



CICTERRÁNEA

- Revista de Divulgación en Ciencias de la Tierra -

ISSN 2618-2122

Todo es polvo en el viento

El rol del polvo atmosférico
en el clima del presente y del pasado

El peligro volcánico en Argentina

¿Qué sabemos y qué falta saber?

El mar paleozoico de la región cuyana

Un paseo por el Caribe de la Precordillera Argentina

CICTERRA

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN
CIENCIAS DE LA TIERRA

¿Qué es el CICTERRA?

Es un centro de investigación multidisciplinar dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), vinculado con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fue creado por resolución del CONICET el 31 de Mayo de 2007.

¿Qué hacemos?

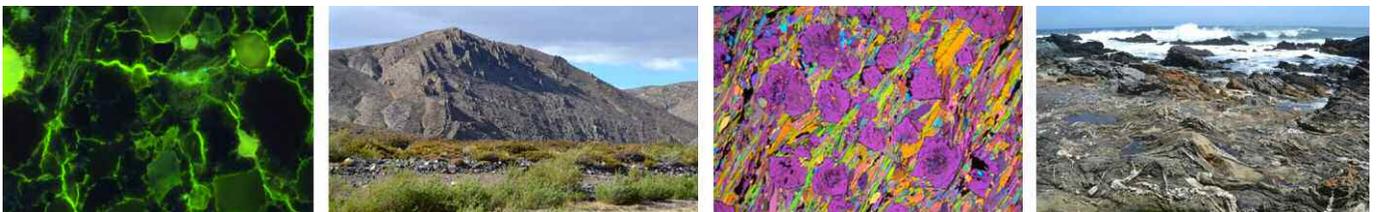
Desarrollamos proyectos de investigación en diferentes temas dentro de las Ciencias de la Tierra como Geología, Geoquímica, Paleontología y Paleobiología. Realizamos docencia de grado y de posgrado, actividades de extensión y transferencia de conocimiento. Efectuamos asesorías técnicas a entidades públicas y empresas privadas.

¿Quiénes somos?

Somos miembros de la Carrera del Investigador Científico y del Personal de Apoyo de CONICET, Profesores e Investigadores de la UNC, Becarios Doctorales y Posdoctorales del CONICET o FONCYT y Personal Administrativo. En la actualidad el CICTERRA cuenta con una planta de más de 100 integrantes.

Líneas de Investigación

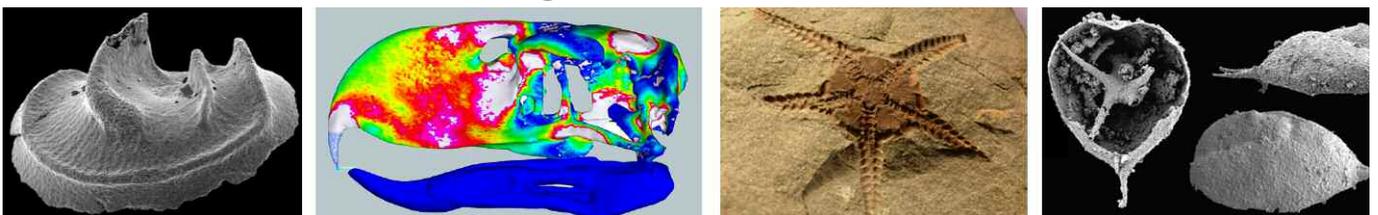
Dinámica de la litósfera – astenósfera



Variabilidad hidroclimática y procesos geo-ambientales



Evolución de la diversidad biológica



Nuestro desafío consiste en comprender una amplia gama de procesos naturales que tienen lugar desde las capas más profundas del planeta hasta su superficie y desde su formación hasta el presente. Aspiramos a que nuestra experiencia y conocimiento sea un aporte al bienestar de la sociedad.

Es una alegría para el equipo editorial compartir un nuevo número de Cicterránea. Un producto comunicacional elaborado gracias al trabajo colaborativo de numerosos actores convencidos de que es muy importante recorrer el camino de la democratización del conocimiento generado en nuestro Centro. Este tercer número de Cicterránea asoma en una coyuntura muy particular: la transición entre dos gobiernos, uno que culmina su gestión habiendo producido un feroz ajuste al sistema científico y otro que asumirá a la brevedad y que augura profundos cambios.

