

16
57



ASOCIACION ARGENTINA
DE GEOLOGIA APLICADA
A LA INGENIERIA

Examen petrográfico aplicado al estudio del hormigón de una ruta interurbana con evidencias de deterioro

Maiza, Pedro J.^{1,2} - Marfil, Silvina A.^{1,3}

Resumen

El camino que une la ciudad de Bahía Blanca con Puerto Galván, presenta problemas de deterioro prematuro, manifestado por el desarrollo de fisuras, achicamiento de las juntas de dilatación y elevación del nivel del pavimento.

El propósito del trabajo es determinar, mediante el estudio petrográfico del hormigón, la patología que presenta.

Se evaluaron los constituyentes de los agregados finos y gruesos y las características del mortero. Se concluyó que el deterioro se produjo por el desarrollo de la RAS, debido al uso de un agregado potencialmente reactivo, con elevado contenido de vidrio volcánico y vulcanitas vítreas.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años han comenzado a presentarse problemas de deterioro en pavimentos de hormigón de la zona de Bahía Blanca, (Prov. de Bs. As.) debido al desarrollo de la reacción álcali - sílice (Marfil *et al.* en prensa).

Los yacimientos que proveen la arena utilizada en la industria de la construcción, poseen materiales no aptos, desde el punto de vista petrográfico, para ser utilizados como agregados en hormigón, ya que no cumplen con los valores establecidos en las normas IRAM 1649 y 1531. (Maiza *et al.* 1997).

Los agregados gruesos disponibles en la zona, tienen composición variable. Se utilizan piedra partida de granitos y cuarcitas y cantos rodados. Los últimos están constituidos principalmente por vulcanitas con un elevado porcentaje de vidrio volcánico, tanto fresco como alterado, principalmente a minerales arcillosos (Marfil *et al.* 1993). En muchos casos, en los estudios petrográficos se agrupa a un porcentaje importante de los clastos como "alteritas". Litológicamente son heterogéneos pero están enmascarados por crustificaciones, especialmente

carbonato de calcio (tosca) o alteraciones superficiales que no permiten determinar la composición de los granos o fragmentos analizados, englobando agregados inocuos y reactivos debido a que no se diferencian a ojo desnudo.

El estudio realizado sobre un corte de aproximadamente 20 \approx 30 μ de espesor, con microscopio de polarización, permite asegurar la composición mineralógica y petrográfica de los componentes y diferenciar claramente todos los minerales y las texturas de los componentes.

El propósito del presente trabajo es definir la patología que presenta el hormigón a partir del examen petrográfico sobre secciones delgadas.

2. RESULTADOS

Relevamiento de la obra:

El tramo estudiado, camino que une Bahía Blanca con Puerto Galván, se extiende desde el cruce con la ruta nacional N° 3 hasta la rotonda de acceso al puerto de Ing. White.

Las losas de pavimento tienen dimensiones de 12,30 m x 3,65 m, unidas transversalmente y en la parte central del camino con material elástico.

El deterioro observado puede agruparse en dos tipos:

- a) Producido por fatiga del hormigón y
- b) Desarrollo de la RAS.

Entregado: 16 de Julio de 2000 • Aceptado: 21 de Julio de 2001

1. Dpto. de Geología, Universidad Nacional del Sur.
San Juan 670. 8000 Bahía Blanca. TE: 0291-4595184.
FAX: 0291-4595148. email: smarfil@criba.edu.ar.

2. Investigador Independiente CONICET.

3. Investigador Adjunto CIC.

- a) *Producido por fatiga del hormigón:*
Está concentrado en sectores específicos donde ha cedido la base, por ejemplo: zonas próximas a los ángulos externos de las placas, en curvas de la traza, donde se produce una distribución de cargas heterogénea o en cortes por obras posteriores que no lograron la compacidad necesaria del sustrato en la reparación. En estos casos siempre se observa hundimiento de la masa de hormigón.
- b) *Desarrollo de la RAS:*
Se manifiesta por el fracturamiento en forma de mapa, aumento de las dimensiones de la placa, con estrechamiento de las juntas de dilatación, elevación del nivel del rasante, desarrollo de exudados, entre las características más notorias que definen esta patología.

En este trabajo sólo se analizó el desarrollo de la RAS.

