMDA_1 = 600 \cdot f_I + 1000 \cdot f_{II} + 0 \cdot f_{III} = 651,9176 \text{ veh/día}$$

$$TMDA_2 = 400 \cdot f_I + 0 \cdot f_{II} + 1000 \cdot f_{III} = 348,0824 \text{ veh/día}$$

$$TMDA_3 = 1000 \cdot f_I + 1000 \cdot f_{II} + 1000 \cdot f_{III} = 1000 \text{ veh/día}$$

TABLA 1

Estado Tramo	I	II	III
1	600	1000	0
2	400	0	1000
3	1000	1000	1000

Estos resultados difieren sustancialmente de los que se hubieran obtenido sin la consideración de la clausura, que son los del Estado I de la tabla 1.

Para concluir el caso tratado como ejemplo, se pasará a calcular los factores de corrección para considerar las demoras. Sean los siguientes valores para automóviles (a), camiones (c) y ómnibus (ó), que se adoptan como resultados de cálculos previos:

$$\chi_a = 0,687686$$

$$\chi_c = 0,566361$$

$$\chi_o = 0,813803$$

$$R_a = 15000 \text{ km/año}$$

$$R_c = 57940 \text{ „}$$

$$R_o = 141670 \text{ „}$$

$$L'_{1a} = 100,65 \text{ km.} \quad L'_{2a} = 147,38 \text{ km.}$$

$$L'_{1c} = 127,60 \text{ km.} \quad L'_{2c} = 198,03 \text{ km.}$$

$$L'_{1o} = 118,80 \text{ km.} \quad L'_{2o} = 157,89 \text{ km.}$$

$$L'_{3a} = 43,01 \text{ km.}$$

$$L'_{3c} = 49,33 \text{ km.}$$

$$L'_{3o} = 45,91 \text{ km.}$$

Volviendo a la figura 4, puede calcularse para el tramo 1:

