

Vial 23°
AÑOS

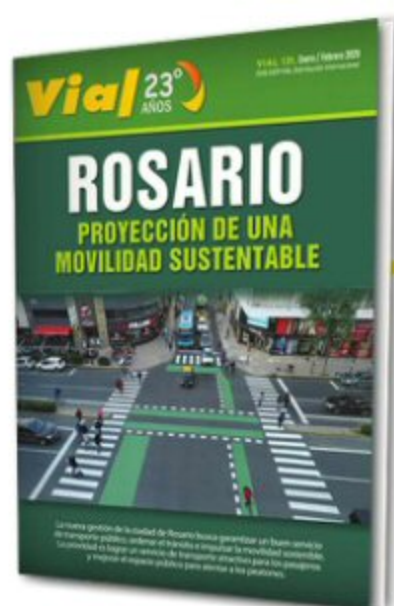
VIAL 131. Enero / Febrero 2020
ISSN 0329-1146. Distribución Internacional

ROSARIO

PROYECCIÓN DE UNA MOVILIDAD SUSTENTABLE



La nueva gestión de la ciudad de Rosario busca garantizar un buen servicio de transporte público, ordenar el tránsito e impulsar la movilidad sostenible. La prioridad es lograr un servicio de transporte atractivo para los pasajeros y mejorar el espacio público para alentar a los peatones.



SUMARIO

VIAL 131
➤ ENERO / FEBRERO 20

3 EDITORIAL

Transición.



6 FERIAS & CONGRESOS

Conferencias, cursos, exposiciones y seminarios.



8 INFRAESTRUCTURA

Camino de las Altas Cumbres. Pavimentación de la Ruta Provincial 34. *Por el Ing. Adrián Pereyra*, jefe de Obra para Chediack construcciones.

12. Transformación en autopistas de las Rutas Nacionales 34, 66 y 1v 66 en la provincia de Jujuy. *Por Mario Venezia*, Consultor en Cornero Venezia Consultores de Ingeniería.

14. Obras viales proyectadas 2020-2023. La red vial provincial, su estado actual y el plan de obras. *Por la Dirección de Vialidad Provincial de Chaco.*

20. Metodología para priorizar una red vial de caminos rurales. El caso de la provincia de Corrientes. SEGUNDA PARTE.



40 SEGURIDAD VIAL

Evitar siniestros viales y "salvar vidas". Con demarcación horizontal y con tecnología en los vehículos. *Por el Ing. Jorge W. Santos*, gerente técnico de Cleanosol Argentina.

42. El verde como parte de la infraestructura vial. Segunda parte. *Por Eduardo José Lavecchia*. Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.



48 EMPRESAS

"En Argentina somos referentes de servicios drone para la industria con sensores complejos". *Revista Vial* dialogó con *Alfredo Lagleyze* y *Martín Passa*, co-fundadores de la empresa Drone Services by USS. Desde hace cuatro años brindan servicio y consultoría en materia de drones con sensores avanzados específicos para diferentes sectores de la industria.



52 INSTITUCIONAL

"El desarrollo del espacio subterráneo está creciendo en todo el mundo". *Revista Vial* dialogó con *el Ing. Oscar Vardé*, presidente de la Asociación Argentina de Túneles y Espacios Subterráneos (AATES), quien expresó su visión acerca del creciente desarrollo de la tunelería a nivel global. Asimismo, comentó acerca de la actualidad de la entidad que encabeza, que este año cumple su primera década de vida.

54. La AAHE festejó su 40º aniversario. Se realizó en el marco de la 7º Convención del Hormigón Elaborado llevada a cabo del 14 al 16 de noviembre de 2019 en la ciudad de Paraná.

56. Guía de metodologías y procedimientos para uso vial desarrollados en el LEMaC. El Centro de Investigaciones Viales de la Universidad Tecnológica Nacional, ubicado en su Facultad Regional La Plata, publicó a fines de 2019 una nueva versión de su "Guía de metodologías y procedimientos para uso vial".