El desmantelamiento del sistema fue denunciado reiteradamente por la comunidad científica nacional e internacional a lo largo de los últimos cuatro años. La exclusión de jóvenes investigadores; el virtual estancamiento de proyectos de investigación debido a la profunda devaluación o, incluso, suspensión de pagos de los fondos aprobados; el retraso en la entrega de las partidas destinadas al funcionamiento de los institutos de investigación; el incumplimiento de los compromisos acordados en proyectos de cooperación internacional; el marcado retraso salarial; la disolución del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva son sólo algunos ejemplos de las decisiones políticas de la administración saliente.

Una arista no menor de este plan de desmantelamiento fue el desprestigio comunicacional de las instituciones científicas, de su organización interna, de sus planes de investigación, de sus investigadores. La difusión deliberada de información sesgada y engañosa, potenciada por la complicidad de algunos medios y amplificadas por las redes sociales, fue un intento de manipular la percepción de la sociedad acerca de los logros y prestigio del CONICET y otras instituciones del sistema científico argentino.

Frente a ésto, tenemos la convicción que la comunicación pública de la ciencia es una herramienta fundamental para deconstruir ese relato que permanece instalado en ciertos sectores de la sociedad. Visibilizar nuestras investigaciones y mejorar nuestras rutinas de comunicación a través de acciones transversales es un desafío permanente que aspira lograr la apropiación social de la ciencia. Aunque hoy vislumbramos un escenario distinto, la reconstrucción del sistema científico no va a ser sencilla ni rápida. Pero la esperanza de un futuro mejor es motivación más que suficiente para continuar con este modesto aporte: compartir con la sociedad nuestro trabajo cotidiano.

Beatriz Waisfeld y Emilia Sferco

Año 3
Número 3 – 2019
ISSN 2618-2122

COMITÉ EDITORIAL

Editoras responsables

Dra. Beatriz G. Waisfeld
Dra. Emilia Sferco

Comité editor

Gga. Cecilia Echevoyen
Dra. Sandra Gordillo
Ing. Nexxys C. Herrera Sánchez
Lic. Fernando J. Lavié
Dra. Cecilia E. Mlewski
Dra. Gisela Morán
Dr. Diego F. Muñoz
Dra. Fernanda Serra
Mgrtr. Eliana Soto Rueda

Diagramación y diseño gráfico

Paula Benedetto

Corrección de estilo

Dr. Alberto M. Díaz Añel

Foto de Tapa: Vista del cerro Ciénaga en el complejo volcánico de Pocho, Córdoba (foto: I. Petrinovic).

Esta revista de formato digital se publica de manera desinteresada con la finalidad de difundir la actividad e investigación del CICTERRA. Los artículos y opiniones firmadas son exclusiva responsabilidad de los autores o editores. Lo expresado por ellos no refleja necesariamente la visión o posición de la Institución.

Contacto: cicterranea@gmail.com
www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/revista-cicterranea/

Seguinos en:



C I C T E R R A



Director: Dr. N. Emilio Vaccari
Vicedirectora: Dra. Cecilia del Papa

Contacto:
secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar
Av. Vélez Sarsfield 1611,

X5016GCB Córdoba, Argentina
Teléfono: +54 351 535-3800 ext. 30200

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar

HORMIGÓN

¿Una roca hecha por el hombre?

El hormigón es el segundo material más consumido por la sociedad a nivel mundial, después del agua. Está compuesto mayoritariamente por materiales rocosos naturales y procesados, y alcanza resistencias similares a las de algunas rocas, por lo que se lo suele considerar "una roca hecha por el hombre". La industria de la construcción involucra el consumo de grandes cantidades de recursos naturales no renovables así como la generación de importantes emisiones de CO₂ a la atmósfera, por lo que a nivel mundial existe un esfuerzo conjunto de gobiernos, empresas y de la comunidad científica para diseñar estrategias que minimicen estos impactos.