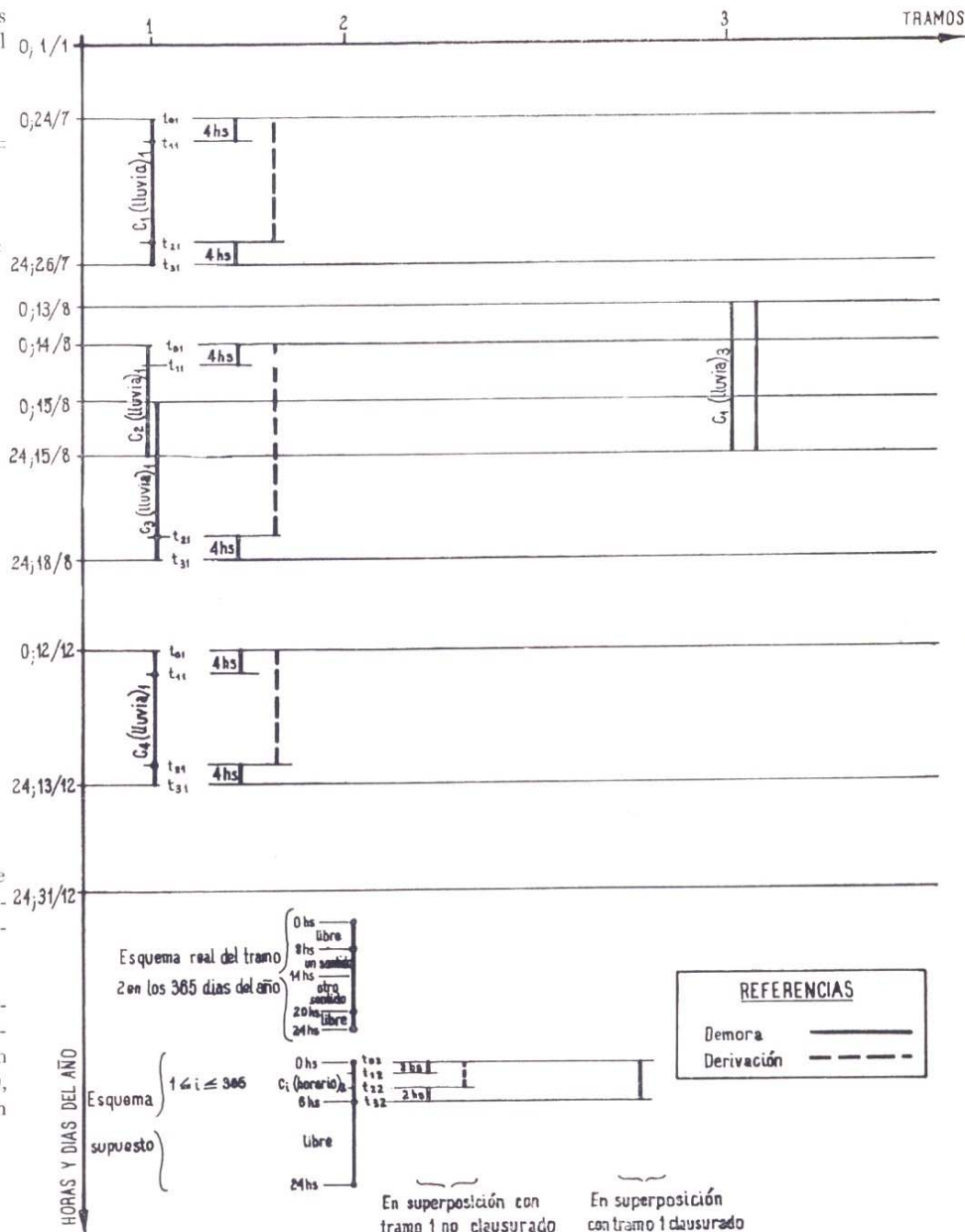


Figura 4

$$D_{11} = 4 \text{ h} + 4 \text{ h} = 8 \text{ h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} = 0,333333$$

$$D_{21} = 4 \text{ h} + 4 \text{ h} = 8 \text{ h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} = 0,333333$$

$$D_{31} = 4 \text{ h} + 4 \text{ h} = 8 \text{ h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} = 0,333333$$