58. Concurso de Educación y Seguridad Vial. La municipalidad de San Roque organizó el "Primer Concurso Municipal de Educación Vial" dirigido a todas las escuelas de la localidad tanto del nivel inicial, primario y secundario. Entrevista al *Sr. César Penzo*, subsecretario de Tránsito de la ciudad de San Roque.



26 TRANSPORTE

"El foco está puesto en garantizar un buen servicio de transporte público". Entrevista a *la Ing. Eva Jokanovich*, la nueva secretaria de Movilidad de la ciudad de Rosario.

30. El uso del suelo y el transporte. Capítulo noventa. CRÓNICAS SOBRE EL TRÁNSITO. *Por el Ing. Oscar Fariña.*

34. Evaluación de la Línea H del subterráneo de Buenos Aires. Segunda parte. *Por el Ing. Juan Pablo Martínez*, consultor en AC&A.



NOTA DE TAPA

STAFF

Directora
Analía Wlazlo

Departamento Comercial
María Fanelli

Redacción
Magalí V. Laboret

Administración
Laura Quiroga

Colaboran en este número

Arq. Eduardo José Lavecchia
Ing. Adrián Pereyra
Ing. Aisar Canan
Ing. Fernando Paniagua

Ing. Juan Pablo Martínez
Ing. Jorge W. Santos
Ing. Mario Venezia
Ing. Pablo Callizo

Ing. Oscar Fariña
Lic. Oscar R. Astoreca
Prof. Paola Villani
Sr. Jorge de Mendonça

Colaboraciones del Exterior

Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR, Brasil)
Associação Brasileira dos Departamentos Estaduais de Estradas de Rodagem | (ABDER, Brasil)
Asociación ITS Brasil | Asociación ITS Chile | Asociación ITS España
Asociación Peruana de Caminos (Distribución en Perú)
Asociación Uruguaya de Caminos (Distribución en Uruguay) | Cámara Vial Paraguaya (CAVIALPA)
Revista BIT, Corporación de Investigación de la Construcción (Cámara Chilena de la Construcción)
Revista Obras (México).

Diseño Gráfico
NAPSIS - Impulso Creativo

Impresión
GALTPRINTING – GALT S.A. - Tel: (54-11) 4303-3723.

Atención al lector, correspondencia, comentarios y colaboraciones a:

Revistas S.A., Viamonte 1653 PB (C1055ABE), CABA, Argentina.
Hecho el depósito que prevé la Ley 11.723 R.N.P.I.
Administración: (54 9) 11 3118-6204/5
Comercial: (54 9) 11 3118-6208
E-mail: vial@editorialrevistas.com.ar
Web: www.revistavial.com

Las opiniones vertidas en las notas firmadas o por las personalidades entrevistadas no reflejan necesariamente la opinión del Editor. Vial autoriza la reproducción parcial o total de los artículos publicados en la presente edición de la revista, previa solicitud por escrito y bajo el compromiso de citar la fuente.

Editora:

Revistas S.A., Viamonte 1653 PB (C1055ABE), Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
Hecho el depósito que prevé la Ley 11.723 R.N.P.I.
De esta edición se imprimieron 10.000 ejemplares. Se distribuye cada dos meses en Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay, Brasil, Bolivia, Ecuador, Perú, Guatemala, Costa Rica, Venezuela, España, Estados Unidos, Colombia, México, Canadá, Inglaterra e Italia. Dirigida a 1.900 municipios de todo el territorio argentino, empresas constructoras de infraestructura, concesionarios, consultores, proyectistas, transportistas de carga y pasajeros, empresas ferroviarias, viales, portuarias y aeroportuarias, organismos oficiales, asociaciones, cámaras profesionales y a todos aquellos relacionados con la actividad.

Publicación distinguida por:

 **Socios de la Asociación de Prensa Técnica y Especializada Argentina (APTA)**
Noviembre 2016:
Premio a la trayectoria 20 años.

 **Julio 2012:**
Reconocimiento de la Asociación Uruguaya de Caminos "A la trayectoria de Revista Vial en Uruguay".

 **Abril 2012:**
Premio por "15 años de colaboración en la formación de los ITS en Iberoamérica", otorgado por ITS España.
Noviembre 2016:
Premio a la trayectoria 20 años.

