



COLCIENCIAS

Respalda las publicaciones científicas seriadas nacionales
y financió parcialmente este número

DIRECTIVOS FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANO: Ing. Guillermo Ortega Llanos
VICEDECANO ACADÉMICO: Ing. Javier Castro Mora
VICEDECANO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO: Ing. Luz Amanda Salazar H.
SECRETARIO Ing. Hugo Herrera

DIRECTORES DE DEPARTAMENTO

INGENIERÍA AGRÍCOLA: Ing. José Eugenio Hernández Hernández
INGENIERÍA CIVIL: Ing. Rubén Darío Acosta García
INGENIERÍA ELÉCTRICA: Ing. Ricardo Pardo
INGENIERÍA MECÁNICA: Ing. Ernesto Abril C.
INGENIERÍA QUÍMICA: Ing. Carlos Garzón G.
INGENIERÍA DE SISTEMAS: Ing. Alberto Jaime Sisa

DIRECTORES CURRICULARES

INGENIERÍA AGRÍCOLA: Ing. Germán Mendoza Roncancio
INGENIERÍA CIVIL: Ing. Felix Hernández Rodríguez
INGENIERÍA ELÉCTRICA: Ing. Antonio Mejía Umaña
INGENIERÍA MECÁNICA: Ing. Luis Eduardo Cepeda Álvarez
INGENIERÍA QUÍMICA: Ing. Marcelo Riveros Rojas
INGENIERÍA DE SISTEMAS: Ing. Jaime U. Malpica Angarita

INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIÓN

DIRECTOR: Ing. Luis Alberto Olarte Caro
JEFE UNIDAD DE ASESORÍAS: Ing. Hugo Herrera F.
JEFE UNIDAD DE EDUCACIÓN CONTINUADA: Ing. Guillermo Sánchez Bolívar
JEFE UNIDAD DE ENSAYOS: Ing. Héctor Delgado Fiallo
JEFE UNIDAD DE INNOVACION TECNOLÓGICA: Ing. Julio Mario Rodríguez Devis
JEFE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Bióloga María Consuelo Díaz Báez
JEFE UNIDAD DE PUBLICACIONES: Ing. Miguel Vega M.

CONTENIDO

EDITORIAL

EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD DE CR^{+6} , CU^{+2} Y EL EFLUENTE DE CROMADO DE UNA INDUSTRIA METALMECÁNICA UTILIZANDO *PANAGRELLUS REDIVIVUS* COMO ORGANISMO DE PRUEBA