$$\sum_{i=1}^3 D_{i1} = 3 \cdot (0,333333) = 0,999999$$

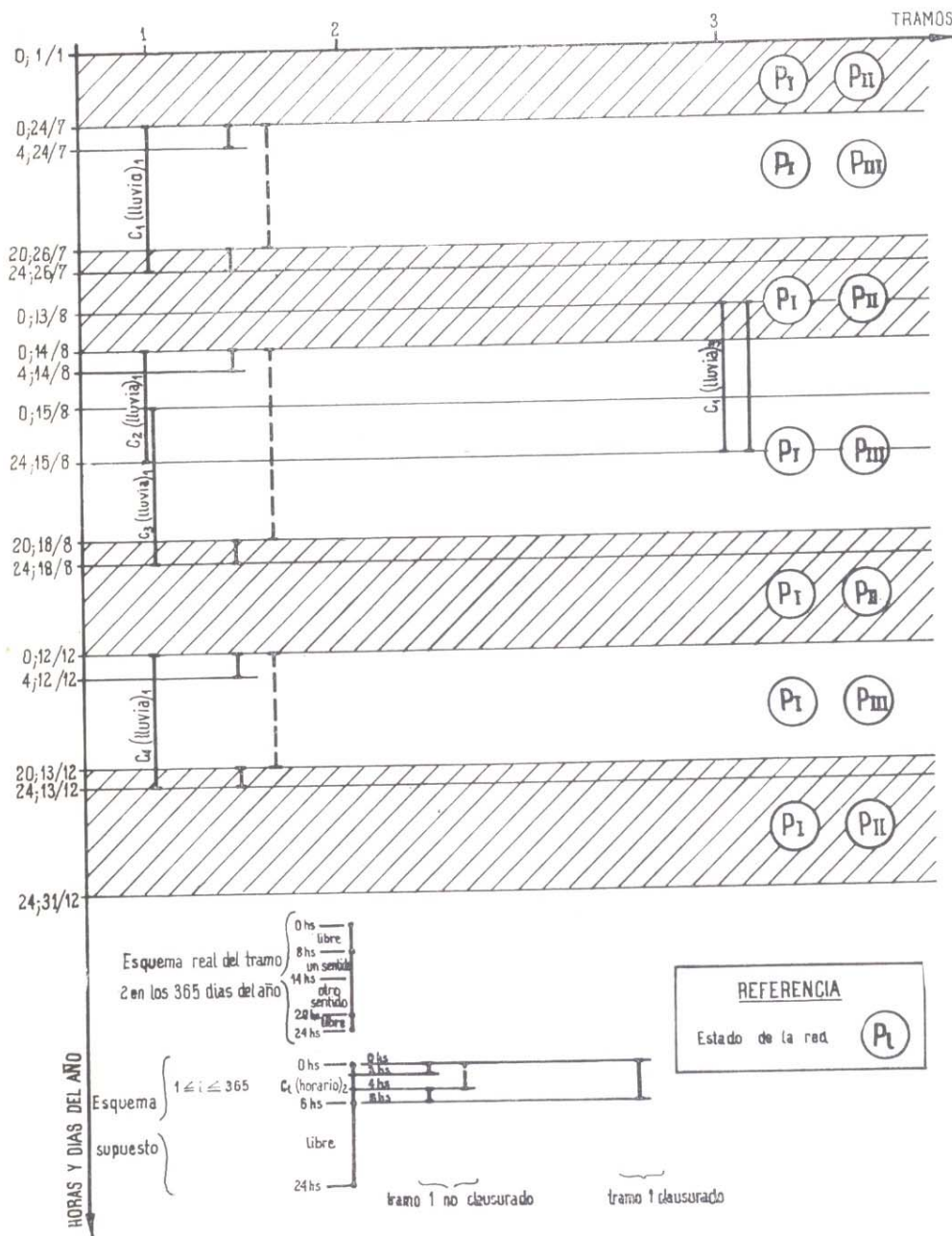


Figura 5

Para el tramo 2:

$$\begin{aligned}
 0h \ 1.1 \text{ a } 24h \ 23.7 &= 1 \leq i \leq 204 & D_{12} &= 2h + 2h = 4h \cdot \frac{ld}{24h} = 0,166666 \\
 0h \ 24.7 \text{ a } 20h \ 26.7 &= 205 \leq i \leq 207 & D_{12} &= 6h \cdot \frac{ld}{24h} = 0,25 \\
 20h \ 26.7 \text{ a } 24h \ 13.8 &= 208 \leq i \leq 225 & D_{12} &= 2h + 2h = 0,166666 \\
 0h \ 14.8 \text{ a } 20h \ 18.8 &= 226 \leq i \leq 230 & D_{12} &= 6h \cdot \frac{ld}{24h} = 0,25 \\
 20h \ 18.8 \text{ a } 24h \ 11.12 &= 231 \leq i \leq 345 & D_{12} &= 2h + 2h = 0,166666 \\
 0h \ 12.12 \text{ a } 20h \ 13.12 &= 346 \leq i \leq 347 & D_{12} &= 6h \cdot \frac{ld}{24h} = 0,25 \\
 20h \ 13.12 \text{ a } 24h \ 13.12 &= 348 \leq i \leq 365 & D_{12} &= 2h + 2h = 0,166666 \\
 \sum_{i=1} D_{12}^2 &= 204 (0,166666)^2 + 3 (0,25)^2 + 18 (0,166666)^2 + 5 (0,25)^2 + \\
 &+ 115 (0,166666)^2 + 2 (0,25)^2 + 18 (0,166666)^2 = \\
 &= 355 (0,166666)^2 + 10 (0,25)^2 = 9,861111 + 0,625 = 10,486111
 \end{aligned}$$

