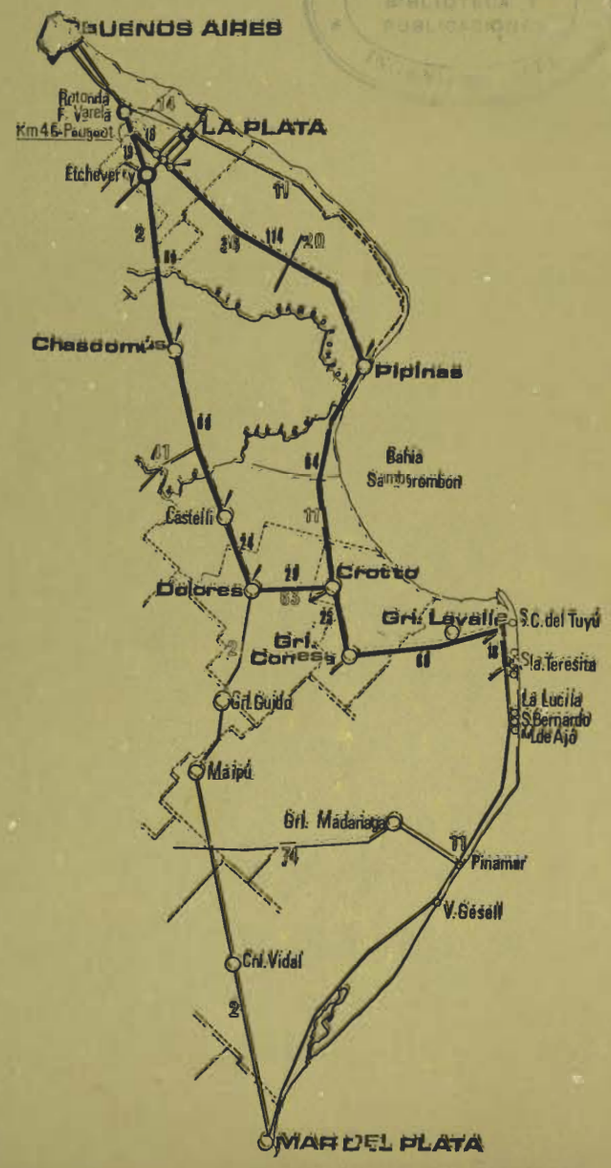
VIALIDAD — AÑO XXIII — Enero - Febrero - Marzo de 1981 — Nº 77

77

ENERO/MARZO 1981

VIALIDAD



DIVISION BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES

República Argentina

La Plata

Prov. de Buenos Aires

M. O. P.

Dirección de Vialidad

ISSN 0042-5028

REPÚBLICA ARGENTINA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA — General de Brigada (R.E.) Ibérico Saint Jean

MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS — General Ovidio J. A. Solari

DIRECCIÓN DE VIALIDAD

ADMINISTRADOR GENERAL — Ingeniero Luis Raúl Luna

INGENIERO JEFE — Ingeniero Julio César Astuti

DIRECTORES

Construcciones	Ingeniero Gonzalo Amaranto Perera
Conservación	Ingeniero Mario Augusto Ripa
Estudios y Proyectos	Ingeniero Matías Yuffe
Vialidad Urbana	Ingeniero Horacio C. Albina

SUBDIRECTORES

Construcciones	Ingeniero Carlos Salomón López
Estudios y Proyectos	Agrimensor Jorge Chiabrando
Administración	Señor Omar Guillermo Cacace
Zona I	Agrimensor Mario Domingo García
Zona II	Agrimensor José María Scasso
Zona III	Ingeniero Oscar Guillermo Scally
Zona IV	Agrimensor Eberto J. Pérez
Zona V	Ingeniero Alberto Oscar Rossi
Zona VI	Ingeniero Víctor Rodolfo Fernández
Zona VII	Agrimensor Juan Carlos Cordisco
Zona VIII	Agrimensor Orlando René Ponte

COMISIÓN PERMANENTE DE PUBLICACIONES

Ingeniero	Julio C. Astuti
Ingeniero	Mario A. Ripa
Ingeniero	Matías Yuffe
Ingeniero	Horacio C. Albina
Ingeniero	Horacio Claudio
Ingeniera	Teresa Alfano
Ingeniero	Oscar G. Scally
Señor	Omar G. Cacace
Contador	Julio R. Fredes

VIALIDAD

REVISTA DE LA DIRECCION DE VIALIDAD

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

PROVINCIA DE BUENOS AIRES - ARGENTINA

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION
BIBLIOTECA Y
PUBLICACIONES
INGENIERO JEFE

Fundada por Resolución Nº 1610, de fecha 17-IX-957

Publicación Trimestral
Técnico - informativa

D V
B A

DIRECCIÓN DE VIALIDAD
DE LA PROVINCIA
DE BUENOS AIRES

Calle 7 Nº 1175 — La Plata
Buenos Aires — Argentina

SUMARIO

Página

Nuestra portada 2

La influencia de la composición mineralógica de las arcillas en las propiedades físicas de los suelos. Doctor Adrián M. Iñíguez 3

Estudio analítico y gráfico del dominio de los hormigones dosificados racionalmente. Profesor Pedro E. Grinszpan 15

Estudio de la evolución del coeficiente de resistencia al deslizamiento en los pavimentos urbanos. Doctor Ingeniero José M. Fonseca García 31

Se inauguró en Necochea el puente Dardo Rocha, el camino de circunvalación y el acceso al puerto de Quequén 48

Ruta Provincial 11, "Camino de la Costa": Se habilitó el nuevo tramo pavimentado entre Pipinas y Esquina de Crotto 51

Del Código de Tránsito Automotor: Equipamiento de los vehículos 57

Nueva inauguración y licitaciones en la Ruta Provincial 60, "Camino del Hilo" 59

La educación vial: Se inauguró un importante Centro Infantil en Bahía Blanca. Resumen de actividades sobre el tema 63

Publicaciones de la D.V.B.A. 69

Año XXIII - Enero/Febrero/Marzo de 1981 - Nº 77

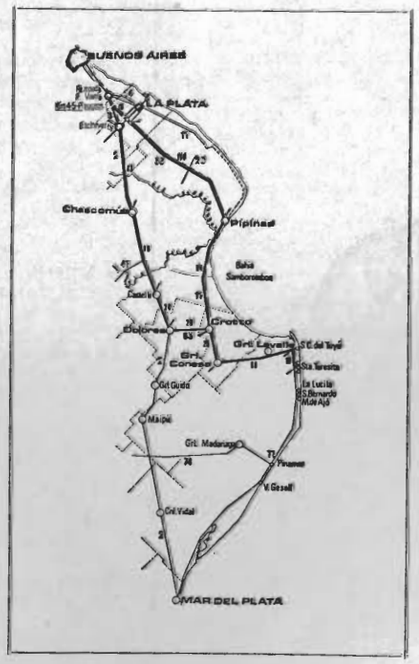
Los artículos pueden reproducirse citando la fuente.
Registro de Propiedad Intelectual Nº 586.585
La responsabilidad de lo expuesto en los artículos firmados corresponde exclusivamente a sus autores.

NUESTRA PORTADA

Muestra el nuevo itinerario, por ruta totalmente pavimentada, que permite unir la Capital Federal, La Plata y toda la zona más populosa de la república, con las regiones ribereñas del litoral atlántico, hasta Mar del Plata.

Ello fue posible al completarse dicha vía con la inauguración del camino Pipinas-Paraje Almacén de Crotto, de la Ruta Provincial 11, "Camino de la Costa", y ahora, circulando por un pequeño tramo de la Ruta Nacional 2 y parte de la Ruta Provincial 36, y ampalmando en Pipinas con esta Ruta 11 se accede a los conocidos balnearios en intenso crecimiento junto al mar.

La virtud principal de este recorrido es la zona paisajística en que se desenvuelve y la descongestión de la tradicionalmente sobrecargada Ruta Nacional 2.



Fotografías: Néstor O. Aguirre
Dibujos: Willy Ocampo

Supervisión y ordenamiento de esta Revista: Agrimensor Carlos Alberto Marotta

La Influencia de la Composición Mineralógica de las Arcillas en las Propiedades Físicas de los Suelos

Doctor
ADRIÁN M. INIGUEZ

Investigador del CONICET. Profesor de Cristalografía de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de los suelos arcillosos y los resultados de los análisis mecánicos, presentan una íntima relación con la composición mineralógica de las arcillas; dicho de otra manera, la composición de los minerales de arcillas en un suelo, influye directamente en su comportamiento. Por lo tanto trataremos de ver en qué forma y por qué estos minerales influyen tan directamente en la mecánica de suelos.

En la literatura, muy curiosamente, son escasos los trabajos de investigación en relación a este tema tan importante. Sin embargo es necesario aclarar también que las propiedades de los suelos no sólo dependen de los minerales de las arcillas, sino también tienen gran influencia otros factores tales como tamaño de partícula, contenido en materia orgánica, historia geológica de los sedimentos, composición de la parte no arcillosa, etc., pero sí se insiste en que la composición

de los minerales de las arcillas es uno de los factores más importantes, que controlan muchas propiedades, y que el conocimiento de los mismos ayuda en el entendimiento del resultado de ensayos empíricos y simplifica los problemas, evitando de esta manera inconvenientes durante y después de las construcciones.

Es muy común que las obras de ingeniería se tengan que ejecutar en zonas con materiales arcillosos o atravesar las mismas. En estos casos el procedimiento usual que se sigue para el estudio, es el de obtener muestras sobre las cuales se determinan las propiedades físicas con ensayos de laboratorio y sobre la base de esos resultados se realizan los proyectos, tipos de fundaciones, etc. y casi nunca se tiene en cuenta la composición de las arcillas. No se pretende, de ninguna manera, sostener que el conocimiento de estos minerales permita realizar la evaluación total de las propiedades del suelo, ni tampoco pretende sustituir los ensayos físicos de laboratorio. En cambio, sí pretende cubrir dos aspectos muy importantes.

a) Proporcionar los conceptos fundamentales para explicar las propiedades particulares de un suelo, haciendo que las conclusiones obtenidas con datos empíricos sean más seguras y permitan elaborar conclusiones sobre una base más científica.

b) Prevenir a los equipos técnicos (ingeniería de proyecto), si es necesario, realizar o tomar precauciones en determinados aspectos.

Es por esto que en los últimos años el estudio de este tema ha sufrido un gran incremento y está siendo debidamente considerado. A título de ejemplo, es importante el conocimiento de la mineralogía de arcillas para una construcción, porque durante la ejecución se pueden producir cambios en la naturaleza del suelo debido a reacciones de intercambio catiónico, las cuales van a cambiar obligatoriamente las propiedades del suelo, en cuyo caso el ingeniero debe estar prevenido.

Antes de pasar a ver en forma concreta las relaciones entre la composición mineralógica de las arcillas y las propiedades físicas de los suelos, es conveniente ver en forma sucinta las características cristaloquímicas de los grandes grupos de arcillas.

La expresión *arcillas* o *materiales arcillosos*, involucra a la fracción menor de 2 micrones (en geología se usa como límite 4 micrones) de materiales naturales en cuya composición química predomina: sílice, alúmina, agua y cantidades variables de hierro, álcalis y elementos alcalinotérreos.

En un principio no se conocía la organización de estos componentes y la idea más difundida era que los mismos no tenían una estructura cristalina definida, es decir, que eran amorfos y que su tamaño de partícula era menor de 1 micrón, lo cual era definitorio. En 1887 Le Chatelier, y Lowenstein en 1909, fueron los primeros que consideraron que las arcillas estaban compuestas por pequeñas partículas de un limitado número de minerales cristalinos. Efectivamente, en 1923, Hadding, en Suecia, y en 1924 Rinne, en Alemania, trabajando independientemente, publican los primeros análisis por Rayos X de arcillas, demostrando de esta manera que eran cristalinos. Después se sucedieron numerosos estudios hasta llegar al concepto actual de que las arcillas son minerales perfectamente cristalinos cuya composición se generaliza diciendo que son alúmino-silicatos hidratados con magnesio, hierro y álcalis. El único mineral amorfo reconocido dentro de las arcillas es el alófano.

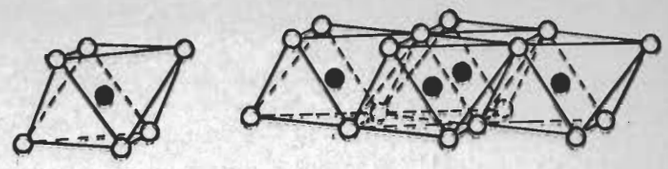
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LOS MINERALES DE LAS ARCILLAS

La estructura atómica de las arcillas ha sido determinada en detalle por numerosos autores, quienes basaron sus estudios en las generalizaciones de Pauling (1930), respecto a la estructura de las micas. Se encuentran dentro de los filosilicatos.

Dos son las unidades fundamentales que forman la estructura de las arcillas: una unidad *octaédrica* (figura 1), en la cual el aluminio, hierro o magnesio se disponen en coordinación octaédrica con 6 oxígenos u oxhidrilos dispuestos equidistantemente. Cuando el aluminio es el que ocupa esta posición, tenemos la estructura *gibsita*, $Al_2(OH)_6$; cuando el magnesio ocupa esta posición tenemos la escructura de la *brucita*, $Mg_3(OH)_6$. La distancia de oxígeno a oxígeno es de 2,60 Å y de oxígeno a oxhidrilo es de 3,0 Å. El espesor total de esta unidad es de 5,05 Å.

La segunda unidad es la *tetraédrica* (figura 2); en cada tetraedro un átomo de silicio está rodeado por 4 átomos de oxígeno en forma equidistante u oxhidrilos si es necesario para el balance de la estructura. Los grupos tetraédricos, se disponen formando una red hexagonal (figura 3), con sus puntas todas en la misma dirección y las bases en un mismo plano; la distancia oxígeno a oxígeno es de 2,55 Å y el espesor total de la unidad es de 4,93 Å. Por lo general estas estructuras forman hojas o láminas, existiendo algunos minerales de arcillas con estructuras fibrosas, del tipo de los anfíboles, y que están compuestos por diferentes unidades estructurales.

Figura 1



A continuación se dan, en forma somera, las características de cada uno de los grupos de minerales de las arcillas.

ALÓFANO

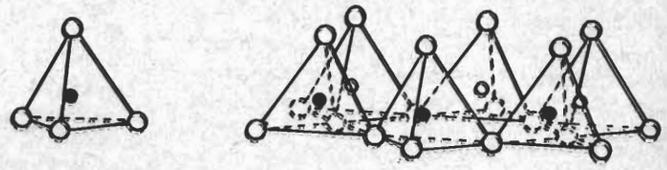
Por definición el alófano es el mineral de las arcillas, que es amorfo a la difracción de los Rayos X. Este mineral posee unidades tetraédricas y octaédricas similares a las de los otros minerales, pero su ordenamiento en conjunto no es regular ni suficiente para obtener difracción de Rayos X, produciendo únicamente efectos anómalos en forma indefinida; los componentes del alófano no revelan una composición química definida. En algunos casos se ha observado una aproximación en su forma a la halloysita o a la montmorillonita.

Las propiedades del alófano varían en forma muy marcada debido a su indefinición en su composición química y estructural; posee gran capacidad de intercambio, a veces es fácilmente dispersable y en otros casos no, en general se ha observado que posee cantidades variables de fosfato y sulfato (alrededor del 5 %) y bajo contenido en álcalis. Suele presentar valores altos en la capacidad de intercambio.

CAOLINITA

La estructura de este mineral fue sugerida por primera vez por Pauling (1930) y estudiada en detalle por Gruner (1932) y finalmente Brindley (1946 - 1951) realizó la revisión de la misma.

Figura 2

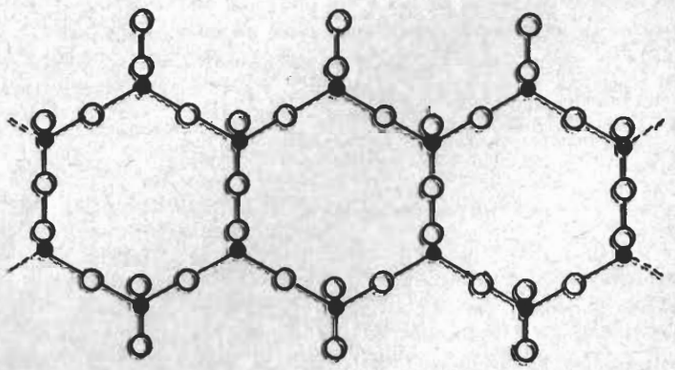


La estructura está formada por una hoja de tetraedros y una hoja de octaedros. La fórmula estructural es la siguiente:

$$(OH)_8Si_4Al_4O_{10}$$

y la *composición química teórica* expresada en óxidos es: SiO_2: 46,54 %; Al_2O_3: 39,50 %; H_2O: 13,96 %. Puede haber sustitución de Al por Fe o Ti. El espesor de las unidades es de 7 Å. La variación de los miembros, en el grupo de la caoli-

Figura 3



nita, está dada por el tipo de empaquetamiento de las hojas y por la ubicación del aluminio. La caolinita no es fácilmente dispersable en agua; vista al microscopio electrónico muestra contornos hexagonales, bien formados, a veces elongados; el tamaño varía entre 0,5 y 4 micrones y el espesor de 0,05 a 2 micrones.

Dickita, nacrita y anauxita, están compuestas por unidades similares a caolinita y se diferencian por el empaquetamiento de las hojas. Estos minerales son raros y desde el punto de vista de su composición no revisten mayor importancia.

HALLOYSITA

Se presenta bajo 2 formas, una $(OH)_8Si_4Al_4O_{10}$ y la otra con 4 moléculas de agua. Esta última forma se deshidrata a baja temperatura y en forma irreversible; a 60 °C, aproximadamente, la forma anhidra tiene un espaciado de $d_{(001)}$ igual a 7,2 Å, mientras que la hidratada tiene 10,1 Å; la diferencia es por la capa de moléculas de agua; la composición y estructura es similar a la de caolinita, las capas se ubican una arriba de la otra con desplazamientos al azar en la dirección de a y b; según Brindley (1951) el desplazamiento es de pequeñas fracciones de la dimensión de la celda.

La variedad hidratada pierde su agua parcialmente a 60 ó 75 °C, siendo necesarias temperaturas de hasta 400 °C para su completa deshidratación. La halloysita presenta una característica muy distintiva en su morfología: vista al microscopio electrónico se presenta en forma de tubos muy característicos, cuyo diámetro es del orden de los 0,10 micrones y el largo puede alcanzar varios micrones.

ILLITA

La estructura de este mineral es similar a la de las micas Grim (1951). Las unidades básicas son dos hojas de tetraedros de silicio con una hoja octaédrica de aluminio en el centro; las capas así formadas se unen entre sí por medio de iones potasio. El espesor de estas unidades es de 10 Å y corresponde al espaciado $d_{(002)}$.

La fórmula estructural de la muscovita dioctaédrica es:

$$(OH)_4K_2(Si_6Al_2)Al_4O_{20}$$

La illita tiene algo menos de potasio que la muscovita y contiene agua entre sus capas. Removiendo el potasio que une las capas de illita, se puede producir la expansión de este mineral; en este caso se las denomina illitas degradadas. Bajo el microscopio electrónico se presenta en forma de escamillas poco definidas y sin contornos netos.

MONTMORILLONITA

Los minerales del grupo de la montmorillonita se presentan por lo general en partículas muy chicas. La estructura de la misma fue sugerida en base a los diagramas de polvo y los investigadores que trabajaron en esto fueron Hofmann, Endell y Wilm en 1933, y posteriormente Marshall en 1935 y Hendricks en 1942. De acuerdo a estos autores, la montmorillonita está compuesta por dos hojas de tetraedros con una hoja central de octaedros; las capas, así formadas, se unen entre sí por intermedio de los oxígenos, siendo este tipo de unión muy débil y en consecuencia desarrollan un buen clivaje. Es entre estas capas que se encuentra el agua e inclusive pueden introducirse moléculas orgánicas de gran tamaño, haciendo que se produzca una expansión a lo largo del eje c, es decir, perpendicularmente a las capas. La dimensión del espaciado $d_{(001)}$, es decir, a lo largo del eje c, no es constante, varía desde 9,6 Å cuando no hay moléculas polares entre las capas, llegando hasta 18 Å cuando entre las mismas se introducen moléculas de etilen-glicol, por ejemplo. Las propiedades de expansión son reversibles, es decir, el mineral se puede rehidratar siempre y cuando no se llegue a la eliminación total del agua; en este caso es prácticamente imposible hacer que la montmorillonita vuelva a expandir. La fórmula teórica es la siguiente: $(OH)_4Si_8Al_4O_{20}\ nH_2O$, con 66,7 % de SiO_2, 28,3 % de Al_2O_3 y 5 % de H_2O.

En los casos en que el Mg reemplaza totalmente al Al en las posiciones octaédricas, el mineral se llama *saponita* y cuando el Fe reemplaza totalmente al Al se tiene la *nontronita.*

La montmorillonita vista al microscopio electrónico no presenta formas definidas ni distintivas. Este mineral es sumamente dispersable, llegando a formar suspensiones tixotrópicas, caso de las bentonitas, que son los casos en que el catión de intercambio es sodio.

CLORITA

La estructura de la clorita está formada por un empaquetamiento de capas de mica con capas brucíticas (hidróxido de magnesio). Las capas de mica son trioctaédricas con la composición siguiente: $(OH)_4(SiAl)_8(MgFe)_6O_{20}$ y las de brucita $(MgAl)_6(OH)_{12}$.

Los miembros del grupo de las cloritas, difieren unos de otros por la clase y cantidad de sustituciones que se producen en la capa brucítica y en las hojas tetraédricas y octaédricas. El espesor de la capa de mica más la capa brucítica es de 14 Å y corresponde al espaciado $d_{(001)}$. No presentan fenómenos de expansión salvo el caso en que se encuentren interestratificados con montmorillonitas.

VERMICULITA

Tiene una estructura similar a la clorita, con un espaciado $d_{(001)}$ de 14 Å el cual no manifiesta expansión pero sí se contrae a 10 Å al ser sometida a la acción del calor, siendo, en este aspecto, similar a la montmorillonita, ya que el agua que posee este mineral es fácilmente eliminada a 100 °C, bajando su espaciado a 10 Å. El Mg que tiene entre las capas es reemplazable, pudiendo de esta manera variar su espaciado. Este mineral en realidad es poco definido y es común encontrarlo formando interestratificaciones con otros minerales de arcillas.

ATAPULGITA, PALIGORSQUITA, SEPIOLITA

La estructura de estos minerales es en general de doble cadena a lo largo del eje c. Las capas octaédricas son continuas en una dirección. Vistas al microscopio electrónico son tubulares, son poco comunes y por lo general se encuentran formando mezclas. La composición es

$$(H_2O)_4(OH)_2Mg_5Si_8O_{20}\ .\ 4H_2O$$

con sustituciones de Al por Mg.

MINERALES DE ARCILLAS INTERESTRATIFICADOS

Además de los minerales de arcillas mencionados, como especies puras, las capas de las unidades estructurales de éstos pueden interestratificarse dando lugar a la formación de otros compuestos. Así, por ejemplo, la *corrensita* es un interestratificado de clorita con montmorillonita; la *rectorita* es un interestratificado de illita con vermiculita; la *allevardita* es un interestratificado de illita con montmorillonita, etc. Su identificación y estudio sólo ha sido posible gracias a la difracción de Rayos X, lo cual permite medir las variaciones de sus espaciados al realizar sobre las muestras tratamientos con glicol y calcinación a diferentes temperaturas.

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MINERALES DE ARCILLAS

Si bien, en un principio, la identificación de estos minerales se hacía difícil y casi imposible, debido a su reducido tamaño, con el avance de la ciencia y tecnología estos inconvenientes fueron solucionados, particularmente con el desarrollo de

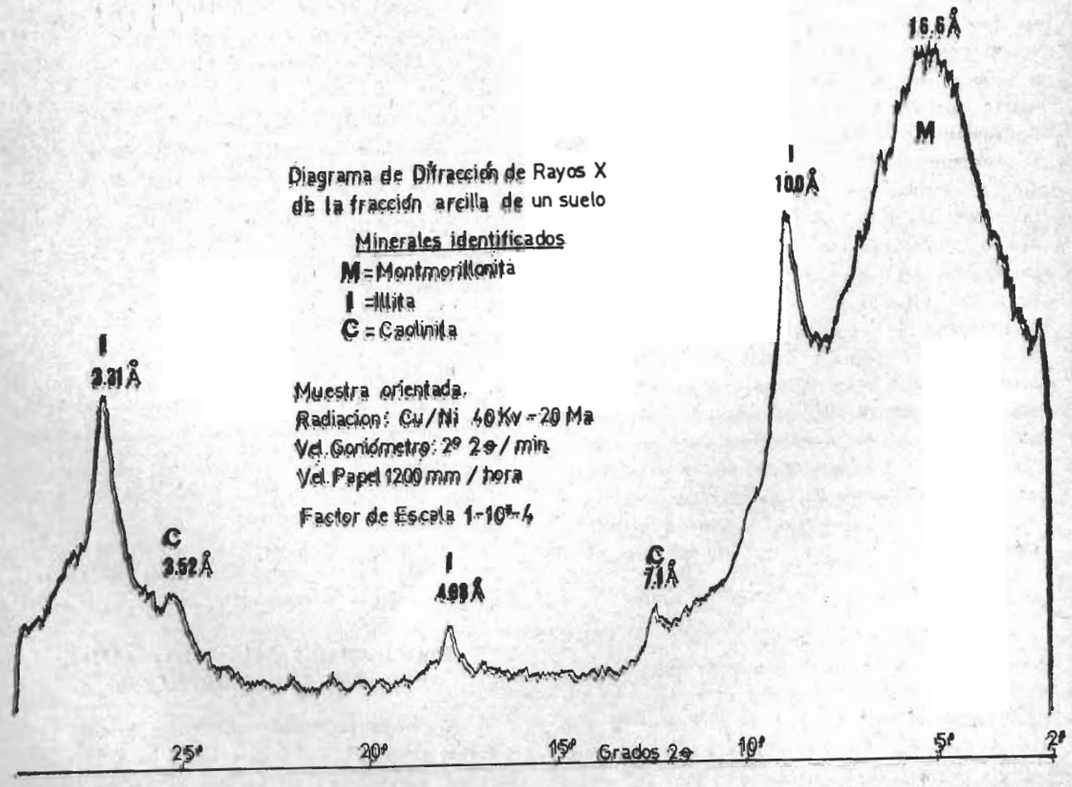


Figura 4

las técnicas de estudio de sustancias cristalinas por medio de la difracción de Rayos X, los cuales permiten, en la actualidad, casi sin excepción, identificar todo tipo de sustancia cristalina. Justamente es este método el que más se utiliza para la identificación de los minerales de las arcillas por su rapidez y mayor resolución.

Existen varios métodos para el estudio en sí de las arcillas, nos referiremos solamente a los más desarrollados.

GONIOMETRIA

Para el estudio por este método se pueden preparar las muestras, previa concentración de la fracción arcilla por dispersión y sedimentación, de dos maneras: Una de *muestra total no orientada*, es decir se coloca la muestra en un portamuestras de aluminio, el cual se coloca para la incidencia de los Rayos X; el registro se hace sobre papel, es decir, un registro gráfico de las reflexiones. En este caso, dado el escaso grado de cristalinidad que presentan las arcillas de suelos, las reflexiones suelen ser poco intensas y debido a esto se ha dearrollado mucho más el método sobre *muestra orientada*, el cual consiste en poner la muestra de arcilla en suspensión y depositar una parte de ella sobre un portaobjetos y dejarla secar. De esta manera se logra que las laminillas de arcilla se depositen lentamente sobre sus caras (001); los registros que se obtienen son mucho más intensos, pero se debe aclarar que en este caso solamente se registran nítidamente las reflexiones basales, es decir, las correspondientes a (001), (002), (003), etc. Pero esto es suficiente ya que permite individualizar a las mismas sin mayor duda. Asimismo, sobre estos mismos portaobjetos con arcilla orientada, se pueden realizar los tratamientos con etilen-glicol para ver si son expansivas y de calcinación para ver la estabilidad de sus espaciados a este tratamiento.