Si bien un fracturamiento incipiente se presenta en todos los sectores de las placas, es evidente que se concentra en los contactos entre placas, especialmente en los transversales. No se observaron mayores deterioros en la unión central ni en la parte externa, en contacto con el material consolidado de las banquetas. En numerosos sitios se ha procedido a la reparación de las zonas dañadas ya que en su evolución dificultaba el libre tránsito. Se tomaron muestras de hormigón de las zonas afectadas con el objeto de realizar un estudio petrográfico de detalle.

Petrografía del hormigón:

El estudio petrográfico del hormigón puede dividirse en dos grandes estadios:

- 2.1. Composición de los agregados finos y gruesos.
- 2.2. Estado de la pasta y relación agregado - mortero.

2. 1. Composición de los agregados:

2.1.1 Agregados finos: Es una arena constituida por cuarzo, feldespato, rocas graníticas, carbonato de calcio, vidrio volcánico, cuarcitas, minerales opacos y vulcanitas básicas frescas, alteradas y vítreas.

Las rocas graníticas contienen cuarzo con extinción ondulante y el feldespato está levemente sericitizado.

El vidrio se encuentra fresco, se presenta en forma de trizas, de color ámbar a incoloro. Su contenido supera el 10 %.

En la figura 1a se muestran las características del agregado fino con luz paralela, donde es posible identificar abundante vidrio volcánico (vv), en forma de trizas, de color ámbar e incoloro y las vulcanitas básicas vítreas (vbv). En la figura 1b se observa otro sector de la muestra con nicols cruzados, con lo que es posible visualizar el cuarzo con extinción ondulante (q), feldespato (f), rocas graníticas (g), cuarcitas (qz), carbonato (c) y vulcanitas básicas con pastas microcristalinas (vb). Es importante estudiar en detalle las vulcanitas, en especial la composición de la pasta y grado de alteración que presentan. En la figura 1c se muestra (con nicols cruzados) un clasto de una roca volcánica básica constituida por fenocristales de plagioclasa (p), con la pasta vítrea (pv). En algunos sectores se observa que el vidrio ha sufrido un proceso de alteración con la formación de montmorillonita (m). En la figura 1d, se muestran (con luz paralela), 2 clastos de vulcanitas básicas con pasta microcristalina (vb) constituidas por tablillas de plagioclasas, (p). Estas últimas se comportan como inocuas, las relaciones entre la interfase agregado-mortero conservan la textura original, mientras que en las

rocas observadas en 1c, ha sido totalmente modificada. Estas son altamente reactivas frente a la RAS.

2.1.2 Agregados gruesos: Están constituidos por rocas graníticas y cuarcitas. Las primeras tienen cuarzo con extinción ondulante y textura sacaroides, localmente gráfica o micrográfica. El tamaño de los cristales es heterogéneo con predominio de los pequeños y el feldespato está levemente sericitizado. El mafito por lo general es biotita con algo de hornblenda. Son escasos los opacos y minerales accesorios entre los que se destaca apatito, epidoto y magnetita.

La cuarcita está constituida por clastos de cuarzo con extinción ondulante con una matrix de cuarzo microcristalino. Algunos clastos presentan fuerte sericitización.

La figura 1e corresponde a un clasto del agregado granítico (con nicols cruzados), en el que se observa la fuerte sericitización del feldespato potásico (f). La plagioclasa se presenta más o menos fresca (p); el cuarzo (q) con textura en mosaico, localmente sacaroides, presenta extinción ondulante. Se identificó epidoto intersticial y escasa muscovita. En la figura 1f se observa la roca cuarcítica (qz) constituida por granos de cuarzo en una matrix de cuarzo fino, ambos con fuerte extinción ondulante.

2. 2. Estado de la pasta:

El mortero se presenta fisurado. Las fracturas afectan a la pasta y a los clastos de los agregados. Se observan productos de reacción en el interior de cavidades de aire accidental y en algunas microfisuras. Se trata de un mineral de muy baja birrefringencia adjudicado por sus propiedades ópticas a ceolitas.

En algunos sectores es posible observar fisuramiento en forma de mapa, típico de la reacción álcali - sílice.