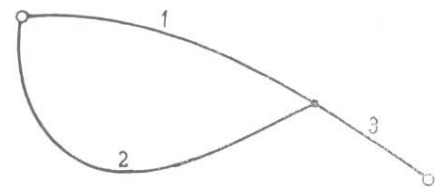


Figura 6



Figura 7



Figura 8

Para el tramo 3:

$$D_{13} = (3)^2 = 9$$

Los factores f_{ek} sólo es necesario calcularlos para aquellos tramos bajo evaluación económica, pero se calcularán todos para que se pueda distinguir en este ejemplo la variación de su magnitud:

$$f_{e1a} = 1 + \frac{0,687686 \cdot 15000 \cdot 0,333333}{2(365)^2 \cdot 100,65} = 1,000128$$

$$f_{e1c} = 1 + \frac{0,566361 \cdot 57940 \cdot 0,333333}{2(365)^2 \cdot 127,60} = 1,000321$$

$$f_{e1o} = 1 + \frac{0,813803 \cdot 141670 \cdot 0,333333}{2(365)^2 \cdot 118,80} = 1,001214$$

$$f_{e2o} = 1 + \frac{0,687686 \cdot 15000 \cdot 10,486111}{2(365)^2 \cdot 147,38} = 1,002754$$

$$f_{e2c} = 1 + \frac{0,566361 \cdot 57940 \cdot 10,486111}{2(365)^2 \cdot 198,03} = 1,006521$$

$$f_{e2o} = 1 + \frac{0,813803 \cdot 141670 \cdot 10,486111}{2(365)^2 \cdot 157,89} = 1,028736$$

$$f_{e3a} = 1 + \frac{0,687686 \cdot 15000 \cdot 9}{2(365)^2 \cdot 43,01} = 1,008101$$

$$f_{e3c} = 1 + \frac{0,566361 \cdot 57940 \cdot 9}{2(365)^2 \cdot 49,33} = 1,022469$$

$$f_{e3o} = 1 + \frac{0,813803 \cdot 141670 \cdot 9}{2(365)^2 \cdot 45,91} = 1,084824$$

6. — CONSIDERACIONES GENERALES

6.1. — Cuando el caso plantee una red más compleja, las distintas configuraciones

de estados de la red tendrán que contemplar los diferentes pares de origen y destino del flujo de tránsito o grupo de ellos, ya que modifican la

existencia o no de itinerarios alternativos o los tramos que los componen.

Lo anterior, trae aparejado que el análisis a realizar se torne excesivamente dificultoso, por lo que debe tratarse de efectuar simplificaciones de modo de alcanzar un número de estados de la red reducido.

6.2. — Si se supone que la mejora a evaluar implica además, en razón de modificaciones de su diseño geométrico: mayor ancho de calzada y mejor visibilidad, la posibilidad de suprimir el horario de circulación del tramo 2, se puede calcular el beneficio unitario de cada usuario que utiliza automóvil, por ejemplo, al considerar el efecto de la clausura. Para ello, basta agregar a los datos conocidos, los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{cop}_a &= \text{costo de operación económico de automóvil} = 0,4361 \\ &\text{\$/veh. km.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L'_{2aM} &= \text{longitud virtual económica para automóvil en red mejorada} = 134,11 \text{ km.} \end{aligned}$$

Por lo tanto resulta:

$$\begin{aligned} B.U._a (\$/veh.) &= (L'_{2aE} \cdot f_{e2aE} - L'_{2aM} \cdot f_{e2aM}) \cdot \text{cop}_a = \\ &= (147,38 \text{ km} \cdot 1,002754 - 134,11 \text{ km} \cdot 1) \cdot 0,4361 \text{ \$/v.k.} = \\ &= 5,9641 \text{ \$/vehic.} \end{aligned}$$

Siendo los valores con subíndice E los correspondientes a red existente y los de subíndice M a red mejorada.