Sobre los registros, además de identificar la especie mineral a la que pertenecen, es posible realizar estimaciones de orden cuantitativo ya que la intensidad de las reflexiones es proporcional a la concentración del mineral presente en la muestra, por supuesto teniendo en cuenta factores de corrección tales como absorción, ángulo de difracción, etcétera.

DEBYE SCHERRER

Este método se denomina también del polvo y para la obtención de diagramas se realizan preparados con reducidas cantidades de material en un tubo capilar, el cual se monta en el centro de una cámara cilíndrica y el registro se hace sobre una película radiográfica. Este método es muy útil cuando se desean obtener todos los valores, ya que el mismo se hace sobre muestra no orientada y además se hace girar la muestra sobre su propio eje; de esta manera todas las familias de planos de los cristales contribuyen a las reflexiones dando un diagrama completo; además las intensidades de las reflexiones son más exactas porque se elimina el problema de orientación de las muestras.

Además de los métodos por difracción de Rayos X existen métodos de análisis térmico diferencial y termoponderal; estos métodos son muy útiles para ver el comportamiento de las arcillas al ser sometidas a la acción de temperaturas crecientes, pudiéndose determinar sobre ellos las transformaciones que sufren y la forma en que pierden peso por deshidratación.

En el *análisis térmico diferencial* se obtienen curvas que presentan picos endotérmicos y exotérmicos, así, por ejemplo, en una curva de caolinita se puede observar un primer pico endotérmico muy acentuado entre 500 y 600 °C, debido a la pérdida del agua de cristalización, y un pico exotérmico muy agudo a 950 °C que representa la formación de alúmina gama o mullita. En cambio, la montmorillonita presenta un pico endotérmico muy marcado entre 100 y 200 °C que corresponde a la pérdida de la gran cantidad de agua que absorbe este mineral, es decir, agua de hidratación; a este pico siguen dos picos más endotérmicos a 650 °C y 850 °C. Los picos exotérmicos son poco definidos.

Otro método de estudio de las arcillas es *microscopía electrónica*, el cual permite ver en detalle la forma y tamaño de los individuos, así, por ejemplo, la caolinita casi siempre presenta bordes exagonales, la halloysita se presenta en forma de tubos, etc. Este método en sí no es muy determinativo salvo los casos señalados y se utiliza solamente como complemento en el estudio de estos minerales.

Finalmente, se utiliza también para el estudio de los minerales de las arcillas la *microscopía óptica*, con la cual se determinan todas sus propiedades, tales como índices de refracción, signo óptico, birefringencia, etc. y, sobre todo, la forma de presentarse en los sedimentos.

El método de análisis por infrarrojo también se utiliza en estos minerales, pero sólo en casos muy específicos y especiales.

PROPIEDADES MÁS IMPORTANTES DE LAS ARCILLAS

A efectos de poder comprender lo más claramente posible la influencia que ejerce la composición mineralógica de arcillas en las propiedades físicas de los suelos nos vamos a referir a los siguientes aspectos: *capacidad de intercambio, límites de Atterberg, compresibilidad y consolidación, y resistencia a la penetración*.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO

Una de las propiedades más sobresalientes de las arcillas es la de absorber ciertos cationes y aniones y retenerlos en estado de intercambio. La reacción de intercambio es estequiométrica y se mide en miliequivalentes por gramo o más frecuentemente por 100 gramos. Un equivalente de Na, expresado como Na_2O, es igual a un peso de 31, es decir 1 meq es igual a 0,031 % de Na_2O; esta determinación se hace a pH 7.

En las arcillas los cationes de cambio más comunes son calcio, magnesio, potasio, hidrógeno, sodio y amonio; entre los aniones, sulfato, fosfato, nitrato y clorina.

La capacidad de intercambio es de una gran importancia práctica en las investigaciones de los minerales de arcillas, porque la naturaleza del ión de cambio puede influir sustancialmente en las propiedades físicas del material. Así, por ejemplo, un material arcilloso que contiene sodio, frecuentemente tiene un comportamiento plástico muy diferente al mismo material pero que tiene como catión de cambio calcio.

La capacidad de intercambio de los minerales de las arcillas, expresada en miliequivalentes por 100 gramos, según Grim (1953), es la siguiente:

Caolinita	3 — 15
Halloysita 2H O	5 — 10
Halloysita 2H O	10 — 40
Montmorillonita	80 — 150
Illita	10 — 40
Vermiculita	100 — 150
Clorita	10 — 40

Es de hacer notar que la capacidad de intercambio no es exclusiva de las arcillas, sino que también, aunque en forma excepcional, se puede deber a la presencia de zeolitas, minerales estos que tienen capacidades de intercambio del orden de 100 a 300 meq por 100 g y también a la presencia de materia orgánica, en este último caso se restringe a materiales muy modernos.

En general el pH de un suelo es un indicador del tipo de catión de cambio; así, por ejemplo, un pH de alrededor de 9, sugiere la presencia de sodio; un pH 7,5 la presencia de calcio y pH menor de 7 la presencia de hidrógeno.

Los materiales que presentan valores altos de capacidad de intercambio son los que presentan mayores problemas de estabilidad en suelos.

LÍMITES DE ATTERBERG (límite líquido - límite plástico = índice de plasticidad).

Es obvio señalar que la composición mineralógica de las arcillas que contiene un suelo en proporciones constantes, influye directamente en el resultado de estos límites, remarcando que el mismo varía con el tipo de catión de cambio del mineral y, sobre todo, de la montmorillonita. White (1955) da los siguientes valores para minerales casi puros: (Tabla 1).

En esta tabla se puede ver cómo varían los valores de los límites con los distintos cationes de cambio dentro del mismo mineral. La enorme diferencia es clara: el rango del límite líquido es mucho más grande que el límite plástico y en el caso de la montmorillonita particularmente se hace difícil determinar por su alto grado de tixotropía.

El índice de plasticidad, en consecuencia, varía desde valores muy altos, especialmente para montmorillonitas sódicas, hasta valores de uno, para algunas caolinitas. Montmorillonitas con sodio y litio dan valores tremendamente altos de 300 a 600; en cambio, con otros cationes es de 50 a 300. El Ip de atapulgita es de 75 a 123; el de illita es de 23 a 50.

Cabe hacer notar que además de la composición mineralógica y el tipo de catión de cambio de la arcilla, también tiene una gran influencia el tamaño de partícula. Esto se debe fundamentalmente a la mayor superficie específica que se tiene a menor tamaño, lo cual generalmente va asociado a un menor grado de orden de las partículas. Finalmente se hace notar que también influye en estos límites el secado de la muestra.

Lambe y Martin (1953) dan ejemplos en la reducción de los límites sobre suelos calcáreos con contenido en materia orgánica y en suelos rojos lateríticos conteniendo óxidos hidratados de hierro

TABLA 1

	Ca		K		Na		Li	
	Lp	Ll	Lp	Ll	Lp	Ll	Lp	Ll
Montmorillonita	65	166	57	161	93	344	80	638
Illita	40	90	43	81	34	61	41	68
Caolinita	36	73	38	69	26	52	33	67
Halloysita 4 H_2O	58	65	55	57	54	56	47	49

y aluminio, lo cual se explicaría por la oxidación de los componentes orgánicos y por deshidratación de dichos óxidos, los cuales desarrollan una unión más fuerte entre las partículas y de esta función se desprende la mayor resistencia a absorber agua. Lo mismo ocurre con suelos que contienen alófano al ser secados al aire.

Cuando el secado de las muestras es muy intenso el fenómeno es irreversible, propiedad esta que se aprovecha en la elaboración de la "ripiolita", por ejemplo.

Las propiedades de plasticidad involucran una combinación de las fuerzas de atracción entre las partículas y la acción de lubricación de los líquidos entre las partículas; la forma y tamaño de las mismas y las distancias de su separación, son los principales factores que controlan esta propiedad.

El *límite plástico* es una medida del contenido de agua que las partículas pueden absorber sin que se produzca la separación de las mismas, es decir, es el porcentaje de humedad mínimo para que el suelo actúe como semisólido; el *límite líquido* es el porcentaje de humedad que hace que el suelo entre en fluencia.

Los altos valores en los límites, particularmente para montmorillonitas, son consecuencia de su facilidad para dispersarse en pequeñas partículas con una gran cantidad de superficie adsorbente; este fenómeno es mucho más marcado aún en las montmorillonitas saturadas con cationes como el sodio y el litio, ya que estos cationes ejercen fuerzas de atracción muy débiles entre las partículas, y el agua que entra en ellas desarrolla un gran espesor.

En la figura 5 se presenta graficado el límite líquido contra el índice de plasticidad de algunos minerales de arcillas.

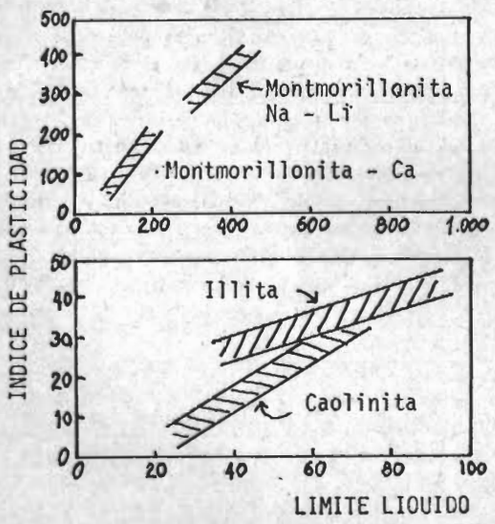


Figura 5

COMPRESIBILIDAD Y CONSOLIDACIÓN

El término compresión se refiere a la relación que existe entre el incremento de peso unitario sobre una muestra, confinada lateralmente, de un sedimento, y la correspondiente reducción de vacíos. La relación de vacíos *e* se define como la relación que existe entre el volumen total de vacíos y el volumen de constituyentes sólidos del suelo.

Para una mejor comprensión y a título de ejemplo, nos referiremos a los trabajos de Samuels (1950), en los cuales presenta excelentes datos de compresión y consolidación para montmorillonitas y caolinitas. Este autor señala que los ensayos los inició sobre muestras con una consistencia al límite líquido, con incrementos de carga desde presión cero hasta aproximadamente 9 toneladas por pie cuadrado; con cada aumento de presión ha llegado hasta la consolidación secundaria.

Los datos muestran que para montmorillonitas naturales (variedad sódica) hay una gran reducción en volumen con la aplicación de relativamente pequeñas presiones y los ulteriores aumentos de presión causan relativamente escasas reducciones en volumen. Para montmorillonita cálcica la cantidad de compresión es reducida, pero hay también una gran reducción de volumen a baja presión aplicada y los aumentos de presión posteriores, producen relativamente pequeñas reducciones en volumen. Algo muy similar a este último caso pasa con las montmorillonitas con thorio y aluminio, y con las caolinitas, tal como se puede observar en los diagramas de la figura 6.

Las curvas que muestran la relación de consolidación para las montmorillonitas son particularmente interesantes; ellas muestran una baja relación inicial de consolidación con el incremento del tiempo. La baja relación inicial es particularmente pequeña para la variedad sódica y a veces es más rápida para las variedades con thorio y aluminio y más baja aún para el caso de las caolinitas, mientrs que las montmorillonitas cálcicas están en una situación intermedia, tal como se puede observar en el gráfico de la figura 7.

Este tipo de comportamiento de las arcillas se debe a que la montmorillonita, principalmente en su límite líquido, contiene gran cantidad de agua y el tamaño de partícula individual es muy pequeño. El agua, en estos casos, se puede encontrar en dos formas, una rodeando las partículas de arcillas en forma orientada y otra en forma no orientada en los poros intersticiales. Se puede considerar, y las experiencias así lo demuestran, que pequeñas presiones son suficientes para eliminar el agua de los poros, mientras que se necesitan presiones elevadas para eliminar el agua orientada. En las montmorillonitas la mayor parte del agua se encuentra orientada, sobre todo en las sódicas, y de allí que a pequeñas presiones pierde poca agua y se hace necesario aplicar mayores presiones para eliminar el agua orientada. Este efecto es incrementado debido al pequeño tamaño de partícula de estos minerales. En cambio, la montmorillonita cálcica tiene gran cantidad de agua no orientada, es decir en poros, por lo tanto experimenta una alta reducción de volumen con la aplicación de pequeñas presiones y por lo tanto sólo se logran pequeñas reducciones de volumen con el incremento de presión.

En el caso de caolinitas, la cantidad de agua en el límite líquido es pequeña y la mayor parte de ella se encuentra en los poros, razón por la cual a bajas presiones se elimina la mayor parte del agua, ya que la misma no está orientada. Al seguir aumentando la presión no se obtiene mayor reducción de volumen.

Las arcillas montmorilloníticas se consolidan lentamente al principio, en forma relativa, y aumenta su consolidación con el tiempo; alcanzando grandes presiones cambia muy poco el grado de consolidación. Esto se explica como el resultado de la lentitud con la cual el agua orientada rompe la resistencia interpartículas debido al agua rígida que las envuelve; el fino tamaño de partícula y la baja permeabilidad, ayudan a que la pérdida de agua sea muy lenta.

Waidelich (1959) realizó una serie de experiencias con la intención de establecer correlación entre el momento dipolo y la constante dieléctrica de una serie de líquidos orgánicos con el índice de compresión de caolinitas y montmorillonitas. Mostró la gran influencia que existía de acuerdo al líquido utilizado y además que el efecto que causaban no era el mismo para caolinita que para montmorillonita; lamentablemente no pudo establecer ninguna correlación, principalmente por la gran influencia que ejercía el tamaño de partícula de las arcillas y la estructura del líquido utilizado.

Lambe (1958) intentó explicar la compresibilidad sobre la base de las cargas eléctricas de una partícula de arcilla, pero tampoco pudo generalizar ya que observó que existían otros factores también importantes en este aspecto.

En la consolidación secundaria, la reducción de volumen continúa muy lentamente, siguiendo a la consolidación primaria, lo cual involucra un acomodamiento entre las partículas y granos. Mientras que en la consolidación primaria hay solamente un escurrimiento de agua con escaso reacomodamiento de partículas, en la consolidación secundaria hay un reacomodamiento de granos fundamentalmente;

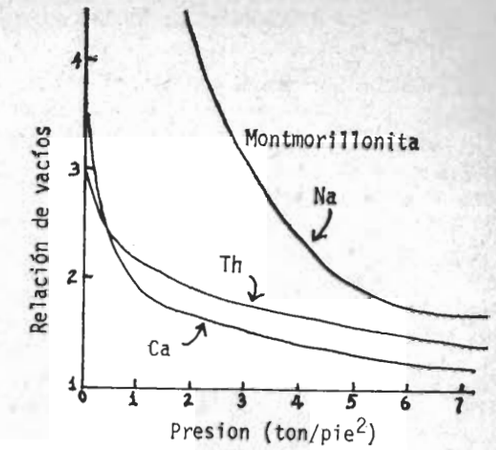


Figura 6

a medida que se reduce el agua por escurrimiento, se disminuye la distancia entre partículas, aumentando la fuerza de unión entre ellas.

Cuando la consolidación secundaria continúa, se producen cambios químicos y mineralógicos en los minerales de las arcillas, se desarrolla un alto grado de cristalinidad de la illita, se observa pasaje de montmorillonita a illita a través de mine-

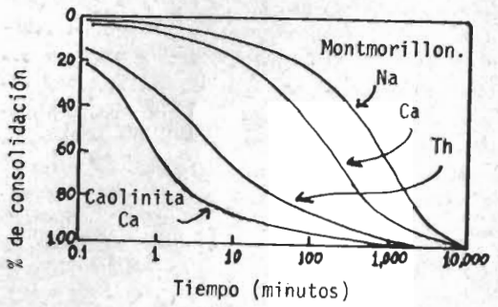


Figura 7

rales de arcillas interestratificadas, etc., es decir van hacia las estructuras más estables, pudiendo llegar a la formación de nuevos minerales. En estos casos ya entramos en el dominio de los procesos diagenéticos y metamórficos.

RESISTENCIA A LA CONSOLIDACIÓN

En los ensayos de penetración se ha demostrado que también ejercen gran influencia los componentes de los minerales de las arcillas que se encuentran presentes en los distintos niveles de un suelo, además de otros factores tales como la granulometría, cementación, densidad, etc.

Son numerosos los trabajos realizados en los que se ha podido demostrar que la resistencia a la penetración es relativamente alta en las zonas de suelos que contienen montmorillonita, mientras que no pasa lo mismo con suelos que contienen caolinita o illita y micas. La mayor parte de los autores coinciden en que este efecto, de una mayor resistencia en suelos con montmorillonita, se debe a la alta impermeabilidad que presentan los mismos. Se remarca una vez más la importancia del conocimiento de la composición mineralógica de las arcillas para el entendimiento del comportamiento de los suelos.

FACTORES MÁS IMPORTANTES QUE CONTROLAN LAS PROPIEDADES DE UN SUELO

Para finalizar, y en base a lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta, principalmente, los trabajos de Grim (1950 a 1962), haremos algunas consideraciones sobre los factores más importantes que controlan las propiedades de un suelo, siempre refiriéndonos a la naturaleza de la composición mineralógica de las arcillas.

1. Suelos con alto contenido en montmorillonita

Son suelos de baja permeabilidad, baja compresión, relativametne gran compresión secundaria bajo presión, alta capacidad de intercambio catiónico, haciendo variar en forma muy marcada sus propiedades de acuerdo con la naturaleza del catión de cambio. Cambios en las condiciones ambientales, durante o después de las construcciones, producen cambios en las propiedades del suelo y comportamientos muy distintos a los que se determinaron en laboratorio.

2. Suelos con alto contenido en halloysita

Produce variaciones vinculadas con su grado de hidratación; así las formas con dos y cuatro moléculas de agua son sustancialmente no plásticas, mientras que las formas intermedias son excesivamente plásticas. También la presencia de halloysita influye en la baja densidad de un suelo, densidad de compactación, eleva el contenido de agua óptimo y aumenta la susceptibilidad al congelamiento.

3. Suelos con alta capacidad de intercambio

Esta propiedad, tal como se señalara precedentemente, está dada por un alto contenido en montmorillonita, principalmente. Además influye el tamaño de partícula y el grado de cristalinidad de las arcillas y la presencia de materia orgánica; estos suelos, como consecuencia de su composición, son problemáticos e inestables en varios aspectos.

4. Suelos con sodio como catión de cambio

El sodio tiende a dar un alto grado de dispersión de las arcillas y en el caso de arcillas expansivas su máximo de expansión. Influye, en consecuencia, en forma directa, en las propiedades plásticas y de compactación de los suelos. Este catión es fácilmente reemplazable por el calcio u otros cationes; de allí que es común que durante su utilización, al cambiar su catión de cambio, cambien también sus propiedades. Es decir, los resultados de laboratorio encontrados no corresponden al comportamiento del suelo en ese momento.

5. Suelos con presencia de materiales amorfos

Dentro de éstos se puede encontrar alófano y arcillas pobremente cristalizadas, las cuales confieren a los suelos alta capacidad de intercambio e inestabilidad química en cortos períodos de tiempo. Así, por ejemplo, cenizas volcánicas compuestas de materiales pobremente cristalizados pueden mostrar cambios sustanciales en pocos años por alteración; esto ocurre, sobre todo, en lugares de climas húmedos.

Contribuyen, además, a la inestabilidad de los suelos, la presencia de materia orgánica, concentración de partículas finas, etc.

Finalmente se considera necesario repetir, para evitar malas interpretaciones, que el rol principal del estudio de los minerales de arcillas relacionadas con el campo de la mecánica de suelos, es el de proveer de las bases teóricas imprescindibles y necesarias para el entendimiento de la naturaleza y de las propiedades de un suelo cohesivo natural. No pretende, entonces, de ninguna manera, sustituir los ensayos de laboratorio, sino, por el contrario, ayudar a una mejor comprensión del significado de los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brown G., 1961. *The X Ray identification and crystal structures of clay minerals.* Mineralogical Soc. London.

Caillère S. et Hénin S., 1963. *Minéralogie des argiles.* Masson et Cie., Editeurs, Paris.

Casagrande A. *Research on the Atterberg limits of soils.* Public. Roads, 13, 121-130, 136 (1932).

Foster M. D. *Geochemical studies of clay minerals: II, Relation Between ionic subtitution and swelling in montmorillonites.* Am. Mineralogist, 38, 994-1006 (1953).

Grim R. E. *Some fundamental factors influencing the properties* of *soils materials.* Proc. Second Intern. Conf. Soil Mecanics, 3, and Illinois State Geol. Survey Rept. Invest. 146 (1950).

Grim R. E., 1962. *Applied Clay Mineralogy,* Mc Graw Hill Book Co. Inc. New York.

Grim R. E., 1963. *Clay mineralogy.* Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York.

Johns W. D., R. E. Grim & W. E. Bradley. *Quantitative estimations of Clay minerals by diffraction methods.* J. Sediment. Petrol., 24, 242-251 (1954).

Lambe T. W. *The engineering behavior of compacted clay (paper 1655); The structure of compacted clays (paper 1654).* J. Soil Mech. Foundation Div. Am. Soc. Engrs. (1958).

Lambe T. W. & R. T. Martin. *Composition and Engineerings Properties of soils.* Proc. U. S. Highway Research Board, 32, 576-590 (1953).

Samuels S. G. *The effect of base exchange on the Engineering properties of soils.* Bld. Research Sta. G. Britain, Note C 176 (1950).

Waidelich W. C. *Influence of liquid and clay minerals type in consolidation of Clay-Liquid System.* Natl. Acad. Sci. Publ. 629, 24-42 (1959).

White W. A. *Atterberg plastic limits of Clay minerals.* Am. Mineralogist, 34, 508-512 (1949).

SUS HIJOS MANEJAN ?

RECUERDELES SIEMPRE LAS NORMAS DE CONDUCCION

DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

AUTOMOVIL CLUB ARGENTINO

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES
INGENIERO JEFE

Estudio Analítico y Gráfico del Dominio de los Hormigones Dosificados Racionalmente

Profesor

PEDRO ENRIQUE GRINSZPAN

Profesor titular de la Escuela Otto Krause e I.T.S.

Profesor de Construcciones de Hormigón Armado, Estática y Estabilidad de las Construcciones, Proyectos de Hormigón Armado y Tecnología del Hormigón y Práctica de Obra, de los cursos regulares y para técnicos graduados

Procesado y graficación con la colaboración del M.M.d.O. Jorge Muiño

Presentado a la IV Reunión Técnica sobre Tecnología del Hormigón - A.A.T.H.

RESUMEN

Este trabajo pretende presentar un enfoque analítico del problema de la dosificación racional de hormigones y su interpretación en gráficos que evidencian la relación entre las distintas variables consideradas, las limitaciones impuestas y los factores económicos que condicionan este tema. El método propuesto permite el procesado por computadora, mediante la cual se obtiene un elevado número de resultados, permitiendo su análisis e interpretación. Los resultados así obtenidos son una primera formulación del dosaje que se anticipa al indispensable estudio en laboratorio, brindan un punto de partida y resultan una solución para estudios preliminares y anteproyectos, suministrando para éstos los elementos de juicio necesarios para la elección de alternativas y estimación de costos. También queda evidenciada la imposibilidad de realizar ciertas dosificaciones empíricas, tradi-

cionalmente impuestas por el uso y las costumbres.

Por último, se define un dominio de los hormigones dosificados racionalmente limitado a menos del dos por ciento de todas las composiciones representables.

1. INTRODUCCIÓN

En el medio profesional no especializado se tiene por sencillo efectuar la composición de una mezcla fresca de hormigón y esa creencia no sería desacertada si la realización del hormigón fuese empírica en vez de racional y no implicase simultáneamente el cumplimiento de ciertos requisitos que aseguren su aptitud con relación a la construcción, las condiciones de uso y su vida útil posterior, satisfaciendo aspectos tan distintos como:

1. **Inicialmente**

   Trabajabilidad (Cohesión, docilidad, movilidad y colocabilidad).

2. **Posteriormente**

   Resistencia mecánica a la compresión y en menor medida a la tracción (Componentes, compacidad, relaciones ligante/agregado y agua/cemento).

3. **Finalmente**

   Durabilidad (Impermeabilidad, resistencia al desgaste y a las agresiones químicas).

Además, presentándose soluciones alternativas que pueden cumplir, por igual, dichos requisitos, cabe condicionar la elección a criterios de economía.

Por consiguiente, el enfoque racional de la dosificación debe incluir la consideración de:

- El destino del hormigón y las características de la obra.
- La resistencia prevista en el proyecto y los criterios de seguridad adoptados.
- Las características propias de los materiales empleados en la preparación (agua, cemento y agregados).
- Las condiciones propias de la elaboración y colocación.
- El costo de los componentes y el costo resultante de la mezcla.

El estudio analítico de las dosificaciones racionales, como primera aproximación del problema, implica la selección de las principales variables, determinar con suficiente aproximación sus leyes de variación y la interrelación entre ellas.

Dado el elevado número de estas variables y el complejo comportamiento de las mismas, la resolución analítica del problema, siempre y cuando los datos sean suficientemente precisos, sólo nos brinda una muy buena aproximación a la solución definitiva, que dependerá de la tarea de laboratorio que mediante "pastones de prueba" permitirá corroborar los valores obtenidos y efectuar los ajustes necesarios en forma experimental.

Sin embargo, la propuesta analítica, aun cuando no es suficiente, brinda el beneficio de un punto de partida para la tarea experimental y, por otra parte, una solución para los estudios preliminares y anteproyectos que generalmente por razones de tiempo y oportunidad no admiten acudir a los recursos del laboratorio, suministrando los juicios básicos para la elección de materiales, dosificaciones y estimación de costos; en relación con lo último especialmente cuando se trata de estudios para concursos y licitaciones.

2. CONSIDERACIONES GENERALES

En este estudio se consideran las siguientes variables agrupadas, según se expone a continuación, en principales, complementarias y secundarias.

2.1. VARIABLES PRINCIPALES

Constituidas por los componentes básicos del hormigón, cuyas cantidades se expresan por unidad de volumen (1 m³) de mezcla fresca de hormigón, expuestas en peso (p) o en volumen absoluto o real (vr):

A: Agua de mezclado.

C: Cemento.

I: Agregados inertes, constituidos por:
F: Finos.
G: Gruesos.

2.2. VARIABLES COMPLEMENTARIAS

Caracterizan las propiedades de la mezcla fresca y endurecida; son:

x: Relación agua/cemento expresada en peso $x = (A/C)p$

m: Módulo granulométrico o de finura de Abrams correspondiente a la composición total del agregado $m = \text{Sum. } R_{1,n}/100$.

y: Coeficiente de variación de la consistencia de la mezcla fresca en función del "asentamiento" determinado mediante el ensayo del tronco cono de Abrams.

2.3. VARIABLES SECUNDARIAS

Expresan el costo relativo de los componentes por unidad de volumen absoluto o real (vr) de los mismos, considerando como unitario el correspondiente al agregado más fino (la arena fina Ff):

IU(A) = 0,1 para el agua (costo de uso).

IU(C) = 16 para el cemento.

IU(Ff) = para la arena fina argentina (F_1): 1

IU(Fg) = 2 para la arena gruesa tipo oriental (F_2).

IU(Gr) = 4 para el agregado grueso redondeado (CR).

IU(Ga) = 3,6 para el agregado grueso angular (PP).

(Gr, o, Ga = G_4)

$F_1 + F_2 = F_3$).