 **Agosto 2008:**
Mención de honor en la categoría gráfica en la II Edición del Premio Volvo de Seguridad en el Tránsito.

 **Octubre 2005:**
"Mejor Revista del sector", premio otorgado por la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina.

 **Octubre 1999:**
Mención otorgada por la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina.

 **Diciembre 2016:**
Premio a la trayectoria 20 años.

60. COSETRAN realizó una ceremonia con distinciones. Por el Lic. en Prevención Vial y Transporte, Oscar R. Astoreca, presidente de COSETRAN (Comité de Seguridad en el Tránsito de la Provincia de Buenos Aires)

62 INTERMODAL



En logística todos ganan con el intermodalismo. Por Jorge de Mendonça, presidente de AIMAS (Asociación Intermodal de América del Sur).

64. "En el intermodalismo el principal protagonista es el contenedor". Revista Vial dialogó con Richard Kraayenbrink, presidente de la empresa Mission Line Logistics, y con Milton Cogut, su desarrollador de negocios. La compañía se encarga desde 2005 de prestar servicios logísticos a nivel nacional y regional, así como del alquiler de isotanques y contenedores para el almacenamiento y transporte de asfaltos, bitúmenes y combustibles pesados.

68 INTERNACIONAL



Estudio comparativo de la condición de superficial de pavimentos mediante equipos de bajo costo. Por Fernando Paniagua, Pablo Callizo, Aisar Canan del Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Asunción, Paraguay.

72. El puente de Morandi colapsado en el puerto italiano de Génova: dinámica y causas. Por P. Villani, Politécnico di Milano, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Italia.

76 MAQUINARIAS



Plano panamericana: la ruta de los equipos.

78 ON AND OFF



Informaciones relevantes, anuncios, presentaciones y novedades.

81 SERVICIO AL LECTOR



Listado de anunciantes presentes en esta edición.

82 DNV



Obras en ejecución por sistema CreMa.



Seguinos en: [LinkedIn](#) [Facebook](#) [www.facebook.com/revistavial](#)





El puente de Morandi colapsado en el puerto italiano de Génova: dinámica y causas

Las conjeturas erróneas formuladas para el colapso del viaducto de Morandi en Génova pueden haber sido formuladas en la búsqueda repentina de un chivo expiatorio o, quizás más dolorosamente, por razones económicas y políticas: pero los datos recogidos, estudios realizados, los elementos reportados en mi análisis no prueban el colapso estructural como la causa de la caída del viaducto en Polcévera. El colapso fue trágico y tal vez podría haberse evitado: los gerentes de ruta, con un sistema de advertencia meteorológica de alto nivel y una advertencia de tormenta eléctrica en circunstancias extraordinarias, deberían haber puesto en marcha todos los procedimientos de seguridad. El estudio presentado aquí, con fotografías y análisis preciso, explica cómo los impactos

del cambio climático con la incapacidad de predecir el riesgo han llevado al colapso del viaducto.

Descripción del estado del puente

El Viaducto de Polcevera ha sido continuamente estudiado y consolidado periódicamente. Desde 1990, el viaducto de Morandi fue dañado por ataques químicos y físicos a materiales. Alrededor de las cubiertas se encontraron síntomas de degradación superficial (hormigón altamente carbonatado, grietas locales). En 1992, una inspección detallada reveló daños caracterizados por soluciones de continuidad localizadas cerca de la torre de suspensión, así como un alto grado de oxidación de los cables internos, muchas hebras cortadas y/o reducciones de sección significativo. Por esta razón, los

pilones 9 y 10 han tenido intervenciones de modernización estructural. También se observaron nudos de torsión en las varillas de unión del pylon N° 9 debido a las diferentes condiciones de tensión entre el hormigón pretensado alrededor de las varillas de unión y la plataforma de hormigón pretensado. Es por eso que muchos ingenieros han citado la viscosidad del concreto que ha resultado en un pavimento no horizontal. Ya a principios de los 80, los que cruzaron el viaducto se vieron obligados a hacer altibajos debido al desplazamiento de las estructuras de la cubierta, problemas no previstos durante la fase de diseño. La nivelación repetida del pavimento asfáltico ha reducido el pavimento a condiciones semi-horizontales aceptables.

