

INGENIERÍA

REVISTA DE LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

Déficit en cuenta corriente y devaluación.

Desempeño ante cargas laterales de muros de mampostería no estructural reforzados con CFRP.

Planning and problem-solving strategies, a way of improving oracy in young adult learners.

Diseño de una micro-red CC para el campus de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Índices
Cronológico
Alfabético

04
Octubre - diciembre de 2015
ISSN 0121-5132
P.V.P. Colombia \$12.000.00



CONSEJO DIRECTIVO DE LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

PRESIDENTE EDUARDO SILVA SÁNCHEZ

VOCALES MYRIAM ASTRID ANGARTITA GÓMEZ
LUIS GUILLERMO AYCARDI BARRERO
ÁLVARO GONZÁLEZ FLÉTCHER
ARMANDO PALOMINO INFANTE
RICARDO QUINTANA SIGHINOLFI
HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ
JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS
GERMÁN RICARDO SANTOS GRANADOS
JUAN MANUEL LUNA GORDILLO
(representante de los profesores)
VALENTINA VILLAMIZAR YÁÑEZ
(representante de los estudiantes)

RECTOR GERMÁN EDUARDO ACERO RIVEROS

SECRETARIO RICARDO ALFREDO LÓPEZ CUALLA

REVISTA DE LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

DIRECTOR JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS

COMITÉ EDITORIAL CLAUDIA JEANNETH RÍOS REYES
PAULA XIMENA RÍOS REYES
HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ
GERMÁN RICARDO SANTOS GRANADOS

DIRECCIÓN EDITORIAL CRISTINA SALAZAR PERDOMO

EDICIÓN **DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**
JORGE CAÑAS SEPÚLVEDA
CORRECCIÓN DE ESTILO
ÉLKIN RIVERA GÓMEZ
TRADUCCIÓN Y CORRECCIÓN DE ESTILO EN INGLÉS
DAVID PEÑA CITA

DIRECCIÓN COMERCIAL EDITORIAL ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

Versión digital disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

AUTOPISTA NORTE AK 45 N.º 205-59
TEL.: (57-1) 668 3600, EXT. 533
revista@escuelaing.edu.co
BOGOTÁ, D.C., COLOMBIA

LA ESCUELA Y LA REVISTA NO SON RESPONSABLES DE LAS IDEAS Y CONCEPTOS EMITIDOS POR LOS AUTORES DE LOS TRABAJOS PUBLICADOS. SE AUTORIZA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOS ARTÍCULOS DE LA REVISTA SI SE CITAN LA FUENTE Y EL AUTOR.

Contenido

5 / EDITORIAL

Veinticinco años de la *Revista de la Escuela*

Jairo Alberto Romero Rojas

7-16

Déficit en cuenta corriente y devaluación

Eduardo Sarmiento Palacio

Se da por hecho que el déficit genera una devaluación que lo corrige o puede subsanarse con la entrada de capitales. La realidad es distinta. El déficit en cuenta corriente ocasiona una severa deficiencia de demanda efectiva que interfiere en el funcionamiento regular del sistema y, en particular, en las políticas fiscales y monetarias austeras.

17-26

Desempeño ante cargas laterales de muros de mampostería no estructural reforzados con CFRP

Camilo José Vega Vargas - Nancy Torres Castellanos

En el presente artículo se exponen los resultados de un proyecto de investigación donde se evaluó el comportamiento ante cargas laterales en muros de mampostería no estructural, al ser reforzados mediante CFRP.

27-35

Planning and problem-solving strategies, a way of improving oracy in young adult learners

Milena Mosquera Mejía

Este estudio describe el trabajo de investigación desarrollado con un grupo de estudiantes de nivel A1 (MCRE) de lengua extranjera en una universidad de ciencias. El estudio es relevante en un momento en el cual los estudiantes están por ingresar al campo profesional en donde cada vez se exigen más graduados con dominio de inglés.

37-45

Diseño de una micro-red CC para el campus de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Paula Ximena Ríos Reyes, Daniel José González Tristáncho, Ricardo Moreno Chuquen, Javier Andrés Ruiz Garzón, Katlin Ancines Pineda

La creciente integración de recursos distribuidos de energía como generación descentralizada, sistemas de almacenamiento de energía y respuesta de la demanda, requiere una infraestructura para la administración eficiente de estos recursos y su integración en redes en baja y media tensión. La infraestructura que permite administrar y operar estos recursos es una micro-red.

Contenido

47-75
Índice cronológico

77-94
Índice alfabético

95 / ALCANCE Y POLÍTICAS

Editorial

Veinticinco años de la *Revista de la Escuela*

JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS

Director de la *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*.

jairo.romero@escuelaing.edu.co

Es un verdadero placer celebrar los 25 años de existencia de la *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería* y la publicación de su edición 100.

La *Revista* no nació por obra del azar, sino por el deseo y la decisión de brindar un medio promotor de la divulgación del trabajo de toda la comunidad de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Su calidad ha sido nuestro reto y desafío permanentes, adheridos a nuestro concepto de que lo que nos acredita es la constante vinculación de docentes, egresados, estudiantes y profesionales con trabajos de contenido útil, genuinamente académico. La verdad, nunca pensamos en una edición a corto plazo, siempre aspiramos a su trascendencia y permanencia histórica.

Nuestra revista apareció por primera vez en junio de 1990. Veinticinco años después, con la edición 100, conmemoramos hechos que nos llenan de profunda satisfacción: la regularidad con que se ha publicado; la importancia que ha tenido como medio de divulgación del trabajo del cuerpo docente y de los estudiantes de la Escuela en los ámbitos nacional e internacional; la valiosa colaboración de autores externos; la gran acogida por parte de sus lectores, y el estímulo que ha creado para la producción técnica y científica tanto de profesores como de estudiantes.

En sus 100 ediciones han aparecido numerosos trabajos (713 artículos, para ser exactos). En virtud de su

aceptación, el tiraje de la revista se incrementó a 5.000 ejemplares, con el fin de hacerla llegar a estudiantes, profesores y egresados de la Escuela, así como a todos sus lectores.

Este aniversario es la ocasión propicia para destacar la labor cumplida por los editores y correctores de estilo, la capacidad de trabajo de los profesionales de la Editorial de la Escuela, la invaluable colaboración de los miembros del Comité Editorial de la *Revista*, la ayuda de los pares evaluadores de los artículos, el apoyo de los directivos de nuestra institución, al igual que la generosidad del aporte técnico y científico de los autores de editoriales y artículos publicados. Todos ellos han hecho posible que la *Revista* haya salido con la regularidad programada y con la calidad establecida.

Hoy, la alegría y la satisfacción invaden el ánimo de todos los responsables de la *Revista*; su valor, calidad y contribución continua a la divulgación de los excelentes trabajos de estudiantes, profesores y colaboradores dan la verdadera acreditación a la labor que hace la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Felicitaciones a cada uno de los que han hecho posible la salida de estos cien ejemplares de la *Revista*, logro trascendental para divulgar el trabajo de los miembros de la Escuela.

Déficit en cuenta corriente y devaluación

EDUARDO SARMIENTO PALACIO

Director del Centro de Estudios Económicos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

eduardo.sarmiento@escuelaing.edu.co

INTRODUCCIÓN

En mi último libro, *Distribución del ingreso con crecimiento es posible*, se sostiene que el déficit en cuenta corriente constituye uno de los temas no resueltos de la ciencia económica. Las recesiones de 2008 en Estados Unidos, de 2010 en Europa y ahora en América Latina se originan en incrementos de los déficits en cuenta corriente y de las políticas para enfrentarlos. Se da por hecho que el déficit genera una devaluación que lo corrige o puede subsanarse con la entrada de capitales. La realidad es distinta. El déficit en cuenta corriente ocasiona una severa deficiencia de demanda efectiva que interfiere en el funcionamiento regular del sistema y, en particular, en las políticas fiscales y monetarias austeras.

En la ortodoxia de libre mercado se considera que el déficit en cuenta corriente es un no problema. Así, las economías operan en un estado de equilibrio en que el déficit en cuenta corriente no tiene ningún efecto sobre la actividad real. Por ejemplo, en el modelo IS-LM-FF² el aumento del déficit en cuenta corriente produce una reducción de la tasa de interés que propicia la devaluación que de inmediato lo corrige. En términos simples, las economías que operan con tasas de cambio flotantes son inmunes a los efectos del déficit en cuenta corriente.

El análisis anterior supone que las economías operan permanentemente en equilibrio. El déficit en cuenta corriente es un estado de equilibrio y, como tal, su alteración da lugar a movimientos del tipo de cambio

que lo retornan a la posición inicial. Se equivocan en materia grave. El déficit en cuenta corriente es un estado de desequilibrio ocasionado por un exceso de demanda de bienes transables con respecto a la oferta. En tales condiciones, la reducción de los ingresos originados por una caída del precio externo produce una contracción de la demanda porque los agentes económicos reciben menos ingresos. La ley de Say no se cumple. Al mismo tiempo, ocasiona una escasez de divisas que provoca la elevación del tipo de cambio. Pero esta devaluación no afecta significativamente las exportaciones cuando están dominadas por las *commodities* y la producción tiene un alto contenido importado. Es posible que el déficit en cuenta corriente persista y ocasione una deficiencia

El déficit en cuenta corriente es un estado de desequilibrio ocasionado por un exceso de demanda de bienes transables con respecto a la oferta. En tales condiciones, la reducción de los ingresos originados por una caída del precio externo ocasiona una contracción de la demanda porque los agentes económicos reciben menos ingresos.

estructural de la demanda. Se configuraría un círculo vicioso de devaluación, déficit en cuenta corriente y caída creciente de la actividad productiva.

En cierta forma, por la vía de los hechos se confirma que el déficit en cuenta corriente no es neutral y no corresponde a una solución de equilibrio. Es precisamente lo que señala el análisis global. El déficit en cuenta corriente corresponde a un estado de exceso de demanda de bienes transables sobre la oferta que implica el incumplimiento de la solución de equilibrio general en que todas las ofertas y demandas se igualan. En consecuencia, la ley de Say no se cumple. De acuerdo con la ley de Walras, que es una simple tautología, a menos que se presente un exceso de oferta de bienes no transables, o de otra naturaleza, el déficit en cuenta corriente no puede persistir. La economía quedaría expuesta a una fuerte contracción que se corregiría por la vía de la reducción de la producción.

DESEQUILIBRIO MONETARIO

El aporte teórico de más alcance de Keynes está en la invalidez de la ley de Say y el equilibrio monetario. Los dos conceptos están íntimamente relacionados. La ley de Say sólo se cumple cuando el mercado monetario está en equilibrio¹. En una economía cerrada, el desequilibrio monetario es una condición suficiente para la invalidez de la ley de Say, o si se quiere, para que se presente exceso de oferta de bienes.

1. La ley de Walras, que es una tautología presupuestal, establece que la suma de ofertas y demanda de bienes y dinero es igual a cero. En términos matemáticos, es una identidad que siempre se cumple.

$$\sum_{i=1}^n (x_i^d - x_i^s) p_i + m^d - m^s \equiv 0$$

Donde x_i^d demanda del bien i , x_i^s oferta del bien i , p_i precio del bien, m^d demanda de dinero, m^s oferta de dinero.

Si el mercado de dinero está en equilibrio $m^d = m^s$, entonces se cumple la ley de Say como identidad.

$$\sum_{i=1}^n (x_i^d - x_i^s) \equiv 0$$

En palabras, la suma de excesos de oferta siempre es igual a cero. La recesión y el desempleo no pueden persistir. La proposición es falsa cuando el mercado monetario está en desequilibrio: $m^d > m^s$.

En economías cerradas sin dinero, en todos los sectores de bienes las ofertas y demandas se igualan. La ley de Say se cumple y todos los mercados están en equilibrio. En cambio, en una economía con dinero y en desequilibrio, el exceso de demanda de dinero tiene que estar representado por un exceso de oferta de bienes. La ley de Say no se cumple. La economía entraría en una recesión indefinida.

La conformación de excesos de demanda de dinero ha sido la causa más repetida de las grandes recesiones. Sin duda, la recesión tanto de los años treinta como de 2008 fue el resultado de deficiencias de demanda efectiva ocasionada por excesos de ahorro sobre la inversión.

Aunque el resultado fue reconocido en los debates en que participaron Lange, Patinkin, Baumol y el mismo Keynes, no se incorporó de manera explícita en la teoría formal, y lo más grave, en las instituciones económicas. Sin ir muy lejos, los bancos centrales autónomos que surgieron en la era neoliberal se fundamentan en la hipótesis de que el mercado monetario opera en equilibrio y el dinero no tiene efectos reales, visión responsable en gran medida de la proliferación de las recesiones y crisis de balanza de pagos.

Lo cierto es que las condiciones del sistema varían notoriamente cuando se abre la posibilidad de que el mercado monetario opere en desequilibrio. Si la oferta de dinero es inferior a la demanda, de hecho debe existir algún mercado en que la oferta supere la demanda. Las condiciones de equilibrio general no se cumplirían y la ley de Say dejaría de ser válida.

El resultado tiene una sólida verificación empírica en el desempeño de las economías. Por lo general, se observa que las recesiones provienen de una severa restricción monetaria que adquiere la forma de contracción de los agregados monetarios con respecto a la tendencia y elevadas tasas de interés. Así mismo, las salidas se consiguen aumentando la cantidad de dinero, bien por conducto del crédito o del déficit fiscal financiado con emisión. En el fondo, se acepta que una razón de incumplimiento de la ley de Say es el desequilibrio monetario.

DÉFICIT EN CUENTA CORRIENTE

La teoría del comercio internacional no se ha incorporado adecuadamente en los análisis de equilibrio general formulados por Arrow y Debreu. En el modelo

de equilibrio general se prueba que en condiciones ideales el sistema tiende a un estado en que las ofertas y demandas se igualan en todos los mercados. De allí se concluye que la ley de Say se cumple. El exceso de oferta de un mercado ocasionaría un exceso de demanda en los restantes que induciría cambios de precios hasta restablecer el equilibrio. La aparición de un exceso de oferta genera ajustes que lo eliminan y la ley de Say se cumple: la oferta genera su propia demanda.

El resultado sólo se presenta en una economía sin dinero, o en una economía donde la oferta y la demanda de dinero se igualan automáticamente. En una economía con dinero, tal como se observa en la realidad, se abre la posibilidad de desequilibrio. En razón de que quienes crean la oferta y la demanda son distintos, lo más probable es que el equilibrio sea un caso excepcional. Es normal que la oferta y la demanda discrepen y que la diferencia se mantenga, como sería el caso de un déficit fiscal persistente.

El dinero no es la única causa del desequilibrio. También puede provenir de un déficit en cuenta corriente que corresponde a un estado en que la demanda de bienes transables supera la oferta. La solución de equilibrio general de Arrow y Debreu y de la ley de Say no se cumple. Por la ley de Walras, el exceso de demanda de bienes transables debe tener como contraparte un exceso de oferta en algún otro mercado. Este mercado no puede ser el de bienes no transables, que por definición está en equilibrio; la oferta iguala la demanda. Por exclusión de materia, el exceso de oferta debe estar en el mercado monetario. Ahora, si se tratara de una economía sin dinero, no habría exceso de oferta de dinero ni déficit en cuenta corriente. En tal sentido, la existencia y la persistencia de un déficit en cuenta corriente son pruebas de un estado de exceso de oferta sobre la demanda de dinero. Si este exceso no existe, la economía entraría en un proceso recesivo que terminaría desapareciendo el déficit en cuenta corriente. La presencia del Estado es indispensable para mantener la máxima producción y el empleo.

El gran desacuerdo con el déficit en cuenta corriente está en que se trata como un fenómeno de equilibrio aislado del conjunto de la economía. El aumento ocasionado por cualquier factor determina una devaluación o una entrada de capitales que lo corrige. Falso. Se trata de un estado de desequilibrio determinado por el fuerte vínculo con el dinero. La persistencia del déficit



en cuenta corriente está condicionada a un exceso de oferta sobre la demanda de dinero. Así, el aumento aislado del déficit ocasiona una fuerte contracción de la demanda que reduce la producción y el empleo, y luego de un proceso complejo, elimina el déficit en cuenta corriente y deja la economía operando por debajo de su capacidad. Las cosas son distintas cuando el déficit en cuenta corriente está acompañado de un exceso de oferta de dinero con respecto a la demanda, como podría ocurrir con un déficit fiscal financiado con emisión. En tal circunstancia, se crearía un marco expansivo que facilitaría los ajustes de los precios relativos. Tanto en un sistema de libre cambio como en un sistema regulado la devaluación generaría los movimientos de la inflación y el salario real que propiciarían el incremento de las exportaciones y de la sustitución de importaciones, sin afectar la producción y el empleo. El ajuste se realizaría sin alterar la actividad real.

Lo anterior plantea interrogantes sobre el tipo de cambio flotante que realiza el ajuste sin afectar la cantidad de dinero. El aumento del déficit en cuenta corriente ocasiona una devaluación que tiene lugar dentro de un marco contractivo que impide la elevación de la inflación y la baja del salario real. Las empresas industriales, que en su mayoría importan el doble de lo que exportan, tendrían una reducción de utilidades que les impediría bajar los precios de las exportaciones para competir en los mercados externos. Es más, en algunos casos no dispondrían de las divisas para movilizar las exportaciones. Al final, la devaluación reduciría la producción destinada al mercado interno y no permitiría

En cierta forma se confirma que el déficit en cuenta corriente corresponde a un estado de desequilibrio que se trata como si fuera de equilibrio.

ampliar las exportaciones. Bien puede ocurrir que la devaluación reduzca las exportaciones.

El problema no resuelto del déficit en cuenta corriente se encuentra en sus efectos contractivos sobre el mercado de bienes y el mercado de divisas. Por un lado, produce una escasez de divisas porque los ingresos de moneda extranjera son mayores que los egresos; por otro lado, determina una contracción de demanda porque los ingresos por exportaciones disminuyen más que las importaciones. En un mercado cambiario libre la escasez de divisas ocasiona la devaluación del tipo de cambio, al tiempo que el marco contractivo no permite trasladar los mayores costos de los insumos ni reducir los precios de las exportaciones para competir en los mercados internacionales. Como se vio anteriormente, la devaluación no está en capacidad de incrementar las exportaciones y reducir las importaciones de manera apreciable.

En cierta forma, se confirma que el déficit en cuenta corriente corresponde a un estado de desequilibrio que se trata como si fuera de equilibrio. Se da por sentado que su presencia genera una devaluación que lo corrige o una entrada de capitales que los subsana. Su efecto sobre el salario real es de orden menor y tiende a corregirse por su propia cuenta. Se equivocan. El déficit en cuenta corriente es una típica situación de desequilibrio que contradice los postulados de equilibrio general. La economía queda expuesta a un exceso de demanda de bienes transables, y si no está acompañada de un exceso de oferta en otro sector, más concretamente en el monetario, la producción y el empleo se derrumban. Tan sólo cuando el salario baja el déficit en cuenta corriente desaparece y la economía se estabiliza por debajo de sus posibilidades reales.

En este punto se puede concretar la incidencia de un choque externo que aumenta el déficit en cuenta corriente, por ejemplo, una caída en el precio de las

exportaciones. De inmediato se presenta una contracción de demanda efectiva, provocada por el aumento de importaciones con respecto a las exportaciones. Al mismo tiempo, se produce una escasez de divisas que devalúa el tipo de cambio. Si esta devaluación aumenta las exportaciones con respecto a las importaciones, se contrarrestaría el incremento del déficit, lo mismo que su efecto sobre la actividad productiva: el sistema volvería a la posición inicial. La economía sería inmune a las alteraciones externas. Pero si la respuesta de las exportaciones a la tasa de cambio es de menor orden, el déficit en cuenta corriente persistiría. El proceso tendería a agravarse. El tipo de cambio continuaría devaluándose y la caída de la actividad productiva se acentuaría. La economía se dirigiría a un colapso que tarde o temprano obligaría a una intervención drástica en el mercado cambiario.

La intervención en el mercado cambiario no puede hacerse de cualquier manera. La medida ocasionaría una cuantiosa salida de capitales de las reservas internacionales y una contracción monetaria que puede disparar las tasas de interés y conducir a una severa recesión. De hecho, se plantea seguir una política fiscal y monetaria expansiva y la adopción de un control de cambios que defina un régimen distinto tanto para las exportaciones industriales y agrícolas como para las importaciones. Más concretamente, habría que establecer un tipo de cambio mayor para las exportaciones industriales y agrícolas y uno menor para las exportaciones de *commodities* y las importaciones. De ese modo, los ingresos de divisas de las empresas que destinan menos del 40 % de la producción a las exportaciones incrementarían más que los costos de producción. Las empresas exportadoras aumentarían sus utilidades y estarían en capacidad de bajar los precios externos para aumentar la competitividad y colocar sus productos en los mercados internacionales, al tiempo que los productores orientados al mercado interno podrían trasladar los precios y sustituir las importaciones.

El resultado sería un aumento en las exportaciones y reducción progresiva del déficit en cuenta corriente. La devaluación dejaría de subir, incluso disminuiría, y la actividad productiva se recuperaría. La economía recuperaría progresivamente el comportamiento del pasado, con un perfil productivo dominado por la industria.

La incorporación del comercio internacional en la formulación de equilibrio general es, a todas luces,

insatisfactoria. En la formulación de Arrow y Debreu se encuentra que la competencia conduce a un estado en que las ofertas y demandas se igualan en todos los mercados. La ley de Say se cumple. El exceso de oferta en un mercado da lugar a fuerzas que lo retornan a la posición inicial. Los excesos de oferta no prosperan. El resultado es muy distinto cuando se introduce el dinero y se reconoce que su oferta y su demanda no se igualan, es decir, puede estar en desequilibrio.

Las condiciones son más complejas cuando se presenta un déficit en cuenta corriente. El sistema operaría con un exceso de demanda de bienes transables. Los requisitos de equilibrio general no se cumplirían. En algún otro sector se debe presentar un exceso de oferta. Y como la oferta de bienes no transables es igual a la demanda por su propia naturaleza, el sector no puede ser otro que el del dinero. Por exclusión de materia, el mercado monetario tendría que operar con exceso de oferta. De otra manera, el déficit en cuenta corriente ocasionaría una fuerte contracción de demanda, la actividad productiva se contraería y esto reduciría el déficit en cuenta corriente.

La aparición de un déficit en cuenta corriente significa una contracción de la demanda efectiva porque las importaciones aumentan más que las exportaciones. Así mismo, da lugar a una escasez de divisas. El mercado no está en capacidad de corregir los dos desajustes. En su lugar, se requiere la presencia del Estado para crear un exceso de oferta sobre la demanda de dinero que evite la contracción de demanda efectiva, así como una intervención en el mercado de divisas vendiendo dólares y calibrando la devaluación para evitar su disparo y propiciar ajustes que incrementen las exportaciones y sustituyan las importaciones. Es posible que las exportaciones aumenten con respecto a las importaciones, se reduzca el consumo interno y se sostengan la producción y el empleo.



ENFERMEDAD HOLANDESA E INESTABILIDAD

En las visiones neoclásicas se considera que los países se especializan en las actividades de ventaja comparativa y adquieren los restantes en el exterior. Así, la baja de los precios de un producto exportable induce un aumento de las exportaciones de los otros productos de ventaja comparativa y la reducción de las importaciones. La igualdad entre las importaciones y exportaciones se recupera y el tipo de cambio se estabiliza. Los resultados son distintos cuando el consumo está representado en una alta proporción por los bienes no transables. En tal caso, el alza de los precios de las exportaciones da lugar a un incremento en los ingresos de divisas mayor que los egresos por concepto de importaciones. El tipo de cambio se revalúa y el déficit comercial de la industria aumenta sistemáticamente. Si se invierten las condiciones y los precios de los productos básicos caen, la reducción de los ingresos de divisas sería muy superior a la disminución de los egresos.

En los países plenos en recursos naturales se conforman estructuras industriales altamente deficitarias. En las épocas de altos precios de las *commodities*, los ingresos de divisas son superiores a los egresos. El tipo de cambio se revalúa, el consumo de bienes industriales se adquieren en el exterior abaratados y el déficit comercial de la industria se aumenta. Cuando el precio de las *commodities* desciende, el comportamiento se invierte. Los ingresos de divisas provenientes de las *commodities* disminuyen más que los egresos. Al déficit comercial de la industria se agrega una reducción de los ingresos de divisas de las *commodities* mayor que los egresos. Se configura una escasez de divisas que devalúa la moneda y presiona al alza los costos de producción de los bienes transables. Si éstos son trasladados en forma de mayores precios de los bienes finales y menores salarios reales, las exportaciones aumentarían y las importaciones descenderían. El déficit en cuenta corriente disminuiría, la escasez de divisas se moderaría, el tipo de cambio dejaría de devaluarse —e incluso podría revaluarse— y la economía se normalizaría. Las cosas son muy distintas dentro de un marco restrictivo que impide el alza de los precios de los bienes transables destinados al mercado interno y la baja del salario real. En este caso, los exportadores no podrían bajar los precios externos para aumentar la competitividad y los productores de materias primas nacionales no podrían subir los precios ni incrementar la producción. Bien puede ocurrir que



las exportaciones no aumenten y las importaciones no se sustituyan. El déficit en cuenta corriente no se reduciría y la devaluación continuaría indefinidamente, por lo que la economía quedaría al borde del colapso. La actividad productiva y el empleo disminuirían y el salario real terminaría descendiendo. El ajuste se haría por la vía de la recesión y el desempleo.

El efecto de la enfermedad holandesa se da tanto en las subidas como en las bajadas. En las épocas de alzas de los precios de las *commodities*, el aumento de ingreso de divisas es mayor que el aumento de ingresos por concepto de importaciones. Del mismo modo, en la fase de caída la reducción de los ingresos de divisas es mayor que la reducción de los ingresos de divisas por concepto de importaciones. Algo similar ocurre con la inversión extranjera, que tiende a aumentar en la época de revaluación para obtener los beneficios del mayor valor de la divisa y a disminuir en las devaluaciones. Así las cosas, el ciclo de divisas se amplía en los países ricos en recursos naturales por la presencia de bienes no transables. Los precios de los bienes industriales y agrícolas se sitúan muy por debajo de los internacionales en las épocas de vacas gordas y muy por encima en los de vacas flacas.

En la época de revaluación se generan grandes superávits de balanza de pagos en las *commodities* que son contrarrestados por grandes déficits en la industria y la agricultura, y viceversa en las épocas de devaluación. Así, la industria pasa de un régimen de déficit en cuenta corriente a superávits que requieren ajustes en los precios relativos, los cuales exceden con creces las posibi-

lidades de sustitución física. En la práctica, los sectores se ven desplazados masivamente por las importaciones en las épocas de altos precios de las *commodities* y están abocados a elevaciones de costos de producción por encima de los ingresos en las épocas de bajos precios.

El principal obstáculo es el ahorro. El cambio de una estructura industrial deficitaria a otra superavitaria no es un simple ajuste monetario. Se requiere pasar de un estado de bajo ahorro a otro de alto ahorro que no es viable fácilmente por la vía de los precios relativos y del mercado. De hecho, implica una baja de salarios que permita la ampliación de la reducción de las exportaciones y la baja de las importaciones.

La asimetría no puede ser más dramática. En la época de revaluación, los precios nacionales superan los internacionales y en las devaluación ocurre lo contrario. De hecho, están expuestos a ajustes de precios muy superiores a los que tienen lugar en la economía mundial. En particular, están condicionados a elevados salarios en las épocas de revaluación y bajos salarios en las épocas de devaluación, que generan grandes resistencias sociales.

EXPERIENCIA COLOMBIANA RECIENTE

En cierta forma, se repite la historia. La constante de los últimos años ha sido la conformación de cuantiosos déficits en cuenta corriente ocasionados por la enfermedad holandesa y por la incapacidad de remediarla, o siquiera aliviarla. El proceso es la conformación de déficit en cuenta corriente por la revaluación en las épocas de altos precios por las *commodities* y por la caída de los precios. En 1999 se enfrentó con una política monetaria altamente contractiva que elevó las tasas de interés a 70 %, redujo el gasto público y subió los impuestos. El expediente provocó una caída sin precedentes de la producción y un disparo del desempleo que ocasionaron una baja del salario real que redujo el déficit en cuenta corriente. El ajuste de la balanza de pagos se realizó por la vía de la recesión y el desempleo. La historia se repite en 2015. Luego de la revaluación y los elevados precios de las *commodities* durante diez años, y la caída de los precios del petróleo en 2014, la economía se vio abocada a un déficit en cuenta corriente de 4 % del PIB que pasó a 7 % en seis meses, con visos de superar el 8 %. La economía experimentó una seria contracción de demanda efectiva que bajó el crecimiento econó-

mico de más de 5 % anual a 2 % en un plazo de un año. Al mismo tiempo, generó una enorme escasez de divisas que provocó el disparo de la devaluación y una disminución de las importaciones que limita el crecimiento del producto. Así, el ajuste de la balanza de pagos se hace por una fuerte restricción de divisas y una reducción forzada de las importaciones. El ajuste de la balanza se consigue mediante la caída de la producción y el empleo.

En fin, en ambas circunstancias el aumento del déficit en cuenta corriente no estuvo acompañado de un exceso de oferta sobre la demanda de dinero que contrarrestara sus efectos contractivos. En 1999, el ajuste se forzó por una severa contracción monetaria de tasas de interés del 70 % que sumió la economía en la mayor caída del producto y el empleo del siglo. En 2015, la falta de liquidez o de exceso de oferta sobre la demanda de dinero adquirió la forma de restricción de divisas que disparó el dólar y redujo las importaciones, que arrastraron consigo el crecimiento del producto y el empleo. En ambos casos, el ajuste se realizó a cambio de reducir la producción y el empleo.

Las cosas habrían sido distintas si el déficit en cuenta corriente hubiera estado acompañado por un exceso de oferta sobre la demanda de dinero, como habría sido un déficit fiscal similar al externo. La reducción del déficit de la balanza de pagos se habría logrado con un aumento de las exportaciones y la sustitución de importaciones, sin afectar la producción y el empleo. En su lugar, se produjo una reducción forzada de las importaciones que se llevó consigo la producción y el empleo.

DEVALUACIÓN COMO FENÓMENO MONETARIO

El déficit en cuenta corriente se convirtió en villano. Luego de presentarse como un no problema, aparece como el principal factor de perturbación, inestabilidad y recesión de las economías desarrolladas y emergentes. Las devaluaciones han propinado serios golpes a las economías de Europa y América Latina por razones que no se han precisado. A Colombia le significó la peor recesión del siglo en 1999 y ahora, en 2015, una fuerte caída del crecimiento. La explicación es teórica. El déficit en cuenta corriente es la típica situación de desequilibrio que se trata como si fuera de equilibrio. En las teorías convencionales se considera que el déficit en

cuenta corriente da lugar a una devaluación que lo corrige sin afectar mayormente la actividad productiva. No es cierto. El déficit en cuenta corriente causa una fuerte contracción de la demanda efectiva y una escasez de divisas. El mercado no está en condiciones de conciliar las dos falencias, que en cierta forma son antagónicas; un instrumento de política no puede lograr dos propósitos que van en la dirección contraria. Se requiere una estrategia que contrarreste la contracción de demanda efectiva y garantice que el tipo de cambio induce las exportaciones y la sustitución de importaciones. No se ha advertido que la devaluación es un fenómeno monetario que no puede hacerse realidad sin la presencia activa del dinero. En esto se ha operado equivocadamente. En varias ocasiones se restringe la cantidad de liquidez y en otras, las divisas de moneda extranjera.

El drama del sistema de cambio flexible es que pretende hacer la devaluación dentro de un marco contractivo, que impide efectuar los ajustes de los precios relativos. En las descripciones más elementales se encuentra que la devaluación masiva sólo es efectiva cuando aumenta la cantidad de dinero, sube la inflación y se reduce el salario real. De otro modo, el expediente provoca la caída de la actividad económica y no genera los estímulos para aumentar las exportaciones y reducir las importaciones. El remedio resulta peor que la enfermedad: causa la caída de la actividad económica y no corrige el desbalance externo. Así lo confirman las experiencias de Europa y América Latina, en particular Grecia, Brasil y Colombia.

El error teórico está en desconocer que el déficit en cuenta corriente y la devaluación son fenómenos monetarios por excelencia que no pueden enfrentarse sin alguna actividad monetaria. La recesión de 1999 se causó por la fuerte contracción monetaria y la actual se genera por la restricción de divisas. La devaluación del tipo de cambio dentro de un marco de neutralidad monetaria es inocua. Es hora de que se entienda que la devaluación sólo reduce el déficit en cuenta corriente cuando eleva la inflación y baja el salario real.

El déficit en cuenta corriente tiene una gran similitud con el exceso de demanda de dinero que sirvió para demostrar la invalidez de la ley de Say, de acuerdo con la ley de Walras; este déficit puede provenir del mercado monetario o del mismo sector. En el primer caso sería un fenómeno monetario y en el segundo, de estructura productiva.

AJUSTE

El ajuste de un déficit en cuenta corriente puede hacerse mediante un sistema de cambio flotante o fijo, o en otros términos, flotante intervenido. En el primer caso, el proceso se realiza por la escasez de divisas y la devaluación y en el segundo por la contracción monetaria y alza de tasas de interés.

Veamos el primer caso. El déficit ocasiona una escasez de divisas y una fuerte contracción de demanda efectiva. La economía queda expuesta a una devaluación creciente que no genera los ajustes de inflación y salario real que induzcan a las empresas a bajar los precios externos para aumentar las exportaciones. El déficit en cuenta corriente y la deficiencia de demanda persisten, lo mismo que la devaluación. El sistema entra en un estado de caída de la producción y el empleo y en algún momento reduce el salario nominal. El déficit en cuenta corriente se contrae y se normaliza el sistema a tasas de crecimiento inferiores a las posibilidades y elevados niveles de desempleo.

Veamos ahora el ajuste con tipo de cambio fijo, o mejor regulado. El aumento del déficit en cuenta corriente al significar la entrega de divisas de las reservas internacionales para mantener el tipo de cambio ocasiona una fuerte contracción monetaria que eleva la tasa de interés y acentúa el estado contractivo. La economía entra en un estado de recesión y elevación del desempleo que acaba reduciendo el salario real. Al igual que en el caso anterior, la economía se normaliza con bajas tasas de crecimiento y elevado desempleo.

Es claro que ambas modalidades generan fuerzas contractivas que precipitan la economía en recesión y desempleo: en un caso por el encarecimiento de los costos con respecto a los ingresos generales y en el otro por los altos cargos financieros. El ajuste de la balanza de pagos se realiza por la baja del salario propiciada por la recesión. En el fondo se confirma que el déficit en cuenta corriente es un estado de desequilibrio que se autodestruye por la vía de la recesión y el desempleo.

En fin, el ajuste del déficit en cuenta corriente puede hacerse dentro de un contexto de tasa de cambio flotante o fija. En el caso de la modalidad cambiaria flotante, el ajuste se realizaría mediante una cuantiosa devaluación que da lugar a ajustes de costos mayores que los ingresos. La economía queda expuesta a serias fuerzas contractivas que reducen el crecimiento y aumentan el desempleo. En el caso del cambio fijo, el ajuste ocasiona

Los bancos centrales han buscado que la reducción del déficit en cuenta corriente y de la devaluación se haga dentro de marcos contractivos que no afecten la inflación.

una fuerte contracción monetaria que dispara la tasa de interés y causa serias tensiones recesivas. La economía queda expuesta a bajas tasas de crecimiento y elevación del desempleo que terminan reduciendo el salario y extirpando el déficit en cuenta corriente. La economía se normaliza a tasas de crecimiento por debajo de las posibilidades y elevando el desempleo.

El resultado se puede evitar con una intervención monetaria orientada a contrarrestar el desequilibrio con un exceso de oferta sobre la demanda de dinero. De esta manera, se impedirán la autodestrucción del déficit en cuenta corriente y la conformación de un marco contractivo. Ahora, la ampliación del déficit en cuenta corriente se cubre con la venta de divisas de las reservas internacionales.

El expediente ocasionaría una fuerte contracción monetaria y un alza en la tasa de interés que tendría que contrarrestarse con una política fiscal y monetaria laxa, es decir, una baja de la tasa de interés de referencia y la ampliación del déficit fiscal financiado con emisión. La economía operaría con un tipo de cambio regulado por la autoridad monetaria y un marco macroeconómico expansivo que permitiría trasladar los mayores costos de la devaluación a los usuarios y al salario. Las empresas quedarían en capacidad de reducir los precios externos y ampliar las exportaciones. Así las cosas, la devaluación se haría en forma gradual, sin crear mayores traumatismos en la producción y el empleo.

El desafío es regular el tipo de cambio para evitar tanto su desbordamiento como los efectos contractionistas de la intervención. La tarea se puede realizar estipulando en forma anticipada la magnitud del ajuste del tipo de cambio y vendiendo divisas para hacerlo efectivo. Adicionalmente, habría que bajar la tasa de interés de intervención y aumentar el déficit fiscal financiado con emisión. De esta manera, las empresas quedarían en condiciones de trasladar los mayores costos de los

insumos importados y bajar los precios externos de las exportaciones. Incluso el contexto podría flexibilizarse más, estableciendo un tipo de cambio distinto para las exportaciones de *commodities* y las importaciones.

CONCLUSIONES

La devaluación puede clasificarse en expansiva y contractiva. En la primera, la inflación se eleva y el salario real baja, induciendo la expansión de las exportaciones y de la sustitución de importaciones. El déficit en cuenta corriente se reduce, sin afectar la producción y el empleo. En la segunda, los efectos de la devaluación sobre la inflación se evitan con un alza de la tasa de interés proveniente de la intervención en el mercado de divisas o de la elevación de la tasa de interés de referencia y la contracción de liquidez.

Tradicionalmente, la devaluación se realizaba dentro de marcos expansivos carburados por la amplitud monetaria que propiciaba los cambios en los precios relativos, en particular la elevación de la inflación y la baja del salario real. Por eso, una de las secuelas inevitables de la devaluación ha sido la inflación.

Las cosas cambiaron con el mantenimiento de los bancos centrales, que le dan prioridad a la inflación sobre cualquier otro objetivo. Los bancos centrales han buscado que la reducción del déficit en cuenta corriente y de la devaluación se haga dentro de marcos contractivos que no afecten la inflación. El procedimiento consiste en restringir la liquidez, el dinero, para impedir que la devaluación propicie los ajustes que les permiten a las empresas trasladar los mayores costos. La otra forma es dejar que la escasez de divisas encarezca y reduzca las importaciones a fin de contraer la producción. En ambos casos el tránsito se realiza por una caída de la producción que en algún momento deprime los salarios y extingue el déficit en cuenta corriente. El ajuste se efectúa por la vía de la recesión y puede tomar varios años por la resistencia de las remuneraciones a la baja.