Los contactos entre agregados y mortero no son netos, en especial los de los agregados cuarcíticos donde se desarrollan senos de corrosión y fracturas, algunas de ellas rellenas con ceolitas.

En la figura 2a se representa, con luz paralela, una vista general del hormigón, donde es posible visualizar el fisuramiento de la pasta (f), la relación entre los clastos y el mortero, coronas de reacción, bordes con claras evidencias de caries y contactos difusos. La figura 2b muestra un detalle de las fracturas en forma de mapa. Se desarrollan a partir de una cavidad de aire accidental colmatada con el producto de la reacción (ceolita) (z). En la figura 2c se visualizan las microfisuras producidas en las zonas de contacto entre el agregado grueso (ag) y el mortero (m), con continuidad en la pasta, afectando clastos del agregado fino. En la figura 2d se observa que los contactos agregado - pasta son muy difusos y se desarrollan ceolitas en el interior de cavidades de aire accidental. En la figura 2e se visualizan los bordes de reacción y senos de corrosión desarrollados en los clastos reactivos. La figura 2f muestra que el fisuramiento del hormigón afecta a los clastos y al mortero.

3. CONCLUSIONES

- El tipo de fracturas y los productos de reacción identificados permiten concluir que el deterioro del pavimento se debió al desarrollo de la reacción álcali-sílice.
- La causa de la patología es la presencia de vidrio volcánico y vulcanitas con pastas vítreas en el agregado fino y el cuarzo microcristalino y con extinción ondulante de las cuarcitas del agregado grueso.

- Si bien no se conoce el contenido de Na_2O equivalente del cemento utilizado en la elaboración del pavimento, se asume que debió ser elevado y contribuyó al desarrollo de la RAS.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. y a la UNS por el apoyo brindado y al Sr. Rodolfo Salomón por la colaboración en la compaginación de las fotomicrografías.

FIGURA 1: 1a. CLASTOS DEL AGREGADO FINO VISTO CON LUZ PARALELA. vbv: vulcanita básica vítrea vv: vidrio volcánico. 1b. AGREGADOS FINOS, CON NICOLES CRUZADOS. vb: vulcanita básica; g: roca granítica; c: carbonato de calcio; qz: cuarcita. 1c. DETALLE DE UN CALASTO DE VULCANITA BÁSICA VÍTREA. (vbv) con procesos de desvitrificación. f: feldespato; m: montmorillonita. 1d. VULCANITAS BÁSICAS, CON LUZ PARALELA. vb: vulcanita básica; q: cuarzo; f: feldespato. 1e: AGREGADO GRUESO GRANÍTICO. f: feldespato; q: cuarzo; p: plagioclasa. 1f. AGREGADO GRUESO CUARCÍTICO (qz) con matrix de cuarzo fino y con extinción ondulante.