También en 2018, se estaba trabajando



Fotografía desde el helicóptero del colapso del viaducto de Morandi en Génova.

para reforzar la cubierta de hormigón pretensado y se hicieron planes para modernizar los tirantes. La falta de horizontalidad es indicativa de una extensión gradual de los tirantes. Cada lazo está formado por hilos de 352 ½ “de diámetro, mientras que la viga principal está desprovista de refuerzo longitudinal, excepto en los extremos y áreas cerca de los soportes intermedios.

Ya en 1994, dos varillas de unión del pilón 9 presentaron una deformación modal que no se ajustaba a las expectativas. Las varillas de unión de hormigón pretensado protegen el acero de las hebras contra la corrosión (es probable que el medio marino sea atacado por cloruros). En cuanto a la reparación de tirantes, se realizaron los siguientes ensayos:

- 3 Sobre hormigón: ultrasonidos; prueba de extracción moler las zanahorias; encuestas de fuerza y determinación del espesor de hormigón afectado por carbonatación.
- 3 Sobre acero: pruebas de laboratorio en muestras de barras y cordones.

El viaducto estuvo sujeto a actividades continuas de auditoría y monitoreo, que continuaron incluso después de 1994. Las inspecciones y diagnósticos periódicos permitieron controlar todo el viaducto (tirantes, cajones, losas, vigas, soportes, pilones):

- 3 Revisión de las estancias por reflectometría.
- 3 Investigaciones diagnósticas sobre fijaciones de pilones 9 y 10.
- 3 Caracterización dinámica de sistemas equilibrados 9 y 10.
- 3 Estudios de diagnóstico sobre vigas de paneles exteriores de hormigón pretensado.
- 3 Estudios de diagnóstico sobre vigas de hormigón pretensado.
- 3 Mediciones de reflectometría en el dominio del tiempo en barras de pretensado.

El estado de conservación de los tirantes de los pilones 9 y 10 fue adecuado; sin embargo, los resultados de las pruebas de OTDR mostraron una tendencia lenta hacia la degradación de los cables que

constituyen las varillas de unión (reducción de la superficie total de los cables del 10% al 20%). Se produjeron fugas importantes durante el período 2011-2016, posiblemente como resultado de la inundación del 4 de octubre de 2010. Pero el Viaducto de Morandi no está en la lista de intervenciones urgentes. Consecuencias: desprendimiento de la cubierta de hormigón, carbonatación y oxidación del refuerzo. Se han posado redes para evitar pérdidas materiales.

Descripción del accidente

El 14 de agosto de 2018, aproximadamente a las 11:36 hora local (09:36 UTC), durante una tormenta torrencial, una sección de 257 metros del Viaducto de Morandi colapsó.

Testigos informaron que el puente fue alcanzado por un rayo antes de colapsar. Aún no se ha determinado el número exacto de vehículos involucrados. Ciertamente, 35 autos y 4 camiones han sido declarados caídos del puente. El colapso del viaducto de Morandi no se debe a una falla estructural: los elementos re-



IX CONGRESO INTERNACIONAL | 23ª REUNIÓN TÉCNICA

2 al 6 de Noviembre 2020 - La Plata, Argentina

TEMAS

- | | |
|---|--|
| 1. Cementos y materiales cementicios suplementarios | 5. Obras de hormigón históricas y actuales |
| 2. Agregados para hormigones y morteros | 6. Durabilidad del hormigón |
| 3. Hormigón fresco y primeras horas del hormigón | 7. Hormigones especiales |
| 4. Propiedades del hormigón endurecido | 8. Patología y reparación de estructuras de hormigón |
| | 9. Calidad y técnicas de evaluación |
| | 10. Panel de obras significativas |