En Colombia, los grandes déficits en cuenta corriente de 1999 y 2015 se explican por factores de oferta. El de 1999 por la apertura económica y la revaluación y el del 2015 por la revaluación y la caída de los precios del petróleo. Sin embargo, en ambos casos se trató como un problema monetario que se resuelve con contracción monetaria o limitación de divisas. El resultado ha sido

la caída de la producción y el empleo, al igual que el atraso del proceso de desarrollo.

La explicación económica es simple. La elasticidad de las actividades transables a la tasa de cambio es baja por el alto predominio de las *commodities* cuyos precios están fijados en dólares y por el elevado componente importado de las empresas industriales que representan los bienes con mayor posibilidad de colocarse en el exterior. De hecho, se requieren elevadas tasas de cambio para equilibrar la balanza de pagos, incluso en condiciones normales de precios de las *commodities*. De ninguna manera la tasa de cambio, y menos la flotante, constituye el instrumento más adecuado para propiciar el desarrollo industrial. La mejor opción es una política industrial basada en la protección escalonada y en un sistema cambiario regulado que le dé un tratamiento distinto a las exportaciones industriales y agrícolas y a las importaciones.

La relación entre el dinero y el déficit en cuenta corriente es un viejo debate no explícito entre monetaristas y estructuralistas. El déficit en cuenta corriente puede provenir del mercado monetario o del mismo sector. En el primer caso sería un fenómeno monetario que podría corregirse con austeridad monetaria y devaluación. En el segundo se trataría de un fenómeno de oferta productiva y solo se puede curar con cambios estructurales dentro de un marco de amplitud monetaria.

Difícilmente se pueden encontrar evidencias más contundentes del fracaso del libre comercio y del orden macroeconómico que le da prioridad excluyente a la inflación sobre cualquier otro objetivo y gira en torno a la modalidad cambiaria flotante y la austeridad fiscal y monetaria. La especialización en las actividades que el país está en mejores condiciones de elaborar, minería,



bienes agrícolas tropicales e industrias intensivas en mano de obra no calificada, carecen de demanda y dan lugar a déficits de balanza de pagos que se amplían en las épocas de bajos precios de las commodities. El déficit en cuenta corriente ocasiona devaluaciones monumentales que no afectan mayormente las exportaciones y las importaciones y resultan insuficientes para equilibrar la balanza de pagos. El expediente significa inestabilidad de balanza de pagos, resquebrajamiento de la industria y la agricultura y crecimiento de la producción y el empleo por debajo de las posibilidades. De hecho, se plantea un nuevo modelo que concilie las actividades que el país está en mejores condiciones de producir y disponen de demanda externa, a tiempo que les dé prioridad a la producción, el empleo y la estabilidad de la balanza de pagos sin que la inflación se salga de madre. Sus elementos centrales son la política industrial y agrícola, la elevación del ahorro, la regulación del tipo de cambio y la amplitud monetaria y fiscal.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrow, K. & Debreu, G. (1954). Existence of equilibrium for a competitive economics. *Econometrica*, 22.
- Baumol, W.J. (1960) Monetary and revalue theory. *Review of Economic Studies*.
- Becker, G.S. & Baumol, W.J. (1952). The classical monetary theory: the outcome of the discussion. *Economica*, vol. 19, N.º 76.
- Clower, R.W. (1965). "The Keynesian counterrevolution": A theoretical appraisal. En F.H. Hahn & F.P.R. Brechilig (eds.). *The Theory of interest rates*. Londres: Macmillan.
- Dornbusch, R. (1976). "Expectations and exchange rate dynamics" *Journal of political economy* (diciembre).
- Keynes, J.M. (1936). *The General theory of employment, interest and money*. Nueva York.
- Lange, O. (1942). *Say law: A restatement and criticism and O. Lange, studies in Mathematical Economics and Econometrics*. Chicago University of Chicago Press.
- Leijonhufvud, A. (1981). *Information and coordination. Essays in macroeconomic theory*. New York Oxford University Press.
- Mill, J. (1821). *Elements of political economy*. Londres.
- Mill, J.S., *Essays on some unsettled questions of political economy* (1844). Reprinted, Londres, 1948.
- Patinkin, D.P. (1965). *Money, interest, and prices*. Nueva York: Harper & Row, Publishers, New York.
- Ricardo, D. (1951-1952). *Works and correspondence*, 9 vols. P. Sraffa (ed). Cambridge.
- Sarmiento, E. (2002). *El modelo propio*. Bogotá: Grupo Editorial Norma - Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sarmiento, E. (2008). *Economía y globalización*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Sarmiento, E. (2014). *Distribución del ingreso con crecimiento es posible*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sarmiento, E. (julio-septiembre de 2015). Crecimiento desbalanceado y política industrial. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, N.º 199.
- Schumpeter, J.A. (1956). *Money and the social products*. *International Economic Papers*.

Desempeño ante cargas laterales de muros de mampostería no estructural reforzados con CFRP

Performance under lateral loads of non-structural carbon fiber reinforced polymer (CFRP) masonry walls

CAMILO JOSÉ VEGA VARGAS¹ - NANCY TORRES CASTELLANOS²

1. Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Estructuras de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

2. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Materiales de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
Profesora de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

camilo.vega@mail.escuelaing.edu.co - nancy.torres@escuelaing.edu.co

Recibido: 14/03/2015 Aceptado: 20/08/2015

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Resumen

En muchos países son tradicionales las viviendas construidas con muros de mampostería en arcilla no reforzada, lo que da lugar a edificaciones de baja resistencia y ductilidad, muy vulnerables a eventos sísmicos debido a su poca capacidad de disipación de energía que produce fallas importantes en ellas. En el presente artículo se exponen los resultados de un proyecto de investigación donde se evaluó el comportamiento ante cargas laterales en muros de mampostería no estructural, al ser reforzados mediante CFRP. En el programa experimental se construyeron diez muros de mampostería de arcilla, a escala real, utilizando bloque N.º 5, usado comúnmente en este tipo de edificaciones; cinco de ellos tenían dimensiones de 1,23 m de largo por 1,90 m de alto y los cinco restantes de 2,47 m de largo por 1,90 m de alto. Cuatro muros se ensayaron ante carga lateral estática y seis ante carga lateral cíclica en su plano. Se compararon las respuestas de los muros en cuanto a modos de falla, carga máxima y comportamiento histerético; los resultados muestran que el material de refuerzo mejoró significativamente la capacidad de carga última de los muros y que se mitigó la falla súbita, ya que fueron progresivas y menos frágiles, logrando de esta manera un mejor nivel de desempeño.

Palabras claves: mampostería no estructural, polímeros reforzados con fibra, reforzamiento sísmico, cargas laterales.

Abstract

In many countries, buildings are commonly made with unreinforced clay masonry walls, resulting in low resistance and ductility constructions, very vulnerable to seismic events due to low capacity of dissipation of energy, being highly susceptible to significant failures. This article reports on the results obtained from a research project wherein the behavior of CFRP-reinforced non-structural masonry walls exposed to lateral loads was evaluated. In the test program, 14 clay masonry walls were built at a normal scale, using No. 5 bricks, which is the one normally used in these types of buildings. Out of 10 walls, half of them were 1.23 meters long by 1.90 meters high and the other half 2.47 meters long and 1.90 meters high. Four walls were tested with static lateral load and six were reinforced and tested with cyclical lateral load on its plane. The walls behavior were compared in terms of failure modes, maximum load, and hysteretic behavior; the results revealed that the reinforced material significantly increased ultimate load capacity, sudden failure decreased because they were progressive and less fragile, attaining better performance levels of these elements.

Keywords: non-structural masonry; carbon fiber reinforced polymers; seismic retrofitting; lateral loads.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, y en general en Latinoamérica, predominan las viviendas construidas con muros de mampostería en arcilla no reforzada, lo que da lugar a edificaciones muy vulnerables a los sismos. Esto ha quedado demostrado con la experiencia de sismos precedentes, como el de Popayán (Colombia) en 1983, Northridge (Estados Unidos) en 1994, Eje Cafetero (Colombia) en 1999, Tecomán (México) en 2003, la región central costera de Chile en 2010, donde el comportamiento de las edificaciones con muros no estructurales fue inadecuado debido a su baja ductilidad y poca capacidad de disipación de energía, produciendo en ellos grandes fallas que llevaron incluso al colapso total de las edificaciones; si a esto se suma que la mayoría de este tipo de viviendas se construyen sin una supervisión técnica adecuada y se encuentran ubicadas en zonas geológicas con un grado de amenaza sísmica considerable, las posibilidades de presentarse fallas son aún mayores.

Los polímeros reforzados con fibra (FRP, por su sigla en inglés) son compuestos que se han convertido en una alternativa para el reforzamiento de estructuras de mampostería; son ligeros, no corrosivos y presentan una alta resistencia a la tracción y el módulo elástico; adicionalmente, están disponibles en el mercado en diferentes presentaciones, entre éstas láminas y barras de refuerzo (ACI 440-7R, 2010, p. 3).

ANTECEDENTES

El uso de los FRP para el reforzamiento estructural de muros de mampostería se ha estudiado en diferentes investigaciones en el mundo, y sus resultados demuestran que este tipo de materiales puede mejorar la capacidad de disipación de energía en este tipo de elementos, convirtiéndolos en muros resistentes a cargas laterales (Tumialan et al., 2009). Este sistema de reforzamiento tendría algunas ventajas respecto a sistemas tradicionales, pues requiere menos demoliciones, es una técnica no invasiva y como resultado habría menor producción de polvo, ruido y escombros. Otros autores también afirman que el reforzamiento de muros de mampostería con compuestos de FRP les permiten alcanzar una mayor deformación en comparación con los muros no reforzados, mejorando así su capacidad a flexión y ductilidad (Elgawady et al., 2006).

Schwegler (1995) investigó métodos para mejorar la capacidad de muros de corte de mampostería con láminas de FRP; la fibra de carbono se colocó con una orientación diagonal en los muros de mampostería y se ancló mecánicamente. Los resultados de los ensayos mostraron que el muro tuvo un aumento en la resistencia a la rotura y el desplazamiento de 50 a 300 %, respectivamente, en comparación con el espécimen sin ningún material de refuerzo.

Valluzzi et al. (2002) estudiaron el comportamiento al corte de especímenes de mampostería reforzados con láminas de FRP; el reforzamiento se evaluó colocando la fibra en una cara y en ambas caras y sometiendo las muestras a pruebas de tracción diagonal; los especímenes reforzados por una sola cara presentaron un patrón de falla con una grieta a lo largo de la diagonal, con cargas de falla incluso inferiores a las de los especímenes sin refuerzo; en los especímenes reforzados por ambas caras, el mecanismo de falla se presentó por el desprendimiento o ruptura de la lámina de la superficie del muro, aumentando la resistencia a la rotura del muro notablemente.

Por otro lado, Elgawady et al. (2006) estudiaron el comportamiento sísmico en el plano de muros de mampostería reforzados con compuestos de FRP; ensayaron once muros utilizando configuraciones de reforzamiento en diagonal y cubriendo completamente el muro de fibra, y encontraron un incremento en la resistencia lateral entre 1,3 y 2,9 veces al compararla con los muros sin refuerzo.

Por su parte, Santa María & Alcaíno (2008) evaluaron la resistencia al corte en el plano de muros de mampostería reforzados exteriormente con fibras de carbono (CFRP). En su investigación construyeron 16 muros utilizando dos configuraciones de reforzamiento: una horizontal y otra en diagonal; los muros tuvieron aumentos importantes en su capacidad de deformación lateral, incrementando entre 70 y 110 % la deformación asociada a la carga máxima. El refuerzo de CFRP redistribuyó las grietas y disminuyó su espesor.

En Colombia se han hecho investigaciones para evaluar el desempeño de muros de mampostería cuando se refuerzan con FRP. López (2012) desarrolló una investigación donde estudió el comportamiento estructural bajo cargas laterales cíclicas en el plano de pórticos de concreto con muros de relleno, reforzados con tejidos de CFRP adheridos externamente en la mampostería.

Los resultados de la investigación mostraron incrementos en la resistencia entre 3,0 y 3,7 veces con respecto a los especímenes sin reforzar, la capacidad de deformación también mejoró y alcanzó valores de hasta el 3,0 % de la altura del elemento.

Bastidas et al. (2002) construyeron 26 muretes de mampostería de arcilla de bloques de perforación horizontal y un muro a escala real, y los reforzaron con fibra de vidrio (GFRP) utilizando diferentes configuraciones de reforzamiento. Los muretes se sometieron a ensayos de tracción diagonal y el muro a escala real, a carga cíclica en el plano. Los resultados de la investigación encontraron que el reforzamiento de estructuras de mampostería con materiales compuestos es de gran ayuda a la hora de reducir los daños causados por fenómenos telúricos, ya que se mejoran la resistencia al corte y la capacidad de deformación del sistema, reduciendo el daño global y generando una mayor estabilidad de la estructura.

Con los antecedentes descritos anteriormente, cabe destacar que el uso de materiales compuestos para reforzar estructuras de mampostería es cada día más frecuente, dado que mejora notablemente su capacidad a la hora de resistir cargas laterales en su plano. Esta investigación buscó aplicar dichos conceptos de reforzamiento a muros construidos con características y materiales del medio local para confirmar las ventajas y beneficios de los polímeros reforzados con fibra; contrario a las investigaciones ya realizadas, los ensayos en este proyecto se hicieron sin carga axial en los elementos, considerando que este es el caso más crítico para los sistemas de anclaje, además de que en las edificaciones de uno y dos pisos, a las cuales aplicarían los resultados de esta investigación, la carga axial en sus elementos es baja. Dado que se quería buscar un trabajo eficiente de los muros ante estas cargas, necesariamente debían anclarse a la cimentación; por lo tanto, se hizo un importante énfasis en encontrar el sistema de anclaje adecuado que permitiera la transferencia de cargas del muro a la cimentación. En los muros de prueba se utilizaron dos configuraciones de reforzamiento: una en malla y otra en diagonal; se construyeron diez muros de mampostería de arcilla, a escala real, utilizando bloque N.º 5, usado comúnmente en este tipo de edificaciones. Finalmente, con el propósito de estudiar el comportamiento a corte y flexión en los muros se utilizaron dos relaciones de esbeltez: una de 1,54 (flexión) y otra de 0,77 (corte).

PROGRAMA EXPERIMENTAL

Descripción de materiales

Los especímenes de prueba se construyeron utilizando bloque de arcilla de perforación horizontal, conocido tradicionalmente en el medio colombiano como bloque N.º 5, de dimensiones 0,30 x 0,20 x 0,12 m, y una resistencia a compresión promedio de 9,8 MPa. Las unidades de mampostería se pegaron con mortero de resistencia a compresión promedio de 20 MPa; se realizaron ensayos de compresión en muretes (prismas), obteniendo una resistencia a compresión promedio, f'_m , de 5,3 MPa; los concretos utilizados para las vigas de cimentación, vigas de borde superior y los sistemas de anclaje tenían una resistencia a compresión a los 28 días de 28 MPa; el acero empleado en los elementos de concreto fue de grado 60, con una resistencia a la fluencia mínima de 420 MPa. El material de refuerzo adherido externamente a los muros consistió en tejidos de fibra de carbono de 0,34 mm de espesor, 4200 MPa de resistencia a la tensión y 240.000 MPa de módulo de elasticidad; para fines de diseño del reforzamiento, los valores reportados por el fabricante de la fibra curada con el adhesivo epóxico fueron de 1016 mm de espesor, 651 MPa de resistencia a tensión y 62.354 MPa de módulo elástico.

Descripción de los muros

En el programa experimental se construyeron diez muros de mampostería de arcilla, cinco de ellos, denominados muros cortos, tenían dimensiones de 1,23 m de largo por 1,90 m de alto y los cinco restantes, llamados muros largos, tenían dimensiones de 2,47 m de largo por 1,90 m de alto. La altura de los dos tipos de muros requirió nueve hiladas de bloque, dimensiones de muros seleccionadas que representan las construcciones de este tipo en Colombia. Los especímenes se pusieron sobre una viga de cimentación de 0,25 x 0,30 m de sección transversal, y 1,73 m de longitud para los muros cortos y 2,97 m para los muros largos. En la parte superior de los muros se construyó una viga de borde de 0,15 x 0,15 m de sección transversal, cuya longitud estaba determinada por el largo del muro. Los espesores del mortero de pega variaron entre 7 y 13 mm, para un promedio aproximado de 10 mm (1 cm).

A continuación se presenta el resumen de los ensayos realizados con la configuración de reforzamiento utili-

Tabla 1
Resumen de los especímenes y ensayos realizados

Especímen N.º	Especímen reforzado	Configuración de reforzamiento	Tipo de espécimen	Tipo de ensayo	Código de ident.
1	No	-	Corto	Estático	SR-C-1-ES
2	No	-	Largo	Estático	SR-L-1-ES
3	Sí	Malla	Corto	Estático	R-M-C-1-ES
4	Sí	Diagonal	Largo	Estático	R-D-L-1-ES
5	Sí	Malla	Corto	Dinámico	R-M-C-1-DI
6	Sí	Diagonal	Largo	Dinámico	R-L-D-1-DI
7	Sí	Diagonal	Corto	Dinámico	R-D-C-1-DI
8	Sí	Malla	Largo	Dinámico	R-M-L-1-DI
9	Sí	Diagonal	Largo	Dinámico	R-D-L-2-DI
10	Sí	Diagonal	Corto	Dinámico	R-D-C-2-DI

zada en cada uno de los muros de prueba (tabla 1). En el código de identificación de cada espécimen, el primer término indicaba si el espécimen estaba reforzado (R) o no (SR); el segundo, la configuración de reforzamiento, *M* si era en malla o *D* si era en diagonal; el tercer término, el tamaño del muro, *C* para muro corto y *L* para muro largo; el cuarto, el consecutivo de cada ensayo, y finalmente el último término indicaba si el ensayo era estático (ES) o dinámico (DI).

El material de refuerzo consistió en tejidos de fibra de carbono adheridos a la superficie externa de los muros de mampostería, mediante un adhesivo epóxico; este reforzamiento se hizo por una sola cara; se utilizaron dos configuraciones de reforzamiento: una en malla y otra en diagonal. El diseño de los reforzamientos con FRP de los especímenes de prueba se basó siguiendo los planteamientos establecidos en el documento ACI 440. 7R-10.

La configuración de refuerzo en malla estaba conformada por cinco tiras horizontales de 0,10 m de ancho, colocadas cada 0,40 m entre centro y centro de cada tejido; verticalmente, se utilizaron dos tiras ubicadas cerca de los extremos de los muros de 0,10 m de ancho para los muros cortos y 0,15 m de ancho para los muros largos (figura 1); con esta orientación, se buscó que las tiras horizontales asumieran los esfuerzos por corte y las verticales los esfuerzos producidos por los efectos de flexión. La configuración en diagonal estaba compuesta por tiras colocadas formando un ángulo aproximado de 45° con la horizontal; con esta orientación, se buscó que una parte de estos tejidos asumieran los esfuerzos por corte y otra parte los esfuerzos producidos por los efectos de flexión. Se utilizaron cuatro tiras de 0,10 m de ancho para los dos tipos de muros (figura 2).

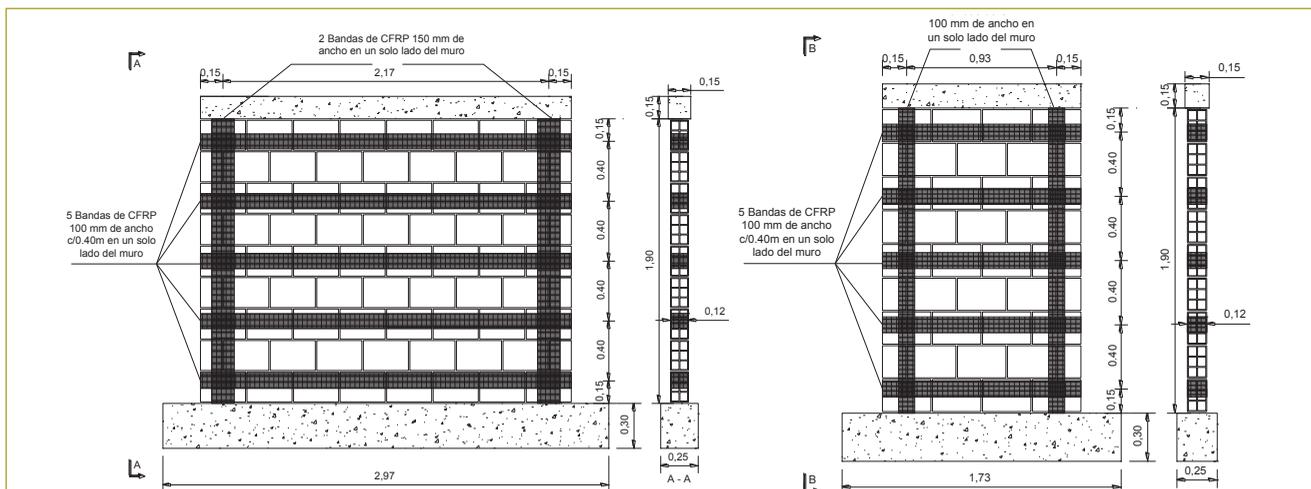


Figura 1. Dimensiones y reforzamiento en malla de los muros. Unidades en metros.

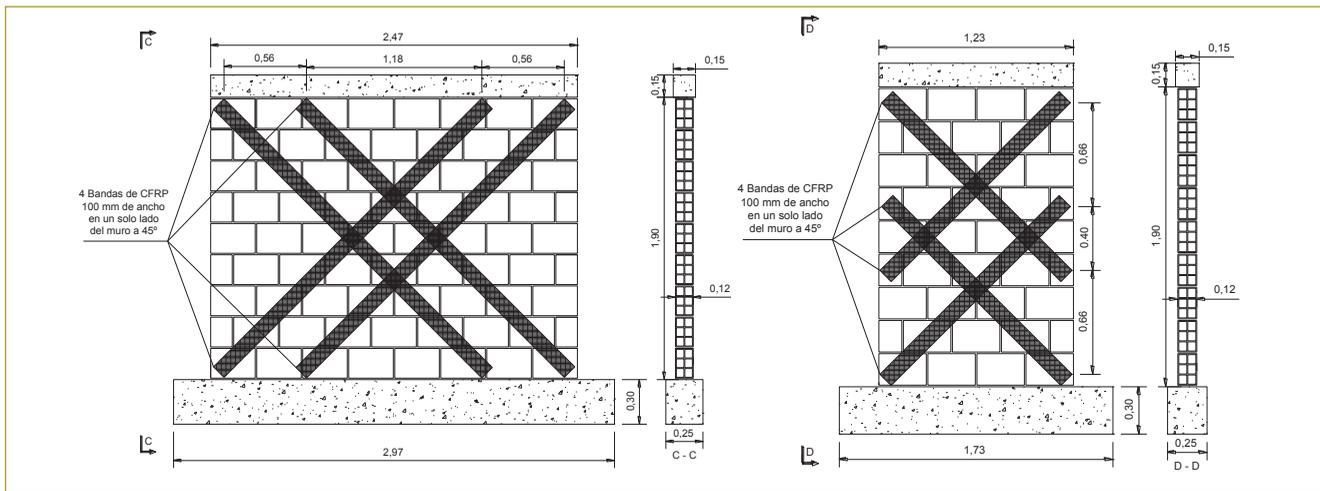


Figura 2. Dimensiones y reforzamiento en diagonal de los muros. Unidades en metros.

El sistema de anclaje empleado para garantizar la continuidad del muro con la cimentación consistió en eliminar los dos ladrillos de las esquinas de la base de los muros cortos y dos y medio ladrillos para los muros largos; en remplazo de estas unidades se fundieron macizos de concreto anclados a la cimentación con dos barras N.º 4 a una profundidad de 0,15 m, dejando un espacio para que pudiera pasarse el FRP con el ancho calculado a través del macizo en medio de las dos barras. El macizo se fundió en dos etapas; en la primera etapa se fundió la parte superior, colocando una sección de poliestireno en la parte baja de la formaleta de aproximadamente 8 cm de espesor. Una vez fraguada esta

primera etapa, se eliminó la sección y se colocó la fibra pasándola por la parte baja del macizo ya fundido; seguido a esto se realizó la segunda fundida de concreto, completando el macizo y dejando la fibra en medio de éste (figura 3).

Montaje de los muros para el ensayo

Para los ensayos estáticos se colocó cada espécimen de prueba en un marco de carga; se instrumentó por medio de deformímetros mecánicos de sensibilidad 10^{-2} milímetros, ubicados en la cara opuesta a la aplicación de carga (uno superior, δ_1 , y otro inferior, δ_2 , para medir

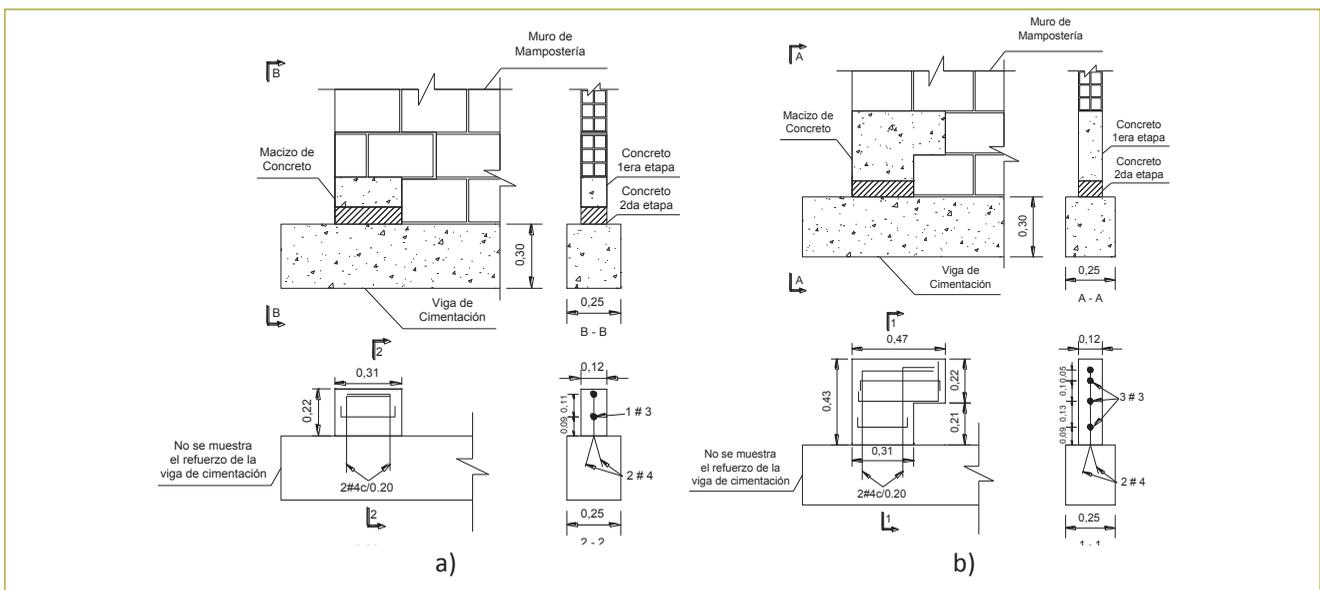


Figura 3. Dimensiones y refuerzo del sistema de anclaje. a) Macizo de muro corto. b) Macizo de muro largo. Unidades en metros.

el desplazamiento lateral). Se aplicó fuerza lateral por medio de un gato hidráulico de 250 kN de capacidad y la carga se midió a través de una celda de carga de 50 kN de capacidad y sensibilidad de 10 N. Para los ensayos dinámicos la instrumentación se realizó por medio de LVDT en dirección horizontal; para la aplicación de la carga se empleó un actuador dinámico de 250 kN de capacidad a tracción, 300 kN a compresión y 500 mm de recorrido. El proceso de carga se suspendió al obtenerse la falla del muro, la cual superaba las condiciones de servicio. En la figura siguiente se presenta el montaje del ensayo dinámico de uno de los muros de prueba (figura 4).



Figura 4. Montaje del ensayo dinámico.

RESULTADOS

Modos de falla

Los especímenes sin refuerzo (SR-C-1-ES y SR-L-1-ES) presentaron una falla controlada por la flexión,

donde los esfuerzos de tensión fueron superiores a la adherencia entre el mortero de pega y las unidades de mampostería, generando un desprendimiento del muro en una de las primeras hiladas y el correspondiente aplastamiento de algunas unidades en la zona de compresión del muro (figura 5).

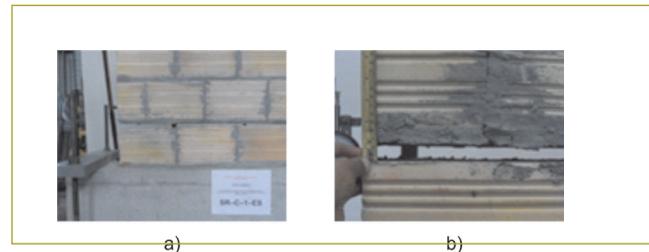


Figura 5. a) Modo de falla de los especímenes no reforzados. b) Detalle del desprendimiento de una de las hiladas.

Los especímenes reforzados en diagonal presentaron una falla por flexión en su base, generando el desprendimiento de las juntas de pega de las primeras hiladas y el posterior rompimiento de las unidades de mampostería debido a los esfuerzos de compresión producidos; la fibra de carbono presenta una rotura en la zona del anclaje junto con un desprendimiento (*pull off*) del muro, produciendo fracturas por tensión en algunas unidades. Las grietas generadas se encuentran principalmente en las juntas de pega y algunas pequeñas grietas en las unidades de mampostería de la base del muro (figura 6 a). Los especímenes largos presentaron una grieta principal en forma de escalera iniciada en la altura media del muro hasta la base de éste; a pesar de que la forma de este tipo de grietas suele representar

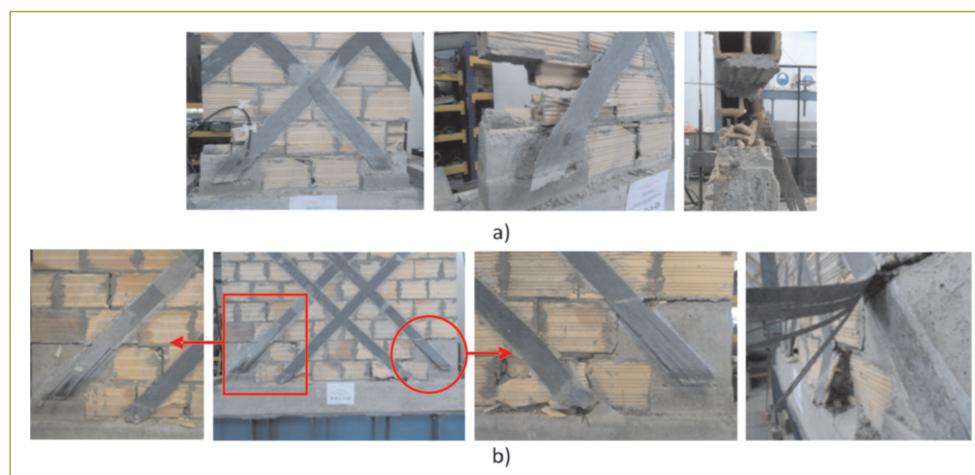


Figura 6. Modos de falla de los especímenes reforzados en diagonal. a) Muros cortos. b) Muros largos.

una falla por corte, la rotura de la fibra en la zona del anclaje y el rompimiento de algunas unidades de mampostería indican que la falla se produce sobre todo por flexión (figura 6 b)).

Los especímenes reforzados en malla también presentaron una falla por flexión en su base, causando el rompimiento de unidades de mampostería por los esfuerzos de compresión y grietas principales horizontales en la primera junta de pega y entre los macizos de concreto y el muro; esta última falla entre estos dos elementos produjo un desplazamiento del muro con respecto a uno de los macizos del anclaje, en el espécimen largo, que finalmente disminuyó la capacidad de carga del espécimen (figura 7 b)); en el muro corto se produjo una falla en la junta de construcción de los dos concretos de edades diferentes del anclaje y se presentaron una serie de grietas por tensión en algunas unidades de la base del muro (figura 7 a)). Debido a este comportamiento, el material de refuerzo no pudo trabajar a su máxima capacidad y sólo presentó una pequeña falla por adherencia en la zona del macizo de concreto (figura 7 b)).

Capacidades de carga

En la tabla siguiente (tabla 2) están consignados los resultados de carga máxima resistida por cada uno de los muros durante los ensayos estáticos y dinámicos. Los resultados muestran cómo la capacidad de carga de los

muros depende de diferentes factores, el primero de los cuales es el tamaño de los especímenes; aunque desde el punto de vista geométrico los muros denominados largos tienen el doble de longitud que los muros denominados cortos, esa relación 2:1 en su longitud no se mantiene en el valor de carga máxima; para los muros sin refuerzo dicho valor está en una proporción 6.3:1, para los reforzados la configuración en diagonal está en 3.5:1 y la de malla en 2.7:1. Esto indica que la capacidad de resistencia de dicha clase de elementos no tiene una relación directa o preestablecida con su geometría, sino que depende mucho del material de refuerzo que tenga, así como de su orientación.

El segundo factor que hay que analizar es la configuración de reforzamiento; según los resultados obtenidos, se observa que el reforzamiento en malla presenta valores más altos en la capacidad de carga que los especímenes con una configuración en diagonal, con respecto a los muros cortos sin ningún material de refuerzo. Los especímenes reforzados tuvieron un aumento en su resistencia de hasta 12,8 veces en la configuración en diagonal y 18,8 en la configuración en malla; en los muros largos estos valores fueron de 7,1 y 8,1 para las configuraciones en diagonal y malla, respectivamente, lo que demuestra que, independientemente del valor en que aumente la resistencia dependiendo de la configuración que se utilice, el material de refuerzo mejora en forma sustancial la resistencia y el desempeño de este tipo de elementos frente a las sollicitaciones estudiadas.

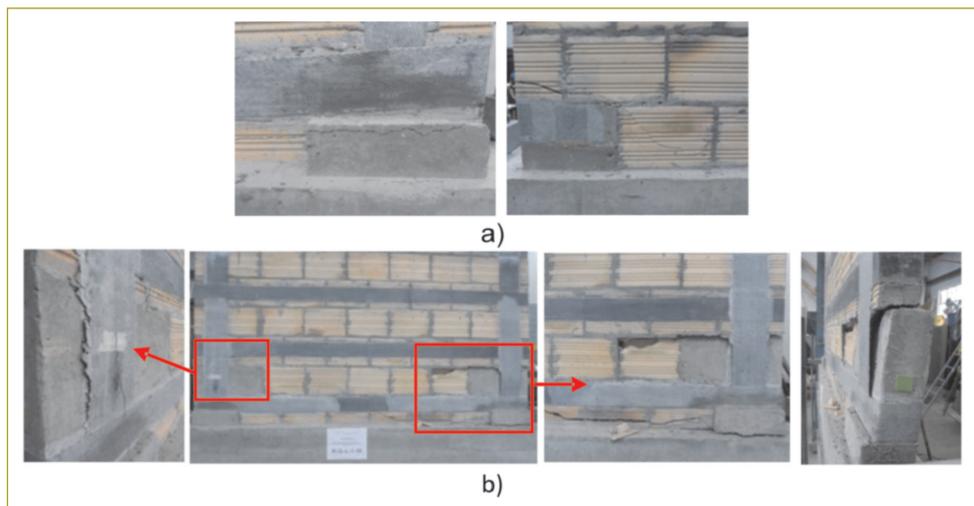


Figura 7. Modos de falla de los especímenes reforzados en malla. a) Muros cortos. b) Muros largos.

Tabla 2
Capacidades de carga de los muros ensayados

Especimen N.º	Código de ident.	Carga máx. (kN)
1	SR-C-1-ES	1,3
2	SR-L-1-ES	8,2
3	R-D-L-1-ES	40,9
4	R-M-C-1-ES	23,4
5	R-D-C-1-DI	16,5
6	R-D-C-2-DI	16,6
7	R-D-L-1-DI	56,7
8	R-D-L-2_di	58,1
9	R-M-C-1-DI	24,4
10	R-M-L-1-DI	66,6

Respuesta histerética

Más adelante se presentan las envolventes de las curvas de histéresis de cada uno de los especímenes de prueba ensayados bajo carga lateral dinámica; en los gráficos se muestran en las ordenadas la carga y el esfuerzo cortante a los que se sometieron los muros y en las abscisas los desplazamientos producidos (figura 8).

Las envolventes de las curvas muestran que los muros, tanto cortos como largos, tienen un comportamiento lineal elástico hasta una deriva del 0,3 %, aproximadamente, excepto el espécimen R-M-L-1-DI, que alcanza un valor de 0,5 %; a partir de estos valores, el comportamiento de los muros entra en el

rango inelástico con ciclos de carga y descarga que van disminuyendo la rigidez de los elementos hasta un desplazamiento cercano al 2,0 % de deriva en los muros cortos y 1,5 % en los largos; finalmente, el aumento de fisuras importantes y la degradación de la rigidez disminuyen la capacidad de carga del elemento.

La relación de esbeltez es otro factor que se puede analizar en el comportamiento de los muros; en los especímenes cortos se observa que tienen desplazamientos laterales mucho mayores que los largos, lo cual se debe a que estos elementos, al ser más esbeltos, exhiben una rigidez mucho menor que los muros largos (menos esbeltos) y, por tanto, van a tener desplazamientos más grandes.

Otro factor que afecta la respuesta histerética en este tipo de elementos es la presencia de carga axial; para el caso en estudio los muros de prueba no tenían esta sollicitación, por lo que la consecución de falla por corte, como inicialmente se había querido estudiar, sobre todo en los muros largos, no fue posible y por el contrario predominó la falla por flexión, a pesar de que en algunos de los muros largos se intentó formar la falla buscada; de igual manera, la ausencia de carga axial también ayuda a que el desplazamiento lateral llegue a valores cercanos al 2,0 % de deriva, contrario a ensayos donde sí se tiene esta sollicitación y los desplazamientos son del orden del 1,0 % de deriva, según los resultados de Santa María & Alcaíno (2008).