Dique La Viña, departamento San Alberto, Provincia de Córdoba

Antes de introducirnos en el tema, es importante efectuar una observación. Es común el confundir cemento con hormigón, por lo que solemos escuchar afirmaciones como “esa obra es de cemento”. Aquí es importante hacer una aclaración quizás algo obvia para muchos pero necesaria para poder avanzar con otros conceptos: “cemento” no es lo mismo que “hormigón”. Haciendo una analogía, el cemento es al hormigón lo que la harina es para una torta.

¿Qué es el hormigón y cuál es su origen?

A lo largo de su historia, la humanidad ha utilizado diferentes materiales adaptándolos a sus necesidades. Un ejemplo claro de esto ha quedado registrado en la construcción de diversas obras de arquitectura de variada complejidad; desde los primeros refugios y sitios sagrados o de culto (p.ej., las pirámides de Egipto) hasta las modernas obras de ingeniería actual. Las “piedras” (o “rocas” como nos gusta denominarlas a los geólogos), constituyen uno de los primeros materiales utilizados por la humanidad para la construcción, así como también la utilización de “barros” (sedimentos de tamaño de grano fino mezclados con agua) y diferentes vegetales como troncos, ramas y cañas.

Los primeros registros de un material sólido artificial derivado de la mezcla de materias primas naturales con sustancias aglutinantes y agua, provienen de elementos encontrados en Israel y datan de aproximadamente 9.000 años. Se trata de pisos fabricados aparentemente mediante la mezcla de cal (óxido de calcio, CaO), agua y arenas. Esto supone que ya en esa época se calcinaban (calentamiento a gran temperatura) rocas o suelos ricos en carbonatos de calcio (CaCO₃) para la obtención de cal en una forma similar a lo que sucede en la actualidad. La mezcla de cal con agua produce la cal hidratada que combinada con arena y gravas (o piedra triturada), y expuesta al CO₂ de la atmósfera, da como resultado un material sólido que podríamos considerar como una especie de hormigón rudimentario. Sin embargo, el hito que marca el inicio del

El hormigón es un material compuesto, conformado por un medio aglutinante denominado pasta de cemento (cemento + agua) en el cual quedan embebidas las partículas de agregados (finos y gruesos)

hormigón como lo conocemos en la actualidad, se remonta a 1824 cuando Joseph Aspdin, como corolario del trabajo de numerosas experiencias previas, patentó en Inglaterra el primer cemento portland obtenido mediante la calcinación de piedra caliza y arcilla.