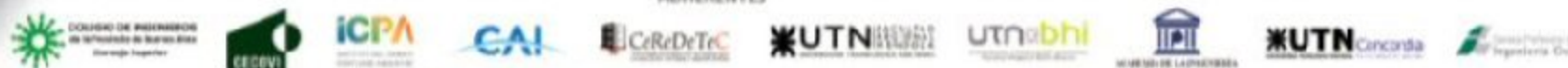
Cierre de recepción de resúmenes:
28 de febrero de 2020

Cierre de recepción de artículos:
31 de mayo de 2020

INSTITUCIONES SEDES



ADHERENTES



MEDIA PARTNER



Organizador Ejecutivo **Trade Show**

Viamonte 1653 PB (C1055ABE) C.A.B.A. - Argentina
Administración: +54 9 11 3118-6204 / 5 Comercial: +54 9 11 3118-6208
aw@tradeshowsa.com.ar - www.tradeshowsa.com.ar

Organiza **Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón**

Corrientes 2438, 4º piso, Of. 4 (1046AAP) C.A.B.A. - Argentina
+54 11 4952 6975
aath@aath.org.ar - www.aath.org.ar

www.aath2020.com.ar



colectados presentados aquí como en un incidente de evidencia clásico no prueban que el colapso estructural sea la primera causa del colapso del viaducto. Los bomberos y muchos ingenieros encontraron inmediatamente signos de explosión. Las imágenes del 14 de agosto de 2018 fueron muy claras. Los bomberos viajan en una superficie cubierta de grava y pedregal de roca a través del área del viaducto de Polcevera en Cornigliano. También en esta área, los techos de algunos almacenes se derrumbaron bajo el viaducto de Morandi. Estos muestran una explosión: las ruinas son completamente diferentes de las encontradas en caso de colapso estructural. Dos colapsos distintos que ocurrieron en minutos. El primer colapso ocurrió en el lado de Cornigliano, un colapso que también dañó los hangares subyacentes.

Causas

La cámara web de “Autostrade per l’Italia” (el mayor operador de autopistas en Italia) aclara la dinámica del colapso del viaducto de Morandi. Del video completo, sabemos qué tan rápido fueron los vehículos y, por lo tanto, dónde se encontraban en el momento del desastre.

Un camión cisterna blanco está en tránsito en la sección de la autopista, va directamente al sur. Le sigue un camión verde. En el video a las 00:55, un camión amarillo usa entre 35 y 40 segundos para entrar en la sección del puente que posteriormente colapsó. Como se



Desprendimiento de la cubierta de hormigón, carbonatación y oxidación de los refuerzos.

puede ver en las imágenes de la cámara web, este camión está cerca del pilón 9 después de 50 segundos. El petrolero blanco transita a las 2:11 minutos; a las 3:00, está en la carretera y se desplomó. De hecho, a las 2:28, acaba de pasar la curva, y a las 2:36 minutos está exactamente en la posición en la que el camión verde se atascará.

A las 2:37 minutos, el camión rojo Alba pasa, precedido por el camión de bobina metálica, con un peso total de 44 toneladas: ambos caerán bajo el viaducto de Polcevera. El tráfico a lo largo de la carretera que colapsó de inmediato es muy lento y avanza a una velocidad inferior a la utilizada en la curva de la primera sección del viaducto. La explosión es visible a las 3:41. El camión verde pasa a las 3:10, se cuelga a unos pocos metros de la sección colapsada. Y en la

cámara web bajo el pilón 9, ves un brillo repentino. Inmediatamente después de que el puente se mueve y luego se derrumba.

Evidencia disponible

Este petrolero blanco es la clave para resolver el colapso del Viaducto de Polcevera. Al observar las imágenes es claramente visible el vehículo remolcador del tanque entre los escombros del puente. Es un semirremolque con tanque elíptico para combustible o ADR. El tanque de metal completamente de aluminio, de unos 20 metros de largo en tránsito en un puente durante una tormenta violenta, atrae rayos. Los camiones cisterna están provistos por el sistema de puesta a tierra estática. La resistencia de conexión descarga a tierra las cargas electrostáticas que pueden crearse al usar los camiones cisterna (para movimiento de fluidos o flujo de líquido dentro de los tubos flexibles de descarga). La ley italiana prohíbe la carga y descarga del petrolero ADR en caso de tormenta. La conexión a tierra es una tira de metal (generalmente de cobre), a menudo visible, desenganchada, arrastrada, que toca el asfalto. La línea de conexión a tierra del camión, tal vez olvidada, trajo el contacto. El “Relámpago de la Nube Negativa a Tierra” probablemente golpeó la torre de la suspensión, probablemente una de las varillas de unión en la parte superior del Pílon 9 y el rayo ascendente “líder a pasos” se gene-