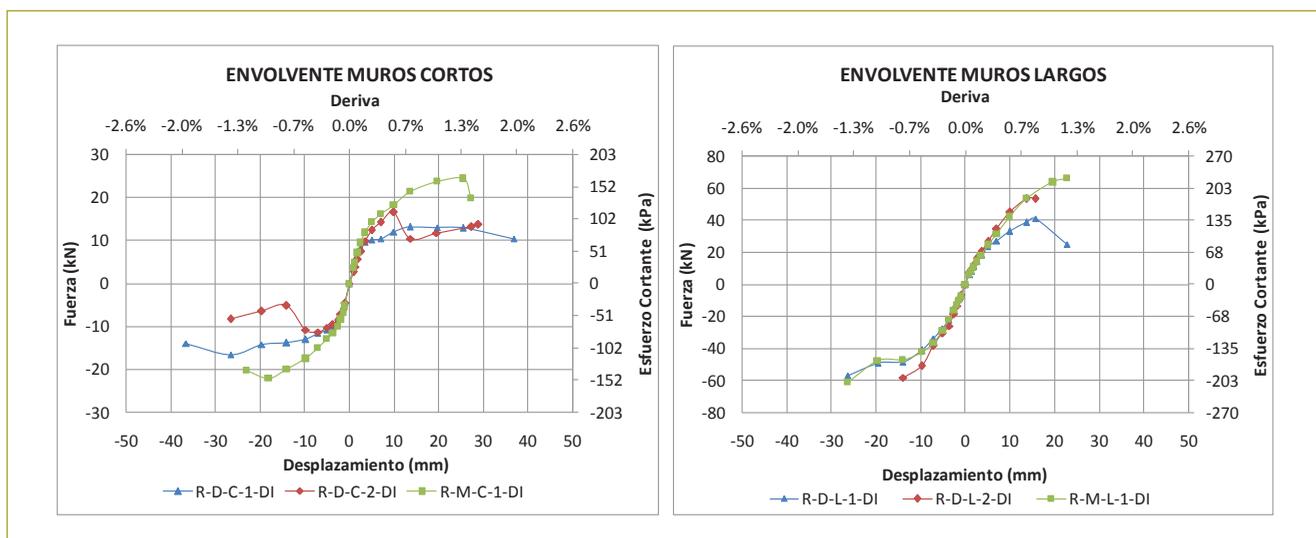


Figura 8. Envolventes de las curvas de histéresis.

CONCLUSIONES

- Los tejidos de fibra de carbono usados en el reforzamiento estructural contribuyen significativamente a mejorar el desempeño de estas edificaciones frente a sollicitaciones de diferente índole, en especial las producidas por sismos, siempre y cuando se tengan adecuados sistemas de anclaje; tanto en los ensayos monotónicos como dinámicos se lograron aumentos en la resistencia de hasta 18,8 veces. Uno de los especímenes cortos sin refuerzo presentó una carga de falla de 1,3 kN y el mismo espécimen reforzado alcanzó una carga de falla de 24,4 kN en el ensayo dinámico, lo cual demuestra la gran contribución del material de refuerzo.
- El modo de falla predominante en los ensayos fue la flexión; a pesar de que se quería obtener una falla por corte en los muros largos, como se supuso en algunos diseños, no se pudo lograr debido a la ausencia de carga axial en los ensayos y a que la contribución en resistencia de la mampostería sin refuerzo fue muy baja; este modo de falla se evidenció más en los especímenes cortos con relación de esbeltez de 1,54; en los especímenes largos inicialmente se formó la falla buscada, pero al final se impuso la falla por flexión.
- El uso de FRP como material de refuerzo disminuyó la falla frágil en los muros, el modo de falla se caracterizó por la formación de una grieta principal y la posterior aparición de pequeñas fisuras en las unidades y juntas de pega; en los especímenes con reforzamiento en diagonal se logró la rotura de la fibra, mientras que los de la configuración en malla presentaron una falla en su anclaje.
- Para que se cumplan las ecuaciones y principios establecidos en el Documento ACI 440.7R-10, es importante garantizar que el anclaje del muro a su cimentación cumpla su función de monolitismo y transferencia de cargas entre los dos elementos; el sistema de anclaje estudiado tuvo un buen desempeño, ya que logró que los tejidos de FRP trabajaran a su máxima capacidad.
- En cuanto a desplazamiento se encontró que los especímenes tienen un comportamiento elástico hasta aproximadamente una deriva del 0,5 %; de ahí en adelante mantienen un comportamiento inelástico, hasta alcanzar un desplazamiento máximo entre 1,5 % y 2,0 % de deriva.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito por la financiación de este proyecto y a su personal del Laboratorio de Estructuras y Materiales por la construcción y posterior ensayo de cada uno de los muros de prueba, al igual que a las empresas Sika Colombia S.A. y Ladrillera Prisma S.A., las que también patrocinaron la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACI Committee 440 & American Concrete Institute (2010). *Guide for the design and construction of externally bonded fiber-reinforced polymer systems for strengthening unreinforced masonry structures (7th)*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
2. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica & Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero (Forec) (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería*. Bogotá, D.C.
3. Bastidas, E., Molina, L., Yamin, L., Sarria, A., Ortega, J. & Tumialan, G. (s.f.). Non-structural masonry walls strengthened with GFRP laminate (pp. 12). Bogotá, D.C.: Universidad de los Andes.
4. Elgawady, M., Lestuzzi, P. & Bardoux, M. (2006). Aseismic retrofitting of unreinforced masonry walls using FRP. *Composites Part B: engineering*, 37 (2-3), 148-162.
5. Federal Emergency Management Agency (2007). *Interim Testing Protocols for Determining the Seismic Performance Characteristics of Structural and Non-structural Components (FEMA, 461)*. Washington, D.C.
6. Ingeominas (1986). *El sismo de Popayán de marzo 31 de 1983*. Bogotá, D.C.: Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras.
7. Ingeominas (1999). Terremoto del Quindío: enero 25 de 1999. Informe Técnico Preliminar N.º 2 Armenia, Quindío (pp. 32). Bogotá, D.C.
8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1998). *Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm o 50,8 mm de lado (NTC 220)*. Bogotá, D.C.: Icontec.
9. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2003a). *Concretos. Métodos de ensayo para determinar la evaluación en laboratorio y en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada (NTC 3546)*. Bogotá, D.C.: Icontec.
10. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2003b). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de muretes de mampostería (NTC 3495)*. Bogotá, D.C.: Icontec.
11. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2005). *Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla (NTC 4017)*. Bogotá, D.C.: Icontec.
12. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2010). *Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto (NTC 673)*. Bogotá, D.C.: Icontec.
13. Klingner, R. (2006). Behavior of masonry in the Northridge (US) and Tecoman-Colima (Mexico) earthquakes: Lessons

learned, and changes in US design. *Construction and Building Materials*, 20(4), 209-219.

14. López, H. (2012). *Comportamiento de muros diafragma en mampostería de concreto reforzados con tejidos de FRP*. Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá, D.C.

15. Santa María, H. & Alcaíno, P. (2008). *Resistencia al corte de muros de albañilería reforzados exteriormente con fibras*. Paper presented at the XXXIII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural. Santiago, Chile.

16. Santa María, H. & Alcaíno, P. (2011). Repair of in-plane shear damaged masonry walls with external FRP. *Construction and Building Materials*, 25(3), 1172-1180.

17. Schwegler, G. (1995). *Masonry Construction Strengthened with Fiber Composites in Seismically Endangered Zones*. Paper presented at the Tenth European Conference on Earthquake Engineering. Rotterdam, Netherlands.

18. Sika Colombia S.A. (2012). *Manual de productos 2012*. En Sika Colombia S.A. (ed.) (2012 ed., pp. 686). Bogotá, D.C.: Sika Colombia S.A.

19. Tumialan, G., Vatovec, M. & Kelley, P. (2009). FRP Composites for Masonry Retrofitting: Review of Engineering Issues, Limitations and Practical Applications. *Structure Magazine*, 12-14.

20. Valluzzi, M., Tinazzi, D. & Modena, C. (2002). Shear behavior of masonry panels strengthened by FRP laminates. *Construction and Building Materials*, 16 (7), 409-416.

Planning and problem-solving strategies, a way of improving oracy in young adult learners

MILENA MOSQUERA MEJÍA

Master in English Language Teaching, Profesora del Departamento de Humanidades e Idiomas de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

milena.mosquera@escuelaing.edu.co

Recibido: 03/04/2015 Aceptado: 30/08/2015

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Abstract

This paper reports on a study of oracy in a group of A1 (CEFR) EFL young adult learners in a science university. The research is relevant at a time when students are about to enrol in professional fields where more people able to speak English proficiently are demanded on a daily basis. As it was important to foster awareness on the effects in oracy, planning and problem solving strategies were implemented. The data sources for the study included students and teacher's logs, think aloud protocols, and a final questionnaire in which students reflected on the use of the strategies and the effects in their oracy skills. The findings highlighted that the implementation of the two strategies helped to improve specific aspects of oracy such as fluency, coherence and audience awareness; as well as students' recognition of the importance of strategy use for their learning process of English and other subjects. Key words: Oracy, Planning and Problem-solving Strategies, the CALLA Model, Oracy improvement.

Resumen

Este estudio describe el trabajo de investigación desarrollado con un grupo de estudiantes de nivel A1 (MCRE) de lengua extranjera en una universidad de ciencias. El estudio es relevante en un momento en el cual los estudiantes están por ingresar al campo profesional en donde cada vez se exigen más graduados con dominio de inglés. La implementación de estrategias de planeación y solución de problemas se utilizó para fomentar la concientización de sus efectos en las habilidades orales de los estudiantes. Las fuentes de información para el estudio incluyeron bitácoras de estudiantes y profesor, protocolos de pensamiento en voz alta y un cuestionario final en el que los estudiantes reflejaron sus reflexiones en el uso de las estrategias y su efecto en sus habilidades orales. Los resultados encontrados resaltaron que la implementación de las dos estrategias ayudó a mejorar habilidades orales tales como fluidez, coherencia y reconocimiento de la audiencia; así mismo los estudiantes fueron conscientes de la importancia del uso de esas estrategias para el proceso de aprendizaje del inglés y de otras áreas. Palabras clave: Oralidad, Estrategias de Planeación y Solución de Problemas, el Modelo CALLA, Mejoría en Oralidad.

INTRODUCTION

Teaching and learning English as a foreign language has increased in Colombia since the government started the program *Colombia Bilingüe* in 2004 (Ministerio de Educación Nacional, 2005). That program was created to improve foreign language knowledge of learners all over the country based on the communicative approach as the methodology to follow. The communicative competence in English increases in importance as students advance in their studies; therefore, when they enter university they are expected to have at least an A2 level of English (in line with the Common European Framework of Reference-CEFR-) that should improve to at least B1 (CEFR) when they graduate. However, this is not being reflected in the results they obtain in tests and evaluations such as Saber 11° or Saber-Pro, which are two national standardized exams managed by the government to measure Colombian students' performance in different subjects. By March 2012 the report from the Ministry of Education stated that the majority of graduate students do not reach the B1 level (78%) and cannot communicate effectively in a foreign language (Oficina de Asesora de Comunicaciones, 2012).

Besides the previous background, these university students, who are exposed to the English language for more than 3 years, for an average of 3 hours of class per week, showed difficulties with their listening and speaking abilities, which were below the expected average. In five groups of 25 students, more than half of them failed the listening part of the final tests at the end of the first semester of 2012. In speaking abilities the level was even lower according to teachers' reports.

The communicative skills are seen as necessary to perform successfully in any professional field allowing students to be more competitive and to have better opportunities. Thus, this study attempted to explore the impact of applying planning and problem solving strategies on oracy skills of a group of A1 (CEFR) young adult learners. Oracy is defined as "interactive talk and listening" (Kettle & May, 2012).

A questionnaire (Appendix 1) that was applied to 18 students at the beginning of the present study showed that they are interested in learning the language for academic and professional purposes; However, they felt that their speaking ability was the lowest

of all, the most important to improve, but the most difficult to learn. These testimonies reinforced the importance of oracy since they represented a need to improve speaking skills, especially those related to oral production, such as interaction, message delivered, context, jargon, among others related to how people communicate in specific situations.

These elements were integrated to make the following question: *How might the implementation of metacognitive strategies such as planning and problem-solving affect oracy in a class of A1 (CEFR) young adult EFL learners?*

This question was supported by the following objective: *To analyse the effects of using planning and problem-solving strategies in oracy skills in A1 young adult EFL learners.*

THEORETICAL FRAMEWORK

Oracy

Oracy is a term that was coined by Wilkinson (1970) and it addresses the ability to communicate and comprehend. It means that thoughts and ideas are conveyed orally in such a way that others understand and are understood; consequently it involves listening and speaking skills, "our communication is most of the time through speaking and listening, and very little of the time through reading and writing" (Wilkinson, 1970). Knowing the rules of listening and speaking allows individuals to interchange ideas, to learn from others, and to have rational discussions. For the purpose of this study the focus was on the speaking aspect of oracy because the young adult learners studied needed to develop oral skills to express themselves properly, to be able to recognize the situation in which they needed to communicate, and to differentiate between a formal and an informal context to choose the right speech. They should be ready to enter the professional working field with the necessary tools to be assertive and to develop appropriate speech situations. As stated by Holderness and Lalljee (1998) learners should be enabled to use spoken language in a variety of contexts to extend their vocabulary and their conceptual understanding of words as well as the means to reason and to present information clearly and effectively, (p. 1).

Metacognitive Language Learning Strategies

This study focused on metacognitive strategies because it was relevant for students to become more independent and self-aware of how the learning process occurred and the responsibility they needed to assume during this process. According to Oxford (1989) metacognitive strategies look “beyond the cognitive” and have “executive control over the learners own learning” (p. 178). Learners should be able to understand what their role is in a process of learning a foreign language; they should make decisions and self-direct their behaviours and actions to reach their learning goals through organizing, evaluating and planning their language learning process. Chamot, and O’Malley (1994) agree with Oxford on this concept of the executive control “Metacognitive strategies are similar to executive processes that enable one to anticipate or plan for a task, determine how successfully the plan is being executed, and then evaluate the success of the learning and the plan after learning activities have been completed” (Oxford, 1989). This means that metacognitive strategies focus on the learners’ attention to the learning process to be aware and to understand, identify and apply strategies that address a better performance and command of the language.

Oxford (1987) and Chamot and O’Malley (1994) explain the different strategies students use to be more aware, self-assessed, and reflective over their learning process. Through this process they organize, plan, monitor, and are better able to solve problems and evaluate their acquisition of the target language. For this study, it was necessary to take into account the concepts of planning, problem-solving, and monitoring since students should be able to learn to be prepared for tasks. If they are prepared, the learning process has a better outcome because they know where they are heading. Therefore, during their tasks, they can make decisions based on what they have prepared and they can justify their decisions and, afterwards, they monitor what happened to recognize if there are any effects, thus making better decisions for future tasks based on what they were aware of.

Planning and problem solving strategies

Planning offers learners the possibility to see what their needs and their goals are to achieve a successful outcome. Therefore, it was necessary to train learners

on how to plan, organize, and execute their oral tasks. To be ready, students need to know what the objective of the task is, what they are expected to do, how to find and organize the information they need for the task, and in which context they are going to perform. “The planning stage consists of establishing a goal for communication and developing plans at discourse, sentence, and constituent levels. This stage alternates with the articulatory stage, in which the speaker selects first the content, and then the function word and affixes, and finally identifies the phonetic realization of the constituent to be communicated” (Chamot & O’Malley, 1994).

Problem-solving requires understanding what oral flaws learners have, for example not being able to transmit a message, or not finding the way to express themselves coherently, or causing misunderstandings because they do not know the vocabulary. Consequently, finding the necessary information to solve those flaws, developing a plan, solving difficulties, and checking back to see if that was the correct strategy to solve it (Chamot & O’Malley, 1994) were important elements of this strategy during the study.

As explained by Qin, Johnson, and Johnson problem solving is a:

Process that involves (a) forming an initial representation of the problem (i.e., an external presentation of the problem is encoded into an internal representation), (b) planning potential sequences of actions (i.e., strategies, procedures) to solve the problem, and (c) executing the plan and checking the results. (1995)

Keeping these concepts into consideration, learners need to identify the problem, and define its characteristic and implications, then, they create a strategic plan to solve it, and finally they revise the results of the plan proposed and the actions to improve it for a further situation.

Autonomy

For students to be successful learners, autonomy is an important element since it attains to take control of learning and assume a responsible role in that process. Autonomy as stated by Smith (2010) occurs when “learners have the power and right to learn for themselves”. They have the potential to gain skills to be self-directed, responsible and aware of the implications that learning

a foreign language and being able to communicate properly in different contexts mean. Benson (2003) referred to autonomy as the ability learners had to apply in their learning process; for instance, to be autonomous, learners could create a study plan, pay enough attention and notice input, and be able to choose the content that is meaningful for them. One of the main purposes of developing metacognitive learning strategies is to foster autonomy and self-direction in the learners (Oxford, 1989). Therefore, to make students more aware of that fact, they should have all the necessary tools to learn on their own, plan and organize their time, and then make decisions about strategies to be applied in their learning process.

The CALLA Model

The CALLA (Cognitive Approach in Language Learning Acquisition) is a model based on the implementation of metacognitive learning strategies for language learning, it was relevant in this study to adapt it to follow the stages to apply planning and problem-solving strategies. It was designed by Anna Uhl Chamot in 1990 for ESL students in the USA. The model addresses...

... the importance of developing students' metacognitive understanding of the value of learning strategies and suggests that this is facilitated through teachers' demonstration and modelling. It emphasizes on the importance of providing multiple practice opportunities with the strategies so that students can use them autonomously. It also suggests that students should evaluate how well a strategy has worked, choose strategies for a task, and actively transfer strategies to new tasks. (Chamot & O'Malley, 1994, p. 9)

As the model was designed originally for ESL classrooms it was adapted to the group of A1 EFL learners where the research study was implemented. The CALLA Method focuses on the following stages:

Preparation: Teacher identifies students' current learning strategies for familiar tasks. Practice: Students practice new strategy; in subsequent strategy practice, teacher fades reminders to encourage independent strategy use. Self-evaluation: Students

evaluate their own strategy use immediately after practice. Expansion: Students transfer strategies to new tasks, combine strategies into clusters, develop repertoire of preferred strategies. Assessment: Teacher assesses students' use of strategies and impact on performance. (Chamot & O'Malley, 1994, p. 60)

These stages could be applied, instructed and modelled in the classroom, work independently outside the classroom, and, after being clearly identified, transferred to other areas. Thus, they provide a regulated process that not only helps learners to improve their skills in the foreign language, but also offers them tools to be more responsible and autonomous in the process of learning a foreign language.

Research Design

Since it focused on a reflective and critical analysis of a problematic situation found in the classroom, this qualitative study is based on the action research methodology. As stated by Burns (2010) action research "involves taking a self-reflective, critical, and systematic approach to exploring your own teaching contexts" (p. 2). In this methodology the teacher becomes the researcher who, through questioning, analysis and discovering, describes a situation and proposes a possible alternative to solve that problematic situation. This study describes how the information was collected and analysed using the instruments that were meaningful for the approach chosen.

Instructional Setting

This study was conducted at Escuela Colombiana de Ingeniería, a private university. Students in this university attend different science undergraduate programs such as civil, industrial, systems and electronic engineering among others. The English courses that students take range from <A1 to B1 (CEFR) in general English; classes are two one and a half hour sessions twice a week and the total of hours per semester is 42. The English courses at the university have only been taught for five years and the Humanities and Languages Department, where the English program belongs, is really interested in developing a successful program. Therefore, they are willing to implement any necessary strategies, methodologies or going through research processes that had not

been developed to try to find reliable information of how to improve the program.

Participants

The study was implemented with 18 students from the A1 level whose ages varied from 18 to 22 years old. These students voluntarily participated in this process and they were aware that taking part of the project was not going to affect their grades at any level. The project was applied in the learners' regular lessons in order not to affect or impose another schedule; thus they signed a consent letter in which the procedures of the study, as well as all the ethical considerations, were explained to guarantee confidentiality and clearness during the process.

Data collection instruments

- *Questionnaires.* This instrument was applied because it offered the possibility to gather large amounts of information without using too much time, anonymity for the respondent and the probability of high return rate (Munn & Drever, 1990). The reason of using this instrument was to ask students for their opinions concerning efficacy of the use of strategies and to know what students thought and how they perceived any progress in their oracy skills along the implementation process. (Appendix 1 -5)
- *Logs.* This instrument was useful for reflection and for capturing information of on-going events. This tool, as explained by Wennergren and Rönnerman (2006) enabled the participants to have better access to their own thoughts and to return to observe renewed reflections. In these instruments students and the teacher frequently wrote observations that were made over the process, ways to solve problems when they needed to face them, and if there was any form to improve their oral performance for a forward intervention in order to have a conscious source of reference (Appendices 2-3).
- *Think aloud protocols.* The application of this instrument was basically to foster students' awareness of the strategies they used and how they were used (Chamot & O'Malley, The CALLA handbook: Implementing the cognitive academic language learning approach, 1994). This technique involved asking students to express their thoughts about strategies

while they did an oral task or as soon as it was finished. With this tool students could be more focused on their learning process because they understood what was happening along the implementation and they saw the available options to comprehend the language in order to become better oral performers. (Appendix 4).

The information collected with the instruments helped to triangulate the information in order to confirm whether the data analysis was appropriate and accurate and if the results obtained when comparing those results show similar findings. Triangulation provides and balances the information obtained and helps to support data (Burns, 2010). To guarantee their validity, the instruments were designed in the students' first language and taking into account the objectives proposed and learners' needs. As for their reliability, the results of the instruments were compared and assessed against one another to confirm findings.

PEDAGOGICAL INTERVENTION

There were approximately 20 hours devoted to the implementation of the research. Four initial hours for the preparation on the strategies, 14 hours for the development of the process during the lessons: presentation of the topic, practice and evaluation. And two hours for the expansion of the process in which students only evaluated the relevance and effectiveness of the application of the strategies.

This study was developed in three main stages *pre*, *while* and *post*; within those stages there were other steps that were followed to make this a reliable and coherent study in the application of the metacognitive strategies.

Pre-stage

In this stage all the preparation for the implementation process was made: consent letters for students were designed, university permission was done and handed, definition of the learners' profiles were defined through an initial questionnaire (Appendix 1); definition of students' oral difficulties were identified, instruments were designed based on the information obtained; design and definition of time for the implementation process was developed.

While-stage

The first step was preparation; during this phase students were encouraged to use the metacognitive knowledge in the kinds of tasks they were involved in. The second step was presentation; through this stage the teacher used explicit instruction to teach the particular strategies, planning and problem solving; provided specific guidance on how to apply the strategies in the selected tasks. In the third one, practice, students were given the task, individually or in groups, previously modeled; and then they practiced it apply. Fourthly, evaluation, during this stage students reflected on the effects of using the strategies. Finally, expansion, in which students applied the strategies to new materials to transfer them to new tasks.

Post-stage

The post-stage consisted on students and researcher's evaluation of all the process. It was when reflection and analysis through an application of the last questionnaire emerged. In it learners provided data about all the effects and changes that happened during the implementation process.

COLLECTING AND ANALYSING DATA

To analyse the data found in this action research design, a grounded theory framework was used. This theory refers to “the discovery of theory from data” and it “provides relevant predictions, explanations, interpretations an applications”, (Glaser & Strauss, 2009).

Data analysis procedure

To analyse all the data collected, it was necessary to organize the applied instruments in different folders by type and date. In this way, clear information regarding the location of each instrument was available to start analysing all the information in a strategic order to see if the use of the strategies helped students improve and advance, or not, and how that occurred. The think aloud protocols were transcribed and all the information was then passed to digital folders and saved to start identifying the most important information. It was also necessary to identify the instruments by instrument

name and date as following: students' logs were (Ss'-L3, Oct. 10th, 2012), think aloud protocols (T-A-P- Trans. 1, Sep. 19th, 2012), teacher's logs were (T-L-Sep. 26th, 2012), and questionnaires were (FQ, Dec. 12th, 2012).

The first analysis stage was open coding, it “quickly forces the analyst to fracture, break the data apart analytically, and leads directly to excitement and the inevitable payoff of grounded conceptualization”, (Strauss A. L., 1987). As Strauss states, open coding is the reading and re-reading of the information to compare and identify concepts, look for similarities and differences, or variations, and divide the data into parts.

From all the concepts that emerged, the analysis of the most relevant information was emphasised. To facilitate this process colour coding was used highlighting every aspect that was considered relevant as for the aspects related to language students improved as for their attitudes, interaction, the strategies used, and the teacher's comments and observations. It was necessary to make connections among them; from those connections the most noticeable concepts emerged.

All the data collected and the analysis done conducted the study to define one line, a core category that was the centre of the project, then it was necessary to apply the last stage of *Grounded Theory*, selective coding. As Glaser and Strauss (2009) explained “it can be described as the explication of the ‘storyline’, the identification of a core *variable*”. This core variable is a category that synthesises the categories identified in the axial coding stage into one central and relevant idea that completes the whole project.

Identifying categories

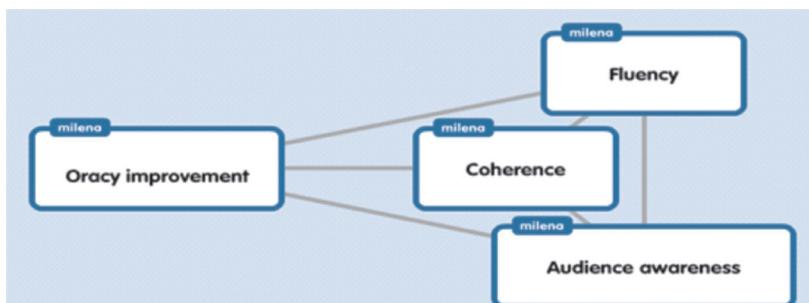
During this stage of analysis, two main categories were identified: *Transactional Language*, because students noticed improvement in terms of what they needed to express their ideas clearly and accurately using proper language and transmitting a message. *Interactional Language* was noticed because they had in their minds aspects such as expressing themselves, and being aware of the audience when they were communicating ideas and trying to be understood by the group. “That function that serves in the expression of ‘content’ we will describe as **transactional**, and that function involved in expressing social relations and personal attitudes we will describe as **interactional**” (Brown & Yule, 1983).

In terms of transactional language, students expressed that the strategies were useful and that they felt more confident expressing their opinions because they knew the vocabulary and the structures.

Findings

The core category, which is at the same time the objective proposed, is *Oracy Improvement*; it includes all the

elements of transactional and interactional language previously mentioned, the need to identify functional and social language was improved through the planning and problem solving strategies used, and learners then could express fluently, coherently and were able to transmit the right message to an audience.



RACY IMPROVEMENT			
Categories	Sub-categories	Strategies use	Students' testimonies
Transactional language	Fluency	Emerged from both the planning, and the problem solving strategies students used because when they forgot something about the topic, or the vocabulary, or structure during the participation they had different ways to face it, by using charts, notes, images or cooperative work. Students were able to talk continuously, without much interference.	<p>S13, Isabela: "La estrategia utilizada fue entender las palabras claves del tema, se podía transmitir la idea por discutir, entonces fue útil para interactuar con más fluidez". (Ss'-L3, Oct. 10th, 2012)</p> <p>S10, Sofía: "Buscar información, la utilizo en la descripción del tema y para formar frases claves que indicaran de qué se trataba la película, le sirve para tener mayor vocabulario y fluidez". (Ss'-L-2, Sept 26th, 2012)</p>
	Coherence	This subcategory was relevant for students according not only to language but also to the fact that they were able to express themselves clearly. Having clear ideas and having used planning helped them to have well organized and structured arguments to present. It is also mentioned that they could connect ideas precisely without using their notes or other aids, which demonstrated the use of problem-solving strategies.	<p>S13, Isabela: "Aprendí ciertos modos más eficaces para aprender a relacionar y conectar las palabras correctamente en inglés; y así llegar a una mejor expresión oral". (FQ, Dec. 12th, 2012)</p> <p>S11, Nora: "fluidez, confianza a la hora de hablar , y el poder expresar las ideas claramente y en forma lógica, también el vocabulario de expresión". (FQ, Dec. 12th, 2012)</p>
Interactional Language	Audience awareness	Students expressed their concern for making themselves understood, which is a clear evidence of interaction. Communication needs interlocutors; one transfers a message and the other interprets that message. In these subcategories they mentioned the need for expressing their thoughts in a way that the audience could understand the message and be attentive.	<p>S1, Laura: tratar de hacerme entender, eh... no sé, a tratar de que los otros entiendan cuál es la idea que uno quiere decir, sin que uno suene tan descabellado. (T-A-P- Trans. 1, Sep. 19th, 2012)</p> <p>S2, Darío: el objetivo era describir bien la persona y que ellos entendieran lo que se estaba diciendo. (T-A-P- Trans. 1, Sep. 19th, 2012)</p>

Categories found

The effects of applying planning and problem solving strategies were evidenced in the instruments applied to the students. Different aspects, such as fluency and coherence of language, were identified to have improved in terms of needed functional language and in terms of needed social language, audience awareness improved as well. All these aspects are interconnected and depend on each other because all of them are necessary to communicate properly and to transmit a message clearly.

CONCLUSIONS, PEDAGOGICAL IMPLICATIONS, AND FURTHER RESEARCH

It was shown from the data analysis that the effects caused by applying planning and problem solving strategies to improve oracy skills were positive in two main aspects. One was language, as in the case of **fluency, because students were better able to present their ideas without much interference**. Another aspect was **coherence, because they were able to link ideas in a sensible manner**, they were able to organize their ideas in their minds, and also with some aids they could produce coherent texts that were understood by most of their classmates. Regarding the interaction aspect, the main subcategory that arose was **audience awareness because students recognize the importance of talking to an audience and making themselves understood clearly in specific contexts**. Thus students planned and prepared their participation in such a way that they were concerned about their partners' understanding, the pace, and even the turns, so they respected each other's moment to speak and prepared their participation accordingly, following the planning strategies, and solving their difficulties while participating.

One of the most important contributions of this project was in how students perceived the learning of English. The instruments played an important part because the students needed to self-evaluate the process to know if there was a change in their oracy skills through the implementation of strategies, and if those strategies helped them to be more self-directed learners; at the end, those instruments showed that they were more aware and that the strategies have significantly helped them to improve their oracy skills. Thus, planning and problem-solving strategies are important to be taught because learners in the process of becoming profes-

sionals need to develop skills to prepare for tasks and solve problems effectively and appropriately; if the university offers students this possibility they will be able to reflect on different processes, be ready to defend their work, and find and present a solution.

Since the objective of this study was met, and taking into account the learners involved, A1 young adult learners in a university context, it would be interesting to carry out more research studies in virtual environments since these spaces offer more possibilities of using innovative tools, the fosterage of learning strategies and more possibilities to cover different learning styles. Nowadays, social networks, the internet, platforms, web 2.0 tools, etc. are being more and more implemented in institutions. As a result of this, studies on educating more than training young adult learners in the use of metacognitive strategies through the use of ICT in the university may be a possibility to explore improvement in different language skills as well. Using these tools to try to make more autonomous and self-directed university learners represents an interesting topic to study and to continue developing research oriented to better language learning at this level. Furthermore, it also might be appealing to develop it in students who have more hours of instruction to identify whether the length of the exposure to the strategies may provoke different results.

REFERENCES

- Benson, P. (2003). *Autonomy and student centered learning*. Retrieved from [www.slidefinder.net: http://www.slidefinder.net/a/autonomy_student_centered_learning_phil/benson_lecture_inpla/30385090](http://www.slidefinder.net/a/autonomy_student_centered_learning_phil/benson_lecture_inpla/30385090)
- Brown, G., & Yule, G. (1983). *Teaching the spoken language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Burns, A. (2010). *Doing action research in English language teaching: a guide to practitioners*. New York: Routledge.
- Chamot, A. U. (2004). *Issues in language learning strategies research and teaching*. Retrieved from Centre for Language Studies National University of Singapore: <http://e-flt.nus.edu.sg/v1n122004/chamot.htm>
- Chamot, A. U., & O'Malley, J. M. (1994). *The CALLA handbook: Implementing the cognitive academic language learning approach*. New York: Addison-Wesley Publishing Company.
- Chamot, A. U., Barnhardt, S., El-Dinary, P. B., & Robbins, J. (1999). *The learning strategies handbook*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Dadour, E. S., & Robbins, J. (1996). University-level studies using strategy instruction to improve speaking ability in Egypt and Japan. In R. L. Oxford, *Language learning strategies around the world: Cross-cultural perspective* (pp. 157-166). Honolulu: HI: Second language teaching and curriculum center.

- Feria, I., Cabrales, M., & Cáceres, J. A. (2010). Autonomy in English learning and its relationship with independent works assigned to students. *Ikala, Revista de Lenguaje y Cultura*, 119-150. Retrieved from *Ikala, Revista de Lenguaje y Cultura*: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34322010000300004&script=sci_arttext
- Glaser, B. G., & Strauss, F. (2009). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. New Jersey: Rutgers.
- Green, J. M., & Oxford, R. (1995). A close look at learning strategies, L2 proficiency, and gender. *Tesol Quarterly*, 29, 261-297.
- Holderness, J., & Lalljee, B. (1998). *Introduction to oracy: Frameworks for talk*. London: Casell Education.
- Khonamri, F., & Kojidi, E. M. (2011). Metacognitive awareness and comprehension monitoring in reading ability of Iranian learners. *Profile*, Vol. 13, 99-111.
- Knowles, M. (2001). *Andragogía: El aprendizaje de los adultos*. Mexico: Oxford University Press.
- LaRossa, R. (2005). Grounded theory methods and qualitative family research. *Journal of Marriage and Family* 67, 837-857.
- McCabe, J. (2011). Metacognitive awareness of learning strategies in undergraduates. *Memory & Cognition*, Vol 39, 462-476.
- Ministerio de Educación Nacional. (2005). *Mineducacion.gov.co*. Retrieved 3 15 12, from Altablero: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-97495.html>
- Munn, P., & Drever, E. (1990). *www.eric.ed.gov*. Retrieved , from Using questionnaires in small-scale research: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED326488.pdf>
- Oficina Asesora de Comunicaciones. (2012, 3 15). <http://www.icfes.gov.co/>. Retrieved 03 15, 2012, from Mineducación e Icfes entregan resultados de las pruebas SABER PRO: http://www.icfes.gov.co/2012-07-05-14-55-31/doc_view/5739-boletin-mine-ducacion-e-icfes-entregan-resultados-de-las-pruebas-saber-pro
- Oxford, R. (1989). *The role of style and strategies in second language learning*. Retrieved 9 2, 2012, from Eric Digest: <http://www.ericdigests.org/pre-9214/styles.htm>
- Paredes, E. (2010). *Languag e learning strayegy used by Colombian adult English language learners: A phenomenological study*. Retrieved 6 22, 2010, from FIU Digital Commons: <http://digitalcommons.fiu.edu/etd/225>
- Pifarre, M., & Cobos, R. (2010). Promoting metacognitive skills through peer scaffolding in a CSCL environment. *Computer-Supported collaborative learning*. Vol. 5, 237-253.
- Qin, Z., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1995). Cooperative versus comparative efforts and problem solving. *Review of Educational Research*, Vol. 65, 129-143. Retrieved from <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1170710?searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3Dproblem-solving%2Bstrategies%2Blanguages%26gw%3Djtx%26acc%3Don%26prq%3Dproblem-solving%2Bstrategies%26Search%3DSearch%26hp%3D25%26wc%3Don&Search=yes&searchText=str>
- Rubin, J. (1987). Learner strategies: theoretical assumptions, research history and typology. In A. Wenden, & J. Rubin, *Learner Strategies in Language Learning* (pp. 15-30). Englewood Cliff: Prentice Hall International.
- Secretaría de Educación del Distrito. (2012, 02). <http://www.sedbogota.edu.co>. Retrieved from TALLER: Análisis de resultados de evaluación de los cinco ciclos de aprendizaje en el marco delSEICE y de la reorganización curricular porciclos: http://www.sedbogota.edu.co/evaluacion/images/archivos/formacion/uso_pedagogico/febrero_13_2012/presentacion.pdf
- Strauss, A. L. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Strauss, A., & Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Newbery Park: Sage.
- Taylor, S. (1999). Better learning through better thinking: Developing students' metacognitie abilities. *Journal of College reading and Learning*, Vol. 30, 34-45. Retrieved from <http://www.freepatentsonline.com/article/Journal-College-Reading-Learning/58410864.html>
- Vallejo, M., & Marínez, J. D. (2011). Communicative task and competence: Reflections on a focus group. *Ikala, Revista de Lenguaje y Cultura*, Vol. 16, 161-197. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34322011000200007&script=sci_arttext
- Wallace, M. J. (1998). *Action research for language teachers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wennergren, A.-C., & RÖnnerman, K. (2006). The relation between tools used in action research and the zone of proximal development. *Educational Action Research*, Vol. 14, 547-568. Retrieved from http://www.ipd.gu.se/digitalAssets/1171/1171917_Educational_Action_Research.pdf
- Wilkinson, A. (1970). The concept of oracy. *The English journal*, Vol 59, 71-77. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/811736>.

Diseño de una micro-red CC para el campus de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Designing a DC Microgrid for the campus of Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

PAULA XIMENA RÍOS REYES¹, DANIEL JOSÉ GONZÁLEZ TRISTANCHO¹, RICARDO MORENO CHUQUEN¹, JAVIER ANDRÉS RUIZ GARZÓN¹, KATLIN ANCINES PINEDA²

1. Profesores de planta del Programa de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Colombiana de Ingeniería.
2. Ingeniera electricista de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

paula.rios@escuelaing.edu.co - daniel.gonzalez@escuelaing.edu.co - ricardo.moreno@escuelaing.edu.co - javier.ruiz@escuelaing.edu.co - katlin.pineda@mail.escuelaing.edu.co

Recibido: 07/04/2015 Aceptado: 15/09/2015

Disponibile en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Resumen

La creciente integración de recursos distribuidos de energía como generación descentralizada, sistemas de almacenamiento de energía y respuesta de la demanda, requiere una infraestructura para la administración eficiente de estos recursos y su integración en redes en baja y media tensión. La infraestructura que permite administrar y operar estos recursos es una micro-red. Una micro-red gestiona y opera cargas y generación local en una red, de baja o media tensión, que usualmente cuenta con sistemas de almacenaje de energía. Las micro-redes pueden operarse en dos modos: aislado de la red local o conectado a la red de distribución local. En este artículo se muestran los resultados del diseño de una micro-red en corriente continua (CC) para el campus de la Escuela Colombiana de Ingeniería. La micro-red CC se ha diseñado para operar en el edificio F y suministrar energía para los servicios de iluminación. La fuente de energía no convencional gestionada por la micro-red es un sistema de paneles fotovoltaicos en una configuración apropiada.