Si no se hubiera considerado clausura, el beneficio unitario sería:

$$B.U._a [\$/veh.] = 5,7870 \text{ \$/veh.}$$

6.3. — Si se supone que la mejora a evaluar resuelve la clausura del tramo 1 en el sector b (ver figura 2), pues ella consiste en la pavimentación parcial de dicho tramo, habrá que suprimir del análisis realizado para red mejorada la consideración de C_1 (lluvia)₁ y C_2 (lluvia)₁ en lo que respecta a estados de la red. Para el cálculo del factor f_{ek} en red mejorada, se tomará la longitud virtual correspondiente solo a la parte en evaluación, pero sin olvidar que el flujo de tránsito sufrirá las demoras correspondientes a C_3 (lluvia)₁ y C_4 (lluvia)₁.

Plan de Trabajos de la Asociación

Para el presente año la Asociación Argentina de Carreteras se ha propuesto llevar a cabo un plan de actividades singularmente intenso, de cuyos aspectos más importantes informamos a continuación.

A) — SEMINARIOS.

Se llevarán a cabo tres seminarios sobre otros tantos temas de las más rigurosa actualidad en el campo vial y, más ampliamente aún, en el terreno de los transportes. La Asociación formulará invitaciones a intervenir a los más destacados especialistas del país, tanto del ámbito universitario, de reparticiones públicas específicas, nacionales y provinciales, y de asociaciones privadas representativas de los sectores cuyos problemas se van a tratar. Luego de la exposición de cada orador se hará un breve debate con el público asistente y finalmente tendrá lugar una mesa redonda con participación de los expositores. Todo será registrado en cinta magnética y se le dará amplia publicidad.

Los temas a desarrollar con indicación probable de lugar y fecha de las reuniones son:

- 1) La crisis energética y el transporte vial. La coordinación del transporte. Papel del transporte automotor en los tráficos rurales y urbanos. Respuesta vial a los requerimientos futuros del Transporte Automotor. Financiación de la obra vial. *Lugar de reuniones:* Ciudad de Córdoba. *Fecha probable:* Tercera semana de mayo de 1974.
- 2) Desarrollo de los caminos vecinales en la Argentina. Fórmulas idóneas con intervención de los municipios como eje de los sistemas y con la participación de los beneficiarios directos. Planes integrados de caminos. Energía y comunicaciones en el área rural argentina. Incidencia de estos programas en la obtención de las metas de incrementos de producción con-

certadas por acuerdo entre el Gobierno Nacional y los productores argentinos. Caminos de fomento minero. Metodología para estudios de programas viales e integrados.

Lugar de las reuniones: Ciudad de Paraná. *Fecha probable:* Segunda quincena de junio de 1974.

- 3) Ingeniería de Tránsito. Estudios de tránsito para planeamiento vial rural y urbano. Capacidad, señalamiento, semaforización y control de tránsito. Legislación. Reglamento de tránsito. Seguridad en el tránsito

Lugar de reuniones: Ciudad de Buenos Aires.

Fecha probable: Segunda quincena de agosto de 1974.

B) — BECAS Y CONCURSOS

Se tiene el propósito de enviar becarios al exterior, a perfeccionar estudios, habiéndose ya obtenido, en principio, la colaboración de la I.R.F. para dos becas. Además se llamará a concurso para la presentación de trabajos sobre temas considerados por la Asociación como de interés general, que serán debidamente retribuidas, inclusive con el financiamiento de viajes de estudios. En todos los casos de becas y concursos, se formalizarán los correspondientes llamados públicos para posibilitar la participación de todos los profesionales habilitados —dentro de las condiciones a establecer— y para hacer las correspondientes selecciones.

C) — RELACIONES INTERNACIONALES

En este terreno la Asociación Argentina de Carreteras auspiciará ante todos los Poderes Públicos y prestará su más amplia colaboración para llevar a cabo, entre otras, las siguientes actividades.