($F_3 + G_4 = I_5$).

3. ANALISIS

Iniciamos este planteo expresando la composición del hormigón mediante la siguiente ecuación:

$H = (A + C + F + G) + (a + q)$, excluyendo el término complementario formado por:

a = aire (accidental y/o intencional).

q = aditivos; tendremos con

$F + G = I$ (agregado inerte total)

$H = A + C\,vr + I\,vr = 1000$ litros transformable en

$H = A + (1/P_{eC}) \cdot Cp + (1/P_{eI}) \cdot Ip = 1000$

con los componentes en peso y para los pesos específicos medios (Pe) de ambos materiales resulta:

$H = A + 0{,}32 \cdot Cp + 0{,}38 \cdot Ip = 1000.$

el agregado según sus características:

Además se considera la expresión de Abrams (1) para la determinación del agua de mezclado en función de la requerida por el cemento y también por el agregado según sus características:

$A_o = 0{,}23 \cdot Cp + k \cdot (0{,}16 - m/50) \cdot Ip$

donde A_o es la cantidad de agua correspondiente a una mezcla de asentamiento normalizado de 3" = = aprox. 7 ½ cm, k s/tipo de agregado = (1, p/C.R. o 1,2 p/P.P.) y definiendo $A = y \cdot A_o$ la cantidad de agua correspondiente a consistencias de distintos asentamientos (≠ 7,5) con "y" como el coeficiente de variación en función del asentamiento, resulta:

$$A_o = A/y = 0{,}23 \cdot Cp + \frac{2 \cdot k}{100} \times (8 - m) \cdot Ip$$

Si además sustituimos en dicha ecuación $A = x \cdot Cp$, e igualmente en la primera, tendremos:

$$(x + 0{,}32) \cdot Cp + (0{,}38) \cdot Ip = 1000 \qquad (I)$$

$$(x/y - 0{,}23) \cdot Cp + 2k/100 \cdot (8 - m) \times Ip = 0 \qquad (II)$$

Sistema que resuelto permite obtener los valores de:

$Cp = Nc/D$; $Ip = Ni/D$; con

$Nc = 20 \cdot k \cdot (8 - m)$.

$Ni = 1000 \cdot (x/y - 0{,}23)$

$D = (x + 0{,}32) \cdot (0{,}02 \cdot k \cdot [8 - m]) + 0{,}38 \cdot (x/y - 0{,}23)$

siendo: $Cvr = 0{,}32 \cdot Cp$; $Ivr = 0{,}38 \cdot Ip$

En estas expresiones el coeficiente "y" de variación del contenido de agua con relación a la consistencia según el ensayo de asentamiento mediante el tronco cono de Abrams, resulta de la curva experimental establecida en el trabajo sobre dosificaciones realizado por García Balado (2) a partir de la cual se puede formular una ecuación parabólica ajustada a los siguientes valores:

AS . (cm) = d = 2,5 (0,90 ; 7,5 (1) ; 27,5 (1,20)

resulta entonces la siguiente expresión:

$$y = 1{,}2025 = \left(\frac{30 - d}{50}\right)^2 \qquad (III)$$

En cuanto al módulo granulométrico "m" de la composición total del agregado, este queda vinculado a una curva granulométrica limitada por el tamaño mayor nominal "D" mediante funciones como las siguientes:

Parábola de Gessner generalizada (3) expresable mediante la siguiente ecuación:

$$m = n - \frac{1 - (0{,}65 \text{ a } 0{,}85)^n}{1 - (0{,}65 \text{ a } 0{,}85)} \qquad (IV)$$

en la cual c = 0,65 a 0,85 define el grado de la parábola; con c = 0,7 se tiene la solución tradicional correspondiente a la parábola cuadrática de Fuller - Gessner; "n" es el número de orden del tamiz correspondiente al tamaño mayor nominal "D", en la serie normalizada de tamices usada por Abrams,

(1) "Control y ensayo de cementos, morteros y hormigones". M. Venaut y M. Papadakis, ed. Urmo, Bilbao, 1966. Edición original en lengua francesa, public. p/Eyrolles.

(2) "Método para la dosificación de hormigones". J. F. García Balado, Public. 42 - E.4 del I.C.P.A. Buenos Aires, lámina 10.

(3) "Interpretación y medición comparada de líneas granulométricas continuas". P. E. Grinszpan, Buenos Aires.

y es, simultáneamente, el módulo granulométrico propio de dicho tamiz.

Ecuaciones de M. Sabesinsky - Felperin (4), vinculan "m" con "D" para cada clase de agregado:

$m = 2{,}28 + 2{,}248 \cdot Lg\ D$ para agregado redondeado, y

$m = 1{,}85 + 2{,}514 \cdot Lg\ D$ para agregado angular, con "D" en milímetros.

Estas ecuaciones son susceptibles de reducirse a una única del siguiente formato:

$$m = 2{,}28 \cdot 0{,}811^a + 2{,}248 \cdot 1{,}118^a \cdot Lg\ D;$$

con el exponente "a" = 0 (p/C.R.) o 1 (p/P.P.) esta ecuación puede simplificarse en:

$$\text{aprox. } m = 2 \cdot 1{,}13 \cdot (0{,}8^a + 1{,}13^a \cdot Lg\ D)$$

transformándose finalmente en:

$$\text{aprox. } m = 2 \cdot 1{,}13 \cdot (0{,}8^a + 1{,}13^a \times \times [0{,}3 \cdot n - 1{,}13]) \qquad (V)$$

De lo anterior resultan composiciones ternarias constituidas por dos clases de finos (F_1, F_2) y una de grueso (G_4) con $m_3 = P_1 \cdot m_1 + P_2 \cdot m_2$ para la mezcla de finos (F_3).

Finalmente:

$$m = m_5 = P_3 \cdot m_3 + P_4 \cdot m_4 =$$
$$= P_1 \cdot P_3 \cdot m_1 + P_2 \cdot P_3 \cdot m_2 +$$
$$+ P_4 \cdot m_4 \qquad (VI)$$

para la composición total de finos y grueso, donde m_1 es el módulo granulométrico y P_1 es la proporción respecto a la unidad $P_5 = 1$. De este modo se pueden establecer las proporciones P_1 (F_1), P_2 (F_2), y P_4 (G_4) en las que se reparte el total P_5 (I_5) del agregado global identificado con $m = m_5$ a los efectos que se apreciarán más adelante.

Los criterios de economía se relacionan al costo de los materiales utilizados en la elaboración de la mezcla fresca de hormigón, mediante la utilización de los índices de costos unitarios antes enunciados (ver 2.3.), resultando un índice de costo (I.C.) por m^3 de hormigón fresco, como sigue:

$$\text{I.C. } (p/m^3 = (0{,}1 \cdot A + 16 \cdot C + F_1 + 2 \times \times F_2 + [4 \cdot Gr \text{ o } 3{,}6 \cdot Ga])$$
$$p/CR \text{ o } PP \qquad (VII)$$

Teniendo en cuenta que dos mezclas de igual (IC) índice de costo pueden corresponder a hormigones de distinta resistencia obtenible mediante la ecuación (5) siguiente:

$$R'h = (3{,}1 \text{ o } 3{,}7) \cdot R'm/(25)^x \qquad (VIII)$$

Resulta de interés establecer el costo en relación a la resistencia determinada, es decir un índice ponderado (I.P.): I.C.P. = Costo p/m^3: Resistencia (R'h), para ello se adopta como índice de costo ponderado la siguiente relación:

$$I.C.P. = (25^x/10) \cdot I.C. \qquad (IX)$$

En el caso del agregado angular este índice queda gravado en un veinte por ciento como modo de considerar las dificultades inherentes al empleo de esta clase de agregado en las obras corrientes.

4. PROCESADO

Considerando el conjunto de ecuaciones (I) a (IX) del apartado anterior (3.) es sencillo organizar un programa para el procesado en microcomputadores de la clase "H.P." o "T.I." y desarrollar los resultados de dosificaciones seriadas. En este caso se ha aplicado un programa diseñado para un equipo de la clase "T.I. 59".

Se han planificado distintas series para el siguiente conjunto de datos:

k = 1 (C.R.) y k = 1,2 (P.P.): 2 valores.

x = 0,45 - 0,50 - 0,52 - 0,54 - 0,56 - 0,58 - 0,60 - 0,65 - 0,70 - 0,80 - 0,90 y 1,00: 12 valores.

y = 0,950 - 1,000 - 1,025 - 1,050 - 1,075 - 1,100 y 1,125: 7 valores.

correspondiente aproximadamente a

d = 5 - 7,5 - 9 - 10 - 12 - 14 y 16 cm de asentamiento.

m = 4,50 - 4,75 - 5 - 5,25 - 5,50 - 5,75 y 6: 7 lores, obteniéndose un total de dosificaciones.

Total de dosificaciones = $2 \times 12 \times 7 \times 7 =$ = 1.176; para las cuales se calcula:

I : Agregado total en peso (p) y en volumen absoluto (vr).

C : Cemento en peso (p) y en volumen absoluto (vr).

A : Agua en volumen (m^3).

α : Relación agreg/cem. en volumen aparente = (I/C)va.

G_{vr} : Agregado grueso en volumen absoluto.

F_{vr} : Agregado fino total en volumen absoluto.

(4) "Proyecto de hormigones...", Ed. Nigar. Buenos Aires, 1973.

(5) Ecuación debida al Ing. G. N. Burgos. Consultar "Informe Nº 1 de la Subcomisión de Normas de la A.A.T.H." y sus antecedentes al 27-09-77; III Reunión Técnica A.A.T.H., Concordia, 1977.

%F : Porcentaje de agregado fino en peso.

F_{vgr}: Arena gruesa en volumen absoluto.

F_{vfr}: Arena fina en volumen absoluto.

IC : Indice de Costo relativo p/m^3 de hormigón fresco.

ICP : Indice de Costo Ponderado relativo, p/unidad volumen y por p/unidad de resistencia.

Por razones de espacio se adjuntan solamente tres planillas del procesado con la mera finalidad de ejemplificar el procedimiento seguido. El conjunto de los resultados obtenidos se ha interpretado gráficamente a efectos de evidenciar las relaciones entre las distintas variables y sus leyes de comportamiento.

5. INTERPRETACIÓN GRAFICA

5.1. PROCEDIMIENTO GRÁFICO ADOPTADO

Se ha encontrado particularmente conveniente utilizar el procedimiento gráfico triangular ideado por Feret (para los materiales cementantes) que permite trabajar con tres variables simultáneamente (6), número que coincide con el de las incógnitas principales (ver 2.1.) consideradas en este estudio y que son los componentes básicos del hormigón (A, C, I).

Sobre los tres lados del triángulo equilátero se representa de 0 a 1000 litros el volumen absoluto (vr) de los componentes, de tal modo que cualquier punto del gráfico representa una composición en la cual los tres términos indicados suman 1000 litros correspondientes a la unidad de volumen (1 m^3) adoptada para la mezcla fresca de hormigón sin aire ni aditivos. Considerando que las cantidades de agua (A) y de cemento (C) son menores de 500 litros y que la cantidad de agregado inerte (I) es superior a los 500 litros, puede limitarse el gráfico a un triángulo reducido a una cuarta parte del total; de este modo se amplía la escala de la representación al sector utilizado (ver láminas). En los gráficos se han diferenciado siempre las dos clases de agregados, el redondeado con k = 1 y el angular con k = 1,20.

5.2. LOS DOSAJES Y SU REPRESENTACIÓN

Las figuras 1 y 3 muestran para dosificaciones con x = 0,70 cómo todos los valores se encuentran alineados sobre una recta que nace en el vértice inferior derecho (A = 0; I = 1000) determinando un ángulo ϕ con la base; su ecuación según puede demostrarse fácilmente es:

$$Tg\ \phi = F(x) = (C/2) \cdot Tg\ 60/([C/2] + A) = = 1{,}732/(1 + 6{,}25 \cdot x) \qquad (X)$$

siendo $0 \leq \phi \leq 60^0$ con $inf \leq x \leq 0$

para $x = 0{,}40$; $\phi = 26^0\ 19'\ 43'', 8$

$x = 1{,}00$; $\phi = 13^0\ 26'\ 09'', 4$

Sobre esta recta se encuentran los siete puntos para un mismo valor de "y" (consistencia constante) y valores de "m" de 4,50 a 6,00; para valores crecientes de "y" (mezclas de mayor fluidez) el segmento constituido por los siete puntos de "m" se desplaza hacia la izquierda. Entre los puntos (y = 1,125; m = 4,50) y (y = 0,950; m = 6,00) se encuentran todas las dosificaciones de igual relación agua/cemento "x".

Las figuras 2 y 4 muestran para los distintos valores de x = 0,40 hasta x = 1,00 la disposición de los segmentos antes mencionados (5.2.) en forma de abanico sobre un haz de rectas con origen en el vértice derecho del triángulo.

Uniendo los punto de m = 4,50 y m = 6,00, respectivamente, se definen cuadriláteros que abarcan la zona de todos los valores comprendidos entre los límites elegidos.

La figura 5 expone la superposición parcial de los cuadriláteros para k = 1,00 y k = 1,20 que corresponde a los puntos de todos los dosajes procesados (1176 casos) para los distintos valores de todas las variables complementarias:

K = 1,00/1,20

x = 0,40/1,00

m = 4,50/6,00

y = 0,95/1,125

Pueden observarse en la figura la ubicación de las dosificaciones correspondientes a mezclas con relación x = 0,50.

La figura resultante nos enseña el dominio de todas las dosificaciones entre los límites expresados y su área representa aproximadamente el diez por ciento (10 %) de la superficie del triángulo reducido, valor que se reduce a la cuarta parte cuando queda referido al triángulo total ($\leq$ 3 %) que a su vez representa al cien por ciento (100 %) de las combinaciones numéricas de todas las composiciones (A + C + I) practicables e impracticables; vemos que menos del tres por ciento del total corresponde al dominio de las practicables, convenientes o solamente aceptables. Este dominio es susceptible de sufrir otras restricciones que limitan aún más posibilidades técnicamente factibles de ser consideradas, como se verá a continuación.

5.3. RELACIÓN AGREGADOS/CEMENTO

Siendo muy frecuente la expresión del dosaje mediante la relación entre las cantidades de agre-

(6) "Tecnología del hormigón". Julio R. Castiñeiras; Ed. del C.E.I., Buenos Aires, Representación triangular...

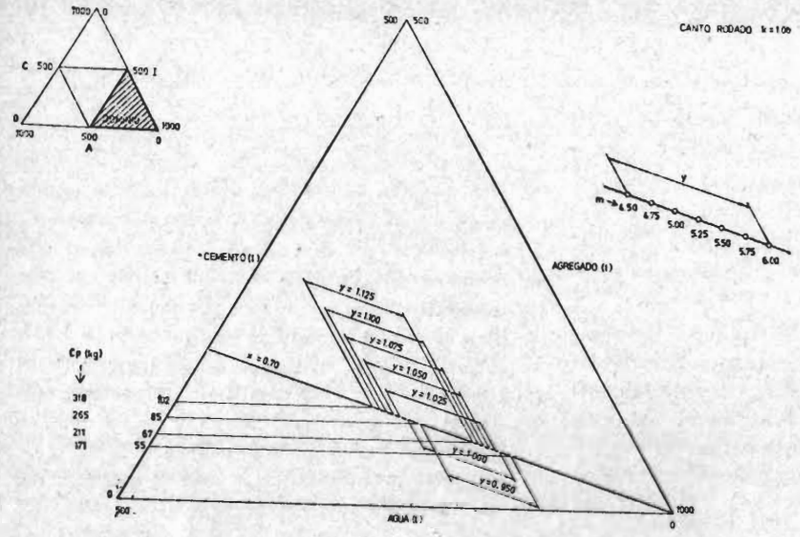


Figura 1

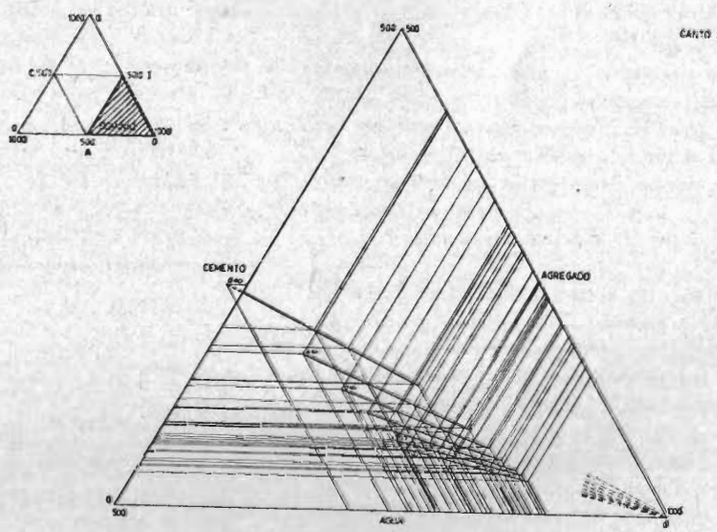


Figura 2

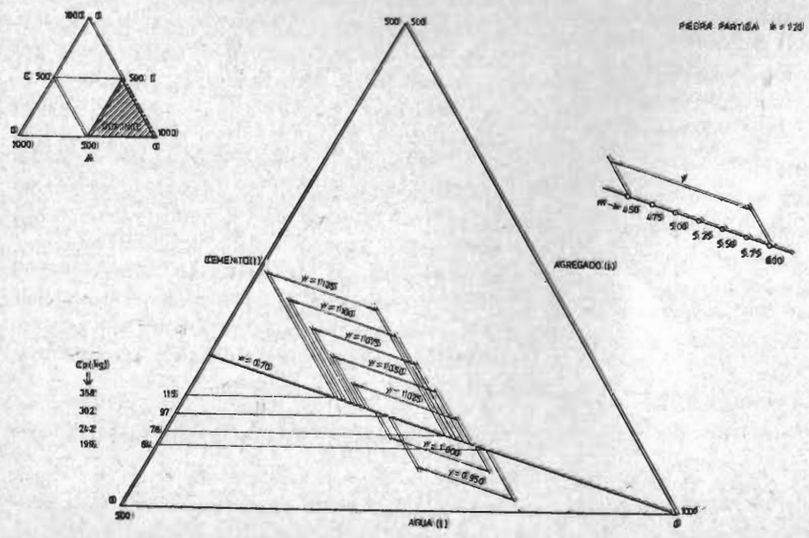


Figura 3

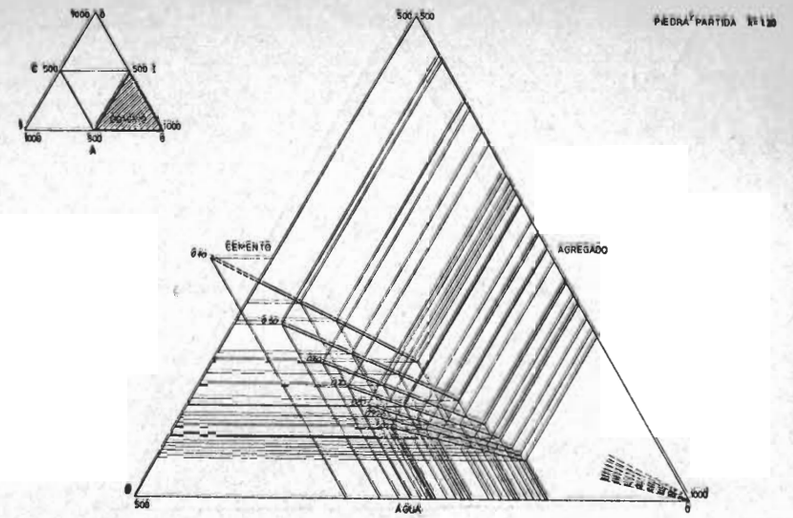


Figura 4

gado inerte y del cemento, relación sumamente imprecisa cuando se establece en función de los volúmenes aparentes (va) de los materiales, pero lamentablemente impuesta por la costumbre, por ello resulta particularmente interesante introducir dicha relación en los gráficos.

$$\alpha = Iva/Cva = \frac{Ivr \cdot (Pe/Pu)i}{Cvr \cdot (Pe/Pu)c} =$$

$$= (Ivr/Cvr) \cdot \xi \qquad (XI)$$

Viendo las figuras 6 y 7 puede observarse que las dosificaciones que corresponden a un mismo valor de "α" se encuentran sobre una recta que tiene su origen en el vértice inferior izquierdo (A = 1000; C = 0) determinando un ángulo "j" con la base; su ecuación, según es fácil demostrar, es:

$$Tg\ j = (F(X) = (C/2) \cdot Tg\ 60/([C/2] + 1) =$$
$$= 1{,}732/(1 + 2 \cdot \alpha/\xi) =$$
$$= 1{,}732/(1 + 2{,}88 \cdot \alpha)$$
$$\text{para } \xi = 1/1{,}44 \qquad (XII)$$

En dichos gráficos se observa la intersección de los haces de rectas para valores de "α" desde 4 hasta 7, y para valores de "x" de 0,50 hasta 1,00.

Indicando los valores que se encuentran en los dominios de los cuadriláteros de dosajes para k = 1,00 y k = 1,20 (agregado redondeado y angular, respectivamente) se visualizan las resistencias obtenibles (en función de "x") para distintas proporciones dentro de los límites plausibles.

Puede observarse que para valores bajos de "α" se tienen mezclas de elevado contenido de pasta cementicia y agregado de bajo módulo granulométrico

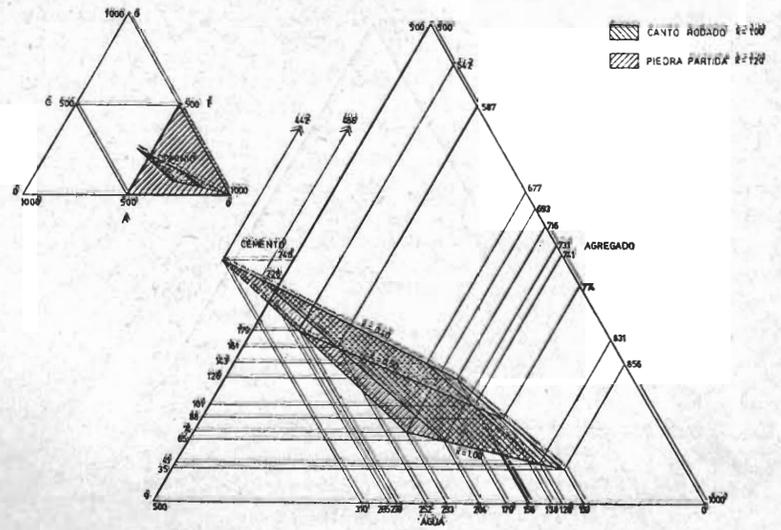


Figura 5

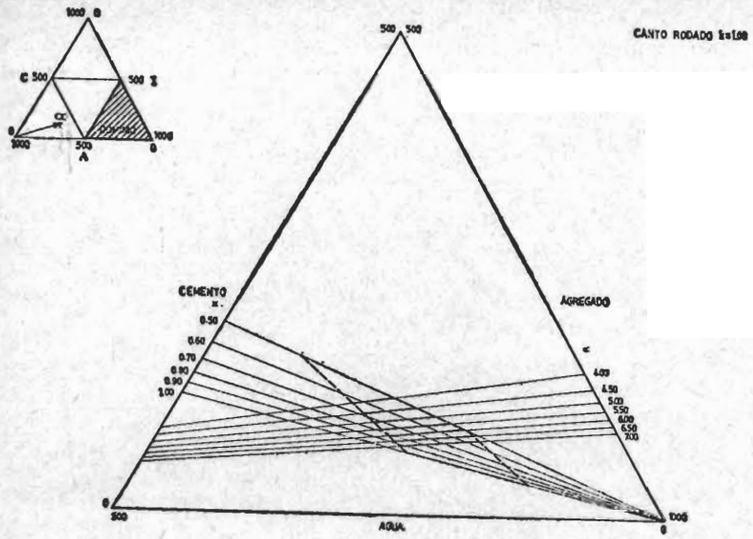


Figura 6

total, tendiendo a pasar de los hormigones a los morteros.

De las ecuaciones (X) y (XII) se obtienen las siguientes que permiten vincular "α" con "x", y ambos valores con "C" contenido de cemento de la mezcla:

$$6{,}25 \cdot x = (1{,}732/\mathrm{Tg}\ \phi) - 1 \qquad \text{(XIII)}$$

$$2{,}88 \cdot \alpha = (1{,}732/\mathrm{Tg}\ j) - 1 \qquad \text{(XIV)}$$

$$\mathrm{Tg}\ \phi/\mathrm{Tg}\ j = (1 + 2{,}88 \cdot \alpha)/(1 + 6{,}25 \cdot x) \qquad \text{(XV)}$$

y mediante éstas, finalmente:

$$\mathrm{Tg}\ \phi/\mathrm{Tg}\ j = (1000/[A + C/2]) - 1 = \\ = (1 + 2{,}88\ \alpha)/(1 + 6{,}25\ x)$$

de donde resulta:

$$1000/C = ([1 + 2{,}88\ \alpha]/[1 + 6{,}25\ x] + 1) \times \\ \times ([x/0{,}32] + 0{,}5) \qquad \text{(XVI)}$$

con la cual se produjo el gráfico de la figura 8 en el que se fijaron cuatro niveles de contenido de cemento:

$$C = 400,\ 350,\ 300 \text{ y } 250 \text{ kg (p/m}^3\text{)}$$

Se obtuvieron los valores de "α" (≃ Iva/Cva) para las rectas de "x" (= A/Cp) de 0,50 a 1,00. Fijados los límites (ver segmentos de trazos cortados) para mezclas de máximo contenido de agua (A, para: k = 1,2; y = 1,125; m ≃ 4,50) y de mínimo contenido de agua (A, para: k = 1; y = = 0,95; m = 6).

Este gráfico es particularmente ilustrativo pues en él puede observarse que para un contenido de

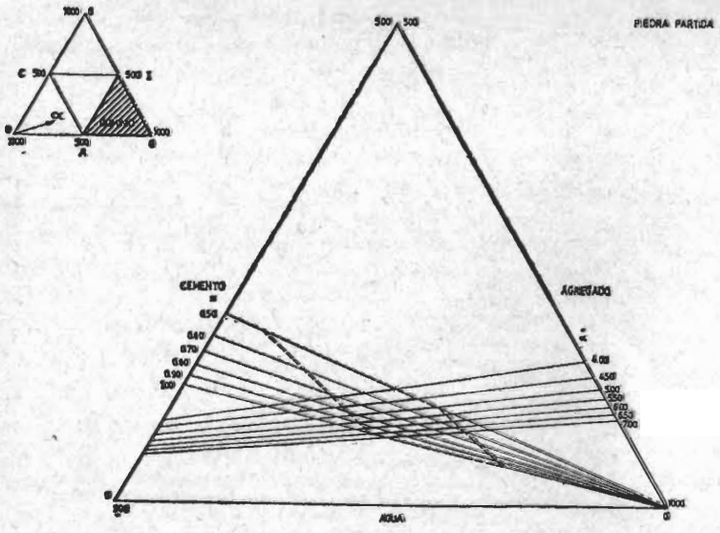


Figura 7

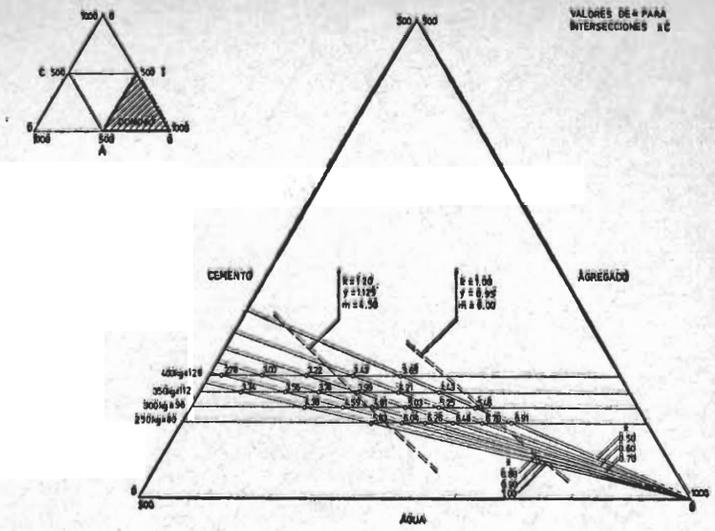


Figura 8

cemento C ≃ 300 kg, la relación α ≃ (i/C)va varía entre 4,8 (p/x = 0,80) y 5,4 (p/x ≃ 0,50), mientras que para α ≃ 6 (p/x ≃ 0,90) se encuentra con un contenido de cemento C = 250 kg, este valor de "α" se encuentra también para x ≃ 0,40 con C ≃ 290 kg, y para x ≃ 0,30 con C = 295 kg, fuera de los límites del dominio marcado precedentemente. Se comprueba así la imposibilidad de cumplir con la dosificación empírica (1:6)va para C = 300 kg que, sin embargo, tan frecuentemente se incluye en las especificaciones técnicas con ignorancia de los parámetros fundamentales de una dosificación racional.