Palabras claves: generación distribuida, micro-red, paneles fotovoltaicos.

Abstract

The increasing integration of distributed energy resources as distributed generation systems, energy storage, and demand response needs an infrastructure to manage these resources efficiently in low and medium voltage networks. The infrastructure that enables managing and operating these resources is a microgrid. A microgrid is defined as a network, at low or medium voltage, of loads and local generation, in addition to energy storage systems and other distributed energy resources. A microgrid can be operated in two modes: isolated from the local network or connected to the local network. In this paper, the results of designing a DC microgrid for the campus of Escuela Colombiana de Ingeniería are shown. The DC microgrid is designed to operate in the building F and supply power for lighting services. The source of unconventional energy that is managed by the microgrid is a system of photovoltaic panels in an appropriate setting.

Keywords: distributed generation, microgrid, photovoltaic panels.

INTRODUCCIÓN

La integración de recursos de energía distribuidos crea retos en la operación y administración de redes de energía eléctrica de baja y media tensión. El término de recursos de energía distribuidos caracteriza tres nociones, principalmente: generación distribuida, almacenamiento de energía y respuesta de la demanda. Las micro-redes eléctricas representan una solución para la administración de recursos de energía en soluciones locales para la gestión eficiente de la energía, utilizando fuentes de energía no convencionales.

En primer lugar, ¿cómo se define una micro-red? Según el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE, por su sigla en inglés), “una micro-red es un grupo de cargas interconectadas y de recursos de energía con límites eléctricos claramente definidos; la micro-red actúa como una entidad controlable respecto a la red. Una micro-red puede conectarse o desconectarse de la red para operar en modo conectado a la red o en modo aislado de la red” (DOE, 2012). Otra definición formal de micro-red es la que da la Cigre (International Council of Large Electric Systems), que es conceptualmente similar a la del DOE; la definición clama que “las micro-redes son sistemas de distribución de electricidad que contienen cargas y recursos de energía distribuidos (generadores distribuidos, sistemas de almacenaje y cargas controlables); las micro-redes pueden operar en forma controlada y coordinada mientras está conectada

la red local principal u operar de forma aislada de la red” (Cigre, 2012).

Las micro-redes de energía eléctrica operan en corriente directa (CC) o en corriente alterna (CA). La topología de conexión de una micro-red CC cuenta con un bus CC (barraje CC) (figura 1), y los recursos distribuidos se conectan al bus CC a través de inversores CA/CC que controlan el nivel de tensión del bus CC. Según el nivel de tensión del bus CC, pueden requerirse convertidores CC/CC para paneles fotovoltaicos y celdas de combustible. La topología de conexión de una micro-red CA cuenta con un bus CA (figura 2), al igual que con la micro-red CC; la micro-red tiene inversores CC/CA, y convertidores CA/CA para ajustar el nivel de tensión de operación del bus.

MICRO-RED CC PARA LA ESCUELA

Considerando la infraestructura de la Escuela Colombiana de Ingeniería, la ubicación ideal de la micro-red sería en el edificio Ignacio Umaña de Brigard, edificio F, puesto que además de ser una de las edificaciones más representativas de la institución, es de las más recientes y caracteriza la carga típica de un edificio de aulas de clase. Adicionalmente, el edificio F presenta unas características estructurales y funcionales que facilitan la ubicación de una micro-red, entre las que se destacan:

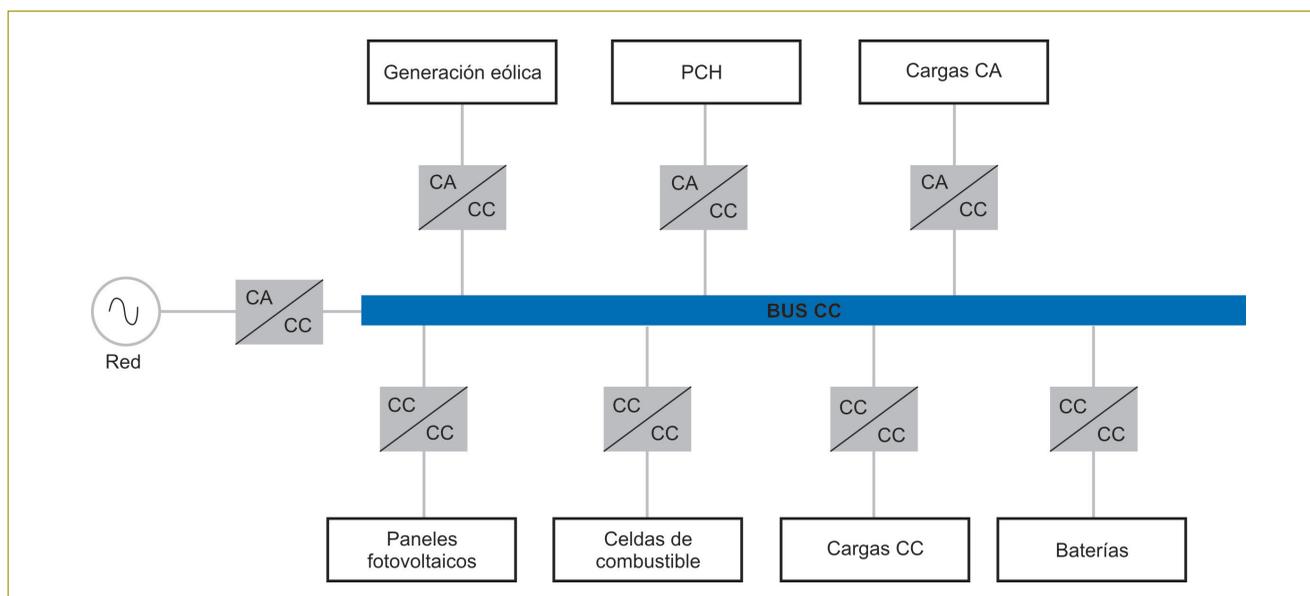


Figura 1. Topología de conexión de una micro-red CC.

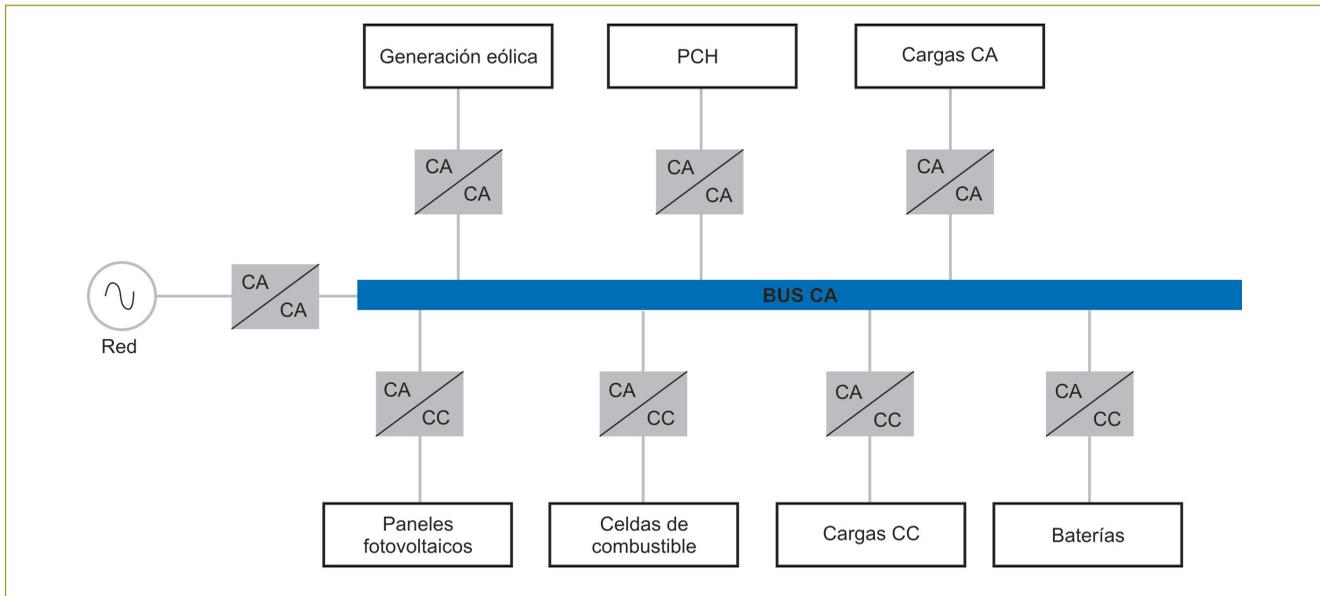


Figura 2. Topología de conexión de una micro-red CA.

- Techo plano.
 - Área amplia en el techo, ideal para ubicación de paneles solares.
 - Fácil acceso al techo para realizar obras de instalación y mantenimiento.
 - Espacio disponible para la instalación de equipos electrónicos destinados al control de la micro-red.
 - Carga representativa de la Escuela que está siempre en uso, la cual, si es alimentada con algún tipo de energía renovable, representaría significativos beneficios económicos para ésta.
- La alimentación del bloque F deriva de una tercera subestación que se encuentra en el bloque D, de acuerdo con el diagrama unifilar que se muestra a continuación (figura 3).

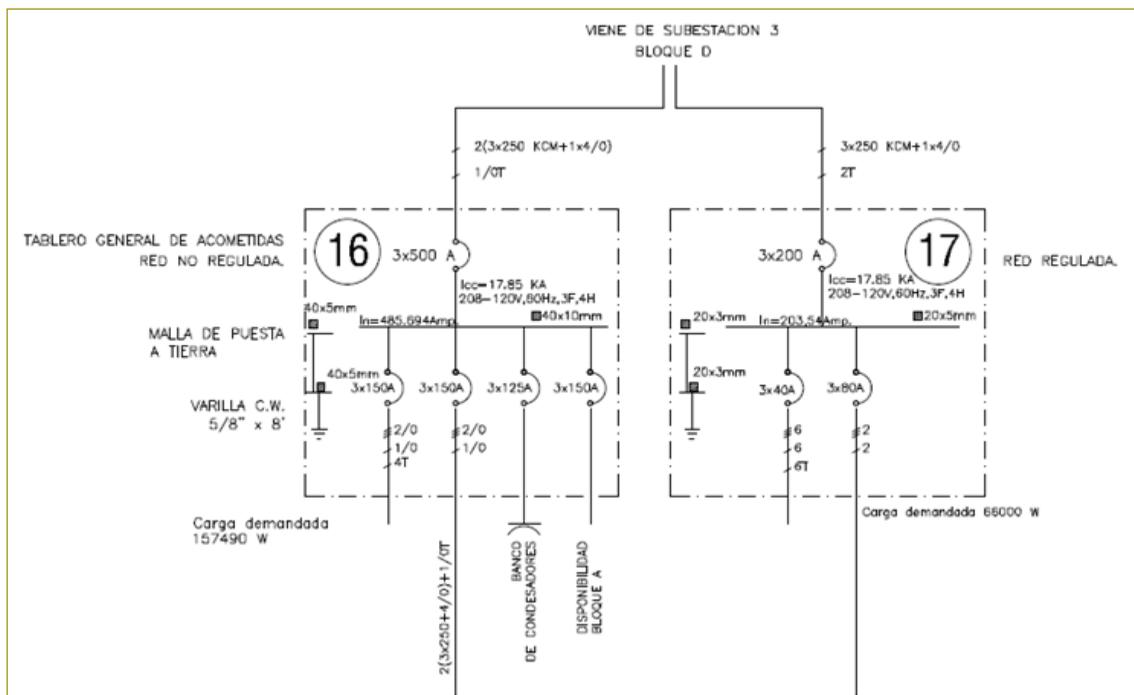


Figura 3. Diagrama unifilar de alimentación del edificio F en la Escuela Colombiana de Ingeniería.

Para caracterizar la demanda de energía eléctrica del edificio F se llevaron a cabo mediciones en el totalizador del edificio durante una semana típica. Se obtuvo que la corriente máxima es cercana a 160 A y la potencia demandada es igual a 57 kW.

La micro-red CC del edificio F tendría una instalación de paneles solares, un banco de baterías, inversores, reguladores de tensión y transformadores de aislamiento, acorde con la topología de conexión ya mostrada (figura 1). Esta micro-red funcionaría en dos modos: aislado de la red eléctrica y conectada a la red eléctrica. Además, cuenta con paneles solares como única fuente no convencional de energía. Esta sección contiene las consideraciones de diseño de la micro-red CC.

DETERMINACIÓN DE DEMANDA TOTAL DE ENERGÍA DIARIA QUE DEBE CUBRIRSE CON LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Energía para suplir la micro-red CC con banco de baterías:

$$E_{\text{banco de baterías}} = 9 \text{ kWh} \cdot (4) = 36 \text{ kWh} \quad [1]$$

Energía para suplir la micro-red CC sin baterías:

$$E_{\text{micro-red CC sin baterías}} = 115,2 \text{ kWh} \cdot (5) = 576 \text{ kWh} \quad [2]$$

Energía total

$$E_T = 9 \text{ kWh} (4) + 115,2 \text{ kWh} (5) = 612 \text{ kWh} \quad [3]$$

CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO DE RADIACIÓN SOLAR EN ESCUELA

La micro-red contaría con un sistema de paneles solares como fuente no convencional de energía. Para determinar la capacidad y el número de paneles se determinó previamente la radiación solar en el campus de la Escuela, para lo cual se llevó a cabo una revisión de las mediciones que se han realizado en Bogotá, en particular, las mediciones hechas por el Ideam (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia) y la Secretaría Distrital de Ambiente. El Ideam tiene cuatro estaciones, ubicadas en Tibaitatá, Ciudad Bolívar, en el campus principal de la Universidad Nacional de Colombia y en Villa Teresa; mientras que la Secretaría Distrital de Ambiente cuenta con estaciones en Guaymaral, Usme, Vitelma, Tunal, PSB y Kennedy.

El Ideam presentó una nueva herramienta interactiva que organiza la información sobre la precipitación de lluvias, la dirección del viento y la radiación solar, entre muchas otras, por ciclos mensuales y a escala regional en Colombia. El aplicativo cuenta con 78 mapas sobre la radiación solar (Ideam, 2015). Con base en el *Atlas de radiación solar de Colombia*, creado con la colaboración de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), se determinaron la irradiación solar incidente y las horas de brillo solar (HBS) por mes en la zona de la instalación.

A partir de estos mapas se obtuvo el promedio acumulado de radiación solar anual en la Escuela (tabla 2).

Tabla 1
Descripción de las necesidades en corriente alterna (CA)

Carga que hay que suplir	Potencia (kW)	Horas de funcionamiento al día (h/día)	Total de energía necesaria (kWh)	Total de energía necesaria x margen seguridad (20 %) (kWh)	Número de veces repetido
Luminarias	0,62	12	7,5	9	4
Luminarias + tomas + bombas	8	12	96	115,2	5

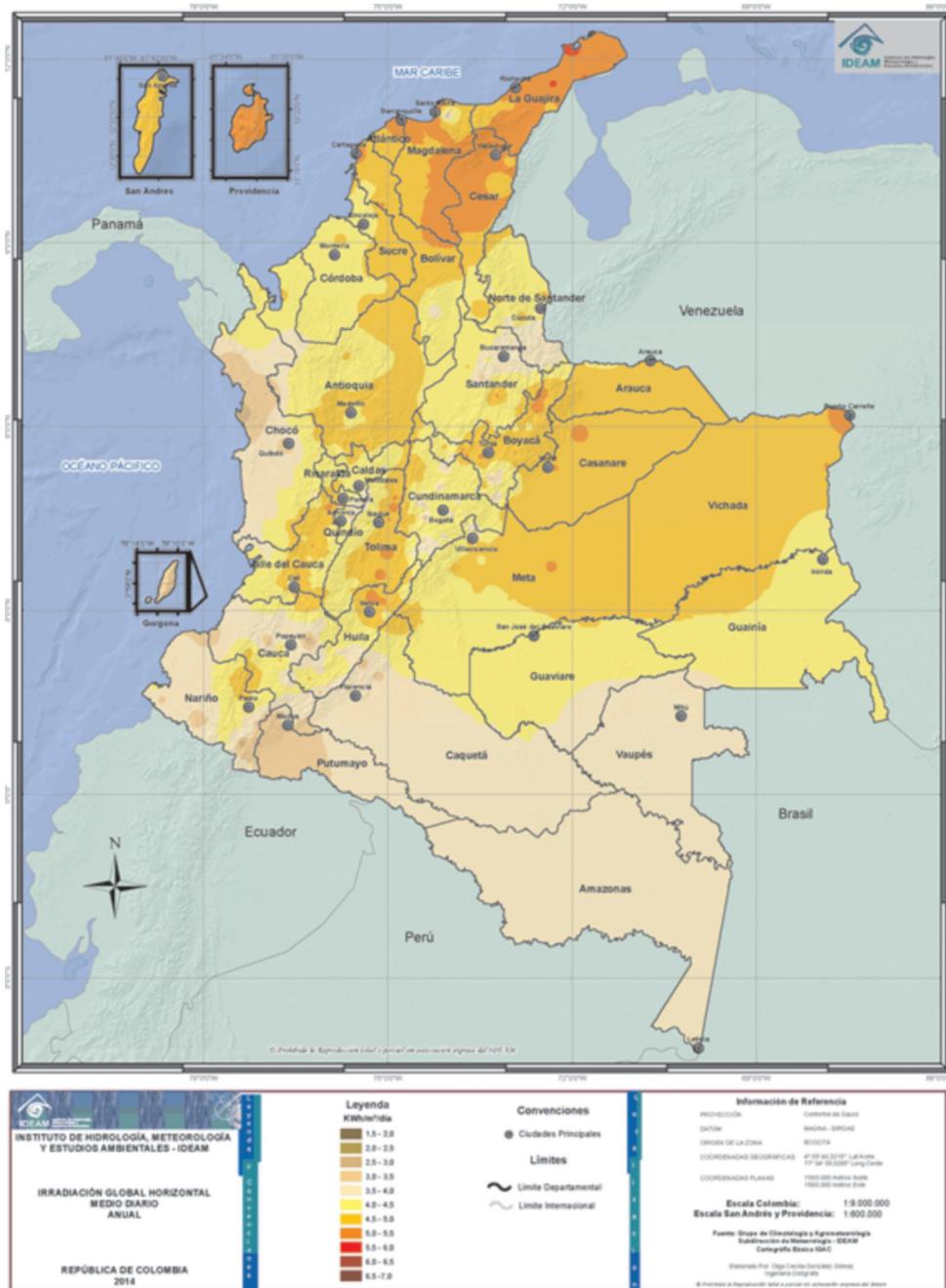


Figura 4. Mapa de irradiación global horizontal, medio diario, anual (Ideam, 2015).

Tabla 2
Promedio de radiación solar en la Escuela

Promedio acumulado trimestral de radiación solar global en la Escuela	Irradiación Ro (kWh/m ²)	Horas de brillo solar HBS (h)
Diciembre-enero-febrero	4,80	5-6
Marzo-abril-mayo	4,10	3-4
Junio-julio-agosto	4,30	4-5
Septiembre-octubre-noviembre	4,20	3-4
Acumulado promedio de irradiación solar global al año	4,35	

DEFINICIÓN DE LA POTENCIA DEL CAMPO GENERADOR (PANELES FOTOVOLTAICOS)

La potencia del campo generador P_{GEN} corresponde a la potencia máxima en kW que puede entregar el campo fotovoltaico en las condiciones estándar de medida. Ésta se obtiene en el trimestre más desfavorable, igualando la energía diaria que puede aportar el campo fotovoltaico con el consumo medio diario en ese trimestre.

El trimestre más desfavorable en la instalación es el de marzo-abril-mayo, ya que tiene la relación más baja entre la energía disponible y el consumo de energía de todo el año.

$$E_T = P_{GEN} \times \eta_{arreglo\ PV} \times HBS \quad [4]$$

$\eta_{arreglo\ PV}$: coeficiente de rendimiento del arreglo PV = 0,8.

HBS: horas de brillo solar en el trimestre más desfavorable

E_T : consumo de energía diaria (demanda).

$$P_{GEN} = \frac{E_T}{\eta_{arreglo\ PV} \times HBS} = \frac{612\text{ kWh}}{(0,8)(3h)} = 255\text{ kW} \quad [5]$$

$$P_{GEN_1} = \frac{E_{\text{banco de baterías}}}{\eta_{arreglo\ PV} \times HBS} = \frac{36\text{ kWh}}{(0,8)(3h)} = 15\text{ kW} \quad [6]$$

$$P_{GEN_2} = \frac{E_{\text{micro-red CC sin baterías}}}{\eta_{arreglo\ PV} \times HBS} = \frac{576\text{ kWh}}{(0,8)(3h)} = 240\text{ kW} \quad [7]$$

DIMENSIONAMIENTO

El consumo diario total E_T está dado por la ecuación [8], teniendo en cuenta los rendimientos del inversor y del regulador. El inversor convierte la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna de 208 voltios AC.

$$E_T = \left(\frac{\sum E_{iCC}}{\eta_{reg}} + \frac{\sum E_{iAC}}{\eta_{reg} + \eta_{inv}} \right) [\text{kWh}] \quad [8]$$

En el diseño se utilizó un regulador Atersa MPPT 80 C y un inversor (Sun Fields Europe, 2011) con los siguientes parámetros nominales:

η_{reg} : rendimiento del regulador de 0,98.

η_{inv} : rendimiento del inversor de 0,95.

$$E_T = \frac{612}{0,98 + 0,95} [\text{kWh}] \quad [9]$$

DIMENSIONAMIENTO DEL NÚMERO DE PANELES

El número de paneles fotovoltaicos se calcula de acuerdo con la potencia pico y la tensión de trabajo, dependiendo a su vez del regulador e inversor seleccionados para proporcionar la potencia calculada del campo de paneles (Ruiz, 2014).

En la selección de los paneles se recomiendan módulos fotovoltaicos policristalinos. Las características de operación típicas se resumen a continuación:

- Potencia nominal de los paneles $P_m = 255\text{ W}$
- Eficiencia del panel $\eta = 15,54\%$.
- Corriente del punto de máxima potencia = 8,32 A/m².
- Corriente de cortocircuito = 8,88 A.
- Tensión nominal del punto de máxima potencia = 30,9 V.
- Tensión nominal de circuito abierto = 38 V
- Dimensiones: 1,675 × 1,001 × 0,031 m
- Paneles solares a $V_m = 24\text{ V}_{cc}$ formados por 72 células en serie.

Se llevó a cabo un dimensionamiento para suplir la micro-red CC con banco de baterías y otro dimensionamiento para suplir la micro-red CC sin baterías.

DIMENSIONAMIENTO DEL NÚMERO DE PANELES – MICRO-RED CC CON BANCO DE BATERÍAS

- Tensión nominal de la instalación $V_n = 48\text{ V}_{cc}$

Número de paneles en serie

$$N_s = \frac{V_n}{V_m} = \frac{48\text{ V}_{cc}}{24\text{ V}_{cc}} = 2 \quad [10]$$

Número de paneles en paralelo

$$N_p = \frac{P_{GEN_1}}{P_m \times N_s} = \frac{15.000\text{ W}}{(255\text{ W})(2)} \approx 30 \quad [11]$$

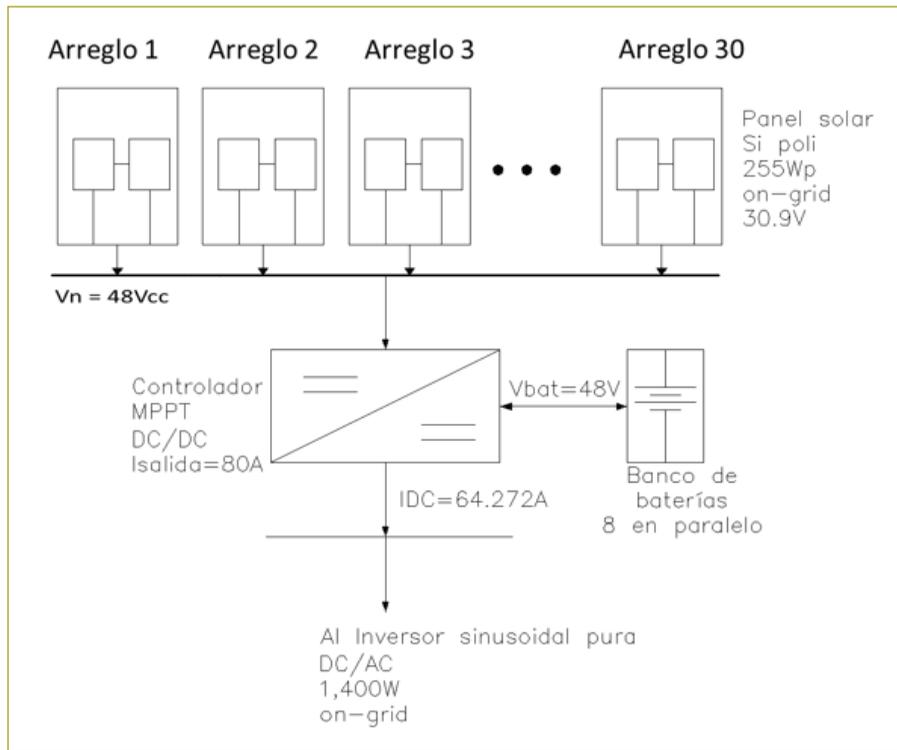


Figura 5. Configuración de la micro-red CC con baterías de capacidad nominal de 2500 W.

Por lo tanto, se obtiene un total de 60 paneles, utilizando 2 paneles en serie en 30 arreglos en paralelo (figura 5).

DIMENSIONAMIENTO DEL NÚMERO DE PANELES – MICRO-RED CC SIN BATERÍAS

- Tensión nominal de la instalación $V_n = 240 V_{cc}$

Número de paneles en serie

$$N_s = \frac{V_n}{V_m} = \frac{240 V_{cc}}{24 V_{cc}} = 10 \quad [12]$$

Número de paneles en paralelo

$$N_p = \frac{P_{GEN_2}}{P_m \times N_s} = \frac{240.000 W}{(255 W)(10)} \approx 95 \quad [13]$$

A renglón seguido se muestra la configuración de esta micro-red CC sin almacenamiento en baterías, conectada a la red de corriente alterna a través del inversor.

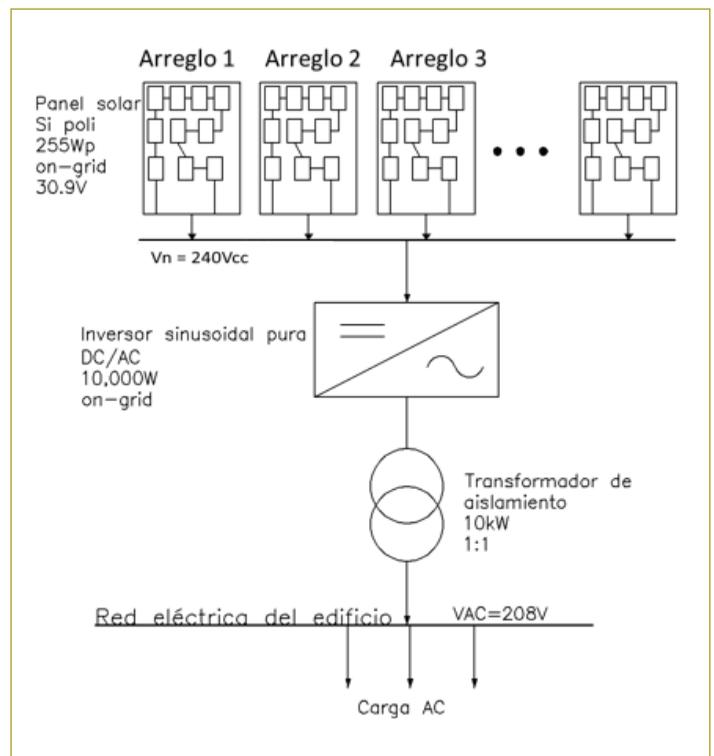


Figura 6. Configuración de la sección de la micro-red CC sin baterías.

Los componentes de la micro-red CC están resumidos en la tabla siguiente (tabla 3).

Tabla 3
Elementos de la micro-red CC

Arreglo total				
Elementos	Tipo	Capacidad	Unidad	Cantidad
Paneles solares	Si Poli	255	W	1010
Sección sin baterías				
Inversor	Sinusoidal pura	10.000	W	5
Sección con baterías				
Inversor	Sinusoidal pura	1400	W	4
Regulador de batería	MPPT	80	A	4
Batería	AGM	205	Ah	32

Los costos en pesos colombianos asociados a la micro-red CC se resumen así (tabla 4).

Tabla 4
Elementos de la micro-red CC

Arreglo total			
Componente	Costo unitario	Unidades	Costo total
Paneles solares	\$4401/W	1010	\$1.134.000.000
Sección sin baterías			
Inversor	\$2972/W	5	\$148.600.00
Sección con baterías			
Inversor	\$2972 /W	4	\$16.643.200
Regulador	\$11.508/A	4	\$3.682.560
Batería	\$490/Ah	128	\$3.214.400
Total			\$1.306.000.000

Los datos de la curva característica de carga se muestran a continuación (tabla 5).

Tabla 5
Curva de carga tipificada del edificio F

Datos	Valor
Carga máxima - red aislada	51 kW
Carga mínima - red aislada	42,5 kW
Demanda de electricidad - año	372 MWh
Tarifa de electricidad - caso base	300 \$/kWh
Costo total de electricidad	\$74.460.000

Un análisis simple de flujo de caja (figura 7) con los parámetros mostrados en la tabla siguiente (tabla 6).

Tabla 6
Datos de evaluación financiera del proyecto

Datos	Unidad	Valor
Capacidad de generación eléctrica	kW	55,60
Costos iniciales incrementales	\$	\$1.306.000.000
Tasa de inflación	%	3,65
Tiempo de vida del proyecto	año	20
TIR antes de impuestos activos	%	4,9

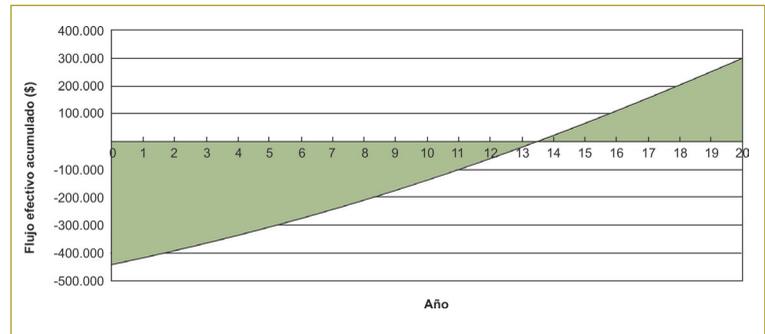


Figura 7. Flujo de caja acumulado del proyecto micro-red CC a un plazo de 20 años.

CONCLUSIONES

En este artículo se propone la instalación de una micro-red CC para el campus de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Dado que esta micro-red está embebida en un lugar que cuenta con distribución local de energía, entonces podría operar de modo aislado o conectado a la red local. Este tipo de micro-redes CC, embebidas en lugares con acceso a electricidad son claves en el desarrollo de las redes de energía eléctrica inteligentes debido a que esta clase de infraestructuras eléctricas permitiría el uso de fuentes de energía no convencionales de manera distribuida. Así mismo, la gestión de la infraestructura de micro-red permitiría administrar en forma más eficiente las redes de baja tensión con la incorporación de estrategias de respuesta de la demanda.

La micro-red CC propuesta en este capítulo para la Escuela permitiría gestionar la energía que demanda el edificio F desde un sistema de paneles solares fotovoltaicos o desde la red de distribución local. La micro-red CC para el edificio F cuenta, además de las secciones de paneles, con un sistema de baterías y de inversores para ajustar los niveles de corriente y tensión. Se ha estimado que la carga de punta del edificio F es de 51 kW, para lo cual se ha propuesto una micro-red con un total de 1010 paneles solares, con dimensiones 1,675 ×

1,001 × 0,031 m y una capacidad de 255 W por panel. El costo total del proyecto es igual a \$1.306.000.000 colombianos del año 2014.

La micro-red propuesta sería un proyecto ambicioso, dado que el diseño permitiría operar el edificio F en forma aislada de la red local de distribución. Sin embargo, la tasa de retorno de este proyecto de micro-red CC es igual a 4,9 % con 13,5 años de tiempo para la recuperación de la inversión en un tiempo de vida total de 20 años. En el contexto de recursos de energías distribuidos es viable diseñar e implementar una micro-red que permita administrar de manera eficiente estos recursos. En este artículo se mostró la metodología para diseñar una micro-red destinada al edificio F de la Escuela, la cual utiliza energía proveniente de un sistema de paneles fotovoltaicos. El diseño de la micro-red permite que opere aislada de la red local con autonomía de un día y eventualmente podría entregar energía a la red.

El campus de la Escuela podría contar con una micro-red CC en el edificio F, que permitiría utilizar energía proveniente de un sistema de paneles fotovoltaicos para el consumo interno del edificio F. La micro-red contaría con un banco de baterías para el almacenaje de energía que permitiría proporcionar respaldo en casos de no

suministro de energía. En total, se requerirían 1010 paneles solares con capacidad de 255 W, corriente del punto de máxima de potencia de 8,32 A/m², corriente de cortocircuito de 8,88 A, tensión nominal del punto de máxima potencia de 30,9 V y tensión nominal de circuito abierto = 38 V.

En este artículo se indica la metodología para el diseño de una micro-red CC, la cual puede aplicarse a otro edificio de la Escuela e incluso adaptarse a otro campus con la información apropiada.

REFERENCIAS

- Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia* (2015). Ideam (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).
- Microgrid Exchange Group (MEG) (2011). *Microgrid Workshop* (reporte), U.S. Department of Energy (DOE).
- Microgrid Working Group (2012). *Microgrid Evolution Roadmap* (reporte). Cigre (International Council of Large Electric Systems).
- University of Dundee (2014). *Design and project feasibility analysis using RETScreen of PV systems in Colombia - a case study*. Tesis de maestría. Javier Andrés Ruiz Garzón, Dundee, UK.
- Ortega Rodríguez, M. (2001). *Energías renovables*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Sun Fields Europe (2011). *Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma* (reporte).