Los bomberos y muchos ingenieros encontraron inmediatamente signos de explosión.

ró en términos de descarga positiva y más rápida e intensa: se ha propagado provocando la explosión del tanque. Un rayo positivo y ascendente de “líder escalonado” a una velocidad de cien mil kilómetros por hora que determina una descarga eléctrica del orden de 100 kA. Este flash es invisible debido a la velocidad que lo caracteriza y para esto, no aparece en ninguna de las imágenes de la cámara, pero en la descarga de retorno, determina un breve destello de luz y una detonación. El fuerte estruendo escuchado por todos los testigos. Algunos citaron el estruendo, tal vez un rayo, todos vieron el colapso. Alguien declaró que llegó a un lugar protegido, se detuvo y se bajó del vehículo; escuchó una detonación y luego un fuerte movimiento de aire que lo empujó contra una pared.

El 14 de agosto de 2018, hay una alerta meteorológica en Génova: los rayos ocurren en la región. Una tormenta ilumina Génova toda la noche. Pero nadie imagina, ya que esto nunca ha ocurrido antes, que el tránsito de la autopista debe detenerse para los tanques ADR. No hay pararrayos en el pión del Viaducto de Morandi. La explosión del petrolero provocó que el Viaducto Morandi y una silla Gerber

se movieran, lo que provocó el colapso de la cubierta del puente en el lado de Cornigliano. Vemos el colapso de la plataforma en el suelo con una traducción rota en el eje horizontal. Al mismo tiempo, el bastidor de soporte se colapsó debido a la separación de la silla de montar de Gerber.

Sin apoyo, la parte restante del puente se suspendió por unos momentos en los tirantes de la estaca 9 que luego se derrumbó en ciertos momentos. En el suelo sigue siendo el tractor, habrá sido empujado y dejado caer en la explosión. El tanque está explotado y no podemos encontrarlo.

El tractor está ennegrecido. Un logo en la puerta del vehículo y nada más. Otro camión blanco cercano pero sin rastro del tanque. Un tanque de veinte metros de largo y que contiene un promedio de 41,000 litros de combustible o ADR ha desaparecido. Los colapsos suelen ser verticales. Pero en este caso, la explosión provocó una dinámica diferente y, por lo tanto, en la primera sección de la plataforma colapsada, el área afectada es más grande que la que se encuentra exactamente vertical del viaducto. La explosión fue una fatalidad terrible, un relámpago “stepper leader” le interesó al puente

justo en ese momento cuando estaba pasando a un camión cisterna cargado con ADR o combustible y una muerte decisiva, que rodó con el sistema de puesta a tierra. En el pavimento mojado. La posición de la cubierta del puente más allá de la luz de la calle en la carretera en la costa de Cornigliano. Se gira la plataforma del puente: un puente de carretera de 18 metros de ancho que se derrumba en un instante, pero que durante el colapso gira 90 °.

Un evento inusual y extraordinario. ¿Qué fuerza se necesita para rotar y mover objetos de 36 metros de largo, 18 metros de ancho y un peso de 916 toneladas?

Conclusión

Esta destrucción fue una muerte terrible y posiblemente evitable: el operador de la autopista no pensó, con una alerta meteorológica naranja y una advertencia de tormenta eléctrica en curso, aplicar todos los procedimientos existentes para cargar y descargar.

Las cisternas: hay mucho trabajo sobre políticas de cambio climático, pero mucho menos sobre la relación entre la seguridad vial y las condiciones climáticas. El clima está cambiando y necesitamos desarrollar protocolos de seguridad. 🙏



El tractor del tanque entre los escombros del puente.