En las condiciones consideradas en el párrafo anterior se mencionaron dosificaciones sin diferenciar la consistencia de la mezcla (coef. "y") ni la granulometría del agregado (módulo "m"); de incluir éstas y considerando:

$$\alpha_p \simeq (I/C)p = Iva \cdot PuI/Cva \cdot PuC \simeq \\ \simeq (PuI/PuC) \cdot \alpha \simeq \\ \simeq (1{,}20 \text{ a } 1{,}30) \cdot \alpha_{va} \qquad \text{(XVII)}$$

se puede transformar la ecuación (I) en:

$$(0{,}32 + x) \cdot Cp + 0{,}38 \cdot (\alpha_p \cdot Cp) \simeq \\ \simeq (0{,}32 + x + 0{,}38 \cdot \alpha_p) \cdot Cp = 1000 \qquad \text{(XVIII)}$$

y la ecuación (II) en:

$$(x/y - 0{,}23) \cdot Cp - \frac{2 \cdot k}{100} (8 - m) \times \\ \times (\alpha_p \cdot Cp) = (x/y - 0{,}23 - \frac{2 \cdot k}{100} \times \\ \times (8 - m) \cdot \alpha_p) \cdot Cp \simeq 0 \qquad \text{(XIX)}$$

siendo Cp ≠ 0, de donde resulta:

$$x/y \simeq 0{,}23 + \frac{2 \cdot k}{100} \cdot (8 - m) \cdot \alpha_p \qquad \text{(XX)}$$

o también:

$$m \simeq 8 - 100 \cdot (x/y - 0{,}23)/2 \cdot k \cdot \alpha_p \qquad \text{(XXI)}$$

En la ecuación (XX), para valores:

(m/α/k) de (4,5/1,25 . 7/1,2) hasta (6/1,25 . 4/1) varía x/y de 0,96 a 0,43, mientras que en la ecuación (XXI), para valores:

(x/y/k/α) de (0,8/0,95/1/1,25 . 4) a (0,4/1,125/1,2/1,25 . 6) varía el módulo m de 1,9 a 7,3.

Estos valores abarcan extremos dentro de los cuales cabe encontrar las soluciones convenientes; los valores bajos de "α" corresponden naturalmente a valores bajos de "m" e indican soluciones dentro del ámbito de los morteros.

La figura 9 representa la reducción del dominio entre los límites de α ≃ 4,0 hasta α ≃ 7,0 que de este modo se circunscribe aproximadamente al cincuenta por ciento del área del cuadrilátero original, quedando el exágono irregular que se muestra rayado en la lámina.

5.4. RELACIONES ECONÓMICAS / ÍNDICES DE COSTO

Las figuras 10, 11, 12 (p/k = 1) y las 13, 14, 15 (p/k = 1,20) muestran las intersecciones de las rectas correspondientes a soluciones con x = cte. y con m = cte., los puntos correspondientes a las combinaciones de

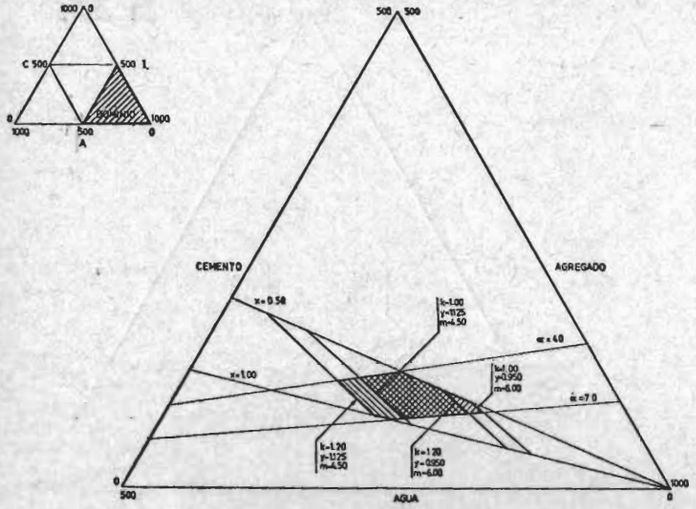


Figura 9

x = 0,50 - 0,60 - 0,70 - 0,80 - 0,90 - 1,00

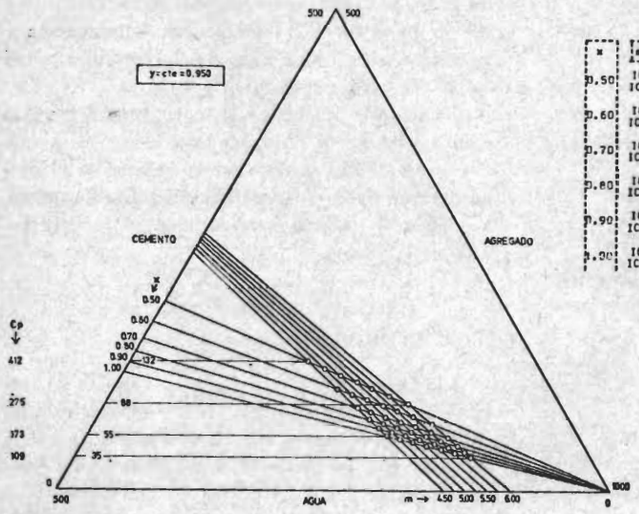
m = 4,50 - 5,00 - 5,50 - 6,00 pertenecen a las veinticuatro soluciones para las cuales se han tabulado los índices de costo por unidad de volumen (I.C.) y ponderado por resistencia (I.C.P.). Estas tablas acompañan a los seis gráficos correspondientes a distintas combinaciones de agregados y fluidez de las mezclas.

Observando estos valores se comprenden las leyes de variación de costos de las dosificaciones según su situación en el cuadrilátero constituido por los puntos registrados y todos los intermedios restantes. Nótese que los correspondientes a los cuatro vértices corresponden a distintos niveles de contenido de cemento (C) (ver líneas horizontales) que varían entre 35 l (110 kg) y 179 l (560 kg).

Los valores fueron obtenidos mediante la aplicación de las ecuaciones (VII) y (IX) y las conclusiones que se desprenden de su estudio se han graficado en la figura 16, en donde las flechas indican el sentido de variación de los costos según cada variable. La figura se realizó para un módulo constante m = 5,50 (valor medio) y agregado angular con k = 1,20 (P.P.).

La figura 17 analiza las variaciones de costos por medio de los índices mencionados, para ambas clases de agregado grueso y distintos módulos granulométricos, pero a diferencia de la anterior, para mezclas de consistencia constante, se acotan los límites de variación de cada variable indicando en qué sentido crece.

En ambas figuras (16 y 17) puede observarse que en cada dirección indicada, los valores del I.C.

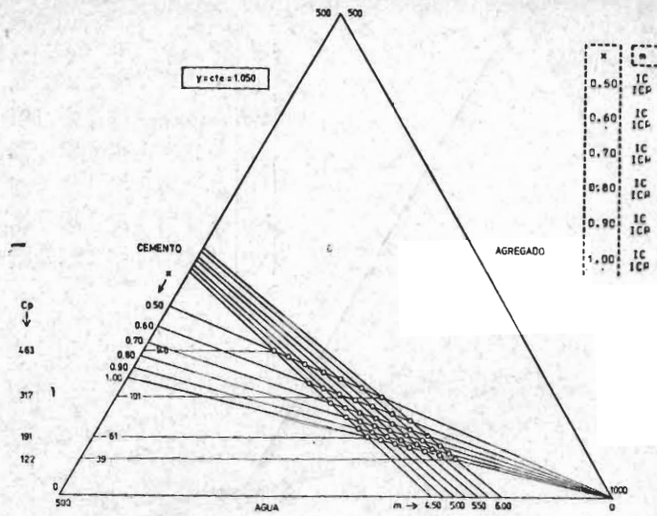


k=1.00 y=0.950

x	m	4.50	5.00	5.50	6.00
0.50	IC	3.711	3.796	3.859	3.907
	ICP	1.856	1.898	1.929	1.954
0.60	IC	3.383	3.504	3.616	3.705
	ICP	2.334	2.417	2.496	2.556
0.70	IC	3.178	3.328	3.461	3.577
	ICP	3.025	3.168	3.294	3.405
0.80	IC	3.031	3.200	3.351	3.489
	ICP	3.981	4.202	4.401	4.582
0.90	IC	2.926	3.109	3.275	3.427
	ICP	5.302	5.634	5.934	6.209
1.00	IC	2.840	3.037	3.215	3.379
	ICP	7.100	7.591	8.038	8.446

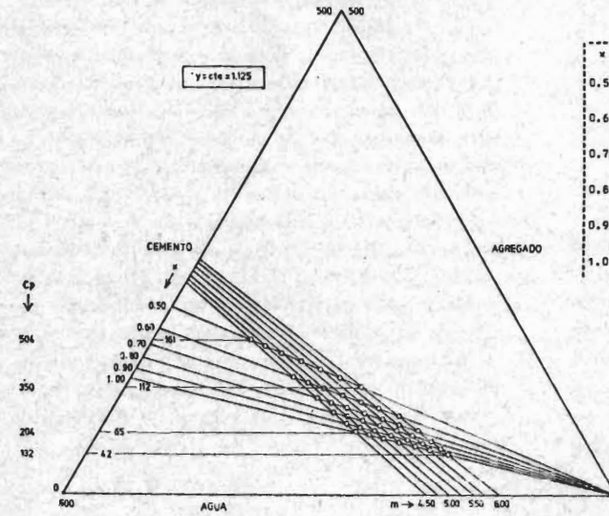
Figura 10

Figura 11



k=1.00 y=1.050

x	m	4.50	5.00	5.50	6.00
0.50	IC	3.848	3.913	3.967	3.994
	ICP	1.924	1.957	1.983	1.997
0.60	IC	3.476	3.588	3.679	3.756
	ICP	2.398	2.475	2.538	2.591
0.70	IC	3.241	3.383	3.504	3.610
	ICP	3.085	3.220	3.335	3.436
0.80	IC	3.081	3.256	3.382	3.511
	ICP	4.046	4.250	4.441	4.611
0.90	IC	2.959	3.138	3.292	3.440
	ICP	5.362	5.683	5.966	6.233
1.00	IC	2.868	3.054	3.228	3.385
	ICP	7.171	7.635	8.069	8.463

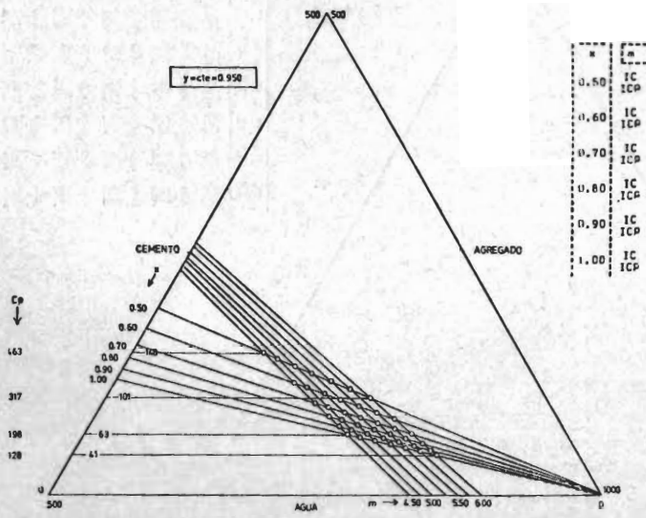


k=1.00 y=1.125

x	m	4.50	5.00	5.50	6.00
0.50	IC	3.959	4.015	4.063	4.087
	ICP	1.980	2.007	2.026	2.034
0.60	IC	3.554	3.651	3.729	3.796
	ICP	2.452	2.518	2.572	2.618
0.70	IC	3.297	3.420	3.536	3.633
	ICP	3.138	3.255	3.365	3.458
0.80	IC	3.118	3.268	3.404	3.526
	ICP	4.095	4.292	4.470	4.630
0.90	IC	2.986	3.153	3.310	3.448
	ICP	5.411	5.714	5.997	6.248
1.00	IC	2.887	3.068	3.238	3.390
	ICP	7.217	7.671	8.094	8.475

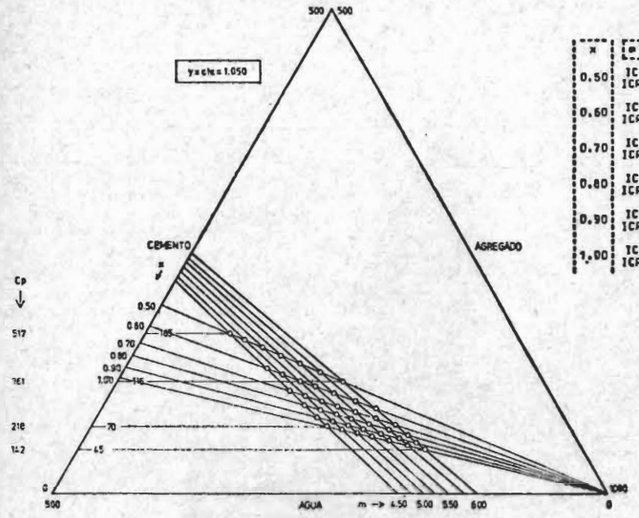
Figura 12

Figura 13



k=1.20 y=0.950

x	m	4.50	5.00	5.50	6.00
0.50	IC	3.717	3.762	3.794	3.798
	ICP	2.230	2.257	2.277	2.279
0.60	IC	3.352	3.435	3.504	3.557
	ICP	2.775	2.844	2.901	2.945
0.70	IC	3.116	3.229	3.327	3.409
	ICP	3.559	3.688	3.800	3.893
0.80	IC	2.943	3.082	3.198	3.304
	ICP	4.638	4.857	5.040	5.207
0.90	IC	2.822	2.971	3.106	3.225
	ICP	6.136	6.459	6.758	7.012
1.00	IC	2.721	2.889	3.035	3.169
	ICP	8.164	8.667	9.106	9.507



k=1.20
y=1.050

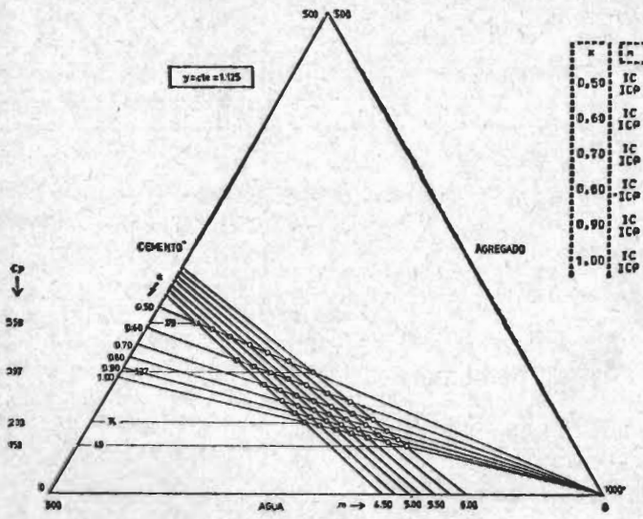
x	m	4,50	5,00	5,50	6,00
0,50	IC	3.871	3.905	3.912	3.908
	ICP	2.323	2.343	2.347	2.345
0,60	IC	3.461	3.534	3.587	3.621
	ICP	2.865	2.926	2.970	2.998
0,70	IC	3.193	3.291	3.382	3.447
	ICP	3.647	3.759	3.863	3.937
0,80	IC	3.006	3.124	3.235	3.331
	ICP	4.737	4.924	5.098	5.250
0,90	IC	2.866	3.008	3.135	3.247
	ICP	6.232	6.540	6.815	7.060
1,00	IC	2.760	2.911	3.053	3.180
	ICP	8.280	8.734	9.159	9.539

Figura 14

y el I.C.P. crecen en sentidos antagónicos; resulta evidente que ambos índices (I.C. e I.C.P.) sólo pueden crecer simultáneamente sobre las rectas de "x" (A/C = Cte.).

6. CONCLUSIONES

A lo largo de los cinco capítulos anteriores se ha efectuado un análisis y síntesis del problema de la dosificación racional de los hormigones, considerando sus variables más significativas y leyes de variación de éstas apoyadas en los resultados habitualmente aceptados de la investigación experimental, con las limitaciones expuestas en 1.3. Dichas variables fueron ordenadas en el Cap. 2, estableciéndose su importancia; para las secundarias (de costos) se fijaron valores circunstanciales que no afectan las interpretaciones y conclusiones de carácter general. En el Cap. 3 se realizó un planteo analítico que conduce a un sistema de ecuaciones mediante las cuales se alcanzan resultados en forma directa para cada conjunto de condiciones impuestas. La obtención posible de estos resultados mediante un procesado por computadora es consecuencia directa de lo anterior y queda expuesto en el Cap. 4 de este trabajo. En el Cap. 5 se vuelca dicho conjunto sobre representaciones gráficas cuya interpretación revela importantes relaciones y acota el dominio posible de las dosificaciones a menos del dos por ciento de todas las combinaciones representables e introduce, además, los elementos de análisis económico necesarios para efectuar una selección entre las posibles alternativas.



k=1.20
y=1.125

x	m	4,50	5,00	5,50	6,00
0,50	IC	3.999	4.015	4.014	3.989
	ICP	2.399	2.409	2.408	2.395
0,60	IC	3.545	3.603	3.650	3.673
	ICP	2.935	2.983	3.022	3.040
0,70	IC	3.254	3.345	3.418	3.485
	ICP	3.717	3.821	3.905	3.981
0,80	IC	3.047	3.161	3.267	3.354
	ICP	4.802	4.981	5.148	5.286
0,90	IC	2.897	3.034	3.152	3.261
	ICP	6.300	6.592	6.854	7.091
1,00	IC	2.782	2.934	3.067	3.191
	ICP	8.347	8.801	9.201	9.572

Figura 15

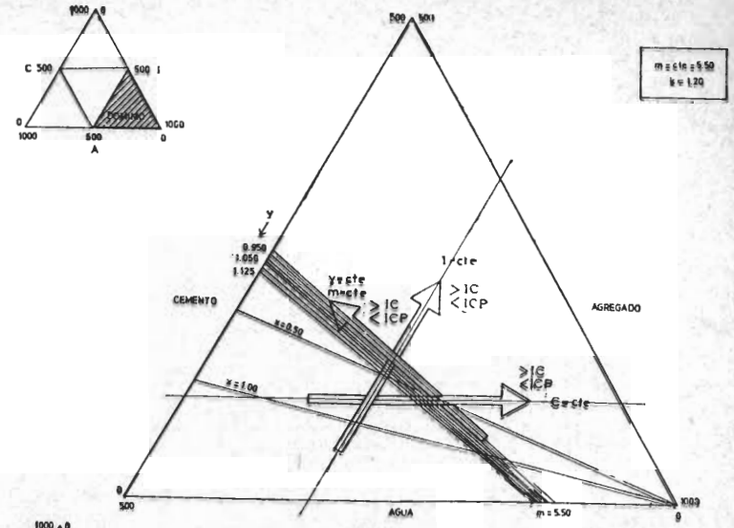


Figura 16

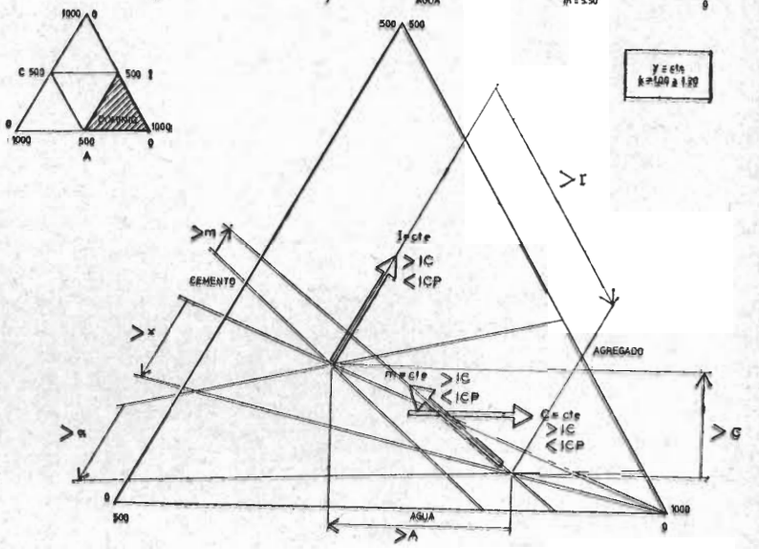


Figura 17

ESTUDIO ANALITICO Y GRAFICO DEL DOMINIO DE LOS HORMIGONES DOSIFICADOS RACIONALMENTE

Tablas correspondientes a las 1176 dosificaciones procesadas para los distintos valores de:

K = 1 (C.R.) y 1,2 (P.P.)

X = 0,45 a 1,00 (12 valores)

Y = 0,950 a 1,125 (7 valores)

M = 4,50 a 6,00 (7 valores)

Los siete valores adoptados para el módulo de finura correspondiente al agregado total se han considerado pertenecientes a composiciones que responden a las siguientes características:

AGREGADOS

Mf_T	Mf_F	% F	% G	Mf_G	$D_{mx} = d_n$
4,50	1,75	47	53	6,96	15
4,75	2,00	45	55	6,99	18
5,00	2,25	43	57	7,04	22
5,25	2,50	40	60	7,11	27
5,50	2,75	38	62	7,20	32
5,75	3,00	36	64	7,30	38
6,00	3,25	34	66	7,41	46

NOTA: En el procesamiento de las dosificaciones se ha hecho intervenir únicamente el módulo de finura total (Mf_T) por consiguiente las composiciones granulométricas precedentes son susceptibles de ser sustituídas por otras de propiedades equivalentes y se indican únicamente a título de ejemplo.

El tamaño máximo (D_{mx}) indicado en la tabla, resulta ser función del módulo de finura total (Mf_T) y de las relaciones establecidas en el apartado 3. de este trabajo.