Índice cronológico

REVISTA 1

Vol. 1, año 1, No. 1, junio de 1990

Editorial	5
<i>Ignacio Umaña de Brigard</i>	
La clasificación sapróbica del ENA	6-16
<i>Jairo A. Romero Rojas</i>	
Geometría de un polígono	17-18
<i>Alfonso Ramírez Rivera</i>	
La necesidad de reorganizar institucionalmente el sector transporte	19-22
<i>Germán Silva Fajardo</i>	
Resistencias de tomas a tierra. Verificación	24-26
<i>Luis Jorge Agudelo A.</i>	

REVISTA 2

Vo. 1, año 1, No. 2, septiembre - noviembre de 1990

Editorial	2
<i>Eduardo Silva Sánchez</i>	
Estudio geotécnico de sistemas de conducción en terrenos montañosos	4-6
<i>Manuel García López</i>	
Diseño de vigas en concreto	7-10
<i>Alberto Salamanca Pinzón</i>	
Case Computer Aided Software Engineering	12-15
<i>Luisa Fernanda Méndez</i>	
¿Es conveniente la construcción de un metro en Bogotá?	16-19
Experiencia en sistemas de transporte masivo rápido en ciudades en desarrollo	20-22
Sistemas abiertos hoy en Colombia	23-27
<i>Guillermo Caro</i>	

La aritmética y la música	28
<i>Bernardo Liévano León</i>	

REVISTA 3

Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991

Editorial. Reina madre	2
<i>Luis Guillermo Aycardi</i>	
Estudio geotécnico de sistemas de conducción en terrenos montañosos (II)	4-8
<i>Manuel García López</i>	
Estudio comparativo de cinco cementos colombianos	10-13
<i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	
El control y la auditoría frente a la informática de los años noventa	14-15
<i>Gabriel Gómez Mantilla</i>	
Rutas hacia la turbulencia en los fluidos	16-20
<i>Germán Santos Granados</i>	
La paradoja de las nuevas tecnologías	22-25
<i>Luis G. Sánchez B.</i>	
La teoría de las escalas	26-27
<i>Bernardo Liévano León</i>	
La "lógica" del lenguaje	27
<i>Carlota López Arango</i>	

REVISTA 4

Vol. 2, año 2, No. 4, marzo - mayo de 1991

Editorial. Un interrogante	2
<i>Jairo A. Romero Rojas</i>	
Estudio geotécnico de sistemas de conducción en terrenos montañosos (III)	4-6
<i>Manuel García López</i>	

Métodos actuales de microzonificación sísmica (I) <i>Sergio Londoño Korgi</i>	8-10	Chitota, la primera central hidroeléctrica en Colombia <i>Marino Estrada Ángel</i>	12-15
Taxonomía de protocolos de comunicaciones <i>Luis Fernando Rodríguez</i>	12-14	El sector transporte frente a la apertura económica <i>Juan Felipe Gaviria</i>	16-20
Evolución de las matemáticas en la ingeniería (I) <i>Jaime Lesmes</i>	16-19	Poesía. Despojo y vergüenza <i>Jorge Villegas Gómez</i>	21
Empuje de tierras para rellenos de geometría compleja y con cargas <i>Manuel Delgado Vargas</i>	20-24	La función servicios de información y sus interacciones <i>Jorge E. Tarazona B.</i>	22-25
El temperamento <i>Bernardo Liévano León</i>	26-28	El efecto invernadero <i>Carlos Alberto Ferreira</i>	26-28
REVISTA 5		La obra más grande de finales del siglo, el eurotúnel, estará lista en junio de 1993 <i>Pierre Kerlouegan</i>	29-30

Vol. 2, año 2, No. 5, junio - agosto de 1991

Editorial. El nombre de la Escuela <i>Arturo Ramírez Montúfar</i>	2
Logística, planeación y administración de la distribución física de servicios o productos de una empresa <i>Santiago Henao Pérez</i>	4-7
Métodos actuales de microzonificación sísmica (II) <i>Sergio Londoño Korgi</i>	8-10
Un mecanismo de historia para la Shell de Bourne <i>Jorge Eduardo Estrada V.</i>	12-16
Perspectivas del ejercicio de la ingeniería en el año 2000 <i>Germán Silva Fajardo</i>	17-19
Evolución de las matemáticas en la ingeniería <i>Jaime Lesmes</i>	20-24
Algunas opiniones acerca de la investigación básica en Colombia <i>Javier Botero Álvarez</i>	26-27
Sistemas de afinación <i>Bernardo Liévano</i>	28-30

REVISTA 6

Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991

Editorial. La responsabilidad del ingeniero <i>Manuel García López</i>	2
Modificaciones propuestas al título F. Estructuras metálicas, del Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes <i>Jairo Uribe Escamilla</i>	4-10

REVISTA 7

Vol. 3, año 3, No. 7, enero - marzo de 1992

Editorial. Formación matemática del ingeniero <i>Armando Palomino Infante</i>	2
La tasa de cambio y el problema fiscal <i>Eduardo Lora Torres</i>	4-5
Primer Encuentro Nacional de Ingenieros de Suelos y Estructuras. Una reseña <i>Pedro Nel Quiroga S. y Daniel Salazar F.</i>	6-8
Actitudes mentales <i>Andrew R. Cooper</i>	9-13
Transporte e impacto ambiental en las ciudades colombianas <i>Emilio Latorre Estrada</i>	14-17
Proyecto hidroeléctrico El Guavio. Una visión diferente <i>Juan Antonio Acosta Gempeler</i>	18-21
Conceptos sobre fracturamientos hidráulicos para diseño de túneles a presión (1a. parte) <i>Ramiro Gutiérrez R.</i>	22-26
Sistemas de excavación pantallas <i>Augusto Espinosa Silva y Armando Palomino Infante</i>	27-30

REVISTA 8

Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992

Editorial. La ética en Colombia <i>Ricardo Quintana Sighinolfi</i>	2
---	---

Desarrollo de las mediciones de esfuerzos <i>in situ</i> con la técnica de fracturamiento hidráulico (2a. parte)	4-7	El proyecto de condiciones de trabajo en obras de construcción	4-6
<i>Ramiro Gutiérrez R.</i>		<i>Rafael A. Moreno</i>	
Sistemas de excavación pantallas	8-14	El análisis de riesgo en las decisiones de inversión	7-9
<i>Augusto Espinosa Silva y Armando Palomino Infante</i>		<i>Luis Mario Barrera</i>	
La geometría del futuro	16-17	Cuatro ideas básicas para establecer programas de calidad total	10-12
<i>Alfonso Meléndez</i>		<i>Hugo Fernando Valderrama Sánchez</i>	
Visión general de los sistemas de información geográfica	18-21	Propagación de errores en la enseñanza	13-21
<i>Álvaro González Fletcher</i>		<i>Gustavo Perry Z.</i>	
Un ambiente ideal para la producción de sistemas de información	22-24	Repavimentación con geotextiles en el par vial de la ciudad de Cali	22-26
<i>Julio Andrés Torres</i>		<i>Jorge Paz</i>	
La nueva física del mundo microscópico	26-27	Problemas actuales en el campo de la reescritura	27-31
<i>Raúl Alberto Ruiz</i>		<i>Mauricio Ayala Rincón</i>	
La agonía del difunto	28		
<i>Bernardo Liévano</i>			

REVISTA 9

Vol. 3, año 3, No. 9, julio - septiembre de 1992

Editorial. 20 años	2
<i>Luis Carlos Sarmiento Angulo</i>	
Instinto de conservación	4-5
<i>Germán Urdaneta Hernández</i>	
Biodiscos	6-9
<i>Jairo Romero Rojas</i>	
Al interior de un sistema de información geográfica	10-15
<i>Silvia C. Salamanca P.</i>	
Nueva fórmula para predicción del concreto a 28 días con base en R3 y R7	16-18
<i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	
ECI 20 años	20-24
<i>Eduardo Silva S., Álvaro González F., Germán Santos G. y Carlota López A.</i>	
Obras públicas por concesión	25-30
<i>MOPT</i>	
Introducción a la hidrología urbana	31-36
<i>Allen Bateman Pinzón</i>	
¿Cómo conseguir una mala convivencia?	37
<i>José María Forcada</i>	

REVISTA 10

Vol. 4, año 4, No. 10, enero - marzo de 1993

Editorial. Desarrollo de la educación en la ECI	2
<i>Álvaro González Fletcher</i>	

REVISTA 11

Vol. 4, año 4, No. 11, abril - junio de 1993

Editorial. Tres años de la revista	2
<i>Germán Santos Granados</i>	
La red vial del G-3	4-5
<i>Eduardo Lora Torres</i>	
Aspectos geotécnicos del diseño de muros de suelo reforzado con geosintéticos	6-11
<i>Manuel Delgado Vargas</i>	
Estudio de traviesas de eucalipto para ferrocarril	12-16
<i>Francisco Salazar Ferro</i>	
Un modelo del trabajo empresarial	17-24
<i>Jorge E. Tarazona</i>	
Las tendencias en la administración	25-27
<i>Daniel Martínez Villalba</i>	
Impacto de los derrames de petróleo en Colombia	28-32
<i>Gerardo Viña Vizcaino</i>	

REVISTA 12

Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993

Editorial. Ingeniería industrial	2
<i>Guillermo Jaramillo Mejía</i>	
Por otro año se extenderá el <i>boom</i> de la construcción	4-7
<i>Camacol</i>	
Pólvoras no convencionales para la industria de la construcción y minería	8-9
<i>Enrique Gaitán Luque</i>	

Terraplén en suelo reforzado con geotextiles <i>J.N. Gómez</i>	10-11
La calidad total en el desarrollo y en la implantación de aplicaciones <i>Hugo Fernando Valderrama Sánchez</i>	12-14
Sistematización: factores de éxito <i>Víctor Hugo Monje Lugo</i>	15-16
Contratación en construcción <i>Fernando A. Laserna S.</i>	17-24
Contratos de obra pública por el sistema de concesión. Aspectos financieros <i>Jorge Luis Velásquez Vela</i>	25-28
El reto de la automatización industrial para Colombia <i>Juan Manuel Andrade Morales</i>	29-31
Doctor: las gallinas se murieron <i>Luis Jorge Agudelo Agudelo</i>	32-33

REVISTA 13

Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994

Editorial. Nuevos ingenieros <i>Eduardo Silva Sánchez</i>	2
El rescate del ferrocarril. Un camino de hierro	4-7
Reforma de la seguridad social en salud <i>Ministerio de Trabajo y Ministerio de Salud</i>	8-10
Ingeniería y seguros <i>Óscar Bernal</i>	11-15
Modificación de suelos <i>Roberto Maldonado Guilfoyle</i>	16-20
Guavio. Una central de embalse eficiente <i>Pedro Nel Vidal</i>	21-23
La nueva física del mundo macroscópico <i>Raúl Ruiz</i>	24-25
La conversión de unidades del sistema inglés al sistema métrico decimal <i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	26-29
El papel de las materias que no son de ingeniería en la ECI <i>Ambrogio Adamoli Maesani</i>	30-31
Doctor: las gallinas se murieron (2a. parte) <i>Luis Jorge Agudelo</i>	32-33
Yo soy un interventor ambiental <i>Manuel G. Estrada</i>	34

REVISTA 14

Vol. 4, año 4, No. 14, septiembre de 1994

Editorial. Imprecisiones de un lenguaje folklórico <i>Jorge Tarazona Betancourt</i>	2
Liderazgo en proyectos, comprensión y selección consciente de su estilo <i>Dennis P. Slevin, Joseph M. Katz, Jeffrey K. Pinto</i> <i>Traducción: Álvaro González Fletcher y Jorge Tarazona Betancourt</i>	3-11
Gerencia de valores y motivación en el trabajo. Mística <i>Peter Fraile Sánchez</i>	12-13
Emulsiones asfálticas: una planta piloto para su fabricación <i>Sandra Campagnoli M.</i>	14-18
Grandes interrogantes del desarrollo energético: América Latina y el Caribe <i>Gabriel Sánchez Sierra</i>	19-27
El conocimiento y las comunicaciones <i>Álvaro Torres Nieto</i>	28-29

REVISTA 15

Vol. 4, año 4, No. 15, noviembre de 1994

Editorial. Ingeniería electrónica <i>Roberto Ríos Martínez</i>	2
Trípode del desarrollo agrícola <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-12
La importancia de R_{14} en la predicción de la resistencia del hormigón a los 28 días <i>Ramiro Cabal S.</i>	13-15
Manejadores de bases de datos y <i>open/oltp</i> en sistemas abiertos <i>María Margarita Campos C.</i>	16-21
Impacto ambiental y los proyectos (1a. parte) <i>Luis Mario Barrera</i>	22-27
¿Instruir a los alumnos o construir con ellos? <i>Ambrogio Adamoli</i>	28-33

REVISTA 16

Vol. 4, año 4, No. 16, diciembre de 1994

Editorial. Ingeniero y ambiente <i>Jairo A. Romero Rojas</i>	2
Los cien primeros días de gobierno <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-8

Proyecto embalse San Rafael <i>Germán Pardo y Geol. Álvaro Rojas</i>	9-22	Cronología de la matemática <i>Gerardo Prado Bravo</i>	31-34
Impacto ambiental y los proyectos (2a. parte) <i>Luis Mario Barrera</i>	24-29	¡Cinco y baile! (entrevista al Ing. Arturo Ramírez Montúfar) <i>Luz Stella Millán</i>	35-43
Balance hidrotérmico del sistema interconectado nacional <i>Pedro Nel Vidal Rivera</i>	30-33	Temporizador clepsitrónico <i>Luis Jorge Agudelo A.</i>	44-49

REVISTA 17

Año 5, No. 17, enero - marzo de 1995

Editorial. Los laboratorios de la ECI: factores efectivos del desarrollo de la ingeniería <i>Héctor Alfonso Rodríguez</i>	4
¿Se hizo el milagro de la distribución del ingreso? <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	5-13
La empresa: un espacio cultural <i>Peter Fraile Sánchez</i>	14-15
La crisis de la educación en administración a nivel de posgrado (Programa MBA) <i>Héctor Prada Salas</i>	16-25
La instrumentación en la operación y seguridad de las presas <i>Néstor Enrique Fonseca Herrera</i>	27-30
Predicción sísmica <i>Autores: Bryce Walker y editores de Time-Life Books Traducción: Sergio Londoño Korgi</i>	31-34
Proyecto Aquiles: un proyecto piloto en informática educativa <i>Alfonso Meléndez</i>	35-39
Por mi afición a la música me dicen "maestro". Me llamo Otto y soy ingeniero <i>Luz Stella Millán</i>	40-44

REVISTA 18

Año 5, No. 18, abril - junio de 1995

Editorial. El posgrado en estructuras, suma de voluntad y esfuerzo de la comunidad ECI <i>Sergio Londoño Korgi</i>	2
El financiamiento y las limitaciones institucionales del Salto Social <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-11
Los caminos de herradura <i>Carlos Eduardo Ángel Villegas, Pedro Nel Quiroga, Sonia Patricia Uribe, Sandra Genoveva Zuleta y Juan Carlos Salazar</i>	12-17
Semántica y oscuridad <i>Marino Estrada Ángel</i>	18-30

REVISTA 19

Año 5, No. 19, julio - septiembre de 1995

Editorial. Ciencia, estética y ética <i>Eduardo Silva Sánchez</i>	2
Las condiciones financieras del Distrito <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-14
Infiltración <i>Germán Monsalve Sáenz</i>	15-19
Las redes neuronales artificiales también aprenden <i>Raúl A. Chaparro Ayala</i>	20-26
Aproximación a la ingeniería económica <i>Luis Mario Barrera</i>	27-29
Cronología de la matemática (2a. parte) <i>Gerardo Prado Bravo</i>	30-34
Otto de Greiff, un ser excepcional <i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	35-37
El poder está en el trámite (entrevista al Dr. José Fernando Isaza) <i>Luz Stella Millán</i>	38-45

REVISTA 20

Año 5, No. 20, octubre - diciembre de 1995

Editorial. El Cieci: un importante aporte al desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia <i>Javier Botero Álvarez</i>	2
El estado de la economía <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-9
El proceso de lodos activados y el diagrama de predominio relativo <i>Jairo A. Romero Rojas</i>	10-16
Educación e informática: una unión necesaria <i>Alfonso Meléndez</i>	17-19
Hidroeléctricas en un país tropical <i>Marino Estrada Ángel</i>	20-24
Fusión nuclear controlada: ¿una alternativa al problema energético del mundo? <i>Javier Botero Álvarez</i>	25-36

Cronología de la matemática (Tercera parte) <i>Gerardo Prado Bravo</i>	37-38
Las ecuaciones son poesía pura (entrevista al Dr. Ignacio Umaña de Brigard) <i>Luz Stella Millán G.</i>	39-44

REVISTA 21

Año 6, No. 21, enero - marzo de 1996

Editorial. La tercera etapa <i>Ricardo Quintana Sighinolfi</i>	2
Hinchamiento de lodos <i>Jairo A. Romero Rojas</i>	3-8
La crisis vial	9
Hacer en 10 años lo que estamos haciendo en 70 (entrevista a Eduardo Sarmiento Palacio)	10-14
El colapso vial y la ingeniería nacional <i>Hernando Monroy Valencia</i>	15-19
Plan para la conservación del patrimonio vial de Colombia (Provia) <i>Otoniel Fernández</i>	20-27
El problema vial en Colombia (mesa redonda) <i>Luz Stella Millán G.</i>	28-35
Hormigón <i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	36-39
Cronología de la matemática (4a. parte) <i>Gerardo Prado Bravo</i>	42-44

REVISTA 22

Año 6, No. 22, abril - junio de 1996

Editorial. La universidad y el problema energético <i>Roberto Ríos Martínez</i>	2
Crisis económica y crisis política <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-6
Reflexiones y sugerencias sobre liderazgo <i>Enrique Rugeles</i>	7-11
Ensayo rápido de DBO <i>Lucy E. González M. e Ing. Jairo A. Romero Rojas</i>	12-17
El proyecto Unesco-Idams, una herramienta al servicio de la investigación científica <i>Bernardo Liévano</i>	18-21
Consumo de energía y rendimiento lumínico de bombillos incandescentes y del electrónico (economizador) <i>Luis Jorge Agudelo</i>	22-24
El problema energético (mesa redonda)	25-35

La bolsa de energía y la situación energética (entrevista con el ministro de Minas, Ing. Rodrigo Villamizar) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	36-39
Confinamiento inercial para la fusión nuclear controlada <i>Javier Botero Álvarez</i>	40-47

REVISTA 23

Año 6, No. 23, julio - septiembre de 1996

Editorial. ¿Y? <i>Carlota López</i>	2
Fórmulas para superar la crisis económica <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-6
Aplicación de emulsiones asfálticas en vías colombianas <i>Sandra Campagnoli M.</i>	7-13
Remoción de algas con cloruro férrico <i>Sandra Y. Piñeros S. y Jairo A. Romero Rojas</i>	14-17
Aprovechamiento de cenizas residuales de centrales carboeléctricas <i>Álvaro Infante Zapata</i>	18-21
Foro Alta Tecnología en Informática y Telecomunicaciones <i>Hugo Fernando Valderrama Sánchez</i>	22-23
La enseñanza de las matemáticas en la ingeniería (mesa redonda)	24-40
“La matemática es el lenguaje del conocimiento en ciencias exactas” (Entrevista con los doctores Germán Santos Granados y Javier Botero Álvarez) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	41-45

REVISTA 24

Año 6, No. 24, octubre - diciembre de 1996

Editorial. Las telecomunicaciones, el país y la ECI <i>Álvaro Torres Nieto</i>	2
Recesión, inflación y revaluación <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-6
En torno a la metodología educativa en la universidad <i>Ada Beatriz Torres Alayón</i>	7-9
Erosión local en una estructura transversal <i>Allen Bateman, J.P. Martín Vide, F. Spaliviero, S. Bocquet</i>	10-14
Ajedrez y computadores <i>Raúl A. Chaparro Ayala</i>	16-21
El eclipse de los satélites geoestacionarios <i>Gerardo Prado Bravo</i>	22-25

Alternativas frías para la fusión nuclear controlada <i>Javier Botero Álvarez</i>	26-32
Las telecomunicaciones en Colombia (mesa redonda)	33-47
La aldea planetaria (entrevista con el doctor Saulo Arboleda, ministro de Comunicaciones) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	48-49

REVISTA 25

Año 7, No. 25, enero - marzo de 1997

Editorial. Protección del ambiente <i>Jairo A. Romero Rojas</i>	2
Respuesta a la Corte Constitucional sobre la emergencia económica <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-8
La educación como posibilitación del ser pensante <i>Gabriel Suárez Medina</i>	9-13
Remoción de coliformes fecales en lagunas de estabilización <i>Silvia L. Ramírez N. y Jairo A. Romero Rojas</i>	14-19
¿Una nueva generación de ingenieros electricistas? <i>Marco Gay Vela</i>	20-25
Cuantización de fenómenos naturales <i>Javier Botero Álvarez</i>	26-33
Bogotá concentra todos los problemas ambientales posibles (entrevista con el doctor Eduardo Uribe Botero, director del Dama) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	34-37

REVISTA 26

Año 7, No. 26, abril - junio de 1997

Editorial. ¿Cómo y quién debe enseñar? <i>Javier Botero Álvarez</i>	2
Estado de la economía colombiana en el contexto de América Latina <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-14
El drama y el reto de la educación superior <i>Eduardo Aldana Valdés</i>	15-25
La gerencia de proyectos <i>José Ivorra Valero</i>	27-29
Número de dispersión en un sistema de lagunas de estabilización <i>Edith Alayón Castro y Jairo Alberto Romero</i>	30-35

La enseñanza de la física en la ingeniería (mesa redonda)	36-46
“Es mejor que nada esté hecho, acabado, o sea sospechosamente perfecto” (entrevista con el doctor Eduardo Silva Sánchez, rector de la ECI) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	47-52

REVISTA 27

Año 7, No. 27, julio - septiembre de 1997

Editorial. Causas y soluciones de la recesión <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	2
Mercado y bien común <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-9
Acerca del papel del maestro en la universidad <i>Ada Beatriz Torres Alayón</i>	10-12
¿Cómo generar en el estudiante su propio método de estudio? <i>Juan Manuel Cordero Suárez</i>	13-14
Surco, modelo numérico aplicado al canal Toro-Zamora <i>Allen Bateman, J. Dolz, J. Prado, F. Estrada y M. Luna</i>	15-22
Eliminación de residuos radiactivos <i>Germán Galarza</i>	23-28
Evaluación de un escenario de riesgo por fenómenos de inestabilidad en Marmato <i>Amílcar J. Valencia N. e Ing. Elkin Velásquez M.</i>	32-39
Recesión económica y alternativas de solución (mesa redonda)	40-51

REVISTA 28

Año 7, No. 28, octubre - diciembre de 1997

Editorial. Una mirada hacia el siglo XXI <i>Eduardo Silva Sánchez</i>	2
Misión de la Escuela Colombiana de Ingeniería	3
Historia y principios. 25 años, razones y valores. La historia de la Escuela, una visión personal <i>Alberto Salamanca Pinzón</i>	4-6 7-15
El mejor promedio de cada promoción	16-17
La nueva estructura de la ECI. Dos vicerrectorías especializadas: Académica y Administrativa	19-22
25 años, visión global de la ECI en los próximos diez años (mesa redonda)	23-35
Entrevistas. La voz de los protagonistas	38-42

Los fundadores: Ignacio Umaña de Brigard, Luis Guillermo Aycardi Barrero, Jorge Eduardo Estrada Villegas, Ricardo Quintana Sighinolfi, Armando Palomino Infante y Jairo Uribe Escamilla 43-55

Los egresados: Jorge Luis Agudelo Yepes, Rodolfo Alejandro Serna y María del Rosario Montejo Perry 56-62

Los empleados: Augusto Rojas Alonso, Pablo Emilio Echeverry y Mary Martínez Vargas 63-70

La celebración. 25 años: celebración de altura
Homenaje a los profesores y benefactores fundadores
Tributo a la memoria de Julio Garavito Armero
Imposición de escudos a profesores por años de vinculación a la ECI
Imposición de escudos a personal profesional, técnico y operativo por años de vinculación a la ECI 71-80

REVISTA 29

Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998

Editorial. ¿Sí aprendimos de El Niño? 2
Álvaro Infante

Los efectos de una restricción de la oferta de cocaína 3-9
María Mercedes Barreiro Gutiérrez

Análisis económico: la crisis fiscal (I) 10-19
Gabriel Rosas Vega

Voluntad de verdad y pedagogía 20-22
Gabriel Suárez Medina

Una nueva concepción de docencia universitaria 23-25
Myriam Astrid Angarita, María Ignacia Castañeda y Claudia Villegas

Acerca del aprendizaje, la enseñanza y el aprendizaje de la enseñanza 26-28
Alfonso Meléndez

Metodologías para el ajuste y estimación de la resistencia al flujo en lámina libre 29-35
A. Bateman, R. López, M. Gómez y J. Dolz

La ciencia en la formación del ingeniero electricista 36-39
Marco Gay Vela

Minirrobots en Colombia 40-46
Alberto Delgado

Hormigón: algo más sobre las correcciones por humedad 47-48
Ramiro Cabal Sanclemente

El estado crítico del suministro de energía (mesa redonda) 49-63

“No habrá racionamiento de energía”, asegura el ministro Orlando Cabrales (entrevista) 64-66
Luz Stella Millán Grajales

REVISTA 30

Año 8, No. 30, abril - junio de 1998

Editorial. Eficiencia: camino directo a la creatividad 2
Javier Botero Álvarez

Análisis económico: la crisis fiscal (II) 3-14
Gabriel Rosas Vega

Un vistazo a la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en zonas urbanas 15-18
Cielo Piedad López B.

Compostaje de grasas y lodos generados en PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales) 19-25
Gustavo Arévalo León y Jairo A. Romero Rojas

Nueva tecnología de combustión en Colombia: Termosierra 2 x 150 MW 26-30
Álvaro Infante Zapata

Educación y cultura 31-41
Antanas Mockus

¿Humanidades en la Escuela Colombiana de Ingeniería? ¿Para qué? 42-46
Daniel Nieto Sotomayor

Anticipación a una pregunta sobre educación 47-49
Jaime Andrade

La ciencia es una empresa colectiva (entrevista con el Dr. Javier Botero Álvarez) 50-56
Luz Stella Millán Grajales

La autonomía de la marioneta 57
Juan Claudio Niño Martínez

Pasión y límite 57
Rafael Enrique Castro Salcedo

REVISTA 31

Año 8, No. 31, julio - septiembre de 1998

Editorial. Los programas de cooperación universidad-empresa 2
Leonardo Pineda Serna

Soluciones a la crisis económica 3-10
Eduardo Sarmiento Palacio

El río Magdalena: muchos años de estudios... y desconocimiento 11-19
Alfonso Rodríguez Díaz

Hormigón 20-
Ramiro Cabal Sanclemente

Lagunas aireadas <i>Jairo Alberto Romero Rojas</i>	22-33	El ensayo presiométrico, una herramienta para la caracterización del subsuelo <i>in situ</i> <i>Claudia Ríos Reyes</i>	15-20
Aprender para la vida y no para los exámenes <i>Nancy Barrero Ramírez</i>	34-36	Hormigón <i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	21-22
“Abandoné la contemplación de la historia para meterme de lleno en su trama diaria” (entrevista con el señor vicepresidente de Colombia Gustavo Bell Lemus) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	37-40	Los grafos k-geodésicos y su aplicación al diseño topológico de las redes de computadores <i>Carlos Enrique Frasser Sánchez</i>	23-32
REVISTA 32		Números racionales y números periódicos <i>Ernesto Acosta Gempeler</i>	33-34
Año 8, No. 32, octubre - diciembre de 1998			
Editorial. Programas universidad-empresa: una fusión inevitable <i>Leonardo Pineda Serna</i>	2	El caso Pinochet en el contexto actual <i>Esperanza Londoño LaRotta</i>	35-41
Tecnología Superpave: ¿a qué nivel invertir? <i>Sandra Campagnoli Martínez</i>	3-9	Estrategia para la educación en Colombia (mesa redonda)	42-49
Propuesta metodológica para estudios de riesgo por fenómenos naturales <i>Amílcar José Valencia Núñez</i>	10-19	La educación no es una máquina trivial (entrevista con el ministro de Educación, Miguel Bula Escobar) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	50-53
Evaluación del recurso hídrico superficial con fines de ordenamiento ambiental territorial municipal <i>Liliana Chaparro Cifuentes y Jairo Alberto Romero Rojas</i>	20-30	REVISTA 34	
Ingeniería, desarrollo tecnológico y responsabilidad social: tres grandes elementos de riqueza en el tercer milenio <i>Hugo Riveros González</i>	31-33	Año 9, No. 34, abril - junio de 1999	
Las bodegas de datos (<i>data warehouse</i>): una introducción <i>Fernando Hurtado Giraldo</i>	36-42	Editorial. La agroindustria en Colombia <i>Luis Ernesto Blanco Rivero</i>	2
Vínculo universidad-empresa (mesa redonda)	43-51	El plan de desarrollo <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-8
“La crítica me abre un espacio para ser efectivo” (entrevista con el doctor Eduardo Sarmiento Palacio) <i>Luz Stella Millán Grajales</i>	52-60	Guía metodológica básica para elaborar estudios de impacto ambiental <i>Alfonso Rodríguez Díaz y María Cristina Rivera</i>	9-13
REVISTA 33		La enseñanza del caos determinista en un curso de física general <i>Amparo Patiño, Yamir Moreno, Andrés García, Luz Marina Caicedo y José Granés</i>	14-19
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999			
Editorial. Educación superior para el 2010 <i>Eduardo Silva Sánchez</i>	2	Perfil del ingeniero del futuro. La universidad desde la perspectiva de la ingeniería industrial <i>Luis Ernesto Blanco Rivero</i>	20-24
Comentarios a la Corte Constitucional sobre el Decreto 2330 de la emergencia económica de 1998 (audiencia pública) <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-6	Matemáticas: el ámbito de las posibilidades <i>Fernando Zalamea Traba</i>	25-27
Reciclaje de pavimentos con cementos asfálticos espumados <i>Sandra Campagnoli Martínez</i>	7-14	Una nota sobre las ecuaciones de Cauchy-Riemann <i>Ernesto Acosta Gempeler</i>	28-31
		La agroindustria en Colombia (mesa redonda)	32-41
		“No vengo de la clase política, soy un trabajador del campo” (entrevista con el ministro de Agricultura, Carlos Roberto Murgas Guerrero) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	42-45

REVISTA 35

Año 9, No. 35, julio - septiembre de 1999

Editorial. Ciencia, investigación y desarrollo <i>Javier Botero Álvarez</i>	2
Funciones del Banco de la República y crisis del Upac <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-8
Vibraciones en entresijos <i>Pedro Nel Quiroga Saavedra</i>	9-14
El mundo digital y las naciones en vías de desarrollo <i>Nicolás Negrofonte</i>	15-21
Una nota sobre la fórmula de Taylor <i>Ernesto Acosta Gempeler</i>	22-26
Visita del Nobel	27
“El descubrimiento de la superfluidez en el helio 3” (conferencia) <i>Douglas Osheroff</i>	28-38
Ciencia y sociedad (mesa redonda)	39-48
“Un país que no está dispuesto a invertir en ciencia y tecnología permanecerá subdesarrollado” (entrevista con Douglas Osheroff, premio Nobel de Física 1996) <i>Yolanda Castellanos Pineda</i>	49-54
Claves para sobrevivir a un terremoto	55-58

REVISTA 36

Año 9, No. 36, octubre - diciembre de 1999

Editorial. Concesiones e infraestructura vial y de transporte <i>Santiago Henao Pérez</i>	2
El modelo alternativo <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-5
La inversión extranjera directa en Colombia: resultados de un análisis estructural <i>Carlos Eduardo Arias Manrique</i>	6-9
Luciación, una visión general del proceso y sus efectos <i>Claudia Ríos Reyes</i>	10-15
Herramientas computarizadas para análisis de proyectos de inversión <i>Gabriel H. Pulido Casas</i>	16-23
Educación y tecnología hacia la sociedad del conocimiento <i>Alfonso Meléndez Acuña</i>	24-30

Las matemáticas del “pico y placa” <i>Rodrigo De Castro Korgi</i>	31-39
--	-------

Sistema de concesiones viales. Problemas, impacto y soluciones (mesa redonda)	40-51
---	-------

REVISTA 37

Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000

Editorial. ¿Es la UVR una verdadera solución? <i>Daniel Remolina Gómez</i>	2
Diez años de apertura <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-5
Hormigón. Guía para la ejecución de la mezcla de prueba de 20 litros <i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	6-9
Inteligencia emocional: ¿qué es? <i>Miguel de Zubiría Samper</i>	10-16
La medición de la productividad en instituciones de educación superior <i>Luis Ernesto Blanco Rivero</i>	17-22
Relación maestro-alumno como factor decisivo en la calidad de la educación superior <i>Rafael Campo Vásquez</i>	23-25
La medición del valor de g en el siglo XVII <i>Fabio Vélez U.</i>	26-32
Currículos tradicionales vs. Currículos alternativos <i>Esperanza Londoño LaRotta</i>	33-36
UVR: ¿una verdadera respuesta? (mesa redonda)	37-46
La Corte Constitucional tiene la última palabra (entrevista con el magistrado José Gregorio Hernández Galindo) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	47-52

REVISTA 38

Año 10 - No. 38 - Abril - Junio de 2000

Editorial. Creatividad e ingenio: características fundamentales de una formación integral <i>Javier Botero Álvarez</i>	2
El empleo como fórmula de reactivación <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	3-4
Recomendaciones para el diseño de estructuras reforzadas externamente con materiales compuestos <i>Leonard Andrés Bello</i>	5-12

Y dale otra vez con la lectura <i>Ángel Marcel</i>	13-16
Reflexiones sobre las pruebas de Estado <i>Carlo Federici</i>	17
¿Especialistas incultos? <i>Alfredo Iriarte</i>	19-21
La ciudad que sueño <i>Enrique Peñalosa Londoño</i>	26-34
Juego de memoria (cuento) <i>Dorian Dell</i>	35-37
La ingeniería como generadora de divisas <i>Martha Lucía Ramírez de Rincón</i>	38-46
Valor, superación, perseverancia, ejemplo... (entrevista con Yolanda León de Rodríguez, la "Helen Keller colombiana") <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	47-51

REVISTA 39

Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000

Editorial. Algunas razones de nuestra variedad <i>Jorge Tarazona Betancourt</i>	3
Emisión, quinientos mil empleos y reactivación <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-8
Evaluación del efecto de la temperatura en la adsorción de contaminantes peligrosos sobre arcillas organofílicas <i>Alberto Uribe Jongbloed</i>	9-17
Control de rutas de distribución en problemas de transporte con múltiples restricciones. Aplicación a la gestión logística de una empresa agroalimentaria <i>Javier Faulin</i>	18-29
Elementos para un plan de infraestructura vial y de transporte. Caminos de paz <i>Santiago Henao Pérez</i>	29-32
El mundo de los superconductores de alta temperatura <i>Jairo Roa Rojas</i>	33-38
Genes, felicidad y cultura en la Colombia de hoy <i>Carlos Lemoine Amaya</i>	39-42
Billy Hare: una mirada que procede con tacto <i>María Elvira Mora Camargo</i>	43-47
El futuro del proceso de paz (mesa redonda) <i>Álvaro Valencia Tovar y Armando Borrero Mansilla</i>	48-58
El proceso de paz. Análisis y propuestas <i>Rodrigo Rivera</i>	59-67

REVISTA 40

Año 10, No. 40, octubre - diciembre de 2000

Editorial. Bienvenido, doctor Rodado <i>Luis Guillermo Aycardi Barrero</i>	3
Modelo estratégico para las exportaciones colombianas y la integración <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-11
Efecto del incremento en pH sobre la adsorción de contaminantes peligrosos por arcillas organofílicas <i>Alberto Uribe Jongbloed</i>	12-17
Generación de un mapa de concentración de SO ₂ en Bogotá con el uso de sistemas de información geográfica <i>Marcela Patricia Santamaría Guzmán</i>	18-23
Flujo no permanente con transporte sólido <i>Allen Bateman P., Andrés Manzano y Andrés Andreatta I.</i>	24-31
La inteligencia digital <i>Juan Manuel Andrade Morales</i>	32-39
A propósito de algo llamado investigación <i>María Nuncia Medina Suárez</i>	40-45
Polinomios de potencias <i>Diego López Arango</i>	46-50
La historia de siempre y de cualquier parte <i>Ángel Marcel</i>	51-54
Planta de tratamiento de aguas residuales El Salitre (mesa redonda)	55-69
"Estoy en la escuela porque siempre he llevado una universidad por dentro" (Carlos Rodado N.) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	70-78

REVISTA 41

Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001

Editorial. El Sistema General de Seguridad Social en Salud <i>Joaquín Oramas Leuro</i>	3
El neoliberalismo: nefasto experimento para Colombia <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-12
Una evaluación del RAP <i>Flor Rojas Hernández y Jairo A. Romero Rojas</i>	13-15
Hormigón. ¿Qué sucede después de los 28 días? <i>Ramiro Cabal Sanclemente</i>	16-18

La simulación como herramienta indispensable en la comprensión de las leyes y principios de la manufactura	19-23
<i>Luis Ernesto Blanco Rivero</i>	
El docente universitario exitoso	24-29
<i>Álvaro Recio Buriticá</i>	
Determinación de la velocidad del sonido en el aire mediante el uso del computador	30-36
<i>Luis Alejandro Ladino Gaspar</i>	
La fotografía: otra realidad	37-42
<i>María Elvira Mora Camargo</i>	
Los diez mayores logros de la ingeniería de construcción en el siglo XX	43-46
<i>Santiago Henao Pérez</i>	
El nuevo sistema de salud (mesa redonda)	47-62
“Necesitamos que la Ley 100 no se nos dañe” (Sara Ordóñez Noriega, ministra de Salud)	63-67
<i>Cristina Salazar Perdomo</i>	

REVISTA 42

Año 11, No. 42, abril - junio de 2001

Editorial. Manipulación genética: una gran responsabilidad	3
<i>Javier Botero Álvarez</i>	
Cómo salir del estancamiento y volver a crecer	4-6
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Secado de lodos de aguas de lavado de filtros	7-14
<i>David Mendieta Piñeros y Jairo A. Romero Rojas</i>	
Modelo de filtros de alta eficiencia Hepa	15-20
<i>Sylvian Joy Rodríguez Lattuada</i>	
Análisis de la capacidad disponible futura del Sistema de Transmisión Nacional (STN 2004)	21-30
<i>Adriana Marcela Montaña Bejarano</i>	
La administración de justicia. Una visión diferente	31-36
<i>Joaquín Eduardo Oramas Leuro</i>	
Sobre cuestiones relativas al análisis dimensional	37-40
<i>Carlo Federici Casa</i>	
BEC, láseres de átomos y otras degeneraciones	41-47
<i>Javier Botero Álvarez</i>	
Manipulación genética (mesa redonda)	49-61
“Las matemáticas no tienen por qué ser el ‘coco’” (Carlo Federici Casa)	62-69
<i>Cristina Salazar Perdomo</i>	

REVISTA 43

Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001

Editorial. La enseñanza de la ingeniería	3
<i>Eduardo Silva Sánchez</i>	
Crítica de la teoría económica a propósito de la apertura	4-11
<i>Carlos Rodado Noriega</i>	
Responsabilidad del banco central autónomo en la crisis económica	12-15
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Estudio experimental de la erosión local producida por la presencia de umbrales de fondo en lecho vivo	16-25
<i>Allen Bateman, Andrés Andreatta I. y Natalia Muñoz</i>	
Fabricación de ladrillos a partir de lodos secos	26-30
<i>Francy Yolima Umaña Pérez y Jairo A. Romero Rojas</i>	
Cuarenta años de ciencia y tecnología. ¿Qué se ha hecho y para dónde vamos?	31-39
<i>Héctor Manuel Hernández Ramírez</i>	
Diálogo, comprensión, formación	40-43
<i>Rosario Casas Dupuy</i>	
Reflexiones sobre las humanidades y la ingeniería en Colombia	44-49
<i>William Díaz Villarreal</i>	
Proyecto Educativo Institucional	50-51
<i>Carlos Rodado Noriega</i>	
La enseñanza de la ingeniería (mesa redonda)	52-61
“La autonomía es un voto de confianza en las instituciones de educación superior” (Francisco José Lloreda Mera, ministro de Educación)	62-65
<i>Cristina Salazar Perdomo</i>	

REVISTA 44

Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001

Editorial. El foro sobre las “transferencias”	3
<i>Carlos Rodado Noriega</i>	
Cambio de modelo económico	4-6
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Análisis de fórmulas para evaluar pérdidas de energía por fricción en conductos. Una nueva expresión	7-13
<i>Alfonso Rodríguez Díaz</i>	
Componentes eléctricos-electrónicos. Resistencias o resistores	14-22
<i>Daniel Augusto Bernal Cocuy</i>	

¿Qué esperan los usuarios de la Escuela Colombiana de Ingeniería? La universidad desde la perspectiva de la ingeniería industrial <i>Luis Ernesto Blanco Rivero</i>	23-30	Dos obras. Varias décadas de labores y miles de beneficiarios <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	58-63
De cara a la globalización de la pobreza, la globalización de la protesta social <i>Ruth Esperanza Londoño LaRotta</i>	31-36	REVISTA 46	
Vestigios y otros versos <i>María Teresa Caro</i>	37-38	Año 12, No. 46, abril-junio de 2002	
Cuaterniones. Potenciación en coordenadas polares <i>Gerardo Prado Bravo</i>	39-44	Notas editoriales. Internet en la educación <i>Álvaro Torres Nieto</i>	3
Foro: "Distribución de los recursos del Estado entre las entidades territoriales"	45-57	El modelo propio: teoría económica e instrumentos <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-7
Darío Martínez Betancourt, Senador de la República <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	58-61	Simulación de abastecimiento de agua en Bogotá <i>Enrique Triana Sánchez y Germán Santos Granados</i>	8-13
La autoevaluación, una cruzada por la calidad	62-63	Caracterización de lodos en las PTAR de Subachoque, Guatavita y Ubaté <i>Mauricio Turriago Hoyos</i>	14-25
REVISTA 45		Factor de potencia usando fuentes conmutadas <i>Juan Pablo Rincón Montes, César Arango Lemoine y Eduardo Cano Plata</i>	26-32
Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002		La música en la Grecia clásica <i>Bernardo Liévano León</i>	33-38
Notas editoriales. El debate sobre la pobreza <i>Carlos Rodado Noriega</i>	3	Ojos rojos <i>Jorge Muñoz Delgado</i>	38-41
Contrarreforma educativa <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-6	Tecnología y aprendizaje de las matemáticas <i>Luis Moreno Armella</i>	42-43
Reconfiguración de alimentadores en circuitos de topologías radiales mediante una función multiobjetivo <i>César Arango Lemoine y Jesús María López Lezama</i>	7-13	Implicaciones de las nuevas tecnologías en la educación	44-55
Propiedades superficiales de soluciones de asfaltenos en tolueno y su relación con el envejecimiento de los asfaltos <i>Alberto Javier Gómez Esquivia</i>	14-20	"Educar no es informar" (entrevista con Jim Kaput, profesor investigador experto en el uso de tecnologías computacionales en la enseñanza de las matemáticas) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	56-61
El qué y el para qué de la investigación en la universidad <i>Álvaro Recio Buriticá</i>	21-28	REVISTA 47	
La determinación de la longitud: historia de un genio <i>Fabio Vélez Uribe</i>	29-38	Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002	
Rumbo A Blue Grass <i>Carlos Augusto Morales</i>	39-40	Notas editoriales. La investigación de operaciones en Latinoamérica <i>Álvaro Pachón Muñoz</i>	3
De la vulnerabilidad del amor <i>Florence Thomas</i>	41-44	Evaluación del programa fiscal del gobierno y propuesta alternativa <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-9
La pobreza ¿estadística o realidad? (mesa redonda)	45-57	Conocimiento científico vs. conocimiento tecnológico <i>Constanza Montoya Restrepo y Diana María Cárdenas Aguirre</i>	10-15

Propiedades y aplicaciones de las fibras de carbón activado en el control de la contaminación del aire 16-21
Sylvian Joy Rodríguez Lattuada

3C: método sencillo de planeación de los inventarios en la cadena de abastecimientos, alternativo al MRP 22-27
Luis Ernesto Blanco Rivero

Nanotecnología, la magia de lo diminuto 28-32
Gina Paola Ramírez B., María Angélica Oliveros y Germán Darío Castellanos T.