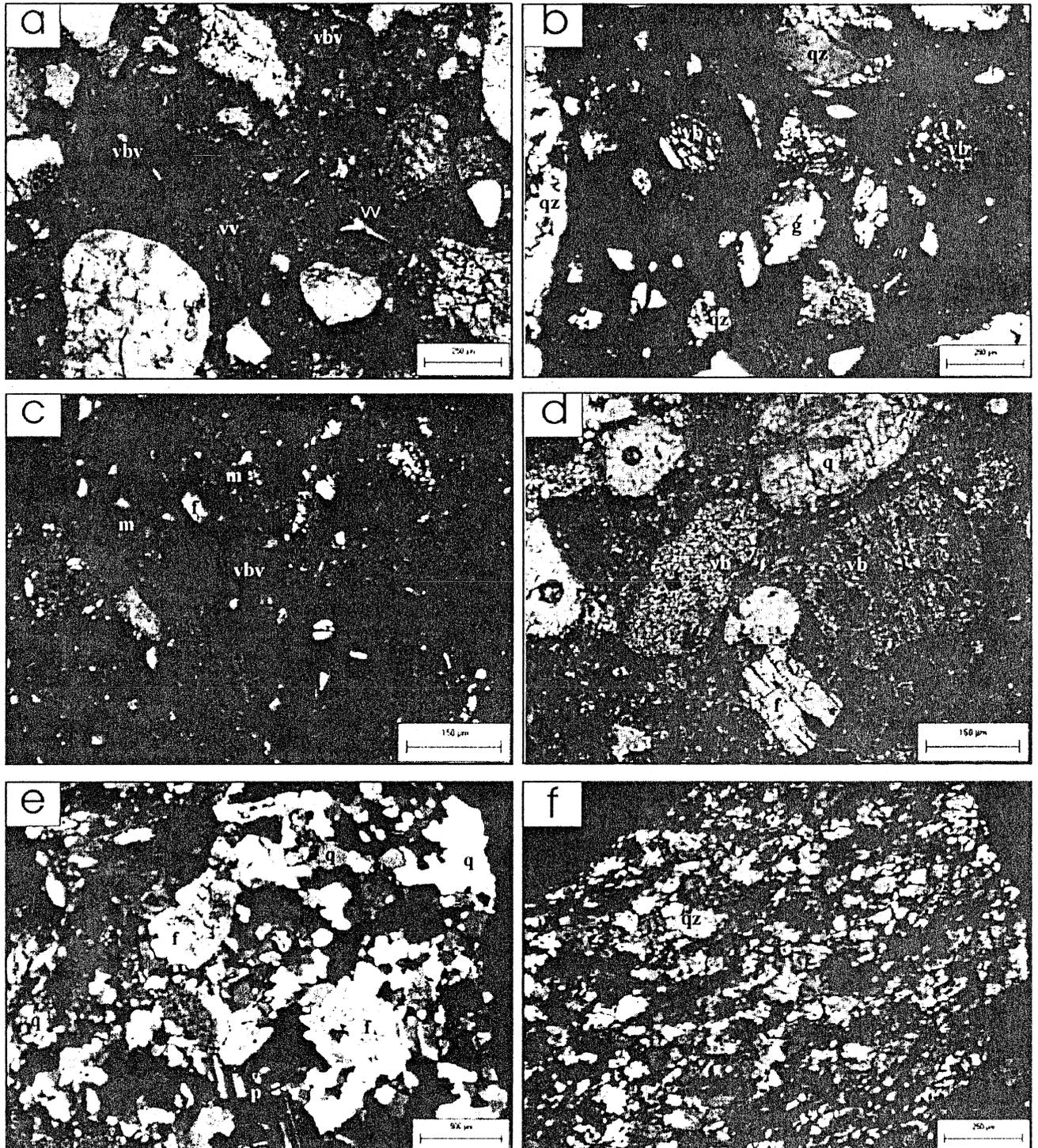
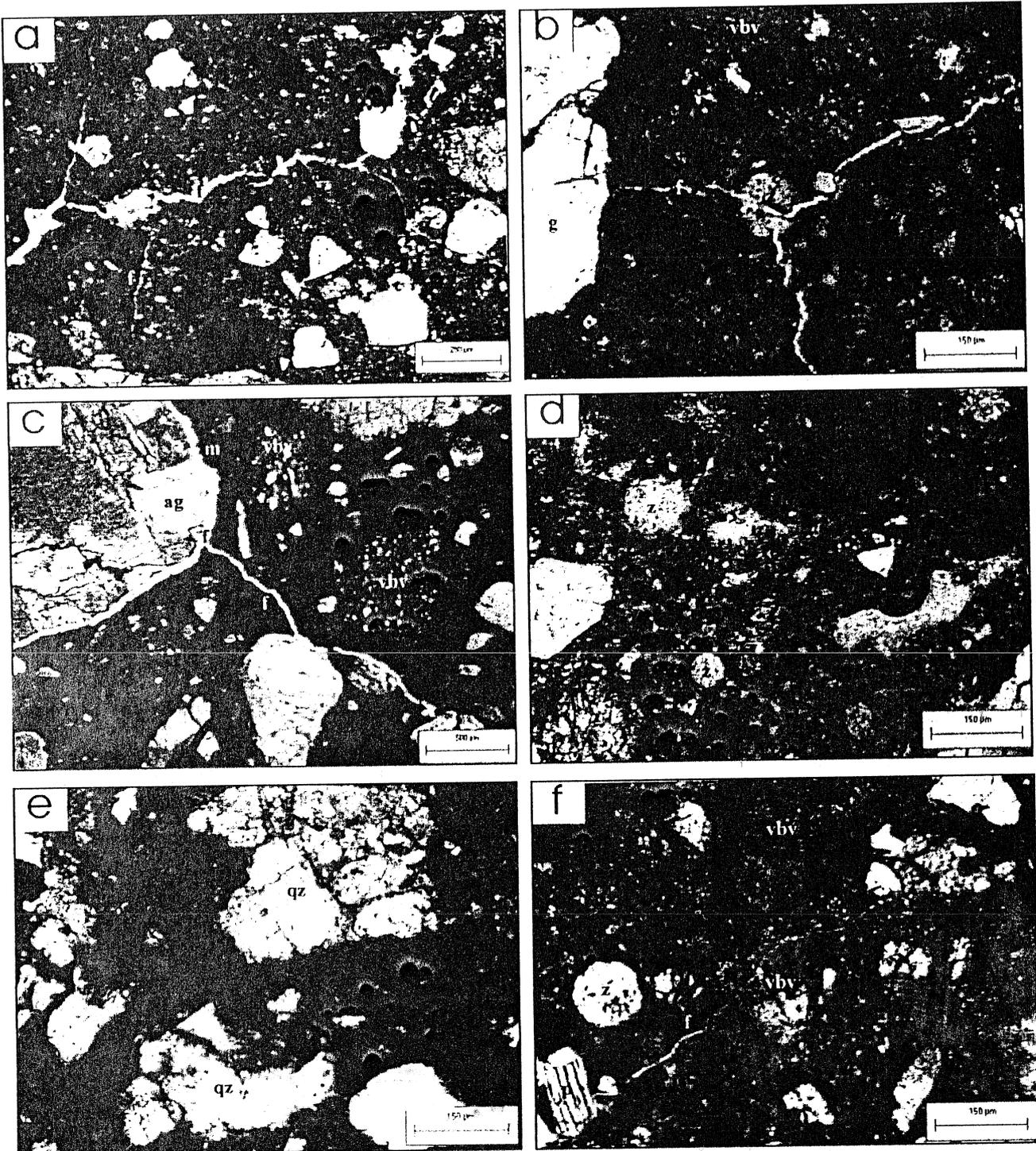