k=1.00

x	y	m	Ip (t)	Cp (t)	A (m3)	Cvr (m3)	Ivr (m3)	α	Cvr (m3)	Fvr (m3)	%f	F2vr (m3)	F1vr (m3)	IC	ICP
0.45	0.950	4.50	1.663	0.478	0.215	0.153	0.632	2.85	0.333	0.299	47.25	0.000	0.299	3.948	1.680
		4.75	1.708	0.456	0.205	0.146	0.649	3.07	0.357	0.291	44.91	0.049	0.243	3.980	1.694
		5.00	1.756	0.432	0.195	0.138	0.667	3.33	0.383	0.285	42.61	0.095	0.190	4.002	1.694
		5.25	1.806	0.408	0.183	0.130	0.686	3.63	0.410	0.277	40.36	0.139	0.139	4.024	1.713
		5.50	1.859	0.381	0.172	0.122	0.706	4.00	0.437	0.270	38.17	0.180	0.090	4.044	1.721
		5.75	1.915	0.354	0.159	0.113	0.728	4.44	0.465	0.262	36.03	0.219	0.044	4.057	1.727
		6.00	1.975	0.324	0.146	0.104	0.750	5.00	0.495	0.255	33.95	0.255	0.000	4.064	1.730
	1.000	4.50	1.600	0.509	0.229	0.163	0.608	2.58	0.321	0.287	47.25	0.000	0.287	4.038	1.719
		4.75	1.646	0.486	0.219	0.156	0.626	2.78	0.344	0.281	44.91	0.047	0.234	4.067	1.731
		5.00	1.695	0.462	0.208	0.148	0.644	3.01	0.370	0.274	42.61	0.091	0.183	4.086	1.739
		5.25	1.747	0.437	0.197	0.140	0.664	3.28	0.395	0.268	40.36	0.134	0.134	4.105	1.747
		5.50	1.802	0.410	0.184	0.131	0.685	3.61	0.423	0.261	38.17	0.174	0.087	4.114	1.751
		5.75	1.860	0.381	0.171	0.122	0.707	4.01	0.452	0.255	36.03	0.212	0.042	4.123	1.755
		6.00	1.923	0.350	0.157	0.112	0.731	4.51	0.482	0.248	33.95	0.248	0.000	4.123	1.755
	1.025	4.50	1.568	0.525	0.236	0.168	0.596	2.45	0.314	0.281	47.25	0.000	0.281	4.084	1.730
		4.75	1.614	0.502	0.226	0.161	0.613	2.64	0.337	0.275	44.91	0.046	0.229	4.110	1.750
		5.00	1.664	0.478	0.215	0.153	0.632	2.86	0.363	0.269	42.61	0.090	0.180	4.128	1.757
		5.25	1.716	0.452	0.203	0.145	0.652	3.12	0.388	0.263	40.36	0.131	0.131	4.145	1.764
		5.50	1.772	0.424	0.191	0.136	0.674	3.43	0.416	0.257	38.17	0.171	0.086	4.153	1.768
		5.75	1.832	0.394	0.178	0.126	0.696	3.81	0.446	0.251	36.03	0.209	0.042	4.153	1.768
		6.00	1.896	0.363	0.163	0.116	0.721	4.28	0.476	0.245	33.95	0.245	0.000	4.152	1.767
	1.050	4.50	1.535	0.541	0.244	0.173	0.583	2.33	0.308	0.276	47.25	0.000	0.276	4.129	1.757
		4.75	1.582	0.518	0.233	0.166	0.601	2.51	0.331	0.270	44.91	0.045	0.225	4.153	1.768
		5.00	1.632	0.493	0.222	0.158	0.620	2.71	0.356	0.264	42.61	0.088	0.176	4.169	1.775
		5.25	1.686	0.467	0.210	0.149	0.641	2.96	0.383	0.259	40.36	0.129	0.129	4.176	1.778
		5.50	1.743	0.439	0.197	0.140	0.662	3.26	0.410	0.253	38.17	0.169	0.084	4.183	1.781
		5.75	1.803	0.409	0.185	0.130	0.685	3.62	0.440	0.248	36.03	0.206	0.041	4.182	1.780
		6.00	1.869	0.376	0.169	0.120	0.710	4.07	0.470	0.241	33.95	0.241	0.000	4.181	1.780
	1.075	4.50	1.502	0.557	0.251	0.178	0.571	2.21	0.302	0.270	47.25	0.000	0.270	4.173	1.776
		4.75	1.549	0.534	0.240	0.171	0.589	2.38	0.324	0.264	44.91	0.044	0.220	4.196	1.706
		5.00	1.600	0.509	0.229	0.163	0.608	2.58	0.349	0.259	42.61	0.086	0.173	4.210	1.792
		5.25	1.654	0.482	0.217	0.154	0.629	2.81	0.375	0.254	40.36	0.127	0.127	4.216	1.795
		5.50	1.712	0.454	0.204	0.145	0.651	3.09	0.403	0.249	38.17	0.166	0.083	4.222	1.797
		5.75	1.774	0.423	0.190	0.135	0.674	3.44	0.432	0.243	36.03	0.203	0.041	4.219	1.796
		6.00	1.841	0.390	0.176	0.128	0.699	3.87	0.462	0.237	33.95	0.237	0.000	4.216	1.795
0.45	1.100	4.50	1.469	0.574	0.258	0.184	0.558	2.10	0.294	0.263	47.25	0.000	0.263	4.227	1.799
		4.75	1.516	0.550	0.248	0.176	0.576	2.26	0.318	0.259	44.91	0.043	0.216	4.239	1.805
		5.00	1.567	0.525	0.236	0.168	0.596	2.45	0.342	0.254	42.61	0.085	0.169	4.252	1.810
		5.25	1.622	0.498	0.224	0.159	0.618	2.67	0.368	0.249	40.36	0.125	0.125	4.256	1.812
		5.50	1.681	0.469	0.211	0.150	0.639	2.94	0.395	0.244	38.17	0.163	0.081	4.280	1.813
		5.75	1.744	0.438	0.197	0.140	0.663	3.26	0.424	0.239	36.03	0.199	0.040	4.256	1.812
		6.00	1.812	0.405	0.182	0.129	0.688	3.67	0.455	0.234	33.95	0.234	0.000	4.245	1.807
	1.125	4.50	1.435	0.591	0.266	0.189	0.545	1.99	0.288	0.258	47.25	0.000	0.258	4.272	1.818
		4.75	1.483	0.567	0.255	0.181	0.563	2.14	0.311	0.254	44.91	0.042	0.211	4.282	1.823
		5.00	1.534	0.542	0.244	0.173	0.583	2.32	0.335	0.249	42.61	0.083	0.166	4.293	1.827
		5.25	1.590	0.514	0.231	0.155	0.604	2.53	0.360	0.243	40.36	0.122	0.122	4.304	1.832
		5.50	1.649	0.485	0.218	0.155	0.627	2.79	0.388	0.239	38.17	0.160	0.080	4.299	1.830
		5.75	1.713	0.453	0.204	0.145	0.651	3.10	0.417	0.235	36.03	0.196	0.039	4.293	1.828
		6.00	1.782	0.419	0.189	0.134	0.677	3.49	0.448	0.230	33.95	0.230	0.000	4.281	1.822
0.50	0.950	4.50	1.743	0.412	0.206	0.132	0.662	3.47	0.349	0.313	47.25	0.000	0.313	3.711	1.856
		4.75	1.785	0.392	0.196	0.125	0.679	3.74	0.374	0.305	44.91	0.051	0.254	3.750	1.875
		5.00	1.831	0.371	0.185	0.119	0.696	4.05	0.399	0.296	42.61	0.099	0.197	3.795	1.898
		5.25	1.879	0.349	0.174	0.112	0.714	4.42	0.425	0.288	40.36	0.144	0.144	3.832	1.915
		5.50	1.929	0.326	0.163	0.104	0.733	4.88	0.454	0.280	38.17	0.187	0.093	3.859	1.929
		5.75	1.982	0.301	0.151	0.096	0.753	5.40	0.482	0.272	36.03	0.226	0.045	3.884	1.942
		6.00	2.038	0.275	0.138	0.088	0.774	6.07	0.512	0.263	33.95	0.263	0.000	3.907	1.954
	1.000	4.50	1.688	0.438	0.219	0.143	0.641	3.16	0.338	0.303	47.25	0.000	0.303	3.780	1.890
		4.75	1.732	0.417	0.209	0.133	0.658	3.41	0.363	0.296	44.91	0.049	0.247	3.815	1.908
		5.00	1.779	0.395	0.198	0.128	0.676	3.69	0.389	0.289	42.61	0.076	0.192	3.850	1.925
		5.25	1.828	0.372	0.185	0.119	0.695	4.03	0.415	0.281	40.36	0.140	0.140	3.884	1.942
		5.50	1.880	0.348	0.174	0.111	0.714	4.43	0.442	0.273	38.17	0.182	0.091	3.909	1.954
		5.75	1.935	0.323	0.161	0.103	0.735	4.92	0.471	0.265	36.03	0.221	0.044	3.932	1.966
		6.00	1.994	0.295	0.148	0.095	0.758	5.54	0.500	0.258	33.95	0.257	0.000	3.954	1.977
	1.025	4.50	1.659	0.451	0.225	0.144	0.631	3.02	0.333	0.298	47.25	0.000	0.298	3.814	1.907
		4.75	1.704	0.430	0.215	0.138	0.648	3.25	0.356	0.292	44.91	0.048	0.242	3.856	1.923
		5.00	1.752	0.408	0.204	0.130	0.666	3.52	0.383	0.284	42.61	0.095	0.189	3.882	1.941
		5.25	1.802	0.384	0.192	0.123	0.685	3.84	0.408	0.276	40.36	0.138	0.138	3.914	1.957
		5.50	1.855	0.360	0.180	0.115	0.705	4.23	0.436	0.269	38.17	0.180	0.090	3.936	1.969
		5.75	1.912	0.334	0.167	0.107	0.726	4.70	0.464	0.262	36.03	0.218	0.044	3.960	1.980
		6.00	1.971	0.306	0.153	0.098	0.749	5.28	0.495	0.254	33.95	0.254	0.003	3.974	1.967
0.50	1.050	4.50	1.631	0.464	0.232	0.148	0.620	2.88	0.327	0.293	47.25	0.000	0.293	3.845	1.924
		4.75	1.676	0.443	0.221	0.142	0.637	3.11	0.350	0.286	44.91	0.049	0.238	3.883	1.945
		5.00	1.725	0.420	0.210	0.134	0.655	3.36	0.377	0.283	42.61	0.093	0.187	3.913	[illegible]
		5.25	1.776	0.397	0.198	0.127	0.675	3.67	0.402	0.272	40.36	0.136	0.136	3.944	[illegible]
		5.50	1.830	0.372	0.186	0.119	0.695	4.04	0.430	0.265	38.17	0.177	0.089	3.967	[illegible]
		5.75	1.887	0.345	0.172	0.110	0.717	4.49	0.459	0.259	36.03	0.216	0.043	3.981	[illegible]
		6.00	1.948	0.317	0.158	0.101	0.740	5.05	0.490	0.252	33.95	0.252	0.000	3.994	[illegible]
	1.075	4.50	1.602	0.477	0.239	0.153	0.609	2.75	0.321	0.287	47.25	0.000	0.287	3.891	1.965
		4.75	1.648	0.456	0.228	0.146	0.626	2.97	0.345	0.281	44.91	0.047	0.234	3.922	1.961
		5.00	1.697	0.433	0.217	0.139	0.645	3.21	0.369	0.274	42.61	0.091	0.183	3.952	1.976
		5.25	1.749	0.409	0.205	0.131	0.665	3.51	0.396	0.268	40.36	0.134	0.134	3.974	1.987
		5.50	1.804	0.384	0.192	0.123	0.685	3.86	0.423	0.261	38.17	0.176	0.087	3.995	1.998
		5.75	1.862	0.356	0.178	0.114	0.708	4.28	0.453	0.255	36.03	0.213	0.042	4.009	2.004
		6.00	1.925	0.327	0.164	0.105	0.731	4.82	0.483	0.248	33.95	0.249	0.000	4.021	2.010
	1.100	4.50	1.573	0.490	0.245	0.157	0.598	2.63	0.315	0.282	47.25	0.000	0.282	3.925	1.963
		4.75	1.620	0.469	0.234	0.150	0.616	2.63	0.339	0.276	44.91	0.046	0.230	3.955	1.977
		5.00	1.669	0.446	0.223	0.143	0.634	3.07	0.364	0.270	42.61	0.090	0.180	3.984	1.997
		5.25	1.722	0.422	0.211	0.135	0.654	3.35	0.390	0.264	40.36	0.132	0.132	4.004	2.002
		5.50	1.777	0.398	0.198	0.127	0.675	3.68	0.417	0.257	38.17	0.173	0.086	4.024	2.012
		5.75	1.837	0.368	0.184	0.118	0.698	4.09	0.446	0.251	36.03	0.209	0.042	4.036	2.018
		6.00	1.901	0.339	0.169	0.108	0.722	4.60	0.478	0.246	33.95	0.246	0.000	4.040	2.020
	1.125	4.50	1.544	0.504	0.252	0.161	0.587	2.51	0.310	0.278	47.25	0.000	0.278	3.959	1.980
		4.75	1.591	0.482	0.241	0.154	0.605	2.71	0.334	0.272	44.91	0.045	0.227	3.987	1.994
		5.00	1.641	0.459	0.230	0.147	0.624	2.93	0.358	0.266	42.61	0.089	0.177	4.015	2.007
		5.25	1.694	0.434	0.217	0.139	0.644	3.20	0.384	0.260	40.36	0.130	0.130	4.034	2.017
		5.50	1.751	0.408	0.204	0.131	0.665	3.52	0.411	0.254	38.17	0.169	0.085	4.043	2.022
		5.75	1.811	0.380	0.190	0.122	0.688	3.91	0.440	0.248	36.03	0.205	0.041	4.044	2.032
		6.00	1.876	0.350	0.175	0.112	0.713	4.40	0.471	0.242	33.95	0.242	0.000	4.057	2.034

Planilla 1. – Dosificaciones procesadas por computación.

RESUMEN k=1.00

x	y	m	Ip (t)	Cp (t)	A (m3)	Cvr (m3)	Ivr (m3)	α	Cvr' (m3)	Fvr (m3)	%f	F2vr (m3)	F1vr (m3)	IC	ICP
0.45	0.950	5.50	1.859	0.381	0.172	0.122	0.706	4.00	0.437	0.270	38.17	0.180	0.090	4.044	1.721
	1.000	5.50	1.802	0.410	0.184	0.131	0.685	3.61	0.423	0.261	38.17	0.174	0.087	4.114	1.751
	1.025	5.50	1.772	0.424	0.191	0.136	0.674	3.43	0.416	0.257	38.17	0.171	0.086	4.153	1.768
	1.050	5.50	1.743	0.439	0.197	0.140	0.662	3.26	0.410	0.253	38.17	0.169	0.084	4.183	1.781
	1.075	5.50	1.712	0.454	0.204	0.145	0.651	3.09	0.403	0.249	38.17	0.166	0.083	4.222	1.797
	1.100	5.50	1.681	0.469	0.211	0.150	0.639	2.94	0.395	0.244	38.17	0.163	0.081	4.260	1.813
	1.125	5.50	1.649	0.485	0.218	0.155	0.627	2.79	0.388	0.239	38.17	0.160	0.080	4.299	1.830
0.50	0.950	5.50	1.929	0.326	0.163	0.104	0.733	4.86	0.454	0.280	38.17	0.187	0.093	3.859	1.929
	1.000	5.50	1.880	0.348	0.174	0.111	0.714	4.43	0.442	0.273	38.17	0.182	0.091	3.909	1.954
	1.025	5.50	1.855	0.360	0.180	0.115	0.705	4.23	0.436	0.269	38.17	0.180	0.090	3.938	1.969
	1.050	5.50	1.830	0.372	0.186	0.119	0.695	4.04	0.430	0.265	38.17	0.177	0.088	3.967	1.983
	1.075	5.50	1.804	0.384	0.192	0.123	0.685	3.86	0.423	0.261	38.17	0.174	0.087	3.995	1.998
	1.100	5.50	1.777	0.396	0.198	0.127	0.675	3.68	0.417	0.257	38.17	0.173	0.086	4.024	2.012
	1.125	5.50	1.751	0.408	0.204	0.131	0.665	3.52	0.411	0.254	38.17	0.169	0.085	4.053	2.026
0.52	0.950	5.50	1.952	0.308	0.160	0.098	0.742	5.20	0.459	0.284	38.17	0.189	0.094	3.797	2.025
	1.000	5.50	1.905	0.329	0.171	0.105	0.724	4.76	0.451	0.278	38.17	0.186	0.093	3.846	2.051
	1.025	5.50	1.882	0.339	0.176	0.109	0.715	4.55	0.441	0.272	38.17	0.182	0.091	3.874	2.066
	1.050	5.50	1.858	0.350	0.182	0.112	0.706	4.35	0.437	0.269	38.17	0.180	0.090	3.895	2.077
	1.075	5.50	1.833	0.361	0.188	0.116	0.697	4.16	0.430	0.265	38.17	0.177	0.088	3.923	2.092
	1.100	5.50	1.808	0.372	0.194	0.119	0.687	3.98	0.425	0.262	38.17	0.175	0.087	3.944	2.103
	1.125	5.50	1.783	0.384	0.200	0.123	0.678	3.81	0.419	0.258	38.17	0.172	0.086	3.972	2.118
0.54	0.950	5.50	1.972	0.291	0.157	0.093	0.749	5.55	0.464	0.286	38.17	0.191	0.095	3.744	2.129
	1.000	5.50	1.928	0.311	0.168	0.100	0.733	5.08	0.452	0.279	38.17	0.186	0.093	3.792	2.157
	1.025	5.50	1.905	0.321	0.173	0.103	0.724	4.87	0.447	0.276	38.17	0.184	0.092	3.813	2.168
	1.050	5.50	1.882	0.331	0.178	0.106	0.715	4.66	0.442	0.273	38.17	0.182	0.091	3.833	2.180
	1.075	5.50	1.859	0.341	0.184	0.109	0.706	4.47	0.437	0.270	38.17	0.180	0.090	3.854	2.192
	1.100	5.50	1.836	0.352	0.190	0.113	0.697	4.28	0.431	0.266	38.17	0.177	0.089	3.881	2.207
	1.125	5.50	1.812	0.362	0.196	0.116	0.688	4.10	0.426	0.263	38.17	0.175	0.088	3.901	2.219
0.56	0.950	5.50	1.990	0.277	0.155	0.089	0.756	5.90	0.467	0.288	38.17	0.192	0.096	3.700	2.244
	1.000	5.50	1.948	0.295	0.165	0.095	0.740	5.41	0.457	0.282	38.17	0.188	0.094	3.740	2.269
	1.025	5.50	1.926	0.304	0.171	0.097	0.732	5.19	0.454	0.280	38.17	0.187	0.093	3.754	2.277
	1.050	5.50	1.905	0.314	0.176	0.100	0.724	4.97	0.448	0.277	38.17	0.185	0.093	3.773	2.289
	1.075	5.50	1.882	0.324	0.181	0.104	0.715	4.77	0.441	0.273	38.17	0.182	0.091	3.800	2.309
	1.100	5.50	1.860	0.333	0.187	0.107	0.707	4.58	0.436	0.269	38.17	0.180	0.090	3.820	2.317
	1.125	5.50	1.837	0.343	0.192	0.110	0.698	4.39	0.431	0.266	38.17	0.178	0.089	3.840	2.329

x	y	m	Ip (t)	Cp (t)	A (m3)	Cvr (m3)	Ivr (m3)	α	Cvr (m3)	Fvr (m3)	%f	F2vr (m3)	F1vr (m3)	IC	ICP
0.58	0.950	5.50	2.007	0.264	0.153	0.084	0.763	6.24	0.472	0.292	38.17	0.194	0.097	3.651	2.362
	1.000	5.50	1.966	0.281	0.163	0.090	0.747	5.74	0.462	0.285	38.17	0.193	0.095	3.690	2.387
	1.025	5.50	1.946	0.290	0.168	0.093	0.739	5.51	0.457	0.282	38.17	0.189	0.094	3.719	2.405
	1.050	5.50	1.925	0.298	0.173	0.096	0.731	5.29	0.451	0.279	38.17	0.186	0.093	3.729	2.417
	1.075	5.50	1.903	0.307	0.178	0.098	0.723	5.08	0.448	0.276	38.17	0.184	0.092	3.742	2.420
	1.100	5.50	1.882	0.317	0.184	0.101	0.715	4.88	0.443	0.273	38.17	0.182	0.091	3.760	2.432
	1.125	5.50	1.860	0.326	0.189	0.104	0.707	4.68	0.438	0.270	38.17	0.180	0.090	3.780	2.445
0.60	0.950	5.50	2.022	0.252	0.151	0.081	0.768	6.59	0.474	0.293	38.17	0.195	0.098	3.615	2.496
	1.000	5.50	1.983	0.268	0.161	0.086	0.753	6.07	0.466	0.287	38.17	0.192	0.096	3.648	2.516
	1.025	5.50	1.963	0.276	0.166	0.088	0.746	5.83	0.462	0.285	38.17	0.193	0.095	3.660	2.525
	1.050	5.50	1.943	0.285	0.171	0.091	0.738	5.60	0.457	0.282	38.17	0.188	0.094	3.679	2.538
	1.075	5.50	1.922	0.293	0.176	0.095	0.731	5.38	0.450	0.278	38.17	0.185	0.092	3.704	2.555
	1.100	5.50	1.902	0.301	0.181	0.096	0.723	5.17	0.448	0.276	38.17	0.184	0.092	3.719	2.559
	1.125	5.50	1.881	0.310	0.186	0.099	0.715	4.97	0.442	0.273	38.17	0.182	0.091	3.729	2.572
0.65	0.950	5.50	2.054	0.226	0.147	0.072	0.781	7.45	0.484	0.298	38.17	0.199	0.099	3.576	2.657
	1.000	5.50	2.018	0.240	0.156	0.077	0.767	6.89	0.474	0.293	38.17	0.195	0.098	3.555	2.681
	1.025	5.50	2.000	0.247	0.161	0.079	0.760	6.63	0.470	0.290	38.17	0.194	0.097	3.567	2.690
	1.050	5.50	1.982	0.255	0.166	0.081	0.753	6.38	0.467	0.288	38.17	0.192	0.096	3.578	2.699
	1.075	5.50	1.963	0.262	0.170	0.084	0.746	6.14	0.461	0.285	38.17	0.190	0.095	3.596	2.914
	1.100	5.50	1.944	0.269	0.175	0.086	0.739	5.92	0.457	0.282	38.17	0.185	0.094	3.607	2.921
	1.125	5.50	1.925	0.277	0.180	0.089	0.732	5.70	0.452	0.279	38.17	0.186	0.093	3.625	2.938
0.70	0.950	5.50	2.081	0.205	0.144	0.066	0.791	8.31	0.489	0.302	38.17	0.201	0.100	3.461	3.294
	1.000	5.50	2.047	0.218	0.152	0.070	0.778	7.71	0.481	0.296	38.17	0.198	0.099	3.467	3.319
	1.025	5.50	2.030	0.224	0.157	0.072	0.771	7.43	0.477	0.294	38.17	0.196	0.098	3.493	3.325
	1.050	5.50	2.013	0.230	0.161	0.074	0.765	7.16	0.473	0.292	38.17	0.195	0.097	3.504	3.339
	1.075	5.50	1.996	0.237	0.166	0.076	0.758	6.91	0.469	0.289	38.17	0.193	0.096	3.514	3.345
	1.100	5.50	1.978	0.243	0.170	0.078	0.752	6.66	0.465	0.287	38.17	0.191	0.096	3.525	3.359
	1.125	5.50	1.961	0.250	0.175	0.080	0.745	6.43	0.461	0.285	38.17	0.190	0.095	3.536	3.365
0.80	0.950	5.50	2.121	0.173	0.139	0.055	0.805	10.04	0.500	0.307	38.17	0.205	0.101	3.351	4.401
	1.000	5.50	2.091	0.183	0.147	0.059	0.795	9.35	0.491	0.303	38.17	0.202	0.101	3.368	4.424
	1.025	5.50	2.076	0.189	0.151	0.060	0.789	9.03	0.489	0.302	38.17	0.201	0.101	3.373	4.429
	1.050	5.50	2.061	0.194	0.155	0.062	0.783	8.72	0.484	0.299	38.17	0.199	0.100	3.382	4.441
	1.075	5.50	2.045	0.199	0.159	0.064	0.777	8.43	0.480	0.296	38.17	0.195	0.099	3.390	4.453
	1.100	5.50	2.030	0.204	0.163	0.065	0.771	8.16	0.478	0.295	38.17	0.197	0.098	3.395	4.459
	1.125	5.50	2.016	0.209	0.167	0.067	0.766	7.89	0.474	0.292	38.17	0.195	0.097	3.404	4.470

x	y	m	Ip (t)	Cp (t)	A (m3)	Cvr (m3)	Ivr (m3)	α	Cvr (m3)	Fvr (m3)	%f	F2vr (m3)	F1vr (m3)	IC	ICP
0.90	0.950	5.50	2.150	0.150	0.135	0.048	0.817	11.76	0.505	0.312	38.17	0.208	0.104	3.275	5.934
	1.000	5.50	2.123	0.158	0.143	0.051	0.807	10.99	0.498	0.308	38.17	0.205	0.103	3.286	5.957
	1.025	5.50	2.109	0.163	0.146	0.052	0.801	10.63	0.496	0.306	38.17	0.204	0.102	3.289	5.959
	1.050	5.50	2.095	0.167	0.150	0.053	0.796	10.28	0.494	0.305	38.17	0.203	0.102	3.292	5.966
	1.075	5.50	2.081	0.171	0.154	0.053	0.791	9.96	0.494	0.305	38.17	0.203	0.102	3.292	5.966
	1.100	5.50	2.067	0.176	0.158	0.056	0.786	9.65	0.487	0.300	38.17	0.200	0.100	3.303	5.984
	1.125	5.50	2.053	0.180	0.162	0.058	0.780	9.35	0.482	0.297	38.17	0.198	0.099	3.310	5.997
1.00	0.950	5.50	2.173	0.132	0.132	0.042	0.826	13.49	0.511	0.316	38.17	0.211	0.105	3.214	6.034
	1.000	5.50	2.147	0.139	0.139	0.045	0.816	12.63	0.504	0.311	38.17	0.207	0.104	3.223	6.054
	1.025	5.50	2.134	0.143	0.143	0.046	0.811	12.23	0.501	0.308	38.17	0.206	0.103	3.225	6.063
	1.050	5.50	2.122	0.147	0.147	0.047	0.806	11.85	0.499	0.308	38.17	0.205	0.103	3.226	6.069
	1.075	5.50	2.109	0.151	0.151	0.048	0.801	11.48	0.496	0.306	38.17	0.204	0.102	3.230	6.079
	1.100	5.50	2.096	0.154	0.154	0.049	0.796	11.14	0.494	0.305	38.17	0.203	0.102	3.233	6.087
	1.125	5.50	2.083	0.156	0.156	0.051	0.791	10.81	0.489	0.302	38.17	0.201	0.101	3.238	6.094

Planilla 2. – Dosificaciones procesadas por computación para agregado redondeado y módulo granulométrico total 5,50.

RESUMEN

k=1,28

x	y	n	Ip (t)	Cp (t)	A (m3)	Cvr (m3)	Ivr (m3)	m	Gvr (m3)	Fvr (m3)	ϕf	F2vr (m3)	F1vr (m3)	IC	ICP
0,45	0,950	5,50	1,756	0,432	0,195	0,138	0,667	3,33	0,413	0,255	38,17	0,170	0,085	4,003	2,045
	1,000	5,50	1,805	0,462	0,208	0,148	0,644	3,01	0,399	0,246	38,17	0,164	0,083	4,085	2,087
	1,025	5,50	1,664	0,478	0,215	0,153	0,632	2,82	0,391	0,241	38,17	0,161	0,080	4,127	2,108
	1,050	5,50	1,632	0,493	0,222	0,158	0,620	2,71	0,384	0,237	38,17	0,158	0,079	4,168	2,129
	1,075	5,50	1,600	0,509	0,229	0,163	0,608	2,58	0,376	0,232	38,17	0,155	0,077	4,209	2,150
	1,100	5,50	1,567	0,525	0,236	0,168	0,596	2,45	0,369	0,228	38,17	0,152	0,076	4,251	2,171
	1,125	5,50	1,534	0,542	0,244	0,173	0,583	2,31	0,361	0,223	38,17	0,149	0,074	4,292	2,192
0,50	0,950	5,50	1,831	0,371	0,185	0,119	0,696	4,05	0,430	0,266	38,17	0,177	0,088	3,794	2,277
	1,000	5,50	1,779	0,395	0,198	0,126	0,676	3,69	0,419	0,259	38,17	0,172	0,086	3,849	2,310
	1,025	5,50	1,752	0,408	0,204	0,130	0,666	3,52	0,413	0,255	38,17	0,170	0,085	3,881	2,326
	1,050	5,50	1,725	0,420	0,210	0,134	0,655	3,36	0,406	0,251	38,17	0,167	0,084	3,912	2,347
	1,075	5,50	1,697	0,433	0,217	0,139	0,645	3,21	0,398	0,246	38,17	0,164	0,082	3,951	2,371
	1,100	5,50	1,669	0,446	0,223	0,143	0,634	3,07	0,392	0,242	38,17	0,161	0,081	3,983	2,390
	1,125	5,50	1,641	0,459	0,230	0,147	0,624	2,93	0,386	0,238	38,17	0,159	0,079	4,014	2,408
0,52	0,950	5,50	1,656	0,351	0,182	0,112	0,705	4,34	0,437	0,270	38,17	0,180	0,090	3,720	2,381
	1,000	5,50	1,806	0,374	0,194	0,120	0,686	3,96	0,424	0,262	38,17	0,174	0,087	3,782	2,420
	1,025	5,50	1,780	0,386	0,200	0,123	0,676	3,79	0,419	0,259	38,17	0,172	0,086	3,805	2,435
	1,050	5,50	1,754	0,397	0,206	0,127	0,667	3,62	0,413	0,255	38,17	0,170	0,085	3,835	2,454
	1,075	5,50	1,728	0,409	0,213	0,131	0,657	3,47	0,406	0,251	38,17	0,167	0,084	3,866	2,474
	1,100	5,50	1,702	0,421	0,218	0,135	0,647	3,32	0,400	0,247	38,17	0,164	0,082	3,897	2,493
	1,125	5,50	1,675	0,433	0,225	0,138	0,636	3,17	0,395	0,244	38,17	0,162	0,081	3,920	2,508
0,54	0,950	5,50	1,878	0,333	0,180	0,107	0,714	4,63	0,441	0,272	38,17	0,181	0,091	3,664	2,500
	1,000	5,50	1,830	0,354	0,191	0,113	0,695	4,24	0,431	0,266	38,17	0,177	0,089	3,709	2,531
	1,025	5,50	1,806	0,365	0,197	0,117	0,686	4,06	0,424	0,262	38,17	0,175	0,087	3,739	2,551
	1,050	5,50	1,781	0,376	0,203	0,120	0,677	3,89	0,419	0,259	38,17	0,173	0,086	3,761	2,567
	1,075	5,50	1,756	0,387	0,209	0,124	0,667	3,72	0,413	0,255	38,17	0,170	0,085	3,791	2,587
	1,100	5,50	1,731	0,398	0,215	0,127	0,658	3,57	0,408	0,252	38,17	0,168	0,084	3,814	2,603
	1,125	5,50	1,705	0,409	0,221	0,131	0,648	3,42	0,401	0,248	38,17	0,165	0,083	3,843	2,623
0,56	0,950	5,50	1,898	0,317	0,177	0,101	0,721	4,91	0,447	0,276	38,17	0,184	0,092	3,601	2,621
	1,000	5,50	1,852	0,337	0,189	0,108	0,704	4,51	0,435	0,269	38,17	0,179	0,089	3,663	2,658
	1,025	5,50	1,828	0,347	0,194	0,111	0,695	4,32	0,430	0,265	38,17	0,177	0,088	3,675	2,674
	1,050	5,50	1,805	0,356	0,200	0,114	0,686	4,15	0,425	0,262	38,17	0,175	0,087	3,696	2,690
	1,075	5,50	1,781	0,367	0,206	0,118	0,677	3,98	0,418	0,258	38,17	0,172	0,086	3,726	2,712
	1,100	5,50	1,757	0,378	0,212	0,122	0,666	3,81	0,413	0,255	38,17	0,170	0,085	3,748	2,728
	1,125	5,50	1,733	0,388	0,217	0,124	0,658	3,66	0,408	0,252	38,17	0,169	0,084	3,770	2,744