Comportamiento dinámico de una hoja de papel al caer 33-37
Diego Luis González Cabrera, Francisco Marín Quiroga y Jairo Roa Rojas

De Hungría a Latinoamérica: un mar de letras 38-42
Cristina Salazar Perdomo

Poemas 43-45
Javier Moreno Moreno

Beneficios de incrementar el uso de la investigación de operaciones en el sector industrial colombiano 46-57
Jaime Varela Navarro: pionero de la investigación de operaciones en Colombia 58-61
Cristina Salazar Perdomo

La Escuela treinta años después 62-65

REVISTA 48

Año 12, No. 48, octubre-diciembre de 2002

Notas editoriales. Egresado asume la Rectoría de la Escuela 3
Ignacio Umaña de Brigard

Optimización de redes abiertas a presión para riego por aspersión 4-8
Alfonso Rodríguez Díaz y Ricardo Garnica Camelo

Apreciaciones en torno al desarrollo conceptual de la investigación universitaria en Colombia 9-15
María Eugenia Guerrero Useda

Restauración de imágenes: aspectos generales 16-24
Oswaldo Rojas Camacho

Cómo construir indicadores de gestión para el sector hotelero 25-30
Luis Ernesto Blanco Rivero

Diseño y construcción de una prótesis de miembro superior 31-37
Juan Manuel Andrade Morales

¿Hacia un modelo económico propio? 38-55
Eduardo Sarmiento cuenta por qué Colombia debe apostarle al modelo propio (foro) 56-64
Cristina Salazar Perdomo

REVISTA 49

Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003

Notas editoriales. Impacto del desarrollo sostenible en el bienestar de la sociedad 3
Germán Eduardo Acero Riveros

Evaluación del Alca 4-6
Eduardo Sarmiento Palacio

Consideración de las restricciones geoambientales en la planificación del desarrollo en Colombia 7-15
Amílcar Valencia Núñez

Introducción a la tecnología de las antenas inteligentes aplicadas en comunicaciones móviles 16-20
Hernán Paz Penagos

La curvatura relativa de curvas planas 21-25
Juan Manuel Cordero Suárez

De Brahe a Newton: dos siglos de gravitación (I) 26-30
Bernardo Liévano León

Propuesta pedagógica para el desarrollo del pensamiento superior 31-40
Carlos Abel Álvarez

Comunicación: filo de la organización 41-47
Mariluz Restrepo Jiménez

Impacto del desarrollo sostenible en el bienestar de la sociedad (mesa redonda) 48-60

REVISTA 50

Año 13, No. 50, abril-junio de 2003

Notas editoriales. Paradigmas de la educación superior 3
Ernesto Acosta Gempeler

Programa para la Bogotá social 4-10
Eduardo Sarmiento Palacio

Comportamiento de losas de cimentación durante el proceso de consolidación 11-22
Félix Hernández Rodríguez y Jhon Jairo Silva Castro

Modelos de microconcreto para la enseñanza del comportamiento de estructuras de hormigón reforzado 23-35
Jairo Uribe Escamilla y Carlos A. Rodríguez Flórez

Modelo de sistema de dedos articulados para prótesis 36-41
Luis Eduardo Rodríguez Cheu

La educación no es una ciencia, es un arte <i>Fabio Vélez Uribe</i>	42-51	Diseño sísmico de cimentaciones <i>Guillermo González González</i>	25-31
Paradigmas en la educación superior: ¿se podrán reevaluar? (mesa redonda)	52-64	Aportes de la teoría informática a la enseñanza y la práctica de la ingeniería de <i>software</i> <i>Jaime A. Bohórquez Villamizar</i>	32-41
“No se trata de querer o poder entrar en la era digital, es cuestión de competitividad” (Guillermo Santos Calderón) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	65-70	Empresas de servicios públicos y tarifas (mesa redonda)	42-57
REVISTA 51		Una mirada optimista a la ingeniería civil en Colombia (entrevista con el ministro de Transporte, Andrés Uriel Gallego) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	58-61
Año 13, No. 51, julio-septiembre de 2003			

Notas editoriales. Perspectivas de la ingeniería civil en Colombia <i>Ricardo Rincón Hernández</i>	3
Los fondos de capital de riesgo, los servicios a las empresas y la modernización de las pymes <i>Eduardo Sarmiento Gómez</i>	4-10
<i>Soil Nailing</i> Verde <i>Pedro Salvá y Juan Fernando Mesa</i>	11-16
Sobre el cambio y la permanencia en la informática y las matemáticas discretas <i>Jaime A. Bohórquez Villamizar</i>	17-22
De qué callada manera... <i>Alfonso Meléndez Acuña</i>	23-27
De Brahe a Newton: dos siglos de gravitación (II) <i>Bernardo Liévano León</i>	28-33
Comentarios sobre los elementos de la teoría de la medida <i>Carlos Javier Ruiz Salguero</i>	34-44
Perspectivas de la ingeniería civil en Colombia (mesa redonda)	45-58

REVISTA 52	
Año 13, No. 52, octubre-diciembre de 2003	
Notas editoriales. Las tarifas de los servicios públicos domiciliarios <i>Germán Acero Riveros</i>	3
La economía del medio siglo <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-10
Películas biológicas: qué son y cómo se forman <i>Sylvian J. Rodríguez L. y Alberto Uribe Jongbloed</i>	11-14
Consideraciones geoambientales regionales para la delimitación de áreas potenciales y la selección de áreas favorables para la futura ubicación de rellenos sanitarios <i>Amílcar José Valencia Núñez</i>	15-24

REVISTA 53	
Año 14, No. 53, enero-marzo de 2004	
Notas editoriales. Interacción IDU - empresas de ingeniería - universidad <i>Eduardo Silva Sánchez</i>	3
El cumplimiento de los derechos fundamentales <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-10
Modelo numérico para analizar el transporte de fondo y suspensión en ríos y estuarios, desarrollado mediante el método del volumen finito <i>Allen Bateman y Carlos Aguilar</i>	11-21
Aguas residuales de industrias de galvanoplastia <i>Jairo A. Romero Rojas</i>	22-30
Corrección dinámica del factor de potencia <i>Lina Yaneth Obregón Cardona, Eduardo Antonio Cano Plata y César Arango Lemoine</i>	31-37
Una nota sobre el teorema de Rolle <i>Adriana Maldonado Currea y Ernesto Acosta Gempeler</i>	38-41
Tomar en cuenta, pensar en compañía, ampliar la mente <i>Manuel Alejandro Arango Vargas</i>	42-46
Interacción IDU - empresas de ingeniería - universidad (mesa redonda)	49-70
La gerencia de proyectos: un mundo de oportunidades y desafíos (entrevista con Russell D. Archibald) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	71-74

REVISTA 54	
Año 14, No. 54, abril - junio de 2004	
Notas editoriales. Interacción IDU - empresas de ingeniería <i>Eduardo Silva Sánchez</i>	3
La crisis social <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-6

Resistencia a tensión de perfiles omega de lámina delgada, formados en frío <i>Jairo Uribe Escamilla</i>	7-16
Correlación entre el diámetro de extracción y las características del concreto en la auscultación estructural <i>Wilmer Julián Carrillo León y Giovanni González Peñuela</i>	17-25
Planeación de rutas de distribución. Una aplicación del método de Lemaire <i>William Ariel Sarache Castro, Juan David Holguín Quiceno y Paula Jimena Cárdenas Tangarife</i>	26-30
La Unidad Estratégica de Proyectos <i>José Ivorra Valero</i>	31-34
Interfaz háptica: una herramienta en la enseñanza de la ingeniería a distancia <i>Diego Alonso Ramos Acosta</i>	35-41
Lógica y mito en la Grecia antigua <i>Alfonso Cabanzo Vargas</i>	42-48
Interacción IDU - empresas de ingeniería (foro II) (mesa redonda)	49-70
El IDU se está transformando (entrevista con Carlos Iván Gutiérrez Guevara, director del IDU) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	71-74

REVISTA 55

Año 14, No. 55, julio-septiembre de 2004

Notas editoriales. Biotecnología en el agro <i>Carlos Eduardo Ángel Villegas</i>	3
Resistencia a compresión de columnas tubulares hechas con perfiles omega de lámina delgada, formados en frío <i>Jairo Uribe Escamilla</i>	4-14
Refuerzo sísmico exterior para mampostería con malla electrosoldada <i>Alexandra Varón Rojas, María Camila Forero Luna, Daniel Ruiz Valencia y Luis Guillermo Aycardi Barrero</i>	15-21
Estudio numérico-experimental del flujo no permanente en un canal de laboratorio <i>Germán Ricardo Santos Granados, Héctor Alfonso Rodríguez Díaz y Antonio Arenas Amado</i>	22-29
Efecto de la fuente de alimentación en la linealidad de los sistemas puente usados en instrumentación <i>Jesús Fidernán Barrera Cobos</i>	30-34
Acerca del conocimiento de la variable y la variación <i>Carmenza Moreno Roa y Bernarda Aldana Gómez</i>	35-43

Un modelo de madurez para la gerencia de proyectos en una organización <i>José Ivorra Valero</i>	44-47
Biotecnología en el agro (mesa redonda)	49-67
“La naturaleza debe estar al servicio del hombre... de hoy y de mañana” (entrevista con Carlos Gustavo Cano Sanz, ministro de Agricultura y Desarrollo Rural) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	68-71

REVISTA 56

Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004

Notas editoriales. Colombia debe aprovechar los avances tecnológicos para el desarrollo industrial <i>Ignacio Pérez Vélez</i>	3
Estrategia de empleo para Bogotá <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-10
Prefactibilidad de uso de la AUV ²⁵⁴ como sustituto de la DBO para evaluar lagunas de estabilización <i>Andrea Ayala Porras, Jonathan Gelvis López y Jairo A. Romero Rojas</i>	11-19
La importancia de la forma, textura y granulometría de los agregados en la tecnología del concreto <i>Pedro Nel Quiroga Saavedra</i>	20-24
Simulación del desempeño del sistema de planeación de producción MRPII en cadenas de abastecimiento del sector farmacéutico <i>Luis Ernesto Blanco Rivero y Enrique Romero Motta</i>	25-34
NTP: un protocolo de internet para considerar <i>Lilia Edith Aparicio Pico y Nelson R. Moyano A.</i>	35-40
Minas antipersonas en Colombia <i>Hernán Paz Penagos</i>	41-58
Soluciones reales continuas de la ecuación funcional lineal de orden n <i>Néstor Raúl Pachón Rubiano</i>	59-66
¿Aprovecha Colombia los avances tecnológicos para el desarrollo industrial? (mesa redonda)	67-81

REVISTA 57

Año 15, No. 57, enero-marzo de 2005

Notas editoriales. Ecaes: más allá de un <i>ranking</i> <i>Germán Ricardo Santos Granados</i>	3
La lucha contra la pobreza <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	4-6
El módulo de finura de la arena y el comportamiento del concreto fresco <i>Pedro Nel Quiroga Saavedra</i>	7-9

Evaluación de la calidad de un agua embotellada	10-16
<i>Rosa Margarita Camelo Suárez y Jairo Alberto Romero Rojas</i>	
Robot hexápodo bioinspirado	17-24
<i>Alexander Pérez Ruiz</i>	
El gran desafío científico para la informática del siglo XXI	25-34
<i>Jaime Alejandro Bohórquez Villamizar</i>	
Análisis del sector generador de energía eléctrica en Colombia	35-46
<i>Rafael Guillermo García Cáceres, Ingrid Marcela Monroy Licht y Óscar Fernando Guío Tamayo</i>	
Articulación IDU - empresas de ingeniería (mesa redonda)	47-67
REVISTA 58	
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005	
Notas editoriales. Tendencias mundiales en ciencia y tecnología de materiales	3
<i>Pedro Nel Quiroga Saavedra</i>	
Resultados y ajustes del Transmilenio	4-13
<i>Eduardo Sarmiento Palacio y Luis Ernesto Acosta Gutiérrez</i>	
Distribución uniforme de caudales en plantas de tratamiento	14-20
<i>Sandra Lorena Díaz y Jairo Alberto Romero Rojas</i>	
Cálculo estructural de tablestacas para refuerzo de un puerto marítimo	21-24
<i>Ce Tochtli Méndez Ramírez y Alejandro Ruiz Sibaja</i>	
Modelación 1D y 2D de efectos locales en algunas arcillolitas de la formación Bogotá al centro-oriente de la ciudad	25-30
<i>Andrés Alfaro, Pilar Monroy, Diego García, Jorge Ardila, Mariano Ramos y Rene van Hissenhoven</i>	
Propuesta de un protocolo de interconexión de dispositivos IP inteligente de red	31-38
<i>Roberto Ferro Escobar, Hernán Paz Penagos y Roberto Cárdenas</i>	
Examen de certificación internacional en gerencia de proyectos	39-42
<i>José Ivorra Valero</i>	
Evaluación en reflexión. Para evaluaciones más justas	43-54
<i>María del Rosario Montejo Perry</i>	
Tendencias mundiales en ciencia y tecnología de materiales (mesa redonda)	55
Materiales de ingeniería	56-62
<i>Nelly Cecilia Alba de Sánchez</i>	

Materiales y medio ambiente	63-67
<i>Félix Echeverría Echeverría</i>	
Un buen futuro para Latinoamérica en materia aeronáutica (entrevista con el ingeniero Enrique Calcagni Marajev)	68-71
<i>Por Cristina Salazar Perdomo</i>	

REVISTA 59

Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005

Notas editoriales. Acreditación de alta calidad	3
<i>Germán Ricardo Santos Granados</i>	
Análisis de los costos y consecuencias de las inundaciones	4-6
<i>Camilo Sarmiento Gómez</i>	
Consideraciones sobre el empleo del coeficiente de disipación de energía, R, en el análisis de las estructuras de acero	7-15
<i>Gabriel Valencia Clement</i>	
Metodología del gradiente para la solución de redes de tuberías a presión	16-23
<i>Óscar Eduardo Hernández Murcia</i>	
Técnicas utilizadas en la producción y caracterización de puzolanas	24-28
<i>Janneth Torres Agredo y R. Mejía de Gutiérrez</i>	
Restauración del servicio en sistemas de distribución de topología radial mediante reconfiguración de alimentadores	29-34
<i>César Arango Lemoine, Jesús María López Lezama, Mónica Alejandra González Londoño y Mónica Fernanda Gaviria Giraldo</i>	
Caracterización de microactuadores mediante técnicas ópticas	35-38
<i>Jorge Enrique Duarte, Flavio Humberto Fernández Morales y Mauricio Moreno Sereno</i>	
Competencias: una forma de estandarización global	39-46
<i>Luis E. Blanco Rivero y Cecilio Silveira Cabrera</i>	
La función: una experiencia con estudiantes de cálculo diferencial en ingeniería	47-54
<i>Sandra Gutiérrez O., Viviana Bernal C., Guiomar Lleras M. y Clara Triviño P.</i>	
Gestión del riesgo corporativo en Colombia (mesa redonda)	55-67

REVISTA 60

Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005

Notas editoriales. Edificio Ignacio Umaña de Brigard	3
<i>Germán Ricardo Santos Granados</i>	
Por qué no firmar el TLC	4-9
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Coefficiente de Pulimento Acelerado (CPA). Una mirada a la norma de ensayo INV E-232	10-16
<i>Sandra Ximena Campagnoli Martínez y Óscar Andrés Rico G.</i>	
Caracterización de sitio como aplicación específica de la geotecnia ambiental	17-21
<i>Claudia Ríos Reyes</i>	
Qué pasa con la higiene y seguridad industrial en Colombia	22-26
<i>Fernando José Valderrama Mantilla</i>	
Comparación mediante simulación del desempeño de los sistemas de planeación de producción 3C y MRPII en cadenas de abastecimiento del sector farmacéutico	27-35
<i>Luis E. Blanco Rivero y Enrique Romero Motta</i>	
Procedimiento de discriminación de ecos relevantes en una señal de sonar	36-41
<i>Andrés David Restrepo Girón, Humberto Loaiza Correa y Eduardo Francisco Caicedo Bravo</i>	
El valor humano en las organizaciones	42-46
<i>Karín Garzón Díaz</i>	
Situación actual de la franquicia en Colombia	47-54
<i>María V. Ayala de Rey y Ana Garzón Castrillón</i>	
Tendencias de datos móviles y aplicaciones celulares en Colombia. Aplicaciones J2ME (mesa redonda)	55-64
Nuevas tecnologías de telecomunicaciones para organizaciones más exitosas (entrevista con el ingeniero Fernando Enrique Plata Gamboa)	65-69
<i>Cristina Salazar Perdomo</i>	

REVISTA 61

Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006

Notas editoriales. La educación en línea	3
<i>Alfonso Meléndez Acuña</i>	
Alternativa social al plan 2019	4-6
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Evaluación de las propiedades dinámicas a bajas deformaciones de los suelos de Bogotá	7-14
<i>Jorge Alberto Rodríguez Ordóñez y Juan Pablo Escallón Osorio</i>	

Conwip. Un sistema de control de producción	15-20
<i>Luis Ernesto Blanco Rivero, Enrique Romero Motta y Alejandro Páez Rodríguez</i>	
Balance de fases en sistemas de distribución aplicando búsqueda tabú	21-28
<i>Juan Carlos Galvis Manso, Mauricio Granada Echeverri y Ramón A. Gallego Rendón</i>	
Valoración del cargo por capacidad con base en valores observados del mercado de energía eléctrica colombiano y relación con hidrología crítica, confiabilidad y costo del racionamiento	29-35
<i>Rafael Campo, Roberto Ríos, Iván Forero, Paula Ríos y Héctor Hernández</i>	
Hacienda El Otoño. Monumento nacional	36-39
<i>Yasmeidis Alicia Constante Figueroa</i>	
About certain type of matrix groups	40-41
<i>Néstor Raúl Pachón R.</i>	
Educación en línea (mesa redonda)	42-54
La enseñanza en línea transforma al educador (Entrevista con el doctor Mario Núñez Molina)	55-58
<i>Cristina Salazar Perdomo</i>	

REVISTA 62

Año 16, No. 62, abril-junio de 2006

Notas editoriales. Foro Internacional sobre Microzonificación Sísmica de Bogotá	3
<i>Jorge Enrique Durán Gutiérrez</i>	
Privatizaciones e inequidad. Venta de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá	4-8
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Análisis de un floculador hidráulico de flujo horizontal	9-16
<i>Luz Stella Bautista y Jairo Alberto Romero Rojas</i>	
Realidades del biocombustible	17-21
<i>Sylvian Rodríguez Lattuada</i>	
Obtención de parámetros del generador sincrónico bajo régimen dinámico	22-29
<i>Jaime Alonso Castillo Marín, José Ómar Trujillo Gómez, Adriana Marcela Montaña Bejarano y Emmy Yadira Ruiz Vargas</i>	
¿Son relevantes los costos marginales del MPODE para el mercado de energía eléctrica colombiano?	30-33
<i>Rafael Campo, Roberto Ríos, Iván Forero, Paula Ríos, Héctor Hernández y Fernando Ortiz</i>	
Factores asociados para determinar la calidad de la educación superior: Programa de Economía de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	34-41
<i>Beatriz Adalgiza Torres Alayón</i>	

Minimización de los factores que ocasionan las eflorescencias en los muros de mampostería de arcilla 42-45

Departamento Técnico de la Asociación Nacional de Fabricantes de Ladrillo y Derivados de la Arcilla (Anfalit)

Foro Internacional sobre Microzonificación Sísmica de Bogotá (mesa redonda) 46-52

Javier Botero Álvarez: un académico en el otro lado 53-57

Cristina Salazar Perdomo

REVISTA 63

Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006

Notas editoriales. Foro sobre implicaciones y retos de la nueva normatividad de la calidad del aire en Bogotá y en Colombia 3

Sylvian Rodríguez Lattuada

El crecimiento a largo plazo. Resumen ejecutivo 4-8

Eduardo Sarmiento Palacio

Precalificación de conexiones para pórticos de lámina delgada 9-21

Enrique López Guerrero y Gabriel Valencia Clement

Modelación fotoquímica del ozono en Cali-Yumbo 22-27

Mauricio Jaramillo Ayerbe, María Eugenia Núñez Cabrera, William Andrés Ocampo Duque, Diego Darío Pérez Ruiz y Gloria Esperanza Portilla

Uso de la AUV₂₅₄ como sustituto de la DBO para evaluar lagunas de estabilización 28-36

Fabio Leonardo Mesa Ramírez y Jairo Alberto Romero Rojas

Análisis de volatilidades del mercado de energía eléctrica colombiano 37-43

Rafael Campo, Roberto Ríos, Iván Forero, Paula Ríos, Héctor Hernández y Fernando Ortiz

Determinación de contrastes de conductividad del subsuelo mediante el uso de campos electromagnéticos producidos por señales transitorias 44-49

Sandra E. Sánchez y Jorge Enrique Clavijo R.

Costos para la decisión de localización en cadenas de abastecimiento globales 50-56

Martha Helena Carrillo Ramírez

“Implicaciones y retos de la nueva normatividad de la calidad del aire en Bogotá y en Colombia” (foro) 57-69

Luis Felipe González Palacio: ejemplo de disciplina, consagración y búsqueda permanente de la excelencia 70-74

Cristina Salazar Perdomo

REVISTA 64

Año 16, No. 64, octubre-diciembre de 2006

Notas editoriales. “Crecimiento económico a largo plazo” (foro) 3

Eduardo Sarmiento Palacio

Premio Portafolio 2006 4-5

Eduardo Sarmiento Palacio

Ansys-CivilFEM y SAP 2000 en la modelación estructural 6-12

Wilmer Julián Carrillo León, Noel Giovanni González Peñuela y Diego Felipe Velandia Manchego

Diseño y fabricación de mesas vibratorias para el estudio del comportamiento dinámico de modelos estructurales a escala reducida 13-20

Jairo Uribe Escamilla, Sandra Rocío Jerez Barbosa, Alexander Pérez Ruiz, Pedro Nel Quiroga Saavedra, Jorge Mario Cueto Báiz y Jaime Eduardo Garzón Moreno

Desagregación de ámbitos de dominio en la matemática para el ingreso a la carrera de ingeniería 22-30

Carlos Abel Álvarez Pérez, María Eugenia Guerrero Useda, Patricia Hernández Romero y Édgard O'bonaga Garnica

Albert Einstein. Una explosión de genialidad 32-39

Fabio Vélez Uribe

“Crecimiento económico a largo plazo” (foro) 41-57

“He hecho de la Escuela mi proyecto de vida” (entrevista con el doctor Germán Ricardo Santos Granados, rector de la Escuela Colombiana de Ingeniería durante el período 2002-2006) 59-64

Cristina Salazar Perdomo

REVISTA 65

Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007

Notas editoriales 3

Javier Botero Álvarez

Los peligros del TLC 4-6

Eduardo Sarmiento Palacio

Tratamientos superficiales: ¿por qué los hemos abandonado? 7-12

Sandra Ximena Campagnoli Martínez

Panorama actual de la guadua *Angustifolia kunth* en Colombia 13-17

Libardo Enrique Arriaga Tafhurt

Repulsión del lepidóptero del género *Copitarsia decolora* en un cultivo de flores a través de emisión de ultrasonido 18-24

Hernán Paz Penagos, Édison Torrado León, Marcela Rodríguez Ramírez, Jaime Alejandro Pérez Roza y Diana Marcela Pinzón Chaves

Laboratorio Virtual de Sistemas Digitales <i>Javier E. Soto Vargas y José Nelson Pérez Castillo</i>	25-33
Algunas aplicaciones de la investigación de operaciones en gestión de producción <i>Jairo Rafael Montoya Torres</i>	34-43
Potencialidades de la biomasa para la producción de biocombustibles, energía eléctrica y energía térmica. Europa como mercado potencial <i>Luz Angélica Rodríguez Bello</i>	44-52
“La apropiación social de la ciencia” (foro)	53-62
Formación profesional y científica, creatividad e innovación, las claves de la investigación en el siglo XXI (entrevista con el doctor José Meseguer) <i>Cristina Salazar Perdomo</i>	63-67

REVISTA 66

Año 17, No. 66, abril-junio de 2007

Notas editoriales <i>Javier Botero Álvarez</i>	5
Deformaciones del concreto por fraguado y cambio de temperatura <i>Carlos Alberto Rodríguez Flórez</i>	7-18
Posibles soluciones estructurales aplicadas a la rehabilitación de puentes vehiculares <i>Pedro Edmundo Arias Matos</i>	19-24
Análisis de los fenómenos electromagnéticos en un cable de fibra óptica tipo ADSS en las líneas de transmisión de alta tensión <i>Mario Alberto Ríos Mesías, Álvaro Chavarro Leal y Giovanni López Pachón</i>	25-33
Diseño de una antena fractal siguiendo el modelo de Mandelbrot <i>Hernán Paz Penagos, Ximena Acero Briceño y Roberto Ferro Escobar</i>	35-44
Gerencia de proyectos por valor ganado <i>Germán Gutiérrez Pacheco y César Augusto Leal Coronado</i>	45-52
El presupuesto como eje de la administración universitaria <i>María Victoria Ayala de Rey</i>	53-60
Estándares de competencias matemáticas para ingeniería <i>Carlos Abel Álvarez Pérez, Patricia Hernández Romero y Édgard O'bonaga Garnica</i>	61-70
Ecuaciones diferenciales lineales transformables en ecuaciones de coeficientes constantes <i>Néstor Raúl Pachón Rubiano</i>	71-80

Telecomunicaciones, convergencia e innovación. Apropiación social de las TIC como motor de desarrollo del país (foro)	81-93
---	-------

REVISTA 67

Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007

Notas editoriales <i>Javier Botero Álvarez</i>	5
Propuesta de modificación de la ecuación para la estimación del módulo de elasticidad del concreto en función de la resistencia a la compresión para Bogotá <i>Daniel Ruiz Valencia, Hermes Vacca Gámez y María León Neira</i>	7-15
Entramados livianos de acero como aplicación a la vivienda <i>Giovanni García León</i>	17-24
La enseñanza de la informática a través de escenarios basados en juegos discretos <i>Juan Albornoz y Raúl Chaparro</i>	25-34
Un modelo para la comprensión de los procesos de producción con base en los flujos de materia prima <i>César A. Castellanos G.</i>	35-44
Integración del sistema de planeación de recursos empresariales con un sistema de manufactura integrado <i>Santiago Aguirre Mayorga y Carlos Eduardo Fúquene Retamoso</i>	45-56
Cadenas productivas para el aprovechamiento de residuos sólidos. Incorporación de los recuperadores a la solución <i>Luz Angélica Rodríguez Bello</i>	57-68
Aplicación de la teoría de registros de representación a situaciones de variación <i>Sandra Isabel Gutiérrez Otálora</i>	69-79
Las redes organizacionales en la nueva forma de producción del conocimiento <i>María Andrea Trujillo Dávila, Alexander Guzmán Vásquez y Gisele Eugenia Becerra Plaza</i>	81-92

REVISTA 68

Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007

Notas editoriales <i>Javier Botero Álvarez</i>	5
Calificación de conexiones para pórticos de lámina delgada (2a. parte) <i>Gabriel Valencia Clement y Sergio Villar Salinas</i>	7-15

Origen, características y tratamiento de los residuos producidos en una planta de purificación de agua (PPA) 17-23

Engelberto Manuel Cañavera Espinosa, Carlos Andrés Duarte Mateus y Jairo Alberto Romero Rojas

El ensayo Micro Deval. Sus características y ámbitos de aplicación 25-34

Sandra X. Campagnoli Martínez y Claudia Patricia López P.

The study of friction in joints 35-43

Alexandre Silva de Lima, Max Suell Dutra, Fabrício Lopes e Silva y Omar Lengerke Pérez

La computación grid y su aplicación en sistemas que descubren conocimiento 45-49

Deyanira Díaz Díaz y José Nelson Pérez Castillo

Perspectivas sociológica y económica en la teoría organizacional (1a. parte) 51-56

Alexánder Guzmán Vásquez, María Andrea Trujillo Dávila, Gisele Eugenia Becerra Plaza y Manuela Trujillo Dávila

Búsqueda tabú para el 2-agente viajero peripatético 57-63

Carlos Leonardo Quintero Araújo

Configuración logística para tratamiento de residuos hospitalarios peligrosos 65-75

Diana Mercedes Rodríguez Coca y Andrés Medaglia

REVISTA 69

Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008

Notas editoriales 5

Luis Eduardo Illera Dulce

Caracterización de agregados pétreos con el ensayo Micro Deval 7-13

Sandra X. Campagnoli Martínez y Claudia Patricia López P.

Estimación del daño sísmico de pórticos de concreto reforzado en Bogotá mediante análisis no lineales en función del tiempo 15-27

Daniel Ruiz, Alejandra Romero y Óscar Becerra

Análisis acoplado de esfuerzo-deformación-flujo para excavaciones en suelos blandos 29-36

Jorge Alberto Rodríguez y Juan Daniel Moya

Portales grid basados en estándares 37-43

Sandra Neyid Montañez y José Nelson Pérez

Sistemas de telemedición por SMS 45-55

Germán Darío Castellanos Tache, César Andrés Forero Díaz y Alexis Gómez Velásquez

Perspectivas sociológica y económica en la teoría organizacional (2a. parte) 57-65

Alexánder Guzmán Vásquez, María Andrea Trujillo Dávila, Gisele Eugenia Becerra Plaza y Manuela Trujillo Dávila

Independencia académica: un propósito de la educación superior 67-72

Cecilio Silveira Cabrera

¿Qué es realmente un algoritmo? 73-84

Raúl A. Chaparro Aguilar

REVISTA 70

Año 18, No. 70, abril-junio de 2008

Notas editoriales 5

Javier Botero Álvarez

Estudios de vulnerabilidad sísmica y reforzamientos estructurales en edificaciones indispensables, de atención a la comunidad y especiales en Colombia 7-23

Sharon Dayana Guzmán González

Optimización de redes abiertas a presión, utilizando el modelo de las redes parciales sucesivas. Programa de computador con la plataforma AutoCAD 25-32

Alfonso Rodríguez Díaz, Álvaro Hernán Cardona y Ernesto Riveros Ospina

El aprendizaje situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería (1a. parte) 33-42

Hernán Paz Penagos

Métodos de apoyo para una gestión ambiental en las organizaciones. Una perspectiva general 43-72

Jairo Raúl Chacón Vargas

Teoría del capital humano y concepto de inversión en el Sistema de Cuentas Nacionales de Colombia de 1968 y 1993 73-89

Noel José Cuenca Jiménez y Fernando Chavarro Miranda

REVISTA 71

Año 18, No. 71, julio-septiembre de 2008

Editorial. El conocimiento y las ventajas competitivas 5-6

Joaquín Oramas Leuro

Uso de materiales reciclados para edificaciones: estudio del concreto hidráulico con adición de tiras de caucho de desecho de llanta 7-17

Óscar Oviedo, Roger Buendía, Daniel Ruiz, Adriana Gómez y María León

Tercera faceta de la logística: la focalizada 19-25

Dusko Kalenatic, Feizar Javier Rueda Velasco, César Amílcar López Bello y Leonardo José González Rodríguez

Modelo de un sistema de gestión de residuos sólidos para organizaciones 27-37

Luz Angélica Rodríguez Bello

Agrupamiento difuso para investigar información asimétrica: una aplicación a la utilización de los servicios de salud	39-46
<i>Carlos Alberto Cano Plata, Eduardo Antonio Cano Plata y César Arango Lemoine</i>	
El aprendizaje situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería (2a. parte)	47-58
<i>Hernán Paz Penagos</i>	

REVISTA 72

Año 18, No. 72, octubre-diciembre de 2008

Editorial	5-6
<i>Pedro Nel Quiroga Saavedra</i>	
Resistencia al esfuerzo cortante en entrepisos compuestos con losas huecas pretensadas y losa <i>in situ</i> de hormigón armado (<i>topping</i>)	7-19
<i>Noel Iraola Valdés y Rafael Larrúa Quevedo</i>	
Researching of the external plasticizing and extrusion of natural fermented Polyhydroxybutyrate, and the effect of the biodegradable plasticizers in the mechanical, physical and thermal properties	21-35
<i>Jaime Alejandro Puentes Parodi, Andreas Hähndel Andreas y Hans Joachim Radusch</i>	
Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV). Con una bibliografía selecta	37-70
<i>Jairo Raúl Chacón Vargas</i>	
Estudio comparativo de monocapas de Al-N y Cr-N como recubrimientos duros sobre acero Aisi D3	71-78
<i>G. Cabrera, F. Torres, J. C. Caicedo, C. Amaya, N. A. de Sánchez, A. Mendoza y P. Prieto</i>	
Aplicación de las técnicas <i>Computer Aided Design, Fused Deposition Modeling</i> y <i>Precision Casting</i> para fabricación de exoprótesis	79-87
<i>Alejandro Echavarría, Enrique Monsalve, Jorge Ramírez, Jaime Giraldo, Zoraida Osorio</i>	

REVISTA 73

Año 19, No. 73, enero-marzo de 2009

Editorial	5
<i>Carlos Enrique Arroyave Posada</i>	
Análisis de la antena dipolo en Vee: una aproximación gráfica	7-13
<i>Carlos Iván Páez Rueda</i>	
Mejoramiento de suelos blandos mediante inclusiones de suelos estabilizados en sitio	15-22
<i>Jorge Alberto Rodríguez, Diego Fernando García y Juan Daniel Moya</i>	

Optimización de cimentaciones en suelos blandos de Bogotá	23-40
<i>J. A. Rodríguez y E. Velandia</i>	
Congestión en Bogotá: un problema más allá de controles e impuestos	41-48
<i>Álvaro Rodríguez Valencia</i>	
Implementación del ensayo de evaluación de la resistencia mecánica por el método de 10% de finos	49-59
<i>Sandra Ximena Campagnoli Martínez</i>	

REVISTA 74

Año 19, No. 74, abril-junio de 2009

Editorial	5
<i>Carlos Enrique Arroyave Posada</i>	
Índice cronológico	7-34
Índice alfabético	35-51
Índice temático	53-74

REVISTA 75

Año 19, No. 75, julio-septiembre de 2009

Editorial	5
<i>Carlos Enrique Arroyave Posada</i>	
Aplicación de la técnica Mössbauer para el estudio de la corrosión en concretos OPC	7-11
<i>William Aperador, Hernán García Triana, Jesús Tabares y Ruby Mejía de Gutiérrez</i>	
Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con carga y descarga simultánea para una empresa de distribución de bebidas	13-21
<i>Édgar Gutiérrez-Franco, Jairo R. Montoya-Torres, Jorge A. Bautista y Édgar H. Alfonso Lizarazo</i>	
Estudio de la bóveda de la iglesia de San Ignacio en Bogotá	23-33
<i>Cecilia López Pérez y Daniel Ruiz Valencia</i>	
Ensayos cíclicos y estáticos para evaluar la resistencia sísmica de los muros y las conexiones de paneles livianos prefabricados para la construcción de viviendas	35-48
<i>Daniel Ruiz, Mónica Riveros, Santiago Martínez y Sebastián Herrera</i>	
Efecto de las bacterias tiosulfato reductoras en la corrosión de tuberías enterradas en suelos de campos de producción	49-56
<i>Sergio Garrido, Andrea Bernal, Gladys Rosero, Custodio Vásquez, Rodrigo Torres y Darío Peña</i>	

REVISTA 76

Año 19, No. 76, octubre-diciembre de 2009

Editorial	5
<i>Ricardo Salazar Ferro</i>	
Experiencia colombiana hacia un estándar técnico para gestión de integridad en líneas de transporte de hidrocarburos	7-13
<i>Juan David Betancur y Edwin Mauricio Acosta</i>	
Mejoramiento de la productividad en la industria manufacturera mediante la aplicación de recubrimientos duros	15-22
<i>Gilberto Bejarano Gaitán, Julio César Caicedo y José Manuel Caicedo Roque</i>	
Modelo de evaluación de curvas de niveles de un embalse	23-32
<i>Alfonso Rodríguez Díaz</i>	
Tecnología de estabilización/solidificación (E/S) para el manejo de residuos sólidos peligrosos utilizando cemento pórtland	33-42
<i>Edwins Chávez, Jeison A. Mosquera, Janneth Torres Agredo y Ruby Mejía de Gutiérrez</i>	
Dirigibles Autónomos no Tripulados (AUV)	43-60
<i>Jaime Alberto Parra Plazas, Arnoldo Emilio Delgado y William Aperador Chaparro</i>	