- Seminarios sobre economía de transportes con participación de profesionales del exterior.
- Seminario regional sobre economía de los transportes similar al realizado en el año 1973 en la ciudad de Tucumán.
- Plan de intercambio de profesionales para la realización de conferencias en materia vial y de transportes. Se pondrá especial interés en facilitar la concurrencia de especialistas argentinos a países de Latinoamérica.
- Análisis con profesionales de los países limítrofes de los principales problemas de vinculación internacional.
- Visita de profesionales argentinos a las principales obras en construcción en países Latinoamericanos, e invitación a profesionales de estos países para el conocimiento de las realizaciones más importantes que se llevan a cabo en nuestro país.
- Plan de vinculación con entidades de crédito internacional.

D) — ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR LAS DELEGACIONES.

Como es de conocimiento general, la Asociación ha instalado Delegaciones en cada capital de provincia y en ciudades de regiones importantes del país. Se ha instado a las mismas a realizar dentro del período abril-octubre una serie de actos relativos, preferentemente, a los problemas de interés local, sin perjuicio de que los mismos puedan también extenderse al ámbito general. Se espera la respuesta de las Delegaciones sobre este particular, considerándose conveniente la realización de actos y conferencias con intercambio de profesionales de reparticiones viales, provinciales y nacionales. La Asociación tiene particular interés en que su acción, como hemos dicho, se sienta en cada palmo de la República.

E) — VARIOS.

Sin perjuicio de la programación antes esbozada, durante este ejercicio se irán realizando otros actos y actividades que se consideren de interés, y de los que se dará oportuna información.

INCORPORACION DEL ING. ROBERTO M. AGÜERO A LA ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS.

El Ing. Roberto M. Agüero Olmos, ex administrador general de la Dirección Nacional de Vialidad, ha sido designado por el Consejo Directivo de nuestra Asociación presidente de la Comisión de Asuntos Internacionales.

Esta Comisión atenderá en el exterior todos los asuntos relacionados con nuestra Asociación.

Además a pedido del presidente del Comité Directivo Permanente de los Congresos Panamericanos de Carreteras, el Consejo Directivo de la Asociación designó al Ing. Agüero Olmos delegado para asistir conjuntamente con la Delegación Oficial Argentina a las Reuniones de las Comisiones Técnicas existentes dentro del régimen de dichos congresos.



Los Fanáticos...
de la calidad Dunlop
ya somos tantos que nos
cruzamos en todas las rutas.

D-101

Aguante a toda prueba,
por más y más kilómetros.
Resistencia y rendimiento
extraordinarios, ideal para
transporte en terrenos
agresivos, rutas y
caminos de tierra.

SUPERVIA HR

Rendimiento excepcional.
Para uso profesional de transporte
en ciudad y caminos pavimentados.
Diseñada y construida para resistir
el desgaste en calles destructoras
de neumáticos.



Calidad para los que van adelante.



RUTA: NUEVO CAMINO CORDOBA - CUYO

También en el Camino de las Altas Cumbres de Córdoba

ALCANTARILLAS ARMCO

LAS ESTRUCTURAS **ARMCO** EN SUS DIVERSOS TIPOS CONSTITUYEN LA SOLUCION RACIONAL PARA LA CONSTRUCCION DE ALCANTARILLAS Y DRENES EN CAMINOS DE MONTAÑA. AL REDUCIRSE AL MINIMO EL TIEMPO DE SU CONSTRUCCION, POSIBILITA LA RAPIDA HABILITACION DE LA OBRA CON LAS VENTAJAS QUE ELLO REPORTA A LA COMUNIDAD.

Para información adicional:
ARMCO ARGENTINA S.A.I.C.
División Productos Ingeniería
Corrientes 330 - Tel. 31-6215 - Bs. Aires

Sucursales: Córdoba: Humberto 1º 525
Tel. 28157
Rosario: Córdoba 1749 - Tel. 24302

ARMCO ARGENTINA S.A.I.C.