x	y	n	Ip (t)	Cp (t)	A (m3)	Cvr (m3)	Ivr (m3)	m	Gvr (m3)	Fvr (m3)	ϕf	F2vr (m3)	F1vr (m3)	IC	ICP
0,58	0,950	5,50	1,916	0,302	0,175	0,097	0,728	5,28	0,450	0,278	38,17	0,185	0,093	3,555	2,702
	1,000	5,50	1,872	0,321	0,186	0,103	0,711	4,78	0,440	0,271	38,17	0,181	0,090	3,558	2,743
	1,025	5,50	1,849	0,330	0,192	0,106	0,703	4,59	0,434	0,268	38,17	0,179	0,089	3,620	2,815
	1,050	5,50	1,826	0,340	0,197	0,109	0,694	4,41	0,429	0,265	38,17	0,177	0,088	3,641	2,826
	1,075	5,50	1,804	0,350	0,203	0,112	0,685	4,23	0,424	0,262	38,17	0,174	0,087	3,663	2,843
	1,100	5,50	1,780	0,359	0,208	0,115	0,677	4,06	0,419	0,258	38,17	0,172	0,086	3,684	2,860
	1,125	5,50	1,757	0,369	0,214	0,118	0,668	3,90	0,414	0,255	38,17	0,170	0,085	3,705	2,876
0,60	0,950	5,50	1,933	0,289	0,173	0,092	0,734	5,49	0,455	0,281	38,17	0,187	0,094	3,504	2,901
	1,000	5,50	1,890	0,306	0,184	0,098	0,718	5,06	0,444	0,274	38,17	0,183	0,091	3,546	2,936
	1,025	5,50	1,868	0,315	0,189	0,101	0,710	4,86	0,439	0,271	38,17	0,181	0,090	3,567	2,953
	1,050	5,50	1,846	0,324	0,195	0,104	0,702	4,67	0,434	0,268	38,17	0,179	0,089	3,587	2,970
	1,075	5,50	1,824	0,334	0,200	0,107	0,693	4,48	0,428	0,265	38,17	0,176	0,088	3,608	2,987
	1,100	5,50	1,802	0,343	0,206	0,110	0,685	4,31	0,423	0,261	38,17	0,174	0,087	3,629	3,005
	1,125	5,50	1,779	0,352	0,211	0,113	0,676	4,15	0,418	0,258	38,17	0,172	0,086	3,650	3,022
0,62	0,950	5,50	1,968	0,260	0,169	0,083	0,748	6,21	0,463	0,285	38,17	0,191	0,095	3,406	3,011
	1,000	5,50	1,928	0,275	0,179	0,088	0,733	5,74	0,454	0,280	38,17	0,187	0,093	3,428	3,045
	1,025	5,50	1,908	0,283	0,184	0,091	0,725	5,52	0,448	0,277	38,17	0,184	0,093	3,458	3,062
	1,050	5,50	1,888	0,291	0,189	0,093	0,718	5,32	0,444	0,274	38,17	0,183	0,091	3,471	3,075
	1,075	5,50	1,868	0,299	0,194	0,096	0,710	5,12	0,439	0,271	38,17	0,181	0,090	3,490	3,090
	1,100	5,50	1,848	0,307	0,200	0,098	0,702	4,93	0,435	0,269	38,17	0,179	0,089	3,503	3,107
	1,125	5,50	1,827	0,316	0,205	0,101	0,694	4,75	0,429	0,265	38,17	0,177	0,088	3,521	3,126
0,70	0,950	5,50	1,997	0,236	0,165	0,076	0,759	6,93	0,469	0,289	38,17	0,193	0,096	3,327	3,160
	1,000	5,50	1,960	0,250	0,175	0,080	0,745	6,42	0,461	0,285	38,17	0,190	0,095	3,351	3,198
	1,025	5,50	1,941	0,257	0,180	0,082	0,738	6,19	0,457	0,282	38,17	0,189	0,094	3,364	3,217
	1,050	5,50	1,923	0,264	0,185	0,085	0,731	5,97	0,453	0,279	38,17	0,186	0,093	3,382	3,233
	1,075	5,50	1,904	0,271	0,190	0,087	0,723	5,76	0,447	0,276	38,17	0,184	0,092	3,396	3,247
	1,100	5,50	1,885	0,278	0,195	0,089	0,716	5,55	0,443	0,274	38,17	0,182	0,091	3,406	3,259
	1,125	5,50	1,866	0,285	0,200	0,091	0,709	5,36	0,439	0,271	38,17	0,181	0,090	3,418	3,275
0,80	0,950	5,50	2,042	0,208	0,160	0,068	0,776	8,37	0,480	0,296	38,17	0,198	0,099	3,196	3,340
	1,000	5,50	2,008	0,211	0,169	0,068	0,763	7,78	0,471	0,291	38,17	0,194	0,097	3,219	3,373
	1,025	5,50	1,992	0,213	0,174	0,069	0,757	7,52	0,468	0,289	38,17	0,193	0,097	3,225	3,392
	1,050	5,50	1,975	0,223	0,178	0,071	0,750	7,27	0,465	0,287	38,17	0,191	0,096	3,236	3,398
	1,075	5,50	1,958	0,228	0,183	0,073	0,744	7,03	0,461	0,284	38,17	0,190	0,095	3,246	3,415
	1,100	5,50	1,941	0,234	0,187	0,075	0,738	6,80	0,455	0,282	38,17	0,188	0,094	3,256	3,431
	1,125	5,50	1,924	0,240	0,192	0,077	0,731	6,58	0,452	0,279	38,17	0,186	0,093	3,267	3,448

x	y	n	Ip (t)	Cp (t)	A (m3)	Cvr (m3)	Ivr (m3)	m	Gvr (m3)	Fvr (m3)	ϕf	F2vr (m3)	F1vr (m3)	IC	ICP
0,90	0,950	5,50	2,075	0,178	0,156	0,056	0,788	9,88	0,482	0,300	38,17	0,200	0,100	3,108	3,758
	1,000	5,50	2,044	0,183	0,165	0,059	0,777	9,16	0,480	0,296	38,17	0,197	0,099	3,121	3,787
	1,025	5,50	2,029	0,188	0,169	0,060	0,771	8,86	0,477	0,295	38,17	0,196	0,098	3,126	3,796
	1,050	5,50	2,013	0,193	0,173	0,062	0,765	8,57	0,472	0,292	38,17	0,194	0,097	3,135	3,805
	1,075	5,50	1,998	0,197	0,178	0,063	0,759	8,30	0,470	0,290	38,17	0,194	0,097	3,139	3,825
	1,100	5,50	1,982	0,202	0,182	0,065	0,753	8,04	0,465	0,287	38,17	0,192	0,096	3,148	3,844
	1,125	5,50	1,967	0,207	0,186	0,066	0,747	7,79	0,463	0,286	38,17	0,191	0,095	3,152	3,854
1,00	0,950	5,50	2,100	0,153	0,153	0,049	0,798	11,24	0,494	0,305	38,17	0,203	0,102	3,035	3,106
	1,000	5,50	2,071	0,161	0,161	0,052	0,787	10,52	0,486	0,300	38,17	0,200	0,100	3,046	3,127
	1,025	5,50	2,057	0,165	0,165	0,053	0,782	10,19	0,483	0,298	38,17	0,199	0,099	3,049	3,140
	1,050	5,50	2,042	0,170	0,170	0,054	0,776	9,87	0,481	0,297	38,17	0,198	0,099	3,053	3,159
	1,075	5,50	2,028	0,174	0,174	0,055	0,771	9,57	0,476	0,294	38,17	0,196	0,098	3,060	3,180
	1,100	5,50	2,014	0,178	0,178	0,057	0,765	9,28	0,473	0,292	38,17	0,195	0,097	3,064	3,197
	1,125	5,50	1,999	0,182	0,182	0,058	0,760	9,00	0,471	0,291	38,17	0,194	0,097	3,067	3,208

Planilla 3. — Dosificaciones procesadas por computación para agregado angular y módulo granulométrico total 5,50.

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES
INGENIERO JEFE

Estudio de la Evolución del Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento en los Pavimentos Urbanos

Doctor Ingeniero
JOSÉ MARIA FONSECA GARCÍA

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Subdirección de Vialidad, L.T.M.S.

Transcripción del Boletín de Información, Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, Nº 134. Madrid, España.

INTRODUCCIÓN

La evolución de las características superficiales de los pavimentos es algo que preocupa no sólo desde el punto de vista técnico sino también desde el económico y desde la perspectiva fundamental de la seguridad y comodidad del usuario. Es la seguridad un aspecto que, por su incidencia en cuanto a costos sociales se refiere, debe ser particularmente observado. El problema urbano respecto a capacidad antideslizante del pavimento revista una característica claramente diferenciada en cuanto a tipo de evolución se refiere. Al hecho de una frecuencia alta de aplicación de cargas se une el efecto importante que supone la componente tangencial que el tráfico urbano impone. A nadie se le escapa la observación de que los efectos de abrasión y desgaste a que se someten los pavimentos urbanos son particularmente importantes. Este hecho influye en el rozamiento movilizado entre neumático y pavimento. Tratando de

encontrar una posible correlación entre la medida del máximo rozamiento probable movilizado que está relacionado con el CRD y el estado del pavimento en donde se engloba desgaste y abrasión y que puede grosso modo medirse mediante el procedimiento de la altura de rugosidad o círculo de arena (CA), se ha abordado el análisis de los resultados obtenidos en el banco de datos del Grupo de Control de Calidad de las Obras del Ayuntamiento de Madrid.

ASPECTO GENERAL DEL PROBLEMA

En la evolución de las mezclas bituminosas de los pavimentos urbanos se observan unos estadios diferenciados respecto a los que se pueden encontrar en la vida de una carretera interurbana. El espectro de cargas en la sección transversal de los viales de las ciudades es claramente distinto del de las carreteras. En efecto, por propia esencia y dada la intensidad elevada de circulación, salvo raras excepciones, el tráfico urbano no suele ser canalizado si bien se observa en las calles importantes una tendencia a la canalización. Depende, sin embargo, del comportamiento generalizado del conductor. En un gran porcentaje de la red viaria de Madrid se observa una regularidad transversal en lo que a efectos de abrasión y desgaste del pavimento se refiere.

Otra característica singular de las capas de rodadura urbana es la evolución de la textura que, naturalmente, incidirá en la fiabilidad del CRD obtenido, habida cuenta de la influencia directa en el valor CRD. Existe, en determinados tipos de mezcla con áridos gruesos susceptibles al pulimento, una tipología de evolución que podemos calificar de autorregenerable semejante a lo que ocurre con las coronas concrecionadas de diamante con matriz blanda, cuya utilidad para la extracción de testigos de hormigón que presenta una resistencia diferencial árido-mortero y baja resistencia del hormigón en conjunto, resulta harto notoria; pero, dentro de esta evolución típica existen dos subconjuntos: Aquellas texturas en donde este desgaste diferencial se produce en corto intervalo de tiempo existiendo por tanto un gradiente bajo de resistencia del mortero de la mezcla respecto a los áridos gruesos y cuando éstos se desgastan (se pulen) o se abrasionan (pérdida del material), el mortero interárido desaparece con el tráfico, es decir, se abrasiona rápidamente no existiendo pulimento de los áridos más finos debido a que el efecto de abrasión se desarrolla más rápidamente en estos áridos, que el efecto de pulido (foto 1). Sin embargo dentro de estos dos aspectos claramente diferenciados, de la evolución de los pavimentos urbanos, existen diferencias de matiz ya que una misma mezcla puede evolucionar un tiempo produciéndose macrotexturas gruesas que perduran a veces durante meses (foto 2) y puede, asimismo, cambiar el tipo de evolución hacia macrotexturas finas por un aumento del tráfico o por una variación de la calidad de circulación, imponiendo al pavimento fuertes esfuerzos tangenciales que pudieran agotar la capacidad o potencialidad de resistencia al pulido de los áridos al llegar a un estado límite o umbral, que dada su composición mineralógica conduzca a un proceso evolutivo que comporte un mayor y más rápido pulido de los áridos gruesos.

Se da el caso de obtener, en ocasiones, altos CRD con macrotexturas muy gruesas que pueden corresponder a una alta resistencia de los áridos gruesos (algunos pórfidos, obsérvese foto 3) y envejecimiento unido a abrasión superficial del mortero intersticial. Dichas zonas pueden presentar una buena drenabilidad pero, en todo caso, su alto coeficiente por histéresis no permite asegurar una calidad excelente como pavimento urbano, siendo menos limpio y estético que las texturas finas y produciendo un nivel de ruido en el tráfico rodado del orden de 1 a 2 dB más que el que se obtiene con macrotexturas menos gruesas.

Dentro de la evolución de texturas, cuando el árido grueso es muy pulimentable, se produce un caso típico: nos referimos a texturas "de espejo" en donde el árido calizo se encuentra muy pulimentado y el mortero intersticial se abrasiona rápidamente en cuanto queda en relieve respecto al árido grueso. Estas texturas finas, desde el punto de vista macro y micro, son extraordinariamente peligrosas sobre todo al principio de lluvias no intensas en donde el "barrillo" acumulado en la calzada disminuye aún más por "efecto rodillo" el CRD. Si a esto se une la baja capacidad de drenabilidad de estas capas de rodadura que adquieren este estadio de evolución a los pocos meses de servicio, la situación exige un recubrimiento inmediato que regenere las características de resistencia al deslizamiento que toda capa de rodadura exige. Los costos sociales que suponen el nivel de accidentes que se producen como consecuencia de este estado de la calzada, unido a la sustancial disminución del recorrido medio de los vehículos, compensa ampliamente el costo de los recubrimientos. En numerosos viales de Madrid se ha llevado a cabo esta regeneración superficial de los pavimentos.

El hecho de que los pavimentos tipo "espejo" sean observables a simple vista, no obsta para que el ojo clínico del ingeniero, confirmado con medidas *ad hoc*, vislumbre otras capas de rodadura que presentando aparentemente un buen aspecto en lo

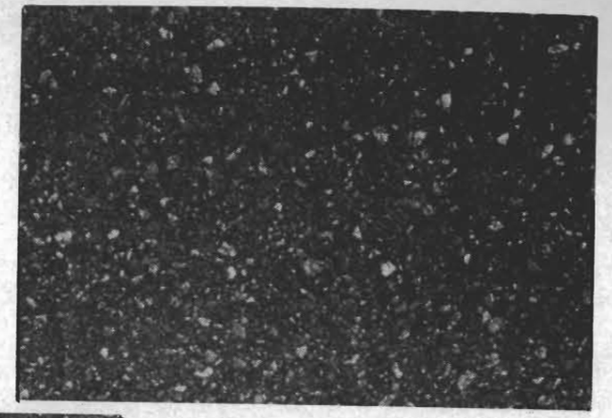


Foto 1. — Árido grueso calizo pulimentado C. Princesa.

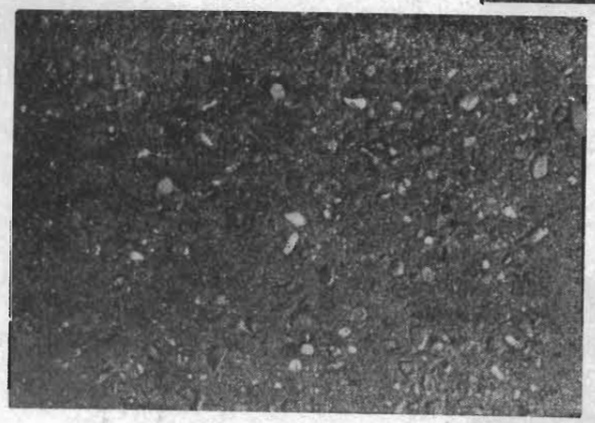


Foto 2. — Idem con descarnamiento del mortero intersticial.

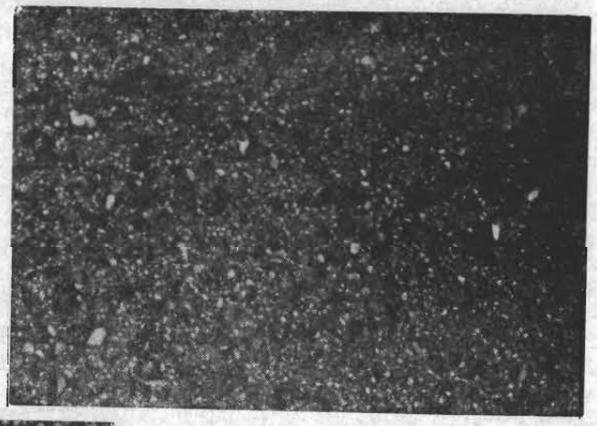


Foto 3. — Textura observada en pavimento con áridos calizos y pórfido.

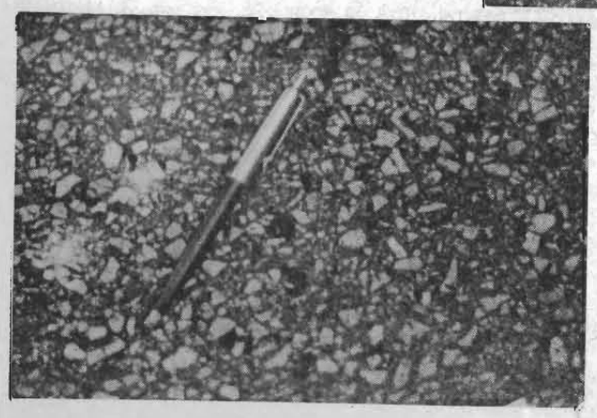


Foto 4. — Pavimento con pérdida de áridos gruesos (fuerte abrasión y succión). En intersección de C. Antonio Arias y C. Alcalde Sáinz de Baranda.

que a valores del coeficiente CRD se refiere, prevea tramos o secciones de calzada en donde el CRD debe estar en su umbral de aceptabilidad. Esto es particularmente importante en las intersecciones, controladas o no, de calles con IMD elevadas (fotos 5 y 6).

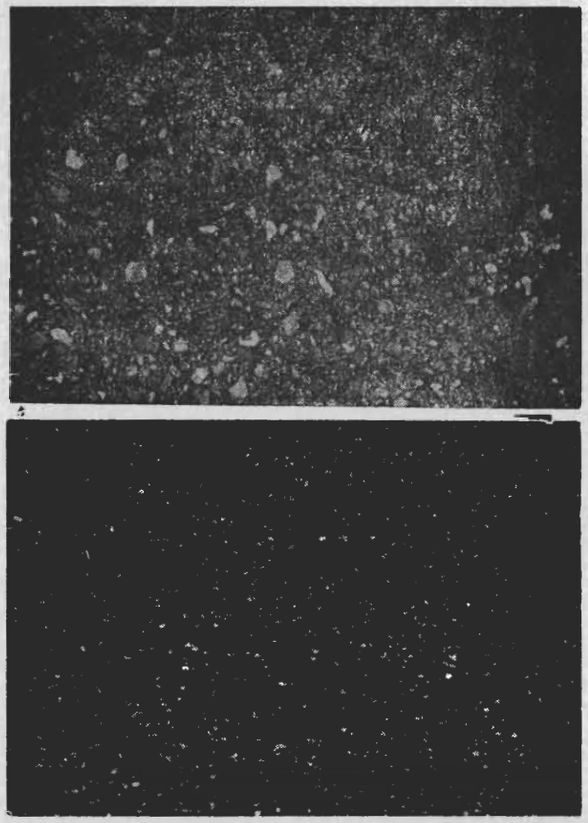


Foto 5. — Textura en C. Menéndez Pelayo. Se observan algunos áridos redondeados en superficie, y abrasión del mortero intersticial.

Foto 6. — Pavimento con árido grueso redondeado.

La detección de secciones y su comprobación exige campañas periódicas y generalizadas de medida del CRD, cuyas medidas deben complementarse con la altura de rugosidad determinada con el ensayo que llamamos del "círculo de arena". Ambas variables deben medirse en todos los puntos, pues del análisis de una sola de ellas no es posible inferir el estado del pavimento desde el punto de vista de capacidad para movilizar la fuerza de rozamiento que un pavimento urbano necesita ante la aplicación de las singulares cargas que imponen los vehículos, incluso los ligeros que, por lo demás, suelen ser un porcentaje elevado del tráfico total que soporta la calle, a veces prácticamente el 100 por ciento.

Este estado de análisis de las texturas unido al conocimiento del tráfico ha permitido al Grupo de Control de Calidad de las Obras del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, grupo constituido por técnicos del Laboratorio del Transporte, llegar a disponer de un banco de datos ya suficientemente importante que abarca desde 1971 a 1978, continuándose, como es obvio, con las campañas de medida. Ello permitirá indicar de forma cada vez más fiable el tipo de capa de rodadura más adecuado, teniendo en cuenta las disponibilidades locales de áridos, observar la evolución de los pavimentos, la forma de la trayectoria CRD - CA y su gradiente, pudiendo preverse tiempo de utilización en condiciones adecuadas de nivel de servicio y esto considerado desde el punto de vista científico que el contraste de hipótesis estadísticas permite. A este respecto se ha podido observar la buena calidad de los morteros bituminosos que con una granulometría cercana al huso AL 4 del PG 3 se han proyectado con áridos rodados machacados y arenas en proporción 3:2, provenientes de las graveras de terrazas cuaternarias del río Jarama.

ESTUDIO DE LOS DATOS DE CRD Y CA DE LOS PAVIMENTOS URBANOS DE MADRID

Se han recopilado todos los datos existentes en el archivo general del Grupo de Control de Calidad de las Obras del Ayuntamiento de Madrid. Los datos corresponden a diversas campañas realizadas durante los años 1971 a 1978, ambos inclusive.

Los criterios de estudio han sido los siguientes:

— En cada expediente que corresponde a una calle determinada se han realizado tres secciones como mínimo de medida de CRD y círculo de arena. En cada sección se han tomado los datos en centro y rodada de carriles, así como a corta distancia del borde de calzada, es decir, del bordillo o de la línea divisoria del sentido de circulación.

— De todos los resultados existentes, se ha obtenido una tabla en donde se han dejado huecos a aquellas distancias en donde por diversas razones no se tomó dato alguno. La disposición ordenada de números en esta tabla ha permitido comparar CRD y CA. Se han perdido, evidentemente, a la hora de estudiar correlaciones, aquellos puntos de CRD que no tenían correspondencia con CA por haberse realizado sólo CRD o sólo CA. Sin embargo las muestras que han servido para proceder por inferencia estadística a extraer valores poblacionales han sido de un tamaño suficiente, lo que permite suponer estimación insesgada de los parámetros estadísticos estudiados.

— Dentro de cada sección analizada es claro que se obtienen diferentes submuestras; en general se reducen a dos, centro y rodada de carriles y puntos cercanos al borde; estos últimos, naturalmente, forman submuestras mucho más pequeñas y en consecuencia menos representativas. Han sido incluidas, sin embargo, en el estudio realizado por interpretar que es importante señalar la influencia del envejecimiento de la mezcla y diríase también su durabilidad en los valores del CRD y CA y su posible evolución (foto 7).

— Todos los datos medios de CRD y CA obtenidos se plasman en sendos gráficos según número de expediente (obras nuevas u obras ya realizadas pero que supone primera toma de datos) y fecha de realización del ensayo (según año).

— No se ha investigado ninguna otra variable (temperatura, tiempo estacional de ensayo, tráfico acumulado). Ello será objeto de sucesivos estudios.

— De los datos obtenidos se han sacado correlaciones entre valores medios y entre valores individuales, ponderando en razón al número de puntos ensayados. En realidad este último criterio puede decirse que es un estudio de la variable (valor medio de n datos n ≥ 2) en contraposición al estudio de medias (media de medias con N ≥ 3) y supone un aumento del tamaño de la muestra al considerar mayor número de puntos en el tratamiento estadístico de datos que la operativa de estudio ha permitido analizar. Queda por estudiar, sin embargo, un análisis de varianza como etiología de los sesgos.

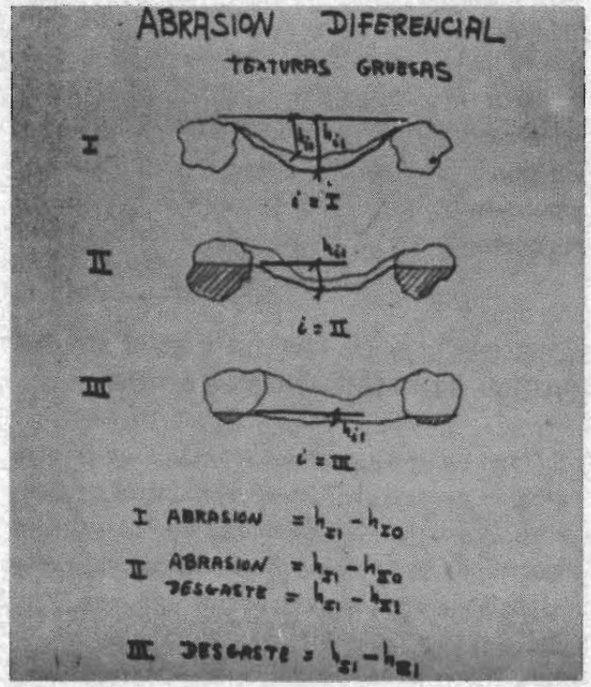


Foto 7. — Modelo teórico de la evolución de texturas (abrasión y desgaste).

— Con los coeficientes de correlación obtenidos se ha verificado un test de significación contrastando con la t de Student la variable

$$Z = 1/2\ L\ (1 + r) / (1 - r)$$

y se ha obtenido un nivel de confianza muy cercano al 95 por ciento que nos permite asegurar que la muestra analizada procede de una población correlada fuertemente y con un elevado nivel de aceptación.

— El estudio conduce a una correlación entre medias de CRD y CA con todas las mezclas bituminosas que podemos llamar densas o cerradas de macrotextura media, independientemente del tipo de árido (fotos 8 y 9), los morteros bituminosos en caliente (fotos 10 y 11) y las lechadas en frío (foto 12). Puede observarse el ajuste relativamente bueno a una recta de regresión lineal.

De la nube de puntos dibujada en el plano CRD - CA pueden interpretarse unas conclusiones altamente significativas:

1. Las macrotexturas gruesas pueden subdividirse en tres categorías:

a) Microtextura rugosa y macrotextura rugosa que corresponde a pavimentos de reciente construcción y en primera fase de evolución; serían los puntos de la nube más a la derecha de la zona central.

b) Microtextura rugosa en árido fino, lisa en árido grueso y macrotextura rugosa; correspondería a los puntos inferiores derechos. (foto 8).

c) Macrotextura rugosa y microtextura lisa (foto 5). Son los pavimentos con árido grueso redondeado, no pulimentado (¿canto rodado no machacado o machacado parcialmente "no dando la cara" sino su parte redondeada?); corresponde a los puntos ubicados a la izquierda de los de la zona central de la nube.

d) Macrotextura muy rugosa y microtextura semirrugosa. Corresponde más bien a zonas envejecidas con relativamente pocas pasadas de neumáticos; son los puntos superiores.

2. Se incluyen aquí las macrotexturas finas:

a) Los mismos que b) del apartado 1 pero con macrotextura lisa (foto 1); son los pavimentos de inminente necesidad de recubrimiento por su extraordinario peligro en época de lluvias. Corresponden a los puntos inferiores izquierdos.

b) Existen los morteros y slurries que se sitúan prácticamente en los mismos lugares que los puntos del apartado anterior, pero que pueden considerarse, dada su dispersión y sesgo, como pertenecientes a otra población.

Está claro que en la zona central se interfieren todas las texturas de pavimento, no pudiéndose, claro está, realizar una neta separación.