REVISTA 77

Año 20, No. 77, enero-marzo de 2010

Editorial	5
<i>Pedro Nel Quiroga Saavedra</i>	
Guía ambiental para el desarrollo de proyectos relacionados con el diseño, construcción y operación de redes de acueducto y alcantarillados	7-26
<i>Alfonso Rodríguez Díaz, Rigoberto López Pineda e Ivonne C. Zabala Colmenares</i>	
Entrenador mioeléctrico para dispositivos prostéticos de mano	27-36
<i>Juan Sebastián Cabrera Hidalgo, Héctor Fabio Jaramillo Ordóñez y Luis Eduardo Rodríguez Cheu</i>	
Pursuing an integrated vision into water resources management. Study case: Duitama County (Boyacá)	37-42
<i>N. P. Montañez, y V. M. Peñarandaz</i>	
Carbonatación en puentes y edificaciones de Bogotá	43-51
<i>Pedro Nel Quiroga Saavedra</i>	
Estudio de algoritmos de reducción de ruido en video	53-61
<i>Sandra Cancino Suárez, Enrique Estupiñán Escalante, Marcela Rodríguez Ramírez y Dominik Makowski</i>	

REVISTA 78

Año 20, No. 78, abril-junio de 2010

Editorial	5
<i>Ricardo Salazar Ferro</i>	
Modelado y simulación de la interacción entre pacientes con patologías respiratorias comunes y un ventilador mecánico de última generación	7-19
<i>Leidy Yanet Serna Higueta y Alher Mauricio Hernández Valdivieso</i>	
Producción de material compuesto a partir de cenizas volantes y polímeros reciclados	21-26
<i>William Aperador, Arnoldo Emilio Delgado, Édgar Giovanni Villamil, Diana Paola Forero y Andrés Parra</i>	
Puente rectificador configurable implementado con sistemas microprocesados para aplicaciones en máquinas eléctricas	27-48
<i>Enrique Estupiñán Escalante y Luis Fernando Pinillos Gómez</i>	
Navegación de un robot móvil autónomo utilizando el concepto de campo de fuerza combinado	49-56
<i>José L. Susa y Diego A. Ramos</i>	
Modelo de inventarios y espacio en góndola en puntos de venta para productos de abarrotes en una cadena de supermercados (1a. parte)	57-63
<i>Carlos Rodrigo Ruiz Cruz, Arnulfo Zamora Vivas y Carlos Julio Vidal Holguín</i>	

REVISTA 79

Año 20, No. 79, julio-septiembre de 2010

Editorial	5
<i>Ricardo Salazar Ferro</i>	
Producción y resistencia a la corrosión de recubrimientos de WC-Co y Fe-Nb-Cr-W, aplicados por la técnica de proyección térmica	7-14
<i>Laura Marcela Dimaté Castellanos, Jhon Jairo Olaya Flórez, Edwin Alexis López Covalada y José Alfredo Morales Torres</i>	
Modelo de inventarios y espacio en góndola en puntos de venta para productos de abarrotes en una cadena de supermercados (2a parte)	15-25
<i>Carlos Rodrigo Ruiz Cruz, Arnulfo Zamora Vivas y Carlos Julio Vidal Holguín</i>	
Inventario sanitario del departamento del Amazonas	27-33
<i>Shirley Andrea Bautista Castellanos y Jairo Alberto Romero Rojas</i>	
Identificación de imágenes por medio de flujo óptico y características de la imagen	35-44
<i>Jaime Alberto Parra Plazas, Arnoldo Emilio Delgado y William Aperador Chaparro</i>	

Reconversión tecnológica limpia y rentable 45-54
Carlos Enrique Vecino Arenas, Orlando Enrique Contreras Pacheco y Gustavo Andrés Gómez Montero

REVISTA 80

Año 20, No. 80, octubre - diciembre de 2010

Editorial. Nuevos rumbos 5
Eduardo Silva Sánchez

Diseño sísmico de VIS construidas con muros de concreto 7-17
Julián Carrillo

Modelo de gestión para la rehabilitación de redes troncales de alcantarillado 19-32
Alfonso Rodríguez Díaz y Héctor Matamoros Rodríguez

Inventario sanitario del departamento del Quindío 33-44
Shirley Andrea Bautista Castellanos y Jairo Alberto Romero Rojas

Comportamiento operacional de un tornillo simple con diferentes configuraciones de dado 45-55
Jaime Alejandro Puentes Parodi y Germán Andrés Higuera Camargo

Determinación rápida de la susceptibilidad térmica del asfalto para el diseño de mezclas asfálticas en caliente 57-66
Luis Guillermo Díaz y Adrián R. Archilla

REVISTA 81

Año 21, No. 81, enero - marzo de 2011

Editorial 5
Germán Acero Riveros

Desarrollo de un sistema streaming de audio orientado a dispositivos móviles 7-18
Luz Carolina Jaimes Contreras, Yessika Liliana Plata Jaimes, Irene Lizeth Manotas Gutiérrez y Henry Argüello Fuentes

Tomografía sísmica a partir de registros de SPT 19-26
Jorge Alberto Rodríguez

Evaluación del desempeño de una pista de prueba a escala real, utilizando mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho proveniente de llantas recicladas y otros modificadores 27-34
Gilberto Martínez Argüelles, Libardo Alfonso Celis Yaruro, Juan Pablo Nieto Mora, Óscar Mauricio Velásquez Bobadilla y David González Herrera

Coliseo El Otoño: una propuesta arquitectónica a partir de la "divina proporción" 35-42
Alfonso Rodríguez Díaz, Stefano Anzellini y María Inés García-Reyes

Obtención de un recubrimiento de cobre sobre un acero de bajo carbono a partir de un desecho industrial 43-49
William Aperador Chaparro, Aura Sofía Mejía Morales y Diego Fernando Martínez Ramírez

La bilastra estructural (muro bilastra) 51-57
Fabián Andre Sánchez Bonilla

REVISTA 82

Año 21, No. 82, abril - junio de 2011

Editorial
 Quince años del programa de Economía de la Escuela 5
Ada Beatriz Torres Alayón

Guía para el manejo y control de la calidad del agua en piscinas de uso público 7-15
Jairo Alberto Romero Rojas y Yuly Andrea Sánchez Londoño

Fatiga en mezclas asfálticas por flexión debido a cargas cíclicas 17-34
Hugo Alexander Rondón Quintana y Fredy Alberto Reyes Lizcano

El agua como vehículo de microorganismos patógenos. Bacteria Escherichia coli 35-41
Gladys Rocío González Leal

Unite your corporate links of knowledge and boost the team's impact in the enterprise 43-46
Luis Alejandro Zorrilla y Paula Andrea Lago

Simposio de Economía: "Las fisuras del sistema capitalista" 47-62

Entrevistas (Eduardo Sarmiento Palacio y Michael Perelman) 63-72

REVISTA 83

Año 21, No. 83, julio - septiembre de 2011

Editorial 5
 La acreditación internacional
Eduardo Silva Sánchez

Carbon Fiber Reinforced Polymer's like reinforcement and cathodic protection in structures 7-14
William Aperador Chaparro, Jorge Hernando Bautista Ruiz y Óscar Fernando Avilés

Introducción al legado de Smith, Owen y Babbage al desarrollo del comportamiento organizacional 15-20
Jairo Raúl Chacón Vargas

RSE: en busca de una definición globalizada y la delimitación de sus fronteras 21-26
Andrés Felipe Cortés Ortiz y Sebastián Cortés Mejía

Impacto de la investigación aplicada sobre la sostenibilidad de una empresa de transporte ferroviario 27-32

Alejandra Betancourt Latorre, Germán Betancur Giraldo, Leonel Castañeda Heredia y Mauricio E. Palacio L.

Illegal business, conflict and economic development. A sustainable perspective 33-44

Nicolás González Espinosa

REVISTA 84

Año 21, No. 84, octubre - diciembre de 2011

Editorial 5

¿Es realmente necesario?

Jairo Alberto Romero Rojas

Tratamiento casero alternativo de agua para consumo humano por medio de fitoquímicos 7-17

Óscar Efrén Ospina Zúñiga e Hildebrando Ramírez Arcila

Una revisión al tema de simplificación de fórmulas booleanas y difusas 19-26

Ómar Salazar Morales y José Jairo Soriano Méndez

Aportes de Mary Parker Follet y Chester Irving Barnard al desarrollo del comportamiento organizacional y la teoría del hombre social: una introducción 27-35

Jairo Raúl Chacón Vargas

Conciencia del desarrollo humano: un imperativo categórico 37-47

Mario Alberto Álvarez López

Gestión del conocimiento en las ciencias administrativas 49-54

John Fabio Soto Castañeda

REVISTA 85

Año 22, No. 85, enero - marzo de 2012

Editorial 5

La consolidación de un programa

Claudia Ríos Reyes

Sobre la permeabilidad de las mezclas asfálticas densas (parte I) 7-16

Fernando Sánchez Sabogal

Concepción de un circuito magnético para motores de alta eficiencia utilizando acero de grano orientado 17-28

Samuel Fernando López

Uso del subproducto de PMMA como material de relleno en poliolefinas 29-34

Jaime Alberto Parra, William Aperador Chaparro y Jaime Alejandro Puentes Parodi

Sostenibilidad ambiental urbana mediante predicción de patologías en sistemas de alcantarillado 35-45

Óscar Efrén Ospina Zúñiga e Hildebrando Ramírez Arcila

Gestión tecnológica en el sector textil de Medellín (Colombia). La visión de los empresarios 47-57

Jorge Henry Betancur Amariles e Isnardo Luis Vargas Marín

REVISTA 86

Año 22, No. 86, abril - junio de 2012

Editorial 5

Elementos para la planeación del transporte

Santiago Henao Pérez

Sobre la permeabilidad de las mezclas asfálticas densas (parte II) 7-15

Fernando Sánchez Sabogal

Evaluación de la rigidez axial de paneles sándwich de poliuretano de alta densidad y láminas de acero para su utilización estructural 17-24

Jairo Uribe Escamilla

Algoritmo basado en una red inmune artificial para la alineación de patrones de puntos 25-33

Manuel Ignacio Cuadrado Morad, Wilfredo Ariel Gómez Bueno, Henry Argüello Fuentes

Identificación modal a partir de vibraciones ambientales para puentes peatonales metálicos por medio de la metodología NEXT/ERA 35-42

Andrés Oswaldo Zabala Mejía, Juan Carlos Gutiérrez Ruidíaz, Daniel Ruiz Valencia

Desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte en el marco de los TLC 43-49

César Augusto Peñalosa Pabón

Innovación en la construcción en Colombia, una obligación 51

Nury del Rosario Forero Hurtado

REVISTA 87

Año 22, No. 87, julio - septiembre de 2012

Editorial 5

¿Solución facilista o subdesarrollista?

Jairo Alberto Romero Rojas

Comparación del comportamiento de elementos estructurales a escala de concreto convencional y de concreto con agregados reciclados 7-14

Pedro Nel Quiroga Saavedra y Nancy Torres Castellanos

Algunas prácticas asociadas con el desarrollo sostenible en pavimentos	15-25
<i>Sandra Campagnoli Martínez</i>	
Segregaciones granulométrica y térmica en las mezclas de concreto asfáltico	27-41
<i>Fernando Sánchez Sabogal</i>	
Diseño de un sistema de control y supervisión de estaciones de bombeo	43-50
<i>Héctor Alfonso Rodríguez Díaz, Diego Alonso Ramos Acosta y Henry Moreno Mosquera</i>	
Actuadores de efecto Peltier: "La nevera del futuro"	51-56
<i>Juan Manuel Andrade Morales</i>	
Evaluación de la rigidez a flexión de paneles sándwich de poliuretano de alta densidad y láminas de acero para su utilización estructural	57-70
<i>Jairo Uribe Escamilla</i>	
"Lo primordial es montar un sistema integrado de transporte público"	71
(Entrevista con Angélica Castro Rodríguez)	

REVISTA 88

Año 22, No. 88, octubre - diciembre de 2012

Editorial	5
Cuarenta años	
<i>Ricardo Quintana Sighinolfi</i>	
Análisis comparativo de costos para un proyecto de construcción de hotel y oficinas con certificación LEED en la ciudad de Bogotá	7-13
<i>Gina Alexandra Cabas Rosado, María Camila Garrido Bárcenas, César Orlando Ruiz Rueda y Adriana Gómez Cabrera</i>	
Modelación, construcción y seguimiento de obras, sitio inestable El Cune	15-34
<i>Juan Carlos Afanador Caicedo y Carlos Ernesto Vargas Aragón</i>	
Cloud storage aplicado en la gestión de la calidad y manejo de documentos en laboratorios científicos	35-44
<i>Javier Enrique De la Hoz Freyle, Herman Ramírez Gómez y Luis Carlos Gómez Flórez</i>	
Determination of biochemical and physical conditions of plastics denominated as "biodegradable" subjected to anaerobic conditions	45-54
<i>Lorena I. Albarracín López, Alberto Uribe Jongbloed y J. Alejandro Puentes Parodi</i>	
Preparación de pedidos eficiente en el centro de distribución utilizando VRP	55-64
<i>Rodrigo Andrés Gómez Montoya, Abdul Zuluaga Mazo y Laura Vélez Calle</i>	

Especial 40 años	65
Escuela Colombiana de Ingeniería 1972-2012	

REVISTA 89

Año 23, No. 89, enero - marzo de 2013

5 / EDITORIAL	
La infraestructura de regadíos en Colombia	
<i>Alfonso Rodríguez Díaz</i>	
Reforma al Banco de la República	7-10
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Alternativas de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (PTARM) para ciudades con población ≤ 20.000 habitantes	11-19
<i>Andrea del Pilar Galvis Ramírez y Jairo Alberto Romero Rojas</i>	
Muros de contención contemporáneos, construidos con criterios de diseño de los muros taironas	21-28
<i>Marta Inés González Sánchez</i>	
Evaluación de la remoción de DBO, DQO, SST, NTK, PT y CF en un humedal de flujo subsuperficial construido con carbón mineral y cultivado con <i>Zantedeschia aethiopica</i>	29-37
<i>Carlos Ariel Díaz Acero y Jairo Alberto Romero Rojas</i>	
Modelo de medición y análisis de factores de responsabilidad social empresarial (RSE) para el diseño de estrategias y programas en pequeñas y medianas empresas	39-51
<i>Juan David Sepúlveda Chaverra</i>	
Breve historia de la ingeniería vial en Bogotá (a propósito de algunos hechos recientes)	53-67
<i>Fernando Sánchez Sabogal</i>	

REVISTA 90

Año 23, No. 90, abril - junio de 2013

Editorial	5
Problemas frecuentes de suelos en la construcción de edificaciones urbanas	
<i>Jorge Enrique Durán Gutiérrez</i>	
Las bases de los TLC	7-10
<i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	
Comparación entre el corte con láser de CO ₂ de PMMA virgen y PMMA reciclados	11-15
<i>Diego Reyes Jiménez y Diego Ramos Acosta</i>	
Transmisión de energía eléctrica mediante inducción magnética en campo cercano	17-28
<i>Hernán Paz Penagos</i>	

Calidad del agua lluvia <i>Jairo Alberto Romero Rojas, Iván Camilo Andrade Santana y Felipe Nicolás Mora Rusinque</i>	29-36	Humano (IRCA), del Índice de Tratamiento (IT), del Índice de Continuidad (IC) y del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp), para el periodo 2010 - 2011, de sistemas de tratamiento de agua potable <i>Jairo Alberto Romero Rojas y Nathaly Alejandra Ibarra Prado</i>	13-22
Aplicaciones de nanotecnología en la construcción de pavimentos <i>Luz S. Quintero y Luis E. Sanabria</i>	37-42	Sobre la razonabilidad social de las tarifas de peaje en las carreteras colombianas <i>Fernando Sánchez Sabogal</i>	23-32
The Corporate Social Responsibility Pyramid <i>Andrés Felipe Cortés Ortiz y Sebastián Cortés Mejía</i>	43-48	Reducción del tiempo no productivo (NPT) en proyectos de perforación exploratoria de pozos petrolíferos en Colombia. Caso de estudio <i>Germán Eduardo Giraldo, Alexander Cáceres Ríos, Juan Carlos Alcalde, Clara Lucía Muñoz y Marcela Suárez Velásquez</i>	33-50
Ecuación de Butler-Volmer a partir de la mecánica cuántica <i>William Aperador Chaparro, Jorge Hernando Bautista Ruiz y Arnoldo Emilio Delgado Tobón</i>	49-54	Entrevista con Diana María Espinosa Bula, Presidenta de la Sociedad Colombiana de Ingenieros	51
REVISTA 91		REVISTA 93	
Año 23, No. 91, julio - septiembre de 2013		Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014	
Editorial Una paradoja increíble <i>Jairo Alberto Romero Rojas</i>	5	Editorial Una justicia justa <i>Jairo Alberto Romero Rojas</i>	5
Remoción de hierro con almidón de maíz <i>Jairo Alberto Romero Rojas y Ana Milena Gómez Sánchez</i>	7-10	Caracterización de las variables cinemáticas de la marcha humana bajo el agua en individuos sanos <i>Mauricio Hernando Valencia Agudelo, Wilson Alexánder Sierra y Luis Eduardo Rodríguez Cheu</i>	7-15
Anclaje como sistema de refuerzo o contención para taludes en roca <i>José Vicente Amórtegui y Jenny Alexandra Toloza Contreras</i>	11-18	Instrumentación de redes troncales de alcantarillado. Componente hidráulico <i>Héctor Alfonso Rodríguez Díaz y Jenny Nathalia Becerra Melo</i>	17-24
Balance de cuadrillas y flujo de trabajo como herramienta para mejoramiento de procesos constructivos <i>Javier Mauricio Contreras Socarrás, Adriana Gómez Cabrera y Jesús Orlando Castaño</i>	19-30	Características de compresibilidad y resistencia de arcillas típicas del depósito lacustre de Bogotá <i>Jorge Enrique Durán Gutiérrez y Danilo Montaña Sanabria</i>	25-34
Influencia de la degradabilidad de las rocas en los parámetros de resistencia de los materiales de la formación Guaduas, al noroccidente de Bogotá <i>Johana Paola Roza y José Vicente Amórtegui</i>	31-42	Primera experiencia colombiana en la construcción de pilas de agregado compactado –Geopier Impact– en un proyecto de vivienda de interés social <i>Carlos Arturo Bello Bonilla y Juan Carlos Afanador Caicedo</i>	35-43
Mezclas asfálticas tibias. Énfasis en tecnologías de espumado y uso de RAP <i>Sandra X. Campagnoli M.</i>	43-55	Mapas de isoaceleración para Colombia utilizando la nueva generación de ecuaciones de atenuación (NGA-2008) <i>Diana Milena Díaz Hernández y Andrés José Alfaro Castillo</i>	45-56
REVISTA 92		REVISTA 93	
Año 23, No. 92, octubre - diciembre de 2013		Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014	
Editorial Un trabajo importante <i>Jairo Alberto Romero Rojas</i>	5	Evaluación de mezclas asfálticas tibias fabricadas en laboratorio con asfalto espumado, agregados naturales y RAP <i>Deiby Alejandro Camargo Sanabria y Sandra Ximena Campagnoli Martínez</i>	57-67
Burbujas financieras <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	7-11		
Valoración del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo			

Uso del piezocono (CPTU) para determinar la caracterización geotécnica de depósitos arcillosos blandos en algunos sitios del departamento de Boyacá 69-77
Jorge Enrique Durán Gutiérrez y Libardo Adolfo López Ramírez

REVISTA 94

Año 24, No. 94, abril - junio de 2014

Editorial 5
 Evaluación de la producción de las universidades
Héctor Alfonso Rodríguez Díaz

Sistema de cimentación en placa-pilotes. Análisis de interacción suelo-estructura para un edificio de doce pisos y sótano en la ciudad de Bogotá 9-16
Jaime Garzón Moreno y José Mauricio Moreno Silva

Factores que han contribuido al deterioro prematuro de los pavimentos asfálticos en las carreteras nacionales 17-30
Fernando Sánchez Sabogal

Remoción de hierro en agua con alta concentración 31-34
Jairo Alberto Romero Rojas, Leidy Katherine Cárdenas Real y Amparo Carolina Castañeda Jiménez

Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales de 30.000 habitantes 35-44
Camilo Eduardo Espinosa Ortiz y Jairo Alberto Romero Rojas

Ecología de ríos y quebradas 45-58
Beatriz Gamboa Tillotson y Arturo Liévano León

Alternativas de solución al problema probabilístico en los puntos de convergencia de una red PERT 59-64
Germán Eduardo Giraldo González

REVISTA 95

Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014

Editorial 5
 ¿Es una opción rendirnos ante la corrupción?
Paula Ximena Ríos Reyes

Enfermedad holandesa: incumplimiento de la proporción de los factores 7-14
Eduardo Sarmiento Palacio

Eficiencia de un tratamiento fisicoquímico en aguas residuales de una industria de productos lácteos 15-20
Édison Leandro García Ospina y Jairo Alberto Romero Rojas

Análisis simplificado de oxígeno disuelto en el río Ubaté 21-25
Felipe Santamaría Alzate y Jairo Alberto Romero Rojas

Ajuste a los parámetros de resistencia de depósitos de coluviones mediante correlaciones entre ensayos de laboratorio, exploración geotécnica y retrocálculo 27-36
Juan Carlos Afanador Caicedo y Jorge Alejandro Moreno Salgado

Caracterización sísmica de fallas colombianas por analogía con fallas conocidas geológica y sismológicamente 37-46
Paula Margarita Herrera Suárez y Andrés José Alfaro Castillo

Energía de fractura en modo I del concreto de resistencia normal reforzado con fibras cortas de acero 47-56
Sergio Mauricio Segura Arenas y Fabián Augusto Lamus Báez

Las mallas computacionales en ámbitos organizacionales 57-64
David Emmanuel García Cáceres y Rafael Guillermo García Cáceres

REVISTA 96

Año 24, No. 96, octubre - diciembre de 2014

Editorial 5
 Las redes sociales y el estudiante universitario
Claudia Ríos Reyes

Piketty y distribución con crecimiento 9-19
Eduardo Sarmiento Palacio

Análisis de esfuerzos en excavaciones en suelos blandos 21-29
Ricardo Salazar Ferro y Camilo Alexis Romero Porras

Estado del arte del ensayo de fracturamiento hidráulico 31-45
Jorge Iván Castiblanco Rojas y Ramiro Gutiérrez Rodríguez

Incidencia de las zonas de fallas geológicas en los túneles en roca de Colombia 47-60
Viviana Ramírez Arévalo y Ramiro Gutiérrez Rodríguez

Consecuencias ambientales por fallo o rotura de presas en el marco del análisis de riesgos 61-71
Roger Rodríguez Moreno y Jairo Alberto Romero Rojas

Análisis del cambio de temperatura en Bogotá, D.C., durante los últimos 20 años 73-85
María Alessandra Dávila Ramírez y Jairo Alberto Romero Rojas

Cartas de control para lotes pequeños 87-92
Jesús Barrera Cobos

REVISTA 97

Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015

Editorial	5
25 años de la Revista de la Escuela <i>Germán Santos Granados</i>	
Calidad del agua en la quebrada Gualanday <i>Marley Rojas Gutiérrez</i>	7-11
Caracterización preliminar de aguas negras <i>John Céspedes Romero</i>	13-16
Selección del mejor país de América Latina para invertir utilizando la técnica AHP <i>Germán Eduardo Giraldo González y Cindy Yubelly Muñoz Ortiz</i>	17-24
Development of pixel-based algorithms for face detection <i>Dominik Makowski, Sandra Cancino Suárez y Enrique Estupiñán Escalante</i>	25-34
Consideraciones tecnológicas como resultado de la construcción de la arquitectura empresarial para una institución de educación superior <i>Claudia Patricia Santiago Cely y Oswaldo Castillo Navetty</i>	35-46
Propiedades volumétricas de soluciones de asfaltenos en tolueno y su relación con el envejecimiento por uso de los asfaltos <i>Alberto Javier Gómez Esquivia</i>	47-52
Enseñanza de la física mediante la construcción de prototipos <i>Heindel Ricardo Otero A., Carlos Collazos M. y Jaime Isaza C.</i>	53-58

REVISTA 98

Año 25, No. 98, abril - junio de 2015

Editorial	5
IV Foro Abierto TIC <i>Germán Eduardo Acero Riveros</i>	
Caracterización de los productores de algodón en Córdoba (Colombia) <i>Irma Baquero Haeblerlin, Daniel Poveda Quintero y Fernando Cardozo Puentes</i>	7-16
GeoGebra como apoyo a la solución de problemas matemáticos <i>Alfonso Meléndez Acuña</i>	17-21
Qué es Business Process Management (BPM). Definiciones y conceptos <i>Claudia Yadira Rodríguez Ríos</i>	23-29
Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado <i>Néstor Bojacá Castañeda, Pedro Nel Quiroga Saavedra y Nancy Torres Castellanos</i>	31-44

Crítica a los métodos de educación escolar tradicional con base en métodos modernos de educación 45-47
Juanita Castañeda Romero

Sección especial
TIC, INNOVACIÓN Y SOCIEDAD 49-81

Gestión del espectro y banda ancha inalámbrica. Tecnologías para reducir la brecha social en Colombia
Guillermo Teuta Gómez

De la interconexión a la hiperconexión. Retos regulatorios
Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC)

Subasta 4G
Agencia Nacional del Espectro (ANE)

Entrevistas
Luis Fernando Lozano
Óscar León Suárez
Juan Manuel Wilches Durán

REVISTA 99

Año 25, No. 99, julio - septiembre de 2015

Editorial	5
La alta calidad de la educación superior <i>Alfonso Rodríguez Díaz</i>	
Crecimiento desbalanceado y política industrial <i>Eduardo Sarmiento Palacio</i>	7-28
Estimación de la potencia de señales como índice de información en el procesamiento biomédico <i>Javier Alberto Chaparro Preciado</i>	29-35
Equipos GPRS con cobertura universal <i>Hernán Paz Penagos, Johnny Alexander Arévalo López y Marco Ortiz</i>	37-44
Evaluación de los beneficios de la captura de CO ₂ para el tratamiento de agregados finos reciclados de concreto, como una estrategia para combatir el cambio climático <i>Marfa Molano Camargo, Nancy Torres Castellanos y Cindy Molano Camargo</i>	45-58
Redes de energía eléctrica inteligentes: perspectivas en los contextos nacional e internacional <i>Paula Ríos Reyes</i>	59-65
Ensayos para valorar los agregados pétreos destinados a la construcción de los pavimentos asfálticos de las carreteras nacionales.	
Compendio para dummies <i>Fernando Sánchez Sabogal</i>	67-82
Entrevistas Tarcisio Celestino Gianfranco Perri	83 89

Índice alfabético

- Acosta Gempeler, Ernesto*
Números racionales y números periódicos
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999, pp. 33-34

Una nota sobre las ecuaciones de Cauchy-Riemann
Año 9, No. 34, abril - junio de 1999, pp. 28-31

Una nota sobre la fórmula de Taylor
Año 9, No. 35, julio - septiembre de 1999, pp. 22-26
- Acosta Gempeler, Juan Antonio*
Proyecto hidroeléctrico El Guavio. Una visión diferente
Vol. 3, año 3, No. 7, enero - marzo de 1992, pp. 18-21
- Adamoli Maesani, Ambrogio*
El papel de las materias que no son de ingeniería en la ECI
Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 30-31

¿Instruir a los alumnos o construir con ellos?
Vol. 4, año 4, No. 15, noviembre de 1994, pp. 28-33
- Afanador Caicedo, Juan Carlos y otro*
Modelación, construcción y seguimiento de obras, sitio inestable El Cune
Año 22, No. 88, octubre-diciembre de 2012, pp. 15-34

Ajuste a los parámetros de resistencia de depósitos de coluviones mediante correlaciones entre ensayos de laboratorio, exploración geotécnica y retrocálculo
Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014, pp. 27-36
- Agencia Nacional del Espectro (ANE)*
Subasta 4G
Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, p. 49
- Agudelo A., Luis Jorge*
Resistencias de tomas a tierra. Verificación
Año 1, No. 1, junio de 1990, pp. 24-26

Doctor: las gallinas se murieron
Vol. 4, año 4, No. 12, julio-septiembre de 1993, pp. 32-33

Doctor: las gallinas se murieron (2a. parte)
Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 32-33

Temporizador clepsitrónico
Año 5, No. 18, abril - junio de 1995, pp. 44-49

Consumo de energía y rendimiento lumínico de bombillos incandescentes y del electrónico (economizador)
Año 6, No. 22, abril - junio de 1996, pp. 22-24
- Aguirre Mayorga, Santiago y otro*
Integración del sistema de planeación de recursos empresariales con un sistema de manufactura integrado
Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 45-56
- Alayón Castro, Edith y otro*
Número de dispersión en un sistema de lagunas de estabilización
Año 7, No. 26, abril - junio de 1997, pp. 30-35
- Alba de Sánchez, Nelly Cecilia*
Materiales de ingeniería
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 56-62
- Albarracín López, Lorena I. y otros*
Determination of biochemical and physical conditions of plastics denominated as "biodegradable" subjected to anaerobic conditions
Año 22, No. 88, octubre-diciembre de 2012, pp. 45-54
- Albornoz, Juan y otro*
La enseñanza de la informática a través de escenarios basados en juegos discretos
Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 25-34
- Aldana Valdés, Eduardo*
El drama y el reto de la educación superior
Año 7, No. 26, abril - junio de 1997, pp. 15-25
- Alfaro, Andrés y otros*
Modelación 1D y 2D de efectos locales en algunas arcillolitas de la formación Bogotá al centro-oriente de la ciudad
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 25-30
- Álvarez, Carlos Abel*
Propuesta pedagógica para el desarrollo del pensamiento superior
Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003, pp. 31-40
- Álvarez, Carlos Abel y otros*
Desagregación de ámbitos de dominio en la matemática para el ingreso a la carrera de ingeniería
Año 16, No. 64, octubre-diciembre de 2006, pp. 22-30

Estándares de competencias matemáticas para ingeniería
Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 61-70
- Álvarez López, Mario Alberto*
Conciencia del desarrollo humano: un imperativo categórico
Año 21, No. 84, octubre - diciembre de 2011, pp. 37-47

- Amórtegui, José Vicente y otro*
Anclaje como sistema de refuerzo o contención para taludes en roca
Año 23, No. 91, julio - septiembre de 2013, pp. 11-18
- Andrade, Jaime*
Anticipación a una pregunta sobre educación
Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 47-49
- Andrade Morales, Juan Manuel*
El reto de la automatización industrial para Colombia
Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 29-31

La inteligencia digital
Año 10, No. 40, octubre - diciembre de 2000, pp. 32-39

Diseño y construcción de una prótesis de miembro superior
Año 12, No. 48, octubre-diciembre de 2002, pp. 31-37

Actuadores de efecto Peltier: "La nevera del futuro"
Año 22, No. 87, julio - septiembre de 2012, pp. 51-56
- Anfalit (Departamento Técnico de la Asociación Nacional de Fabricantes de Ladrillo y Derivados de la Arcilla)*
Minimización de los factores que ocasionan las eflorescencias en los muros de mampostería de arcilla
Año 16, No. 62, abril-junio de 2006, pp. 42-45
- Angarita Gómez, Myriam Astrid y otros*
Una nueva concepción de docencia universitaria
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 23-25
- Ángel Villegas, Carlos Eduardo y otros*
Los caminos de herradura
Año 5, No. 18, abril - junio de 1995, pp. 12-17
- Aperador, William y otros*
Aplicación de la técnica Mössbauer para el estudio de la corrosión en concretos OPC
Año 19, No. 75, julio-septiembre de 2009, pp. 7-11

Producción de material compuesto a partir de cenizas volantes y polímeros reciclados
Año 20, No. 78, abril-junio de 2010, pp. 21-26

Obtención de un recubrimiento de cobre sobre un acero de bajo carbono a partir de un desecho industrial
Año 21, No. 81, enero-marzo de 2011, pp. 43-49

Carbon Fiber Reinforced Polymer's like reinforcement and cathodic protection in structures
Año 21, No. 83, julio - septiembre de 2011, pp. 7-14

Ecuación de Butler-Volmer a partir de la mecánica cuántica
Año 23, No. 90, abril - junio de 2013, pp. 49-54
- Aparicio Pico, Lilia Edith y otro*
NTP: un protocolo de Internet para considerar
Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004, pp. 35-40
- Arango Lemoine, César y otro*
Reconfiguración de alimentadores en circuitos de topologías radiales mediante una función multiobjetivo
Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002, pp. 7-13
- Arango Lemoine, César y otros*
Restauración del servicio en sistemas de distribución de topología radial mediante reconfiguración de alimentadores
Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 29-34
- Arango Vargas, Manuel Alejandro*
Tomar en cuenta, pensar en compañía, ampliar la mente
Año 14, No. 53, enero-marzo de 2004, pp. 42-46
- Arévalo León, Gustavo y otro*
Compostaje de grasas y lodos generados en "PTAR" (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales)
Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 19-25
- Arias Manrique, Carlos Eduardo*
La inversión extranjera directa en Colombia: resultados de un análisis estructural
Año 9, No. 36, octubre - diciembre de 1999, pp. 6-9
- Arias Matos, Pedro Edmundo*
Posibles soluciones estructurales aplicadas a la rehabilitación de puentes vehiculares
Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 19-24
- Arriaga Tafhurt, Libardo Enrique*
Panorama actual de la guadua *Angustifolia kunth* en Colombia
Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007, pp. 13-17
- Ayala de Rey, María Victoria*
El presupuesto como eje de la administración universitaria
Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 53-60
- Ayala de Rey, María Victoria y otra*
Situación actual de la franquicia en Colombia
Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 47-54
- Ayala Porras, Andrea y otros*
Prefactibilidad de uso de la AUV₂₅₄ como sustituto de la DBO para evaluar lagunas de estabilización
Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004, pp. 11-19
- Ayala Rincón, Mauricio*
Problemas actuales en el campo de la reescritura
Vol. 4, año 4, No. 10, enero - marzo de 1993, pp. 27-31
- Baquero Haeberlin, Irma y otros*
Caracterización de los productores de algodón en Córdoba (Colombia)
Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, pp. 7-16
- Barreiro Gutiérrez, María Mercedes*
Los efectos de una restricción de la oferta de cocaína
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 3-9
- Barrera Cobos, Jesús Fidernán*
Efecto de la fuente de alimentación en la linealidad de los sistemas puente usados en instrumentación
Año 14, No. 55, julio-septiembre de 2004, pp. 30-34

Cartas de control para lotes pequeños
Año 24, No. 96, octubre-diciembre de 2014, pp. 87-92
- Barrera, Luis Mario*
El análisis de riesgo en las decisiones de inversión
Vol. 4, año 4, No. 10, enero - marzo de 1993, pp. 7-9

Impacto ambiental y los proyectos (1a. parte)
Vol. 4, año 4, No. 15, noviembre de 1994, pp. 22-27

Impacto ambiental y los proyectos (2a. parte)
Vol. 4, año 4, No. 16, diciembre de 1994, pp. 24-29

Aproximación a la ingeniería económica
Año 5, No. 19, julio - septiembre de 1995, pp. 27-29
- Barrero Ramírez, Nancy*
Aprender para la vida y no para los exámenes
Año 8, No. 31, julio - septiembre de 1998, pp. 34-36

- Bateman Pinzón, Allen**
Introducción a la hidrología urbana
Vol. 3, año 3, No. 9, julio-septiembre de 1992, pp. 31-36
- Bateman Pinzón, Allen y otro**
Modelo numérico para analizar el transporte de fondo y suspensión en ríos y estuarios, desarrollado mediante el método del volumen finito
Año 14, No. 53, enero-marzo de 2004, pp. 11-21
- Bateman Pinzón, Allen y otros**
Erosión local en una estructura transversal
Año 6, No. 24, octubre - diciembre de 1996, pp. 10-14

Surco, modelo numérico aplicado al canal Toro-Zamora
Año 7, No. 27, julio - septiembre de 1997, pp. 15-22

Metodologías para el ajuste y estimación de la resistencia al flujo en lámina libre
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 29-35

Flujo no permanente con transporte sólido
Año 10, No. 40, octubre - diciembre de 2000, pp. 24-31

Estudio experimental de la erosión local producida por la presencia de umbrales de fondo en lecho vivo
Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 16-25
- Bautista Castellanos, Shirley Andrea y otro**
Inventario sanitario del departamento del Amazonas
Año 20, No. 79, julio-septiembre de 2010, pp. 27-33

Inventario sanitario del departamento del Quindío
Año 20, No. 80, octubre-diciembre de 2010, pp. 33-44
- Bautista, Luz Stella y otro**
Análisis de un floculador hidráulico de flujo horizontal
Año 16, No. 62, abril-junio de 2006, pp. 9-16
- Bejarano Gaitán, Gilberto**
Mejoramiento de la productividad en la industria manufacturera mediante la aplicación de recubrimientos duros
Año 19, No. 76, octubre-diciembre de 2009, pp. 15-22
- Bello Bonilla, Carlos Arturo y otro**
Primera experiencia colombiana en la construcción de pilas de agregado compactado –Geopier Impact– en un proyecto de vivienda de interés social
Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014, pp. 35-43
- Bello, Leonard Andrés**
Recomendaciones para el diseño de estructuras reforzadas externamente con materiales compuestos
Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 5-12
- Bernal Cocuy, Daniel Augusto**
Componentes eléctricos-electrónicos. Resistencias o resistores
Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001, pp. 14-22
- Bernal, Óscar**
Ingeniería y seguros
Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 11-15
- Betancourt Latorre, Alejandra y otros**
Impacto de la investigación aplicada sobre la sostenibilidad de una empresa de transporte ferroviario
Año 21, No. 83, julio - septiembre de 2011, pp. 27-32
- Betancur Amariles, Jorge Henry y otro**
Gestión tecnológica en el sector textil de Medellín (Colombia). La visión de los empresarios
Año 22, No. 85, enero - marzo de 2012, pp. 47-57
- Betancur, Juan David**
Experiencia colombiana hacia un estándar técnico para gestión de integridad en líneas de transporte de hidrocarburos
Año 19, No. 76, octubre-diciembre de 2009, pp. 7-13
- Blanco Rivero, Luis Ernesto**
Perfil del ingeniero del futuro (La universidad desde la perspectiva de ingeniería industrial)
Año 9, No. 34, abril - junio de 1999, pp. 20-24

La medición de la productividad en instituciones de educación superior
Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000 pp. 17-22

La simulación como herramienta indispensable en la comprensión de las leyes y principios de la manufactura
Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001 pp. 19-23

¿Qué esperan los usuarios de la Escuela Colombiana de Ingeniería? La universidad desde la perspectiva de la ingeniería industrial
Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001, pp. 23-30

3C: método sencillo de planeación de los inventarios en la cadena de abastecimientos, alternativo al MRP
Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 22-27

Cómo construir indicadores de gestión para el sector hotelero
Año 12, No. 48, octubre-diciembre de 2002, pp. 25-30
- Blanco Rivero, Luis Ernesto y otro**
Simulación del desempeño del sistema de planeación de producción MRPII en cadenas de abastecimiento del sector farmacéutico
Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004, pp. 25-34