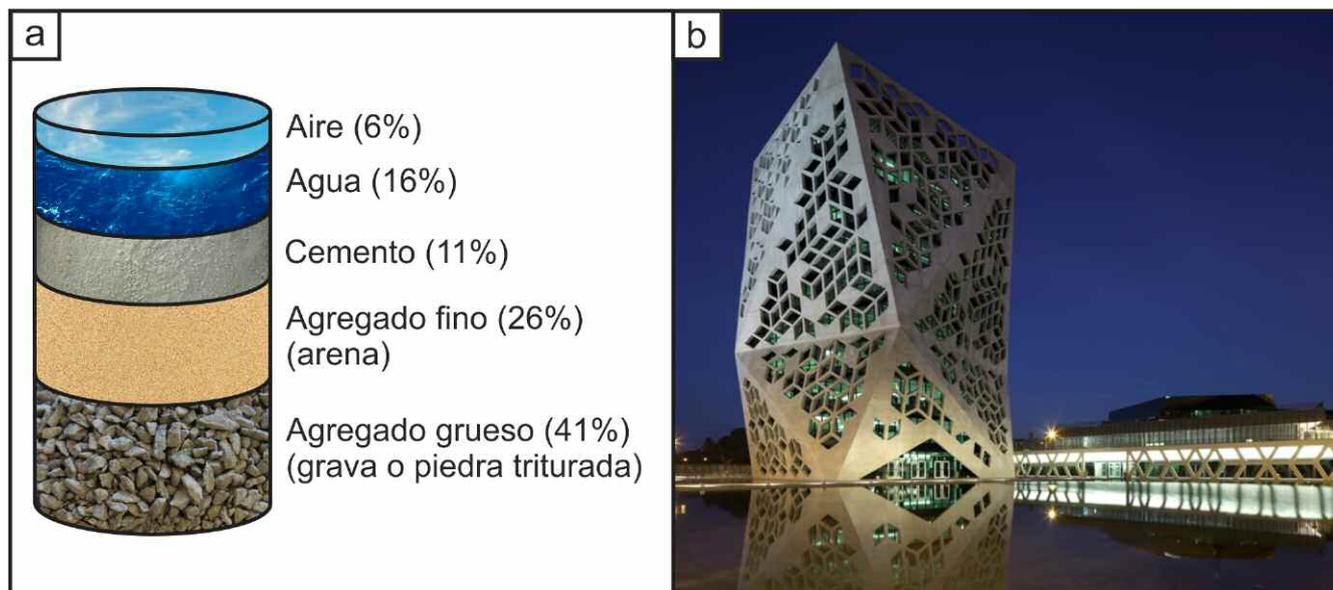
Actualmente, la fabricación del cemento se realiza en hornos giratorios a una temperatura entre 1.400 °C y 1.650 °C. A partir de este proceso se generan pequeñas esferas denominadas *clinker*, las cuales son posteriormente molidas, lográndose un material pulverulento al que se le agrega un porcentaje de yeso para constituir el cemento portland normal que consumimos día a día. La mezcla del cemento portland con agua, arena y gravas en determinadas proporciones, da origen al hormigón que conocemos en la actualidad (Figura 1a). En definitiva, el hormigón es un material compuesto, conformado por un medio aglutinante denominado pasta de cemento (cemento + agua) en el cual quedan embebidas las partículas de agregados (finos y gruesos). En la actualidad existen diferentes tipos de cemento y hormigones a los cuales se le incorporan aditivos químicos, minerales y otros compuestos, con el objetivo de producir hormigones adaptados para fines particulares (Figura 1b).

¿Por qué los geólogos nos involucramos en el estudio del hormigón?

Si bien es común asociar al hormigón con la ingeniería civil, ya que es uno de los materiales más utilizados para

Figura 1. a) Componentes de un hormigón convencional. Los porcentajes son estimativos y pueden variar dependiendo del tipo de hormigón fabricado. b) Edificio del Centro Cívico del Bicentenario en la Provincia de Córdoba, construido con un hormigón autocompactante-arquitectónico (fuente de la imagen: <http://arquitecturapanamericana.com/centro-civico-del-bicentenario-cordoba>).

El 60% al 80% del hormigón está constituido por agregados finos y gruesos (también denominados áridos), es decir rocas



la construcción de obras civiles, es importante tener en cuenta que el 60 % al 80 % del hormigón está constituido por agregados finos y gruesos (también denominados áridos), es decir rocas, por lo que no debería ser extraña la participación de los geólogos en su estudio. Desde la geología estudiamos diferentes características de los agregados pétreos tales como la mineralogía (tipos de minerales presentes y su proporción), tamaño de los granos minerales, textura (disposición de los minerales en la roca), entre otras características. A través de esta información evaluamos desde el punto de vista geológico, su aptitud (o calidad) para diferentes aplicaciones. Estas evaluaciones pueden efectuarse mediante técnicas simples, como la realización de observaciones con lupas de mano, o empleando técnicas más sofisticadas, como el estudio mediante la utilización de microscopios u otros métodos de mayor complejidad. Estos análisis están normalizados por las normas IRAM argentinas (Instituto Argentino de Nor-

malización y Certificación), denominándose de manera general como estudios petrográficos. Los resultados de estos estudios son de gran importancia para la toma de decisiones en obras de ingeniería.

¿Por qué decimos que el hormigón es una roca hecha por el hombre?