Foto 8. — Se observan dos tipos de textura. La zona con áridos blancos (synopal) corresponde a la entrada del paso inferior de la Plaza de Manuel Becerra de Madrid; la otra zona es el tipo de textura normal que presenta la C. Francisco Silvela.

Foto 9. — Túnel de la Plaza de Manuel Becerra.

Foto 10. — Aspecto de un mortero bituminoso en Plaza República Argentina (vida 1 año).

Foto 11. — Mortero bituminoso recién extendido.

Un capítulo interesante que completa esta exposición es el estudio espacial y temporal de las trayectorias que parece siguen los puntos.

En general, del estudio que se presenta puede decirse que partiendo del centro de gravedad de la distribución, las diferentes texturas según mezcla (distribución espacial) siguen trayectorias en el sentido de las abscisas según una familia de rectas que parece presentar una afinidad paralela a este eje. Al considerar la evolución (distribución tem-

Foto 12. — Aspecto de un slurry s/pav. de árido grueso calizo (C. Cea Bermúdez).

poral) existe una tendencia que en este caso parece seguir la línea de ajuste de regresión lineal general. El caso del envejecimiento es un caso singular que supone un desplazamiento cuasi vertical en el sentido positivo de las y.

La composición de movimientos espacial y temporal parece conducir a una recta de ajuste ligeramente distinta de la considerada en el párrafo anterior, pero lo cierto es que esta recta presenta un coeficiente de correlación relativamente bueno.

CONCLUSIONES

Se ha podido comprobar mediante el análisis estadístico de resultados la existencia de correlaciones entre CRD - CA en cada tipo de muestra, pudiendo inferir un coeficiente de correlación poblacional que, con tamaño muestral suficiente, debe ser cercano al obtenido de la muestra. Se observa, en efecto, una disminución del r calculado para mayor número de datos N. Asimismo, las rectas de regresión lineal son distintas en cada tipo de muestra, resultando curioso ese valor negativo de la pendiente, que se obtiene para el caso de las mezclas bituminosas finas en caliente. Parece que la correlación mejor se obtiene en las lechadas. Por otra parte, se observan dispersiones muy grandes en los valores de la altura de rugosidad, sobre todo en texturas finas, lo que hace pensar en la utilización de granulometrías de arena para el ensayo, todavía de mayor módulo de finura. En todo caso, a efectos estadísticos parece que los errores que estos sesgos accidentales pueden inducir en los resultados se deben distribuir según una variable aleatoria, si bien es necesario demostrar que dicha variable es de media nula, debiéndose acotar la varianza.

Resulta interesante destacar la buena significación que parece tener el coeficiente de correlación muestral en el caso de estudio de la variable.

DIAGRAMA DE CORRELACION C.R.D.—C.A.
PUNTOS DE LAS CAMPAÑAS 1973 A 1978
MEZCLAS EN CALIENTE TIPO IIIb Y IVa DEL ASPHALT INSTITUTE.

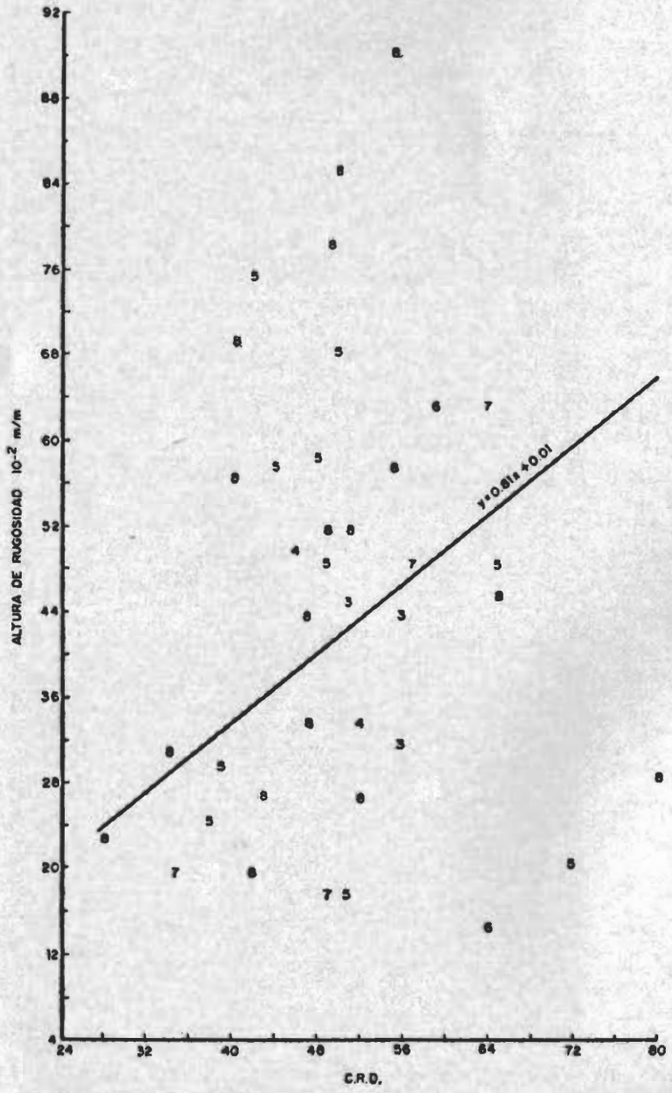


Figura 1

Hay que tener en cuenta que aun habiendo acuñado o identificado a estas muestras como resultados con medias ponderadas, en realidad se trata, a su vez, de valores medios como se infiere de la visión de los cuadros de datos que se adjuntan. En consecuencia, pues, nos encontramos ciertamente con correlaciones lineales bastante aceptables si bien ha habido que eliminar algunos datos (cf. figura 4) que distorsionan grandemente los resultados pero de cuya interpretación se infiere claramente la acertada decisión de haberlos separado como si de otro subconjunto de datos se tratara.

Los puntos finales que, a modo de resumen, deben ser destacados son los siguientes:

1. Existe el criterio de analizar la evolución temporal de las texturas gruesas que se des-

DIAGRAMA DE CORRELACION C.R.D.—C.A.
PAVIMENTOS URBANOS CON MEZCLAS FINAS

M — MORTERO EN CALIENTE
S — SLURRY

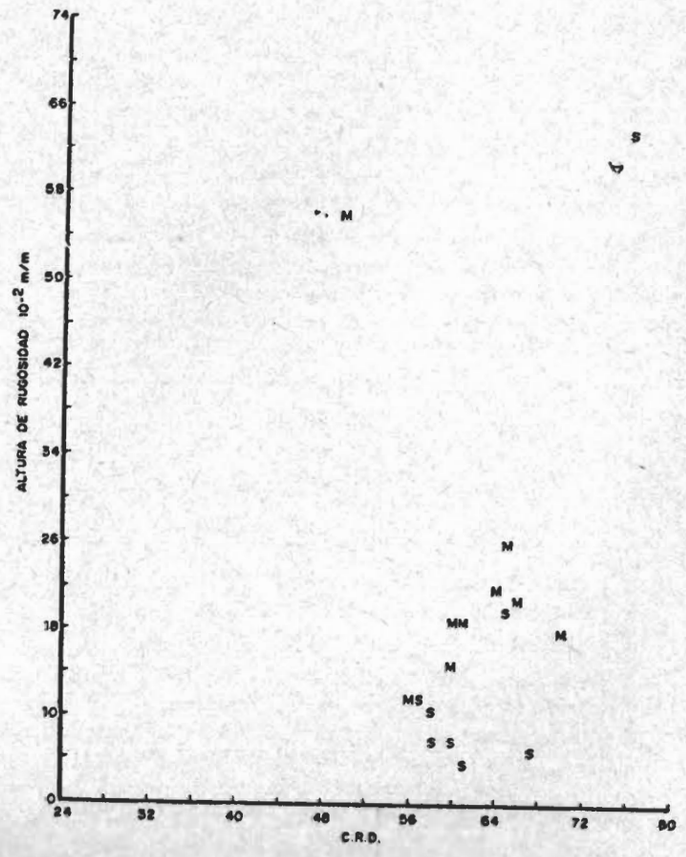


Figura 2

plazan hacia abajo e izquierda de la nube de puntos. El gradiente para mezclas con árido grueso calizo es más fuerte que aquéllas que tienen árico calizo y silíceo al cincuenta por ciento. Distinta evolución presentan las de macrotextura gruesa cuya eliminación del mortero interáridos gruesos (exceso de tráfico) origina un aumento del CA y disminución del CRD. Estos valores claramente pertenecientes a otro subconjunto exigen un tratamiento singular que conduciría a una recta de regresión distinta (cf. a este respecto la recta de regresión obtenida en el mortero).

2. Respecto a los resultados muestrales, hay que tener en cuenta que se han englobado todos los datos y ello ha supuesto obtener dispersiones más altas. En este sentido conviene apuntar que también en las mezclas finas se incluyen varios subconjuntos correspondientes a distintos pavimentos de diferente edad (de reciente extensión hasta 3 años de servicio). Quiere decirse que viales con más de 10^6 aplicaciones de carga presentan evolución semejante en macro y microtexturas a igualdad de calidad de árido (composición petrológica y mineralógica y textura del propio árido) observándose, consecuentemente, valores característicos superiores en mezclas finas $K = \bar{x} - 2\,S$, es decir 0,51 en mezclas finas y 0,34 en mezclas con macrotexturo rugosa. Este último valor debe ser superior si eliminamos la importante muestra de los pavimentos que hemos denominado

SITUACION DE LOS PUNTOS DE VALORES MEDIOS GLOBALES EN EL DIAGRAMA C.D.R.— C.A.

	MEDIAS PONDERADAS	
	PENDULO	CIRCULO
MA	0 52	0 44
M	0 61	0 23
S	0 62	0 14

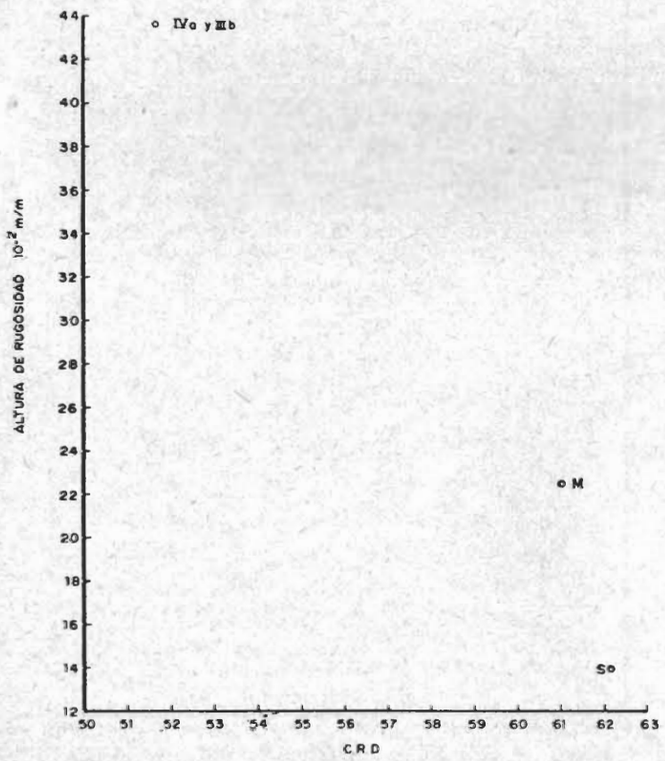


Figura 3

Del Código de Tránsito Automotor

Equipamiento

de

los

Vehículos

Las autoridades bonaerenses dieron a conocer los requisitos que deberán satisfacer los conductores de vehículos automotores que circulen por el territorio de la provincia, según se determina en el Código de Tránsito, su decreto reglamentario y modificaciones. Se señaló que el cumplimiento de esas obligaciones será celosamente controlado por la Policía del primer Estado a lo largo de todas las rutas de su jurisdicción.

La nómina de esas exigencias es la siguiente:

1º) *Frenos:* Dos sistemas: uno de operación y otro de emergencia o estacionamiento; es decir, uno de pedal y otro de mano. El primero con una capacidad de frenaje de 10 metros a 32 km por hora y el segundo de inmovilidad en una pendiente del 6 %.

2º *Bocina:* Sin estridencias, audible a 100 metros.

3º *Espejo:* Retroscópico, con visibilidad de 70 metros atrás.

4º *Limpiaparabrisas:* Lavaparabrisas optativo.

5º *Silenciador:* De escape. Emisión de humo inferior a 5 unidades Bosch o 65 unidades Hartridge.

6º *Paragolpes:* Delanteros y traseros de un ancho mínimo de 8 centímetros y cuyo borde inferior no esté por debajo de los 35 cm del nivel de la calzada ni por arriba de los 41 cm.

7º *Extintores:* Los transportes de pasajeros (más de siete asientos) públicos o privados, los transportes de inflamables, explosivos o de hacienda, deberán estar provistos de un extintor de incendio. Para los demás vehículos será optativo.

8º *Cubiertas:* Las cubiertas de los automóviles y camionetas hasta 1.500 kg de carga útil transportable, deben poseer una profundidad de dibujo no inferior a 1,2 mm y en caso de los camiones y camionetas con carga útil transportable superior a los 1.500 kg, esa profundidad de dibujo debe ser superior a 1,5 mm. Se admitirán cubiertas recapadas posteriores. En ningún caso se admitirán manchones, globos, roturas, ni medidas que no correspondan con las respectivas llantas.

9º *Luces:* a) Automóviles y camionetas hasta 1.500 kg, dos luces blancas o ámbar y dos luces rojas; de posición o alcance reducido; dos luces cortas o bajas o de cruce (hasta 12,50 m de alcance) y dos luces largas o altas de ruta, blancas o amarillas y dos luces de freno posteriores. Estas luces pueden estar combinadas dentro de un mismo aparato óptico. Las luces de giro son optativas en reemplazo de las señales de brazo.

b) Los transportes de pasajeros y de carga deberán llevar, además, dos luces blancas de posición en los ángulos superiores y extremos de frente y dos luces rojas en la misma ubicación de su parte superior para completar su posición.

c) En el caso de tratarse de trenes de vehículos, es decir acoplados o semiacoplados, deberán completarse a su frente con tres luces verdes en su parte central y superior y con tres luces rojas en su parte superior central posterior.

d) En el caso de los transportes de inflamables y explosivos deberán llevar, además, en su posición central superior, tanto en su frente como en su parte posterior, una luz roja.

e) Los transportes de pasajeros deberán también llevar en su parte posterior o central una luz roja. Tanto en los transportes de pasajeros como en los de carga, optativamente, en su ángulo inferior y posterior izquierdo una luz verde llamada de paso. Los transportes de pasajeros podrán llevar en su parte frontal superior y central, de una a tres luces de color, identificativas de la empresa a que pertenecen, previamente aprobadas por la autoridad del Transporte Nacional o Provincial, según corresponda.

f) Todos los vehículos sin excepción deberán llevar una luz de iluminación de patente posterior, que podrá estar combinada en un mismo aparato óptico con las restantes luces posteriores.

10) *Balizas:* A partir del 15 de agosto de 1980, todos los vehículos deben contar con no menos de dos balizas a combustible (incluyendo pilas o baterías) o reflectantes. Las primeras deben tener una duración como mínimo de 12 horas, como así deben estar preservadas contra lluvia, viento, etc. La colocación será a una distancia de no menos de 25 m del automóvil y de 50 m a cada lado, adelante y atrás, en los transportes de explosivos e inflamables. Se encuentran exceptuadas las motocicletas y similares.

11) *Patentes:* Todos los automotores deberán circular con sus patentes de identificación, no pudiendo utilizarse provisorias de papel, con excepción de aquellos vehículos que se encuentren circulando entre puerto y/o fábrica y concesionaria.

12) *Documentación:* Los únicos documentos exigibles son la cédula de identificación del automotor o tarjeta verde, que puede reemplazarse por el título de propiedad, el recibo de patente al día y/o la estampilla fiscal en el ángulo superior derecho del parabrisas; esta última para los vehículos inscriptos en la provincia de Buenos Aires; la licencia de conductor y los documentos de identidad.

13) *Cascos:* Las personas que conduzcan o viajen en motocicletas o similares deberán usar obligatoriamente cascos de seguridad.

Las presentes exigencias no pueden ser motivo de interpretaciones, agregados o enmiendas que no respondan estrictamente a su contenido literal ni ampliadas o modificadas sino por una disposición legal del mismo valor que la mencionada en cada caso.

ELEMENTOS NO EXIGIBLES

Se aclaró que en la provincia de Buenos Aires no son exigibles legalmente por ninguna autoridad —aunque se aconseja su equipamiento por razones de seguridad— los siguientes elementos: barra de remolque auxiliar, correajes de seguridad delanteros y traseros, caja de herramientas, rueda de auxilio, llave saca-rueda, cricket, cristales inastillables, parabrisas laminado triple, espejos retrovisores exteriores, fundamentalmente izquierdo; guardabarros, luz de retroceso, posanuca, visera parasol, desempañador de parabrisas y lunetas posteriores, luces balizadoras destellantes incorporadas y botiquín de primeros auxilios.

Nueva Inauguración y Licitaciones en la Ruta 60 "Camino del Hilo"

Con la presencia del Subsecretario de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires, Coronel Carlos A. Quinteros, altas autoridades municipales y viales y numeroso público, tuvo lugar, a mediados de diciembre de 1980, el acto de inauguración oficial y habilitación de otro tramo de la Ruta Provincial 60, que abarca desde la intersección de la Ruta 85 hasta el camino pavimentado de acceso a Huanguelén, con una longitud de 29 kilómetros y un ancho de calzada de 7,30 metros.

Se puso de resalto durante la concentración, que la ruta 60, una vez concluida en su totalidad, unirá catorce distritos. En su extensión de Oeste a Este, vinculará a nuestra provincia con La Pampa a través del empalme con la ruta 14, y finalizará en la costa bonaerense, en la zona donde se construirá el futuro puerto de aguas profundas. En el sector inaugurado, se construyó un puente sobre el arroyo Cura-Malal Grande, con una luz de 21 metros y un ancho de 13,30 metros.

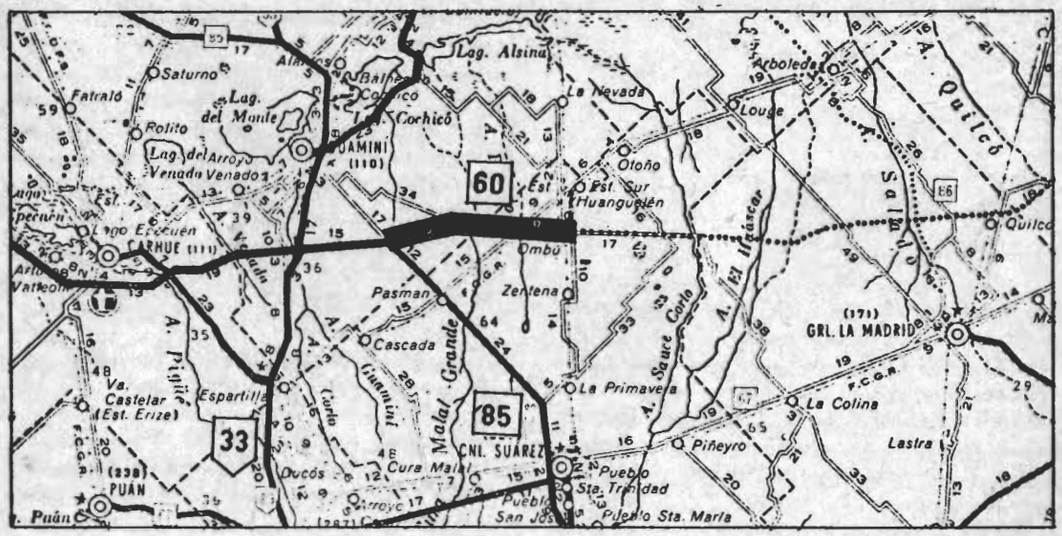
Los proyectos de los restantes sectores están en avanzado estado de ejecución y en algunos casos, ya han sido completados.

SE LICITARON OTROS TRAMOS DE LA RUTA 60

El 18 de diciembre de 1980 tuvo lugar la licitación convocada para adjudicar los trabajos de obras básicas y pavimento asfáltico en un tramo de la ruta provincial 60.

Se trata del sector III entre Azul y Rauch, con una longitud de 16.491 metros; del tramo de ac-

El Coronel Ingeniero Militar Carlos A. Quinteros, Subsecretario del Ministerio de Obras Públicas provincial emite conceptos alusivos a la inauguración del camino Guaminí-Huanguelén. Le acompañan en el acto, el Intendente de C. Suárez, Coronel Raúl L. G. Pedernera; el de Guaminí, Sr. René D. Issaly; el Administrador General de Vialidad, Ingeniero Luis R. Luna y el Jefe de la Zona Vial VII, Agrimensor Juan C. Cordisco.



El trazo grueso del mapa indica el tramo inaugurado de la Ruta Provincial 60.

El Intendente de Guaminí, Señor René Daniel Issaly se dirige a los asistentes durante el acto de inauguración del tramo Guaminí-Huanguelén, de la Ruta Provincial 60.

ceso a Rauch - Ruta provincial 50, con 8.350 metros; acceso a Rauch, con 5.340 metros y elevación y ensanche del tablero del puente sobre el arroyo Chapaleofú, que actualmente tiene un ancho de 7 metros y será llevado a 8,30. Las veredas laterales tendrán un ancho de 80 centímetros.

Completará la obra la construcción de alcantarillas, dársenas rurales, un refugio rural y el plantado de 720 árboles.

Sobre un presupuesto oficial de 23.931.721.910 pesos, cotizaron 14 empresas. Sus ofertas oscilaron entre 18.449.305.137 y 32.768.042.872 pesos. El plazo previsto para todas las construcciones detalladas más arriba es de 23 meses, a partir de la fecha de replanteo de la obra, y de 3 meses para su conservación.

Ruta Provincial 11, "Camino de la Costa"

Conclusión de la página 56

VELOCIDAD MÁXIMA DE 100 KILÓMETROS

La Dirección de Transporte dispuso permitir una velocidad máxima de 100 kilómetros por hora en la Ruta 11. Además regirán las mismas restricciones establecidas para la Ruta 2. En efecto, estará reservada en distintos horarios del período de verano al uso exclusivo de vehículos menores de 2 toneladas de porte bruto. Esa limitación regirá en estas oportunidades: desde el 9 de enero hasta el 20 de abril, los viernes de 16 a 24, los sábados de 8 a 14 y los domingos de 16 a 24. Se incluyen además estos días: 15 de enero, de 16 a 24; 3 de marzo, 15 de abril y 16 de abril, de 16 a 24; 17 y 18 de abril, de 8 a 14; 19 de abril, de 16 a 24, y 20 de abril, de 8 a 14.

Las limitaciones no comprenden a los vehículos de transporte de cargas de mercaderías perecederas, a cuyos conductores la Dirección del Transporte extenderá permiso de libre tránsito en su sede de la calle 7 Nº 1267, de lunes a viernes, de 7 a 14.

EVITE DISTRAERSE MIENTRAS CONDUCE

PUBLICIDAD A.C.A. E.V. 7

DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

AUTOMOVIL CLUB ARGENTINO

La Educación Vial

Se Inauguró un Importante Centro Infantil en Bahía Blanca

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD DE D.V.B.A. EN EL SEGUNDO SEMESTRE DE 1980

Con el amplio concepto de "servicio de transporte", que en definitiva es el camino, éste debe considerárselo con toda la gama que las necesidades socio-económicas exigen para movilizarse.

De ahí que la Dirección de Conservación, de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, se haya embarcado en una actividad educativa más amplia que la cumplida hasta el año pasado. La misma tiene como objetivo informar al usuario de la vía pública —y en lo posible, también, a quienes controlan el tránsito de calles y rutas— sobre normas y previsiones elementales, con el fin de lograr disminuir el alto costo que significan para el país, los accidentes ocurridos en nuestras vías camineras.

Como primera etapa de la tarea de educación vial, se recurrió a la información y análisis sobre causas y efectos que pueden provocar los accidentes, debido al mal comportamiento de conductores, peatones y pasajeros.

Con este objetivo se han organizado encuentros con docentes y alumnos de escuelas prima-

Aspecto general de las instalaciones y de la numerosa concurrencia al acto efectuado en noviembre de 1980 en Bahía Blanca.

rias, estudiantes de enseñanza media, agentes municipales, policías provinciales y bomberos voluntarios. Para estas jornadas, se ha contado con amplio apoyo organizativo de las Direcciones de Cultura de las Municipalidades o delegaciones de: **Pellegrini, Trenque Lauquen, Pehuajó, Carlos Casares, Chivilcoy, Mercedes, Marcos Paz, Saladillo, Gral. Paz, Gral. Belgrano, Verónica, Ensenada, Berisso, S. A. de Giles, Chacabuco, Junín, Capilla del Señor, Campana, Zárate, Baradero, San Pedro, Ramallo, Puan, Cnel. Suárez, Cnel. Pringles, Bahía Blanca y Punta Alta.**

Con la colaboración del Automóvil Club Argentino se visitaron, también, las Intendencias de **Gral. Rodríguez, Navarro y Lobos.**

En cada una de las localidades arriba mencionadas se ha entregado, en la Unidad Administrativa Única de escuelas primarias, material didáctico e ilustrativo sobre el tema, para cada una de las escuelas locales, tanto las privadas como las estatales.

Estos elementos gráficos complementaron la motivación buscada con la proyección de diapositivas y películas que se exhibieron en las reuniones programadas, en las cuales se intentó lograr un cambio de actitud hacia la vía pública, al menos en los niños y jóvenes, quienes con frecuencia la toman como una zona de liberación de sus deberes domésticos y escolares. También la expresión artística, con finalidad educativa, llegó a los niños de nuestra provincia por medio de "Serenata de Colores", espectáculo audiovisual preparado con el auspicio del Automóvil Club Argentino, entidad señera en la actividad de educación vial a la cual siempre hemos estado vinculados.

Muchas veces se ha dicho que la educación vial debe empezar en la escuela primaria en forma constante y progresiva, a través de todos sus cursos. Por eso el interés de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires en realizar encuentros informativos con los docentes, a quienes se dan a conocer los objetivos y alcances legales de las principales y elementales reglamentaciones y normas establecidas para el orden y la seguridad vial. Esta misma información, pero adecuada al público receptor, es vertida a los jóvenes estudiantes del nivel medio, quienes demuestran interés por el tema y aportan sus inquietudes cuando se analiza el accidente de tránsito como "colisión provocada" y no como "accidente desgracia", comúnmente también definido como "predestinación" por aquellos irresponsables que con cierta comodidad sacuden de sus conciencias la implicación que puede caberles a cada uno en cada caso.

Durante la inauguración del Centro de Educación Vial presiden el acto, el representante del Arzobispo, Rdo. Padre A. Cura; el Intendente de Suárez, Coronel Pedernera; la Jefa Superior de Enseñanza Primaria, Srta. Zanlingo; el Secretario de Gobierno y el de Obras Públicas de Bahía Blanca, Dr. Achinelly e Ing. Coscia, respectivamente; el Director de Conservación de nuestra Dirección, Ing. Ripa; el Jefe de la Zona Vial VII, Agrim. Cordisco y otras autoridades.