INMUNIZACIÓN DE LA GUADUA

COMENTARIOS AL TÍTULO B-CARGAS DE LAS NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE, NSR-98

EL COLAPSO DEL PUENTE SAMANÁ UN NUEVO ENFOQUE

2

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN EMPLEANDO CILINDROS DE DIMENSIONES NO ESTANDARIZADAS

41

5

ESFUERZOS Y DEFORMACIONES EQUIVALENTES

56

14

LA INGENIERÍA DE ROCAS EN LA DE EXPLOTACIÓN RACIONAL E INTEGRAL DE CANTERAS ÉNFASIS EN EL ANÁLISIS CINEMÁTICO

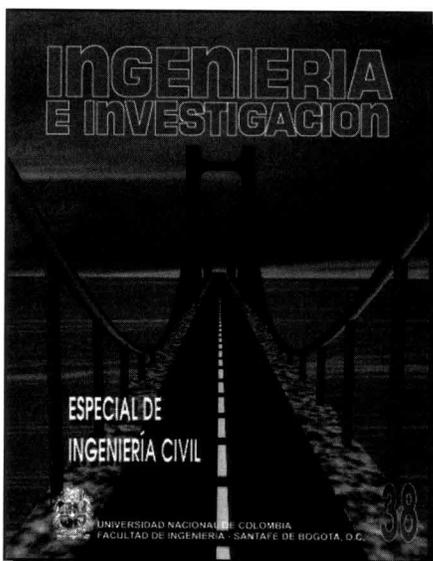
66

21

NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN

90

30



ISBN 0129 -5608

2

INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN

REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACION

Decano

Ing. Guillermo E. Ortega Llanos

Director de la revista

Julio Mario Rodríguez Devis

Comité Editorial

Ing. Guillermo E. Ortega Llanos
Ing. Javier Castro Mora
Ing. Hernando Puentes P.
Ing. Jairo Uribe E.
Ing. Hernando Díaz M.
Ing. José William Moreno P.
Ing. Alberto Duarte T.
Ing. Carlos Cortés A.
Ing. Julio Mario Rodríguez Devis

Asistente del Director

Luz Ángela Medina

La Revista Ingeniería e Investigación es un órgano técnico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Los artículos de esta revista pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente y el autor.

Las colaboraciones que aparecen aquí, no reflejan necesariamente el pensamiento de la Facultad de Ingeniería. Se publican bajo responsabilidad de los autores.

Para información adicional escribir al A.A. 14490 Santa Fe de Bogotá, D.C.

Diseño Portada: Jorge I. Narváez L.

Diseño y Diagramación:
Luis Eduardo León.

Impresión:
Impreandes Presencia S. A.

EDITORIAL

Tal como se lee en un alto relieve exhibido en el edificio de ingeniería, ...

“LA INGENIERÍA es la profesión en la cual los conocimientos de las ciencias físicas y matemáticas adquiridos mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con buen juicio a desarrollar los medios de aprovechar, económicamente, los materiales y las fuerzas de la naturaleza para la creciente prosperidad de la HUMANIDAD”. Hoy a esta definición sólo se le agregaría, ... “generando el menor impacto ambiental y sociocultural posible”.

De otro lado, cuando se observa detenidamente el entorno, es evidente que prácticamente no existe ninguna actividad humana que no demande siquiera de un mínimo conocimiento, teórico o práctico, relacionado con el saber que enmarca la ingeniería civil, entendiendo ésta como el arte de aplicar un conjunto de conocimientos científicos al perfeccionamiento y utilización de la técnica industrial en todas sus dimensiones; en este caso, a la construcción de todo tipo de obras de infraestructura, desde su misma concepción.

La extracción de los materiales, su transformación, su disposición y su utilización, son posibles mediante el empleo de una combinación de aquellas técnicas.

La selección de los sitios más acordes para la implantación de una obra, la tecnología empleada en su construcción y las mediciones que aseguran su correcto funcionamiento, pasan otra vez por aquellas.

La construcción de los grandes proyectos viales que incluyen túneles, viaductos y cortes a cielo abierto y la disposición de los materiales de desecho producido en estas operaciones, es posible una vez más al aplicar dichas técnicas.

Los grandes proyectos hidroeléctricos, el suministro de servicios públicos a las ciudades, los muelles y atracaderos, los aeropuertos y el desarrollo urbano, son igualmente posibles merced a las técnicas utilizadas por la ingeniería civil y que pudieran desglosarse en sus componentes geotécnicos, estructurales, hidráulicos, de construcción, de transporte y ambientales.

La síntesis anterior demuestra, entonces, que una de las ramas de la ingeniería, como lo es la ingeniería civil, se encuentra aportando sus conocimientos a la transformación que experimenta actualmente en pro del desarrollo que obliga la reciente apertura económica.

Los retos son cada vez mayores pues se necesitan de soluciones más audaces: la modernización de la malla vial urbana incluyendo la utilización del espacio subterráneo, conservando intactas las estructuras de superficie; la construcción de las dobles calzadas que en algunos tramos demandarán de obras suspendidas y túneles falsos; la utilización de materiales marginales, y la construcción de pequeños galerías para lograr el asentamiento general de las grandes edificaciones, entre otros, son algunos de los ejemplos que tendremos que afrontar en el futuro cercano.

Alvaro Correa Arroyave