Si bien los procesos involucrados en la producción de un hormigón distan mucho de los procesos naturales formadores de rocas, la comparación se basa principalmente en las propiedades físico-mecánicas alcanzadas, además de compartir ciertos atributos de aspecto (Figura 2). Por otro lado, a excepción del agua, tanto los agregados (arenas y gravas) como el cemento derivan de materiales rocosos naturales o procesados, por lo que podríamos también considerar al hormigón como una roca reconstituida. Dependiendo del tipo de hormigón generado (existen dife-

rentes tipos), pueden alcanzarse resistencias muy elevadas similares a las de algunas rocas, aunque su vida útil es mucho más limitada. Sin embargo, teniendo en cuenta que el hormigón en estado fresco puede adquirir la forma del recipiente que lo contiene en un corto período de tiempo, este material es utilizado en un sinnúmero de obras de infraestructura y arquitectura, lo que le otorga cierta ventaja frente a las rocas naturales.

Desafíos actuales

Se estima que el hormigón es el segundo material más consumido a nivel mundial, luego del agua. A su vez, se calcula que la industria del cemento es responsable de aproximadamente el 6-8% de las emisiones de CO₂ mundiales. Esto, sumado a la demanda creciente de cemento, ha obligado a que se tomen medidas a nivel mundial con el fin de disminuir este tipo de emisiones. Si bien desde hace algunas décadas las industrias cementeras están implementando medidas al respecto tales como el incremento en la eficiencia energética y el uso de combustibles alternativos, aún existen áreas que pueden ser optimizadas. A nivel

Tanto los agregados (arenas y gravas) como el cemento derivan de materiales rocosos naturales o procesados, por lo que podríamos también considerar al hormigón como una roca reconstituida

internacional se están proponiendo al menos dos medidas; la primera es realizar un uso más eficiente del cemento, optimizando las proporciones de los materiales utilizados para lograr hormigones de mejor calidad; la segunda es la utilización de materiales cementicios suplementarios (MCS) en reemplazo parcial del cemento. Los MCS son materiales naturales o artificiales finamente molidos que contribuyen a lograr hormigones de resistencias similares o aún mejores que si solo se utilizara cemento, contribuyendo así a disminuir las emisiones de CO₂ producidas durante la fabricación de este último.

Mencionamos que el hormigón tiene una vida útil, la cual depende de una gran cantidad de variables. Lo cierto