FIGURA 2: 2a. VISTA DEL HORMIGÓN CON LUZ PARALELA. Se observa importante fisuramiento (f) de la pasta. 2b. DETALLE DE UNA FISURA EN FORMA DE MAPA, desarrollada a partir de una cavidad de aire colmatada con ceolita (z); g: roca granítica; vbv: vulcanita básica vítrea. 2c. MICROFISURAS (f) en los contactos agregado grueso (ag) - mortero (m) con continuidad en la pasta; vbv: vulcanita básica vítrea. 2d. CEOLITAS (z) en el interior de cavidades de aire accidental. Los contactos agregado - pasta son difusos. 2e. BORDES DE REACCIÓN Y SENOS DE CORROSIÓN EN AGREGADOS REACTIVOS; qz: cuarcita. 2f. EL FISURAMIENTO (f) afecta la pasta y los agregados reactivos; vbv: vulcanita básica vítrea; f: feldespato; z: ceolita



5. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

IRAM 1531.

Aridos gruesos para hormigones de cemento portland. 1-21.

IRAM 1649.

Aridos para hormigones.

Examen petrográfico. 1-10.

MARFIL S. A. Y P. J. MAIZA, 1993.

Los agregados gruesos utilizados en la zona de Bahía Blanca (Prov. de Bs. As.), en relación con la reacción álcali agregado.

Congreso Internacional de Ingeniería Estructural y Tecnología del Hormigón. Córdoba. Memorias. I: 1-10.

MAIZA P. J. Y S. A. MARFIL, 1997.

Principales yacimientos de arena, canto rodado y piedra partida, utilizados en la construcción en la zona de Bahía Blanca, Prov. de Buenos Aires.

Primer Seminario de Tecnología del Hormigón en la Vivienda del Mercosur. Memorias. Santa Fe. 253-264.

MARFIL S. A. Y P. J. MAIZA (EN PRENSA).

Pavimento de hormigón deteriorado por la reacción álcali-sílice en un complejo edilicio de la ciudad de Bahía Blanca.

Congreso de Ingeniería 2000. Buenos Aires. Setiembre 2000.