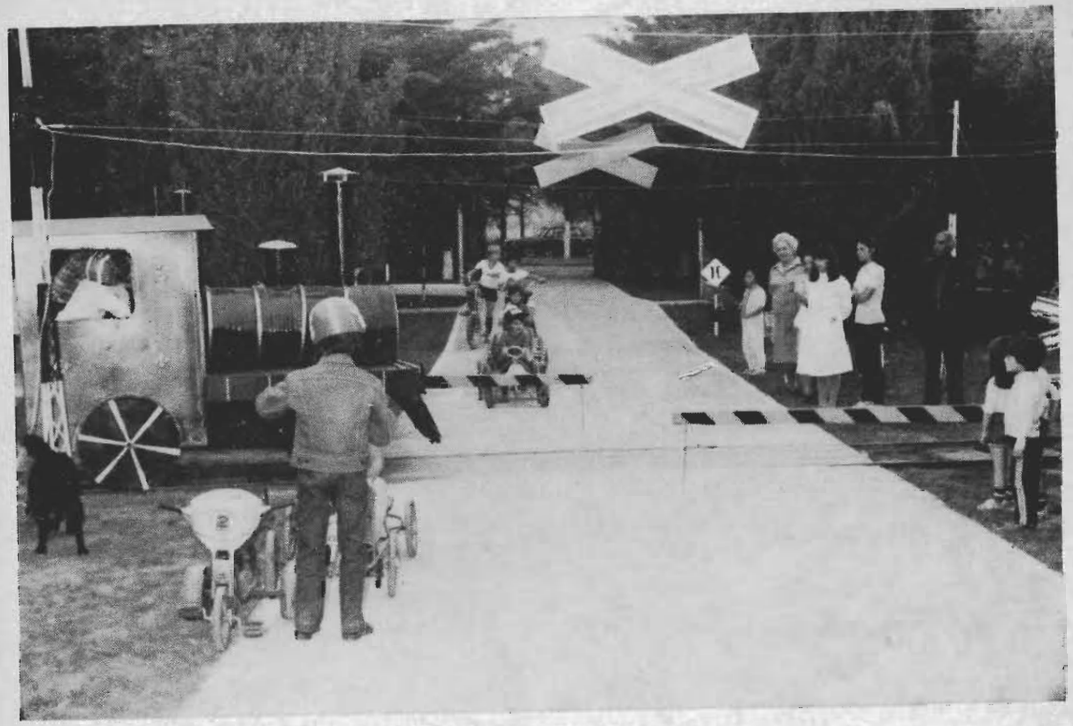
Determinando esta actividad en números, a continuación se detalla lo realizado:

- Se concurrió a 30 cabeceras de partido.
- Asistieron a las jornadas de Educación Vial
  170 agentes y policías de tránsito,
  900 docentes de escuelas primarias,
  4.000 estudiantes de nivel medio, los que tomaron participación activa en las mismas.
- Se entregaron a las escuelas y docentes interesados en el tema 1.200 sobres con material didáctico.

Corresponde destacar un cursillo realizado para la Unidad Regional XIII de Mercedes, de la policía de la provincia de Buenos Aires, quedando demostrado, una vez más, el interés que tienen los responsables del control del orden y la seguridad del tránsito, cada vez que se brinda una oportunidad para el enriquecimiento y actualización de informaciones, sobre todo lo que atañe a los caminos.

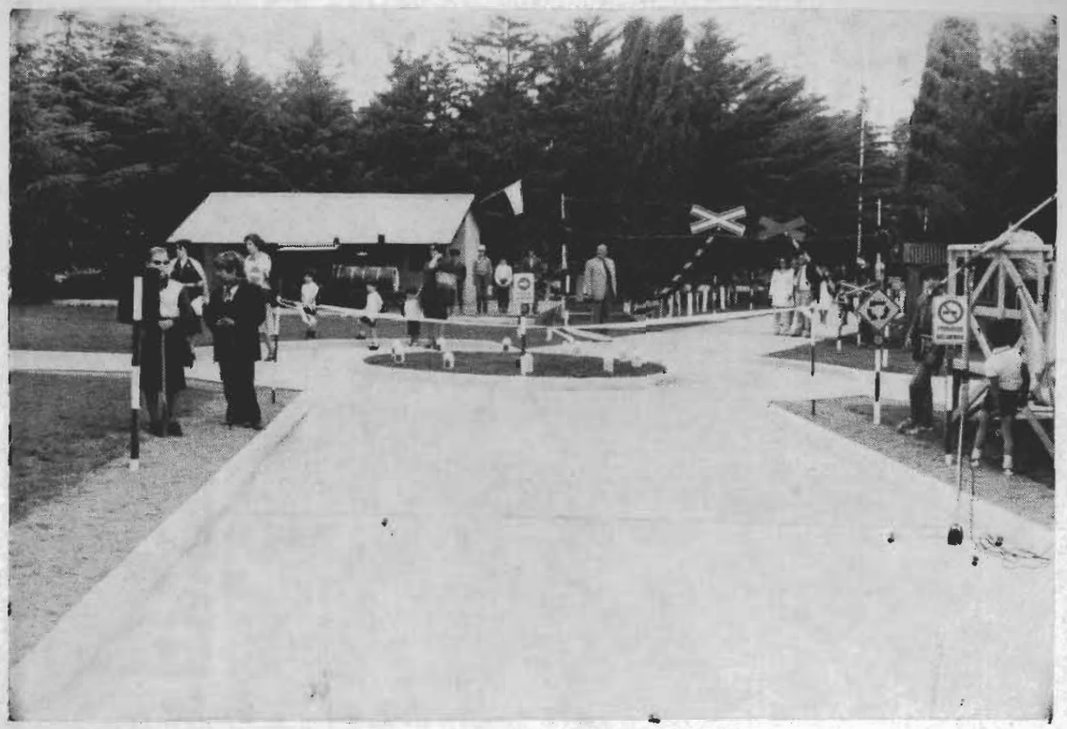
Enorgullece a nuestra Dirección de Vialidad el haber inaugurado en la ciudad de Bahía Blanca un centro infantil de educación vial que cuenta con

El Intendente de Puan, Sr. Miguel A. Vera, la Directora de la Unidad Administrativa Única, Srta. Zanlingo y los funcionarios de la D.V.B.A., Ing. Ripa y Agrim. Cordisco, desatan la cinta simbólica dejando habilitado el complejo educativo.



Un "real" cruce vial-ferroviario del Centro de Educación Vial.

Parte de las instalaciones del Centro y su "estación de servicio".



El "rond point" y el paso a nivel.

un complejo que imita una pequeña Villa Parque, con su camino de acceso rural y sus calles pavimentadas con cordones integrales y veredas. Este pequeño complejo, que abarca una superficie de 6.000 m², está ubicado en los terrenos que la Zona VII de la Repartición posee en Av. Pringles, frente al parque Independencia. También se ha construido una pequeña estación ferroviaria, con sus detalles de vías, locomotoras, paso a nivel y barreras, una estación de servicio para el automóvil, una escuela (está proyectada la construcción de una iglesia); cuenta, además, con un puente, rotondas, semáforos, señalamiento vertical, horizontal y aéreo, elementos estos que permitirán a los niños realizar ejercicios que estarán programados convenientemente para que puedan representar y practicar las distintas actividades y funciones que desarrolla la población de una pequeña comuna. El objetivo apunta hacia el logro de una comprensión necesaria para que aprecien las ventajas de una circulación ordenada y segura en una ciudad ideal, donde todos cuidan y aman los elementos que la componen y donde nunca el niño tendrá oportunidad de competir, sino compartir esa construcción realizada para el bien de ellos.

Los alumnos no podrán acceder a las calles del Centro Infantil, sin haber obtenido antes una licencia otorgada por Vialidad como aprobación de un examen teórico previo sobre educación vial, que será tomado en la propia escuela primaria.

Complementa esta obra un salón donde se proyectarán películas sobre el mismo tema y diapositivas con charlas complementarias sobre la actividad desarrollada.

Lo expuesto precedentemente evidencia no sólo el interés que la Repartición presta al desarrollo de la educación vial, sino que la hace suya por medio de realizaciones concretas, sin medir distancias ni esfuerzos, para abarcar todo el ámbito de la provincia de Buenos Aires.

Departamento Seguridad Vial.
Dirección Conservación.

PUBLICACIONES DE LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Nº

1. Pavimentación de las R.N. 33 y 226. Convenio entre la D.V.B.A. y la D.N.V., 1957.
2. y 3. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Decreto ley 17.861 y decreto reglamentario 21.280, 1957; 2ª ed., 1960, agotada, 3ª ed. 1966.
4. Clasif. de mat. para subr. del H.R.B.: su correl. con el valor sop. de California e interpr. Dr. C. L. Ruiz, 1958, 2ª ed. 1960.
5. Estudio de la red prim., secund. y total de caminos de Buenos Aires. Ing. E. Humet, 1958, 2ª ed., 1964.
6. Vigas continuas con momento de inercia variable. Ing. L. J. Rozycki, 1959, agotada.
7. Mesa redonda sobre el plan vial de la provincia de Buenos Aires. 1959-1963. 1958, 2ª ed., 1961, agotada.
8. Autarquía de la D.V.B.A. Decreto ley 7.823; decreto reglamentario 17.486. Nueva ed., 1959, agotada.
9. I Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1959, 2ª ed., 1962. Dimensionado de pavimentos flexibles de Texas y California y su comparación con el procedimiento del C.B.R. utilizado en la Prov. de Buenos Aires. Ing. J. M. Lockhart. Método para determinar la homogeneidad de la mezcla en la construcción de bases y subbases de suelo cemento. M.M. de O. R. A. Duarte. El estudio de los suelos para subrasantes. Criterio adoptado por el laboratorio de la D.V.B.A. Agrim. C. F. Marchetti.
10. Ley de caminos, cercas y tranqueras. Nueva edición, 1960.
11. Concentr. crítica de "filler", su origen y signif. en la dosif. de mezclas asfál. Dr. C. L. Ruiz, 1960, 2ª ed., 1966.
12. Características físicas de los suelos y sus relaciones. Ing. V. Carri, 1960, 2ª ed., 1966.
13. II Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1960, agotada. Algo sobre la red vial de segundo orden de la provincia de Buenos Aires. Ing. J. R. Villar. Costo de los usuarios de caminos en la prov. de Buenos Aires. Ing. E. F. Weber y Agrim. C. A. Peña. Método para obtener relaciones de humedad-densidad. Sr. R. O. Tejo. Rango de suficiencia para carreteras. Ing. E. F. Weber.
14. Normas técnicas de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. 2ª ed., 1961.
15. Alcantarillas tipo. Departamento de Estudios y Proyectos. 1961, 2ª ed., 1966.
16. Nota sobre el comportamiento práctico de materiales "subnormales" para bases de pav. Dr. C. L. Ruiz. 1961.
17. III Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1961, agotada. Ensayo de estab. mediante el penetrómetro de cono. Ing. F. J. Lilli. Bases de tosca. Una solución y un problema. Ing. R. G. de Sousa. Hacia una reforma sustancial del régimen de adjud. de obras viales por contrato. Dr. J. A. Migoni e Ing. J. R. Villar. La influencia del agreg. de cal a las mezclas de suelo-cemento. M.M. de O. R. A Duarte y Agrim. C. F. Marchetti. Indices de prioridad para la inversión de los fondos de conserv. en la red pavim. Ing. L. R. Luna. Predicción del tránsito vial en la R. Argentina. Ing. E. F. Weber y Agrim. J. A. Bilbao. Alcantarillas prefabr. Ings. L. R. Luna y P. García Gausi. La estabilización de suelos con cal en el Estado de Texas. Sus posibil. en la prov. de Buenos Aires. Ing. F. J. Lilli.
18. La estabilización de los suelos por medio del cemento. Ing. R. Peltier, Tradus., 1962.
19. Consideraciones sobre la constitución, ejecución, comportamiento y degradación de las capas de base, por acción del tránsito pesado y la intemperie. Ing. J. Durrieu, Tradus. 1962.
20. Introducción a la ingeniería de tránsito. Ing. W. T. Jackman. Tradus. 1962.
21. Función del Laboratorio de Ensayos de Mat. en los Dep. Viales de los EE.UU. Agrim. C. F. Marchetti, 1962.
22. Promoción Vial Municipal. Encuesta sobre organización vial en las comunas. Ing. F. E. Poggio, 1962, agotada.
23. Diseño estructural de pavimentos flexibles. Ing. F. J. Lilli, 1962.
24. Interpretación osmótica del hinchamiento de los suelos expansivos. Dr. C. L. Ruiz, 1962.
25. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito. Ley 6.312. Agotada. Actualizada por Pub. Nº 59.
26. Grandes Rutas del Plan Vial 1963. 1962, agotada.
27. Problemas de la adhesividad en la técnica de los revestimientos carreteros. Ing. J. Bonitzer, 1962.
28. IV Concurso de Trabajos sobre Temas viales, 1962. Determ. de los vacíos en las mezclas asfál. en forma directa. Agrim. P. R. Sosa y Téc. Quím. N. O. Ferrari. Investig. de las desviaciones individuales entre operadores, su comparación con un operador automático en las medidas del ensayo Marshall. Agrim. J. Ruiz. Interpr. del ensayo "Equivalente de arena". M.M. de O. R. A. Duarte y Agrim. C. F. Marchetti. Hormigón pretensado. Tentativas, recom. y aplicación. Ing. P. García Gausi. El camino de tierra y su circunstancia bonaerense. Ing. J. R. Villar. Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máq. viales. Sres. A. R. Cangelosi y P. S. Cuomo.
29. Segundo simposio del Equipo Vial, 1962.
30. Consid. acerca de la reunión interna. sobre diseño estruct. de pav. flex., en Ann Arbor, EE.UU. Dr. C. L. Ruiz, 1963.
31. Distribución del tránsito. Ing. R. A. Montalvo, 1963.
32. Inspección de materiales con detectores electromagnético. Ings. R. S. Blanco y J. V. Dreizzen, 1963.
33. Vigas continuas con momento de inercia variables de sección a sección del mismo tramo. Ing. J. Petruzzi, 1963.
34. Mesa redonda sobre banquinas. Trabajos, experiencias, investigaciones. 1962.
35. Observaciones sobre las exigencias y contralor de la compactación de las subrasantes. Dr. C. L. Ruiz, 1963, agot.
36. Puente arco laminar rígido. Ings. C. J. Luisoni y A. A. Giacobbe, 1963.
37. Catálogo de la Biblioteca Técnica René A. Féminis, 1963.
38. V Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1963. Tramos experimentales de bases construidas con granito desintegrado. Ings. F. J. Lilli y R. R. Barrientos. Sugerencias extraídas del estudio y comienzo de constr. de una obra cuyo llamado a licitación fue hecho por el procedim. "Tabla de Valores de Precios Unitarios". Ing. J. M. Kenny. Estudio de la correlación entre las medidas de estabilidad de suelos finos obtenidos en los ensayos de Valor Soporte California (C.B.R.) y penetrómetro de cono. Sr. R. T. Santángelo. Agrimensura vial. Métodos en relacionam. y planim. Agrim. E. A. Rotsche. Costos unitarios de transp. sobre camiones. Ing. M. Yuffe y Agrim. N. Lamotta. Bases para un proy. de especific. sobre motoniveladoras. Ings. J. V. Dreizzen y R. S. Blanco. Influencia de las caracter. del suelo en la dosific. de mezclas de suelo-cemento. Mapa tentativo de los porcentajes óptimos de cemento para la dosific. de mezclas de suelo-cemento en la Prov. de Buenos Aires. Sres. A. H. Delorenzo y O. R. Ocampos. Hacia un horizonte. Ing. E. A. Petrucci y Sr. C. Novoa. Ensayo sobre el tránsito en la ciudad de B. Blanca. Sr. J. Lis. Obras licitadas por el Sistema de Tablas. Ings. R. Meneses y H. Claudio.
39. Accesos a centros urbanos. Ing. E. A. Petrucci, 1964.

Nº

40. Program. de obras y proy. por el mét. P.E.R.T. "Critical Path Method". Ing. J. M. M. Corvalán, 1964, agotada.
41. Construcción de caminos por el sistema de peaje. Ing. J. D. Luxardo, 1964, agotada.
42. Tipos y causas de fallas en los pavimentos de carreteras. Ing. F. N. Hveem. Traduc., 1964.
43. Problemas de diseño y comport. de pavim. en la Prov. de Buenos Aires. Ings. J. M. Lockhart y F. J. Lilli, 1964.
44. Alcantarillas prefabricadas para obras de arte menores. Ings. L. R. Luna y P. García Gausi, 1964.
45. VI Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1964. Análisis crítico del Régimen de Coparticip. Vial Munic. de la Prov. de Buenos Aires. Ing. J. R. Villar. Las soluciones para la reconstr. de los pavim. de hormigón y el problema de las cargas de la estruc. vial. Ing. L. A. Cardozo. El uso del amianto como "filler" en las mezclas asfál. de tipo superior. Téc. Quím. N. O. Ferrari. La Contrib. de Mejoras en la Ley de Vialidad de la Prov. de Buenos Aires. Agrim. Juan A. Urrutia. Estudio sobre volúmenes de tráns. en caminos de la red vial de la Prov. de Buenos Aires. Agrims. J. A. Bilbao y E. Bandel. Hormigón pretensado. Algunas secc. típicas de hormigón pretensado. Ing. P. García Gausi. La red troncal vial de la Prov. de Buenos Aires. Agrim. C. D. Craig.
46. Presentación y comen. sobre los Diagramas Shell 1963 para el diseño de pavim. flexibles. Dr. C. L. Ruiz, 1964
47. Hormigón pretensado. Tentativa, recomendaciones y aplicación. Ing. P. García Gausi, 1964.
48. Criterio de calidad y bases para la adq. de cales destinadas a la corrección y estabiliz. de los suelos. Ing. F. J. Lilli, 1965.
49. Sobre el cálculo de espesores para refuerzo de pavimentos. Dr. C. L. Ruiz, 1965.
50. Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales. Sres. A. R. Cangelosi y P. S. Cuomo, 1965.
51. La utilización de arenas con ligantes bituminosos. Ing. V. Lelú. Traduc., 1965.
52. Algunas normas para la selección del tipo de intersección a diferente nivel. Ing. J. M. M. Corvalán, 1965.
53. II Congreso Vial Municipal: 153 ponencias, 28 monografías, 14 peticiones, discusiones, etc. 1965.
54. Canalización de intersecciones a nivel. Ing. J. M. Corvalán, 1965.
55. Interpret. de las fallas de las carp. asfált. por resiliencia. Influencia de la fase gaseosa en el comport. bajo carga de los materiales compresibles. Dr. C. L. Ruiz, 1965.
56. VII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. Estudio de velocidad en caminos de la prov. de Buenos Aires. Ing. M. Leiderman y Agrim. J. A. Bilbao. Estudio sobre limitación de veloc. en la ruta Nº 73. Téc. J. Lis. Hormigón preten. Suger. y alcances. Ing. P. García Gausi. Agrimensura vial. Taquimetría y triangulación. Agrim. E. A. Rotsche. Sobre mejoram. y consolid. de caminos de tierra. Ing. L. A. Cardozo. Igualdad de dos métodos de análisis económico. Alumnos Escuela de Ingen. de Caminos. 5ª prom. La expropiación. Sr. O. D. García.
57. Interpret. ensayo Marshall. Relac. estabil.-fluencia. Aplicación a las mezcl. asfálticas no convenc. y al criterio de calidad. Dr. C. L. Ruiz, 1966.
58. Ley General de Expropiaciones Nº 5708. 1966. Agotada. Actualizada por Public. Nº 73.
59. Ley Nº 6312. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito en la provincia de Buenos Aires, 1966.
60. Tendencias actuales en la construcción de puentes. Ing. A. A. Giacobbe, 1966.
61. Acerca del cálculo de los pilotes y paredes empotr.- en el suelo, según el Prof. Snitko. Dr. Ing. Ch. Cristow, 1968.
62. La disminución del fondo de caminos. Dr. J. A. Migoni, 1966.
63. Sistemas de transporte urbano y normas para su funcionamiento. Ing. A. García Baldizzone, 1966.
64. Cuarto Simposio del Equipo Vial. Cinco artículos sobre el tema, 1966.
65. Autopistas. Soluciones para sus intersecciones. Ing. J. M. M. Corvalán, 1966.
66. VIII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1966. Hacia una posible incorp. de ensayos y métodos modernos de diseño en los laborat. de obras. Ing. C. Francesio. Algunas soluciones a los probl. que plantea la determin. de la densidad de equilib. en base al método de la razón de compact. Proyecto de la norma. Ing. R. T. Santángelo. Iluminación en intersec. Ing. H. Claudio. Los fenóm. hipnóticos como causa de accid. de tránsito. Dr. I. M. Glizer. Determin. de la resist al deslizam. en los caminos paviment. de la red provin. Agrim. J. Yáñez. Hormigón pretensado. Deformac. e interpret. Ing. P. García Gausi.
67. Tránsito. Considerac., estudio y análisis técnico del reordenam. de la ciudad de B. Blanca. Téc. J. Lis, 1967.
68. Conservación de caminos en EE.UU. y Canadá. Ing. L. R. Luna, 1967.
69. Diagramas. Líneas de infl. y momentos flect. en vigas continuas y estruct. aportic. Dr. W. Valentin, 1967.
70. Equipamiento vial de las comunas, 1967.
71. La estabil. de suelos con cal en Texas. Sus posibil. en la Prov. de Buenos Aires. Ing. F. J. Lilli, 1970.
72. Consorcios camineros. Decreto 4876/967, 1967.
73. Ley General de Expropiaciones Nº 5708/952 y sus modificaciones, 1967.
74. Vigas continuas y estructuras aporticadas. Ejemplos analítico-numéricos de cálculo. Ing. L. Rozycki, 1968.
75. Soluc. a los probl. que plantea la determin. de la densidad de equil., en base al mét. de la razón de compact. Ing. R. T. Santángelo, 1967.
76. IX Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1967. Análisis del proy. de mezclas para bases granulares cementadas. Fundam. para fijar un crit. de calidad. Ings. N. Villabona de Suárez y R. T. Santángelo. Neces. de recursos constantes para finan. la obra vial en la prov. de Buenos Aires. Cont. J. R. Fredes y Sr. H. E. Toffoletti. Patología vial. Dr. I. M. Glizer. Hormigón preten. Razón e interpret. de las experien. de orientación para medir las deform. sobre probetas. Ing. P. García Gausi.
77. Vigas empotr. en ambos extremos y viga continua de 5 tram. con mom. de inercia variab. Ing. L. J. Rozycki, 1968.
78. Recubrimiento de hormigón. Ing. M. E. Aubert, 1968.
79. Métodos y normas de diseño de plazas de peaje. Ing. E. Ogueta, 1968.
80. Predicciones de tránsito para obras viales financiadas por el sistema de peaje. Ing. E. Ogueta, 1968.
81. Organización y administración de entes de peaje. Ing. E. Ogueta, 1968.
82. Tablas de funciones hiperbólicas del 0,001 al 10.000. Dep. Estudios y Proyectos, 1968.
83. Abacos de flex. simple, mét. de rotura, para secc. circul. con armad. simétr. Ing. H. M. Somenson y Sr. Raúl O. Boada, 1969.
84. X Concurso de Trabajos sobre Temas viales, 1968. El transp. de suelos en la ejec. de la obra básica. Ing. C. Francesio. Un análisis de los accid. de tránsito. Agrims. E. Bandel y J. Yáñez. La clotoide. Ing. E. A. Petrucci. Las técnicas del hormigón pretens. en las obras del futuro. Ing. P. García Gausi. Censo de origen y destino de tránsito de B. Blanca. Agrim. C. A. Lavoarto Prefabric. parcial en secc. mixtas de hormigón precompr. y armado para la construc. de alcantarillas y puentes menores. Ings. H. M. Somenson y E. M. Sánchez y Sr. R. O. Boada.
85. Ensayo dinámico de pavimentos mediante propogación de ondas. Ing. Martín Bruck, 1969.
86. Influen. de los voladizos en los mom. flect. de las placas de puentes. Ings. L. Rozycki y H. M. Somenson, 1969.
87. Régimen legal, económico y financiero de los contratos administrativos en Francia. Dr. H. Dolgopol, 1969.

Nº

88. De la Contribución de Mejoras, 1969.
89. XI Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1969.Rendimiento de equipos viales. Arq. L. A. Magram.
90. La comput. en apoyo técn. Diseño y cómp. del camino. Ings. J. C. Gonzalo y S. Mitidieri, Agrim. N. Chisari y Sr. R. De La Portilla, 1970.
91. Normas a observar en el tránsito. Sr. F. Holoubeck, 1970.
92. Educación vial para docentes. Comité de Seguridad en el Tránsito, 1970.
93. Ensayos estáticos y dinámicos de un puente pretensado. Ings. A. Huber, C. Torregiani y H. Cervera, 1970.
94. XII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1970. La escoria de altos hornos en el diseño de un pavim. rígido. Ing. C. Francesio. Aspectos económ. del transp. Ing. J. C. Gonzalo. La computadora en apoyo técnico. Diseño y cómputo del camino. Ings. J. C. Gonzalo y S. Mitidieri, Agrim. N. Chisari y Sr. R. De La Portilla, 1970.
95. VI Simposio del Equipo Vial. 1971. Equipos necesarios para estudios de tránsito. Agrim. C. M. Morelli. Análisis de tensiones en el diseño estructural de la maquinaria vial. Ing. H. D. Basso. Evaluación de cargadores frontales montados sobre neumáticos. Dr. E. Wehrill. Algunas consid. sobre preparación de especific. técnicas para licitac. de equipos viales para organismos del Estado nacional. Ing. L. Farberoff. La utiliz. de turbinas de gas como plantas de poder en la maquinaria vial. Ings. O. Frattini y V. R. Bertuccio. Técnicas y equipos actuales para el aserrado de juntas en los pavim. de hormigón. Ings. A. S. C. Fava y J. Zuker.
96. Análisis teórico de la composición de las intersecciones a distinto nivel. Traducción, 1972.
97. XIII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1971. La fisuración refleja en las capas asfálticas. Ing. C. Francesio. Ensayo de un sistema para el diseño, cálculo planim. y cómputo de superf. de una rotonda circular con apoyo de la comput. electrónica. Agrim. O. H. Grandi.
98. Concurso de Dibujos sobre Educación Vial. 1971.
99. XIV Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1972. Evaluación econ. de dos proyec. alternat. Agrims. E. Bandel y J. Yáñez. Una metodol. para el dimens. de apoyos de neopreno en puentes. Ing. R. Igolnikow. Censo de cargas en tránsito. Sr. J. Lis. La sistematiz. electrónica de datos en el control de la gestión de la obra vial. Agrim. A. Magram, Sr. R. Rodríguez y Sra. O. E. Colombo. Nuevos aspectos en materia de derecho administr. disciplinario con motivo de la vigencia de la ley 7575. Dr. O. H. Suriani.
100. Ley de autarquía de la D.V.B.A., Nº 7943/972 y su Reglamentación Nº 922/73, 1973.
101. Estructura orgánico-funcional de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, 1973.
104. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Decreto-Ley 8071 y su Reglamentación, Decr. 5048.
105. Seminario sobre medios y objetivos de la obra vial. Julio 1977.
106. Plan Vial 1977-979, junio 1977.
107. Actividad Vial (lapso abril/977 - abril/979).
108. La infraestructura vial y el proceso económico. Ing. R. M. Agüero Olmos, octubre 1979.

OTRAS EDICIONES

Plan vial de la provincia de Buenos Aires. Años 1959-1963. Tomos I y II. Síntesis, memoria, etc. 1ª, 2ª, 3ª ed.
Primer Simposio de Banquinas, 1959.
Segundo Simposio de Banquinas, 1960.
Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, 1961.
Primer Simposio del Equipo Vial, 1960, agotado.
Cálculo gráfico de cotas medias de base de terraplén y préstamos. Ing. M. A. Fornari, 1936.
Planilla para cálculo de movimiento de tierra, 1936.
Trazado de curvas espirales. Ing. M. A. Fornari, 1936.
La Zona Escuela de la Dirección de Puentes y Caminos de la Provincia, en Mercedes. Ing. L. O. Laura, 1934.
Día del Camino, 1960.
Boletín Bibliográfico, mensual, números 1 al 202.
Revista "Vialidad", trimestral, números 1 al 77.