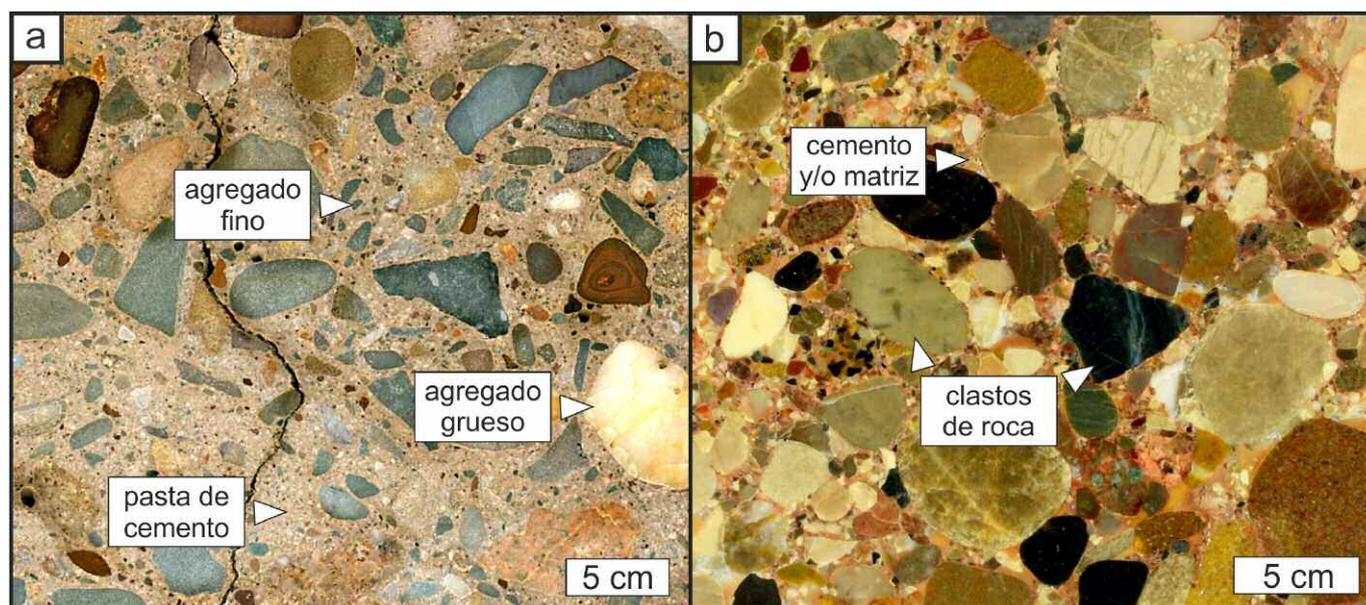


Figura 2. a) Sección pulida de un hormigón (fuente de la imagen: <https://www.petrolab.co.uk/concrete>). b) Sección pulida de una roca tipo "conglomerado" (fuente : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:00142_9_cm_conglomerate.jpg).

Se estima que el hormigón es el segundo material más consumido a nivel mundial, luego del agua. A su vez, se calcula que la industria del cemento es responsable de aproximadamente el 6-8% de las emisiones de CO₂ mundiales

es que el fin último del hormigón es transformarse en escombros, representando un pasivo ambiental que requiere de tratamiento. A su vez, la producción de un hormigón supone el consumo de materiales rocosos (agregados finos y gruesos), recursos naturales que no son renovables. Esto ha llevado a la propuesta de utilizar agregados de hormigón reciclado para la fabricación de nuevos hormigones. En otras palabras, la idea es poder reutilizar el hormigón desechado como agregados reciclados para la generación de otros nuevos. Esta es una temática en pleno desarrollo y con gran potencial.

Desde el CICTERRA realizamos investigaciones en colaboración con investigadores del país y de otras instituciones extranjeras a fin de optimizar el uso de los recursos naturales utilizados en la industria de la construcción, así como para minimizar las emisiones de CO₂ asociadas con esta industria. Algunas de las investigaciones en curso se vinculan con el control de calidad de agregados pétreos para obras de hormigón, el estudio de diferentes adiciones minerales para su uso como MCS, y la optimización de hormigones generados con agregados de hormigón reciclado.

Francisco Locati

Doctor en Ciencias Geológicas
Investigador Adjunto del CONICET



Glosario

Arena y grava: los tecnólogos del hormigón definen a las partículas de roca con tamaños menores a 4,75 milímetros como agregados finos (o simplemente arena), y a las mayores de 4,75 milímetros como agregados gruesos (o simplemente grava). En las Ciencias de la Tierra, llamamos partículas tamaño arena a aquellas comprendidas entre 2 y 0,0625 milímetros, y tamaño grava a las mayores de 2 milímetros.

Brecha: roca compuesta por fragmentos angulares de minerales y/o rocas de gran tamaño (generalmente mayores de 2 milímetros), unidos entre sí por un cemento mineral y/o una matriz de tamaño de grano fino.

Cemento: conglomerante o aglutinante formado a partir de una mezcla de calizas y arcillas calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.

CO₂: gas incoloro compuesto por un átomo de carbono y dos de oxígeno (también denominado dióxido de carbono).

Roca: material sólido cohesionado compuesto por uno o más minerales, que se forma de manera natural.

Vida útil: se puede definir como el período de tiempo a partir de la construcción de una obra durante el cual debe mantener las condiciones aceptables de seguridad, funcionalidad o aptitud en servicio y aspecto estético sin gastos de mantenimiento no previstos.

Referencias bibliográficas/lecturas sugeridas

Maldonado, N.G. y Carrasco, M.F. (Ed.) 2012. Ese material llamado hormigón, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 366 páginas.

Fookes, P.G. y Walker, M.J. 2010. Concrete: A man-made rock?. Geology Today 26, 2, 65-71.