Competencias: una forma de estandarización global
Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 39-46

Comparación mediante simulación del desempeño de los sistemas de planeación de producción 3C y MRPII en cadenas de abastecimiento del sector farmacéutico
Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 27-35
- Blanco Rivero, Luis Ernesto y otros**
Conwip. Un sistema de control de producción
Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006, pp. 15-20
- Bojacá Castañeda, Néstor y otros**
Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado
Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, pp. 31-44
- Bohórquez Villamizar, Jaime A.**
Sobre el cambio y la permanencia en la informática y las matemáticas discretas
Año 13, No. 51, julio-septiembre de 2003, pp. 17-22

Aportes de la teoría informática a la enseñanza y la práctica de la ingeniería de *software*
Año 13, No. 52, octubre-diciembre de 2003, pp. 32-41

El gran desafío científico para la informática del siglo XXI
Año 15, No. 57, enero-marzo de 2005, pp. 25-34

Botero Álvarez, Javier

Algunas opiniones acerca de la investigación básica en Colombia
Vol. 2, año 2, No. 5, junio - agosto de 1991, pp. 26-27

Fusión nuclear controlada ¿una alternativa al problema energético del mundo?
Año 5, No. 20, octubre - diciembre de 1995, pp. 25-36

Confinamiento inercial para la fusión nuclear controlada
Año 6, No. 22, abril - junio de 1996, pp. 40-47

Alternativas frías para la fusión nuclear controlada
Año 6, No. 24, octubre - diciembre de 1996, pp. 26-32

Cuantización de fenómenos naturales
Año 7, No. 25, enero - marzo de 1997, pp. 26-33

BEC, láseres de átomos y otras degeneraciones
Año 11, No. 42, abril - junio de 2001, pp. 41-47

Cabal Sanclemente, Ramiro

Estudio comparativo de cinco cementos colombianos
Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991, pp. 10-13

Nueva fórmula para predicción del concreto a 28 días con base en R3 y R7
Vol. 3, año 3, No. 9, julio - septiembre de 1992, pp. 16-18

La conversión de unidades del sistema inglés al sistema métrico decimal
Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 26-29

La importancia de R14 en la predicción de la resistencia del hormigón a los 28 días
Vol. 4, año 4, No. 15, noviembre de 1994, pp. 13-15

Otto de Greiff, un ser excepcional
Año 5, No. 19, julio - septiembre de 1995, pp. 35-37

Hormigón
Año 6, No. 21, enero - marzo de 1996, pp. 36-39

Hormigón: algo más sobre las correcciones por humedad
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 47-48

Hormigón
Año 8, No. 31, julio - septiembre de 1998, pp. 20-21

Hormigón
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999, pp. 21-22

Hormigón. Guía para la ejecución de la mezcla de prueba de 20 litros
Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000, pp. 6-9

Hormigón. ¿Qué sucede después de los 28 días?
Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001, pp. 16-18

Cabanzo Vargas, Alfonso

Lógica y mito en la Grecia antigua
Año 14, No. 54, abril-junio de 2004, pp. 42-48

Cabas Rosado, Gina Alexandra y otros

Análisis comparativo de costos para un proyecto de construcción de hotel y oficinas con certificación LEED en la ciudad de Bogotá
Año 22, No. 88, octubre - diciembre de 2012, pp. 7-13

Cabrera, G. y otros

Estudio comparativo de monocapas de Al-N y Cr-N como recubrimientos duros sobre acero Aisi D3
Año 18, No. 72, octubre-diciembre de 2008, pp. 71-78

Cabrera Hidalgo, Juan Sebastián y otros

Entrenador mioeléctrico para dispositivos prostéticos de mano
Año 20, No. 77, enero-marzo de 2010, pp. 27-36

Camacol

Por otro año se extenderá el boom de la construcción
Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 4-7

Camargo Sanabria, Deiby Alejandro y otro

Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014, pp. 57-67

Camelo Suárez, Rosa Margarita y otro

Evaluación de la calidad de un agua embotellada
Año 15, No. 57, enero-marzo de 2005, pp. 10-16

Campagnoli M., Sandra Ximena

Emulsiones asfálticas: una planta piloto para su fabricación
Vol. 4, año 4, No. 14, septiembre de 1994, pp. 14-18

Aplicación de emulsiones asfálticas en vías colombianas
Año 6, No. 23, julio - septiembre de 1996, pp. 7-13

Tecnología superpave: ¿a qué nivel invertir?
Año 8, No. 32, octubre - diciembre de 1998, pp. 3-9

Reciclaje de pavimentos con cementos asfálticos espumados
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999, pp. 7-14

Tratamientos superficiales: ¿por qué los hemos abandonado?
Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007, pp. 7-12

Implementación del ensayo de evaluación de la resistencia mecánica por el método de 10% de finos
Año 19, No. 73, enero-marzo de 2009, pp. 49-59

Algunas prácticas asociadas con el desarrollo sostenible en pavimentos
Año 22, No. 87, julio - septiembre de 2012, pp. 15-25

Mezclas asfálticas tibias. Énfasis en tecnologías de espumado y uso de RAP
Año 23, No. 91, julio - septiembre de 2013, pp. 43-55

Campagnoli M., Sandra Ximena y otro

Coefficiente de Pulimento Acelerado (CPA). Una mirada a la norma de ensayo INV E-232
Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 10-16

El ensayo Micro Deval. Sus características y ámbitos de aplicación
Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 25-34

Caracterización de agregados pétreos con el ensayo Micro Deval
Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 7-13

Campo, Rafael y otros

Análisis de volatilidades del mercado de energía eléctrica colombiano
Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006, pp. 37-43

Campo Vásquez, Rafael

Relación maestro-alumno como factor decisivo en la calidad de la educación superior
Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000, pp. 23-25

Campos C., María Margarita

Manejadores de bases de datos y *open/oltp* en sistemas abiertos
Vol. 4, año 4, No. 15, noviembre de 1994, pp. 16-21

- Cancino Suárez, Sandra y otros*
Estudio de algoritmos de reducción de ruido en video
Año 20, No. 77, enero-marzo de 2010, pp. 53-61
- Cano Plata, Carlos Alberto y otros*
Agrupamiento difuso para investigar información asimétrica: una aplicación a la utilización de los servicios de salud
Año 18, No. 71, julio-septiembre de 2008, pp. 39-46
- Cañavera Espinosa, Engelberto Manuel y otros*
Origen, características y tratamiento de los residuos producidos en una planta de purificación de agua (PPA)
Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 17-23
- Caro, Guillermo*
Sistemas abiertos hoy en Colombia
Vol. 1, año 1, No. 2, septiembre-noviembre de 1990, pp. 23-27
- Caro, María Teresa*
Vestigios y otros versos
Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001, pp. 37-38
- Carrillo, Julián*
Diseño sísmico de VIS construidas con muros de concreto
Año 20, No. 80, octubre - diciembre de 2010, pp. 7-17
- Carrillo León, Wilmer Julián y otro*
Correlación entre el diámetro de extracción y las características del concreto en la auscultación estructural
Año 14, No. 54, abril-junio de 2004, pp. 17-25
- Carrillo León, Wilmer Julián y otros*
Ansys-CivilFEM y SAP 2000 en la modelación estructural
Año 16, No. 64, octubre-diciembre de 2006, pp. 6-12
- Carrillo Ramírez, Martha Helena*
Costos para la decisión de localización en cadenas de abastecimiento globales
Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006, pp. 50-56
- Casas Dupuy, Rosario*
Diálogo, comprensión, formación
Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 40-43
- Castañeda Romero, Juanita*
Crítica a los métodos de educación escolar tradicional con base en métodos modernos de educación
Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, pp. 45-47
- Castellanos G., César A.*
Un modelo para la comprensión de los procesos de producción con base en los flujos de materia prima
Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 35-44
- Castellanos Tache, Germán Darío y otros*
Sistemas de telemedición por SMS
Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 45-55
- Castiblanco Rojas, Jorge Iván y otro*
Estado del arte del ensayo de fracturamiento hidráulico
Año 24, No. 96, octubre-diciembre de 2014, pp. 31-45
- Castillo Marín, Jaime Alonso y otros*
Obtención de parámetros del generador sincrónico bajo régimen dinámico
Año 16, No. 62, abril-junio de 2006, pp. 22-29
- Castro Salcedo, Rafael Enrique*
Pasión y límite
Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 57
- Céspedes Romero, John*
Caracterización preliminar de aguas negras
Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015, pp. 13-16
- Chacón Vargas, Jairo Raúl*
Métodos de apoyo para una gestión ambiental en las organizaciones. Una perspectiva general
Año 18, No. 70, abril-junio de 2008, pp. 43-72
- Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV). Con una bibliografía selecta
Año 18, No. 72, octubre-diciembre de 2008, pp. 37-70
- Introducción al legado de Smith, Owen y Babbage al desarrollo del comportamiento organizacional
Año 21, No. 83, julio - septiembre de 2011, pp. 15-20
- Aportes de Mary Parker Follet y Chester Irving Barnard al desarrollo del comportamiento organizacional y la teoría del hombre social: una introducción
Año 21, No. 84, octubre - diciembre de 2011, pp. 27-35
- Chaparro Ayala, Raúl A.*
Las redes neuronales artificiales también aprenden
Año 5, No. 19, julio - septiembre de 1995, pp. 20-26
- Ajedrez y computadores
Año 6, No. 24, octubre - diciembre de 1996, pp. 16-21
- ¿Qué es realmente un algoritmo?
Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 73-84
- Chaparro Cifuentes, Liliana y otro*
Evaluación del recurso hídrico superficial con fines de ordenamiento ambiental territorial municipal
Año 8, No. 32, octubre - diciembre de 1998, pp. 20-30
- Chaparro Preciado, Javier Alberto*
Estimación de la potencia de señales como índice de información en el procesamiento biomédico
Año 25, No. 99, julio - septiembre de 2015, pp. 29-35
- Chávez, Edwins y otros*
Tecnología de estabilización/solidificación (E/S) para el manejo de residuos sólidos peligrosos utilizando cemento pórtland
Año 19, No. 76, octubre-diciembre de 2009, pp. 33-42
- Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC)*
De la interconexión a la hiperconexión. Retos regulatorios
Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, p. 49
- Constante Figueroa, Yasmeidis Alicia*
Hacienda El Otoño. Monumento nacional
Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006, pp. 36-39
- Contreras Socarrás, Javier Mauricio y otros*
Balance de cuadrillas y flujo de trabajo como herramienta para mejoramiento de procesos constructivos
Año 23, No. 91, julio - septiembre de 2013, pp. 19-30
- Cooper, Andrew R.*
Actitudes mentales
Vol. 3, año 3, No. 7, enero - marzo de 1992, pp. 9-13
- Cordero Suárez, Juan Manuel*
¿Cómo generar en el estudiante su propio método de estudio?
Año 7, No. 27, julio - septiembre de 1997, pp. 13-14
- La curvatura relativa de curvas planas
Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003, pp. 21-25

- Cortés Ortiz, Andrés Felipe y otro**
RSE: en busca de una definición globalizada y la delimitación de sus fronteras
Año 21, No. 83, julio - septiembre de 2011, pp. 21-26
- The Corporate Social Responsibility Pyramid
Año 23, No. 90, abril - junio de 2013, pp. 43-48
- Cuadrado Morad, Manuel Ignacio y otros**
Algoritmo basado en una red inmune artificial para la alineación de patrones de puntos
Año 22, No. 86, abril - junio de 2012, pp. 25-33
- Cuenca Jiménez, Noel José y otro**
Teoría del capital humano y concepto de inversión en el Sistema de Cuentas Nacionales de Colombia de 1968 y 1993
Año 18, No. 70, abril-junio de 2008, pp. 73-89
- Dávila Ramírez, María Alessandra y otro**
Análisis del cambio de temperatura en Bogotá, D.C., durante los últimos 20 años
Año 24, No. 96, octubre-diciembre de 2014, pp. 73-85
- De Castro Korgi, Rodrigo**
Las matemáticas del "pico y placa"
Año 9, No. 36, octubre - diciembre de 1999, pp. 31-39
- De la Hoz Freyle, Javier Enrique y otros**
Cloud storage aplicado en la gestión de la calidad y manejo de documentos en laboratorios científicos
Año 22, No. 88, octubre-diciembre de 2012, pp. 35-44
- Delgado Vargas, Manuel**
Empuje de tierras para rellenos de geometría compleja y con cargas
Vol. 2, año 2, No. 4, marzo - mayo de 1991, pp. 20-24
- Aspectos geotécnicos del diseño de muros de suelo reforzado con geosintéticos
Vol. 4, año 4, No. 11, abril - junio de 1993, pp. 6-11
- Delgado, Alberto**
Minirrobots en Colombia
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 40-46
- Dell, Dorian**
Juego de memoria (cuento)
Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 35-37
- De Zubiría Samper, Miguel**
Inteligencia emocional: ¿qué es?
Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000, pp. 10-16
- Díaz Acero, Carlos Ariel y otro**
Evaluación de la remoción de DBO, DQO, SST, NTK, PT y CF en un humedal de flujo subsuperficial construido con carbón mineral y cultivado con *Zantedeschia aethiopica*
Año 23, No. 89, enero - marzo de 2013, pp. 29-37
- Díaz Díaz, Deyanira y otro**
La computación grid y su aplicación en sistemas que descubren conocimiento
Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 45-49
- Díaz Hernández, Diana Milena y otro**
Mapas de isoaceleración para Colombia utilizando la nueva generación de ecuaciones de atenuación (NGA-2008)
Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014, pp. 45-56
- Díaz, Luis Guillermo y otro**
Determinación rápida de la susceptibilidad térmica del asfalto para el diseño de mezclas asfálticas en caliente
Año 20, No. 80, octubre-diciembre de 2010, pp. 57-66
- Díaz, Sandra Lorena y otro**
Distribución uniforme de caudales en plantas de tratamiento
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 14-20
- Díaz Villarreal, William**
Reflexiones sobre las humanidades y la ingeniería en Colombia
Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 44-49
- Dimaté Castellanos, Laura Marcela y otros**
Producción y resistencia a la corrosión de recubrimientos de WC-Co y Fe-Nb-Cr-W, aplicados por la técnica de proyección térmica
Año 20, No. 79, julio-septiembre de 2010, pp. 7-14
- Duarte, Jorge Enrique y otros**
Caracterización de microactuadores mediante técnicas ópticas
Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 35-38
- Durán Gutiérrez, Jorge Enrique y otro**
Características de compresibilidad y resistencia de arcillas típicas del depósito lacustre de Bogotá
Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014, pp. 25-34
- Uso del piezocono (CPTU) para determinar la caracterización geotécnica de depósitos arcillosos blandos en algunos sitios del departamento de Boyacá
Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014, pp. 69-77
- Echavarría, Alejandro y otros**
Aplicación de las técnicas *Computer Aided Design*, *Fused Deposition Modeling* y *Precision Casting* para fabricación de exoprótesis
Año 18, No. 72, octubre-diciembre de 2008, pp. 79-87
- Echeverría Echeverría, Félix**
Materiales y medio ambiente
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 63-67
- Espinosa Ortiz, Camilo Eduardo y otro**
Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales de 30.000 habitantes
Año 24, No. 94, abril - junio de 2014, pp. 35-44
- Espinosa Silva, Augusto y otro**
Sistemas de excavación pantallas
Vol. 3, año 3, No. 7, enero - marzo de 1992, pp. 27-30
- Sistemas de excavación pantallas
Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992, pp. 8-14
- Estrada Ángel, Marino**
Chitota, la primera central hidroeléctrica en Colombia
Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991, pp. 12-15
- Semántica y oscuridad
Año 5, No. 18, abril - junio de 1995, pp. 18-30
- Hidroeléctricas en un país tropical
Año 5, No. 20, octubre - diciembre de 1995, pp. 20-24
- Estrada, Manuel G.**
Yo soy un interventor ambiental
Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 34

- Estrada V., Jorge Eduardo**
Un mecanismo de historia para la Shell de Bourne
Vol. 2, Año 2, No. 5, junio - agosto de 1991, pp. 12-16
- Estupiñán Escalante, Enrique y otro**
Puente rectificador configurable implementado con sistemas microprocesados para aplicaciones en máquinas eléctricas
Año 20, No. 78, abril-junio de 2010, pp. 27-48
- Faulin, Javier**
Control de rutas de distribución en problemas de transporte con múltiples restricciones. Aplicación a la gestión logística de una empresa agroalimentaria
Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 18-29
- Federici Casa, Carlo**
Reflexiones sobre las pruebas de estado
Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 17
- Sobre cuestiones relativas al análisis dimensional
Año 11, No. 42, abril - junio de 2001, pp. 37-40
- Fernández, Otoniel**
Plan para la conservación del patrimonio vial de Colombia (Provincial)
Año 6, No. 21, enero - marzo de 1996, pp. 20-27
- Ferreira, Carlos Alberto**
El efecto invernadero
Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991, pp. 26-28
- Ferro Escobar, Roberto y otros**
Propuesta de un protocolo de interconexión de dispositivos IP inteligente de red
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 31-38
- Fonseca Herrera, Néstor Enrique**
La instrumentación en la operación y seguridad de las presas
Año 5, No. 17, enero - marzo de 1995, pp. 27-30
- Forcada, José María**
¿Cómo conseguir una mala convivencia?
Vol. 3, año 3, No. 9, julio - septiembre de 1992, pp. 37
- Forero Hurtado, Nury del Rosario**
Innovación en la construcción en Colombia, una obligación
Año 22, No. 86, abril - junio de 2012, p. 51
- Fraile Sánchez, Peter**
Gerencia de valores y motivación en el trabajo. Mística
Vol. 4, año 4, No. 14, septiembre de 1994, pp. 12-13
- La empresa: un espacio cultural
Año 5, No. 17, enero - marzo de 1995, pp. 14-15
- Frasser Sánchez, Carlos Enrique**
Los grafos k-geodésicos y su aplicación al diseño topológico de las redes de computadores
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999, pp. 23-32
- Gaitán Luque, Enrique**
Pólvoras no convencionales para la industria de la construcción y minería
Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 8-9
- Galarza, Germán**
Eliminación de residuos radiactivos
Año 7, No. 27, julio - septiembre de 1997, pp. 23-28
- Galvis Manso, Juan Carlos y otros**
Balance de fases en sistemas de distribución aplicando búsqueda tabú
Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006, pp. 21-28
- Galvis Ramírez, Andrea del Pilar y otro**
Alternativas de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (PTARM) para ciudades con población ≤ 20.000 habitantes
Año 23, No. 89, enero - marzo de 2013, pp. 11-19
- Gamboa Tillotson, Beatriz y otro**
Ecología de ríos y quebradas
Año 24, No. 94, abril - junio de 2014, pp. 45-58
- García Cáceres, David Emmanuel y otro**
Las mallas computacionales en ámbitos organizacionales
Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014, pp. 57-64
- García Cáceres, Rafael Guillermo y otros**
Análisis del sector generador de energía eléctrica en Colombia
Año 15, No. 57, enero-marzo de 2005, pp. 35-46
- García León, Giovanni**
Entramados livianos de acero como aplicación a la vivienda
Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 17-24
- García López, Manuel**
Estudio geotécnico de sistemas de conducción en terrenos montañosos
Vol. 1, año 1, No. 2, septiembre - noviembre de 1990, pp. 4-6
- Estudio geotécnico de sistemas de conducción en terrenos montañosos (II)
Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991, pp. 4-8
- Estudio geotécnico de sistemas de conducción en terrenos montañosos (III)
Vol. 2, año 2, No. 4, marzo - mayo de 1991, pp. 4-6
- García Ospina, Édison Leandro y otro**
Eficiencia de un tratamiento fisicoquímico en aguas residuales de una industria de productos lácteos
Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014, pp. 15-20
- Garrido, Sergio**
Efecto de las bacterias tiosulfato reductoras en la corrosión de tuberías enterradas en suelos de campos de producción
Año 19, No. 75, julio-septiembre de 2009, pp. 49-56
- Garzón Díaz, Karín**
El valor humano en las organizaciones
Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 42-46
- Garzón Moreno, Jaime y otro**
Sistema de cimentación en placa-pilotes. Análisis de interacción suelo-estructura para un edificio de doce pisos y sótano en la ciudad de Bogotá
Año 24, No. 94, abril - junio de 2014, pp. 9-16
- Gaviria, Juan Felipe**
El sector transporte frente a la apertura económica
Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991, pp. 16-20
- Gay Vela, Marco**
¿Una nueva generación de ingenieros electricistas?
Año 7, No. 25, enero - marzo de 1997, pp. 20-25
- La ciencia en la formación del ingeniero electricista
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 36-39
- Giraldo González, Germán Eduardo**
Alternativas de solución al problema probabilístico en los puntos de convergencia de una red PERT
Año 24, No. 94, abril - junio de 2014, pp. 59-64

- Giraldo González, Germán Eduardo y otro*
 Selección del mejor país de América Latina para invertir utilizando la técnica AHP
 Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015, pp. 17-24
- Giraldo González, Germán Eduardo y otros*
 Reducción del tiempo no productivo (NPT) en proyectos de perforación exploratoria de pozos petrolíferos en Colombia. Caso de estudio
 Año 23, No. 92, octubre-diciembre de 2013, pp. 33-50
- Gómez Esquivia, Alberto Javier*
 Propiedades superficiales de soluciones de asfaltenos en tolueno y su relación con el envejecimiento de los asfaltos
 Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002, pp. 14-20
- Propiedades volumétricas de soluciones de asfaltenos en tolueno y su relación con el envejecimiento por uso de los asfaltos
 Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015, pp. 47-52
- Gómez, J.N.*
 Terraplén en suelo reforzado con geotextiles
 Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 10-11
- Gómez Mantilla, Gabriel*
 El control y la auditoría frente a la informática de los años 90
 Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991, pp. 14-15
- Gómez Montoya, Rodrigo Andrés y otros*
 Preparación de pedidos eficiente en el centro de distribución utilizando VRP
 Año 22, No. 88, octubre-diciembre de 2012, pp. 55-64
- González Cabrera, Diego Luis y otros*
 Comportamiento dinámico de una hoja de papel al caer
 Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 33-37
- González Espinosa, Nicolás*
 Illegal business, conflict and economic development. A sustainable perspective
 Año 21, No. 83, julio - septiembre de 2011, pp. 33-44
- González Fletcher, Álvaro*
 Visión general de los sistemas de información geográfica
 Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992, pp. 18-21
- González Fletcher, Álvaro y otro*
 Liderazgo en proyectos, comprensión y selección consciente de su estilo (traducción)
 Vol. 4, año 4, No. 14, septiembre de 1994, pp. 3-11
- González González, Guillermo*
 Diseño sísmico de cimentaciones
 Año 13, No. 52, octubre-diciembre de 2003, pp. 25-31
- González Leal, Gladys Rocío*
 El agua como vehículo de microorganismos patógenos. Bacteria Escherichia coli
 Año 21, No. 82, abril - junio de 2011, pp. 35-41
- González M., Lucy E. y otro*
 Ensayo rápido de DBO
 Año 6, No. 22, abril - junio de 1996, pp. 12-17
- González Sánchez, Marta Inés*
 Muros de contención contemporáneos, construidos con criterios de diseño de los muros taironas
 Año 23, No. 89, enero - marzo de 2013, pp. 21-28
- Guerrero Useda, María Eugenia*
 Apreciaciones en torno al desarrollo conceptual de la investigación universitaria en Colombia
 Año 12, No. 48, octubre-diciembre de 2002, pp. 9-15
- Gutiérrez-Franco, Édgar y otros*
 Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con carga y descarga simultánea para una empresa de distribución de bebidas
 Año 19, No. 75, julio-septiembre de 2009, pp. 13-21
- Gutiérrez Otálora, Sandra*
 Aplicación de la teoría de registros de representación a situaciones de variación
 Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 69-79
- Gutiérrez Otálora, Sandra y otros*
 La función: una experiencia con estudiantes de cálculo diferencial en ingeniería
 Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 47-54
- Gutiérrez Pacheco, Germán y otro*
 Gerencia de proyectos por valor ganado
 Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 45-52
- Gutiérrez R., Ramiro*
 Conceptos sobre fracturamientos hidráulicos para diseño de túneles a presión (1a. parte)
 Vol. 3, Año 3, No. 7, enero - marzo de 1992, pp. 22-26
- Desarrollo de las mediciones de esfuerzos *in situ* con la técnica de fracturamiento hidráulico (2a. parte)
 Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992, pp. 4-7
- Guzmán González, Sharon Dayana*
 Estudios de vulnerabilidad sísmica y reforzamientos estructurales en edificaciones indispensables, de atención a la comunidad y especiales en Colombia
 Año 18, No. 70, abril-junio de 2008, pp. 7-23
- Guzmán Vásquez, Alexander y otros*
 Perspectivas sociológica y económica en la teoría organizacional (1a. parte)
 Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 51-56
- Perspectivas sociológica y económica en la teoría organizacional (2a. parte)
 Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 57-65
- Henao Pérez, Santiago*
 Logística, planeación y administración de la distribución física de servicios o productos de una empresa
 Vol. 2, año 2, No. 5, junio - agosto de 1991, pp. 4-7
- Elementos para un plan de infraestructura vial y de transporte. Caminos de paz
 Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 29-32
- Los diez mayores logros de la ingeniería de construcción en el Siglo XX
 Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001, pp. 43-46
- Hernández Murcia, Óscar Eduardo*
 Metodología del gradiente para la solución de redes de tuberías a presión
 Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 16-23
- Hernández Ramírez, Héctor Manuel*
 Cuarenta años de ciencia y tecnología. ¿Qué se ha hecho y para dónde vamos?
 Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 31-39

- Hernández Rodríguez, Félix y otro*
Comportamiento de losas de cimentación durante el proceso de consolidación
Año 13, No. 50, abril-junio de 2003, pp. 11-22
- Herrera Suárez, Paula Margarita y otro*
Caracterización sísmica de fallas colombianas por analogía con fallas conocidas geológica y sismológicamente
Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014, pp. 37-46
- Hurtado Giraldo, Fernando*
Las bodegas de datos (*data warehouse*): una introducción
Año 8, No. 32, octubre - diciembre de 1998, pp. 36-42
- Infante Zapata, Álvaro*
Aprovechamiento de cenizas residuales de centrales carboeléctricas
Año 6, No. 23, julio - septiembre de 1996, pp. 18-21
- Nueva tecnología de combustión en Colombia: Termosierra 2 x 150 MW
Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 26-30
- Iraola Valdés, Noel y otro*
Resistencia al esfuerzo cortante en entresijos compuestos con losas huecas pretensadas y losa in situ de hormigón armado (topping)
Año 18, No. 72, octubre-diciembre de 2008, pp. 7-19
- Iriarte, Alfredo*
¿Especialistas incultos?
Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 19-21
- Ivorra Valero, José*
La gerencia de proyectos
Año 7, No. 26, abril - junio de 1997, pp. 27-29
- La Unidad Estratégica de Proyectos
Año 14, No. 54, abril-junio de 2004, pp. 31-34
- Un modelo de madurez para la gerencia de proyectos en una organización
Año 14, No. 55, julio-septiembre de 2004, pp. 44-47
- Examen de certificación internacional en gerencia de proyectos
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 39-42
- Jaimés Contreras, Luz Carolina y otros*
Desarrollo de un sistema streaming de audio orientado a dispositivos móviles
Año 21, No. 81, enero-marzo de 2011, pp. 7-18
- Jaramillo Ayerbe, Mauricio y otro*
Modelación fotoquímica del ozono en Cali-Yumbo
Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006, pp. 22-27
- Kalenatic, Dusko y otros*
Tercera faceta de la logística: la focalizada
Año 18, No. 71, julio-septiembre de 2008, pp. 19-25
- Kerlouegan, Pierre*
La obra más grande de finales del siglo, el eurotúnel estará listo en junio de 1993
Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991, pp. 29-30
- Ladino Gaspar, Luis Alejandro*
Determinación de la velocidad del sonido en el aire mediante el uso del computador
Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001, pp. 30-36
- Laserna S., Fernando A.*
Contratación en construcción
Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 17-24
- Latorre Estrada, Emilio*
Transporte e impacto ambiental en las ciudades colombianas
Vol. 3, año 3, No. 7, enero - marzo de 1992, pp. 14-17
- Lemoine Amaya, Carlos*
Genes, felicidad y cultura en la Colombia de hoy
Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 39-42
- Lesmes, Jaime*
Evolución de las matemáticas en ingeniería (I)
Vol. 2, año 2, No. 4, marzo - mayo de 1991, pp. 16-19
- Evolución de las matemáticas en la ingeniería
Vol. 2, año 2, No. 5, junio - agosto de 1991, pp. 20-24
- Liévano León, Bernardo*
La aritmética y la música
Vol. 1, año 1, No. 2, septiembre - noviembre de 1990, pp. 28
- La teoría de las escalas
Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991, pp. 26-27
- El temperamento
Vol. 2, año 2, No. 4, marzo - mayo de 1991, pp. 26-28
- Sistemas de afinación
Vol. 2, año 2, No. 5, junio - agosto de 1991, pp. 28-30
- La agonía del difunto
Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992, pp. 28
- El proyecto Unesco-Idams, una herramienta al servicio de la investigación científica
Año 6, No. 22, abril - junio de 1996, pp. 18-21
- La música en la Grecia clásica
Año 12, No. 46, abril-junio de 2002, pp. 33-38
- De Brahe a Newton: dos siglos de gravitación (I)
Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003, pp. 26-30
- De Brahe a Newton: dos siglos de gravitación (II)
Año 13, No. 51, julio-septiembre de 2003, pp. 28-33
- Londoño Korgi, Sergio*
Métodos actuales de microzonificación sísmica (I)
Vol. 2, año 2, No. 4, marzo - mayo de 1991, pp. 8-10
- Métodos actuales de microzonificación sísmica (II)
Vol. 2, año 2, No. 5, junio - agosto de 1991, pp. 8-10
- Predicción sísmica (traducción)
Año 5, No. 17, enero - marzo de 1995, pp. 31-34
- Londoño LaRotta, Esperanza*
El caso Pinochet en el contexto actual
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999, pp. 35-41
- Currículos tradicionales vs. Currículos alternativos
Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000, pp. 33-36
- De cara a la globalización de la pobreza, la globalización de la protesta social
Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001, pp. 31-36
- López Arango, Carlota*
La "lógica" del lenguaje
Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991, pp. 27

- López Arango, Diego**
 Polinomios de potencias
 Año 10, No. 40, octubre-diciembre de 2000, pp. 46-50
- López B., Cielo Piedad**
 Un vistazo a la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en zonas urbanas
 Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 15-18
- López Guerrero, Enrique y otro**
 Precalificación de conexiones para pórticos de lámina delgada
 Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006, pp. 9-21
- López Pérez, Cecilia y otro**
 Estudio de la bóveda de la iglesia de San Ignacio en Bogotá
 Año 19, No. 75, julio-septiembre de 2009, pp. 23-33
- López, Samuel Fernando**
 Concepción de un circuito magnético para motores de alta eficiencia utilizando acero de grano orientado
 Año 22, No. 85, enero - marzo de 2012, pp. 17-28
- Lora Torres, Eduardo**
 La tasa de cambio y el problema fiscal
 Vol. 3, año 3, No. 7, enero - marzo de 1992, pp. 4-5
 La red vial del G-3
 Vol. 4, año 4, No. 11, abril - junio de 1993, pp. 4-5
- Makowski, Dominik y otros**
 Development of pixel-based algorithms for face detection
 Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015, pp. 25-34
- Maldonado Currea, Adriana y otro**
 Una nota sobre el Teorema de Rolle
 Año 14, No. 53, enero-marzo de 2004, pp. 38-41
- Maldonado Guilfoyle, Roberto**
 Modificación de suelos
 Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 16-20
- Marcel, Ángel**
 Y dale otra vez con la lectura
 Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 13-16
 La historia de siempre y de cualquier parte
 Año 10, No. 40, octubre-diciembre de 2000, pp. 51-54
- Martínez Argüelles, Gilberto y otros**
 Evaluación del desempeño de una pista de prueba a escala real, utilizando mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho proveniente de llantas recicladas y otros modificadores
 Año 21, No. 81, enero-marzo de 2011, pp. 27-34
- Martínez Villalba, Daniel**
 Las tendencias en la administración
 Vol. 4, año 4, No. 11, abril - junio de 1993, pp. 25-27
- Medina Suárez, María Nuncia**
 A propósito de algo llamado investigación
 Año 10, No. 40, octubre-diciembre de 2000, pp. 40-45
- Meléndez, Alfonso**
 La geometría del futuro
 Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992, pp. 16-17
 Proyecto aquiles: un proyecto piloto en informática educativa
 Año 5, No. 17, enero - marzo de 1995, pp. 35-39
 Educación e informática: una unión necesaria
 Año 5, No. 20, octubre - diciembre de 1995, pp. 17-19
- Acerca del aprendizaje, la enseñanza y el aprendizaje de la enseñanza
 Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 26-28
- Educación y tecnología hacia la sociedad del conocimiento
 Año 9, No. 36, octubre - diciembre de 1999, pp. 24-30
- De qué callada manera...
 Año 13, No. 51, julio-septiembre de 2003, pp. 23-27
- GeoGebra como apoyo a la solución de problemas matemáticos
 Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, pp. 17-21
- Méndez, Luisa Fernanda**
Case Computer Aided Software Engineering
 Vol. 1, año 1, No. 2, septiembre - noviembre de 1990, pp. 12-15
- Méndez Ramírez, Ce Tochtli y otro**
 Cálculo estructural de tablestacas para refuerzo de un puerto marítimo
 Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 21-24
- Mendieta Piñeros, David y otro**
 Secado de lodos de aguas de lavado de filtros
 Año 11, No. 42, abril - junio de 2001, pp. 7-14
- Mesa Ramírez, Fabio Leonardo y otro**
 Uso de la AUV₂₅₄ como sustituto de la DBO para evaluar lagunas de estabilización
 Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006, pp. 28-36
- Ministerio de Trabajo y Ministerio de Salud**
 Reforma de la seguridad social en salud
 Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 8-10
- Mockus, Antanas**
 Educación y cultura
 Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 31-41
- Molano Camargo, Marfa y otros**
 Evaluación de los beneficios de la captura de CO₂ para el tratamiento de agregados finos reciclados de concreto, como una estrategia para combatir el cambio climático
 Año 25, No. 99, julio - septiembre de 2015, pp. 45-58
- Monje Lugo, Víctor Hugo**
 Sistematización: factores de éxito
 Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 15-16
- Monroy Valencia, Hernando**
 El colapso vial y la ingeniería nacional
 Año 6, No. 21, enero - marzo de 1996, pp. 15-19
- Monsalve Sáenz, Germán**
 Infiltración
 Año 5, No. 19, julio - septiembre de 1995, pp. 15-19
- Montañez, N. P. y otro**
 Pursuing an integrated vision into water resources management. Study case: Duitama County (Boyacá)
 Año 20, No. 77, enero-marzo de 2010, pp. 37-42
- Montañez, Sandra Neyid y otro**
 Portales grid basados en estándares
 Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 37-43
- Montaño Bejarano, Adriana Marcela**
 Análisis de la capacidad disponible futura del Sistema de Transmisión nacional (STN 2004)
 Año 11, No. 42, abril - junio de 2001, pp. 21-30

- Montejo Perry, María del Rosario*
Evaluación en reflexión. Para evaluaciones más justas
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 43-54
- Montoya Restrepo, Constanza y otra*
Conocimiento científico vs conocimiento tecnológico
Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 10-15
- Montoya Torres, Jairo Rafael*
Algunas aplicaciones de la investigación de operaciones en gestión de producción
Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007, pp. 34-43
- M.O.P.T.*
Obras públicas por concesión
Vol. 3, año 3, No. 9, julio-septiembre de 1992, pp. 25-30
- Mora Camargo, María Elvira*
Billy Hare: una mirada que procede con tacto
Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 43-47

La fotografía: otra realidad
Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001, pp. 37-42
- Morales, Carlos Augusto*
Rumbo A Blue Grass
Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002, pp. 39-40
- Moreno Armella, Luis*
Tecnología y aprendizaje de las matemáticas
Año 12, No. 46, abril-junio de 2002, pp. 42-43
- Moreno, Rafael A.*
El proyecto de condiciones de trabajo en obras de construcción
Vol. 4, año 4, No. 10, enero - marzo de 1993, pp. 4-6
- Moreno Roa, Carmenza y otro*
Acerca del conocimiento de la variable y la variación
Año 14, No. 55, julio-septiembre de 2004, pp. 35-43
- Moreno Moreno, Javier*
Poemas
Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 43-45
- Muñoz Delgado, Jorge*
Ojos rojos
Año 12, No. 46, abril-junio de 2002, pp. 38-41
- Negroponte, Nicolás*
El mundo digital y las naciones en vías de desarrollo
Año 9, No. 35, julio - septiembre de 1999, pp. 15-21
- Nieto Sotomayor, Daniel*
¿Humanidades en la Escuela Colombiana de Ingeniería?
¿Para qué?
Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 42-46
- Niño Martínez, Juan Claudio*
La autonomía de la marioneta
Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 57
- Obrégón Cardona, Lina Yaneth y otros*
Corrección dinámica del factor de potencia
Año 14, No. 53, enero-marzo de 2004, pp. 31-37
- Oramas Leuro, Joaquín Eduardo*
La administración de justicia. Una visión diferente
Año 11, No. 42, abril - junio de 2001, pp. 31-36
- Ospina Zúñiga, Óscar Efrén y otro*
Tratamiento casero alternativo de agua para consumo humano por medio de fitoquímicos
Año 21, No. 84, octubre - diciembre de 2011, pp. 7-17

Sostenibilidad ambiental urbana mediante predicción de patologías en sistemas de alcantarillado
Año 22, No. 85, enero - marzo de 2012, pp. 35-45
- Otero A., Heindel Ricardo y otros*
Enseñanza de la física mediante la construcción de prototipos
Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015, pp. 53-58
- Oviedo, Óscar y otro*
Uso de materiales reciclados para edificaciones: estudio del concreto hidráulico con adición de tiras de caucho de desecho de llanta
Año 18, No. 71, julio-septiembre de 2008, pp. 7-17
- Pachón Rubiano, Néstor Raúl*
Soluciones reales continuas de la ecuación funcional lineal de orden n
Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004, pp. 59-66

About certain type of matrix groups
Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006, pp. 40-41

Ecuaciones diferenciales lineales transformables en ecuaciones de coeficientes constantes
Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 71-80
- Páez Rueda, Carlos Iván*
Análisis de la antena dipolo en Vee: una aproximación gráfica
Año 19, No. 73, enero-marzo de 2009, pp. 7-13
- Pardo, Germán y otro*
Proyecto embalse San Rafael
Año 4, No. 16, Vol. 4, diciembre de 1994, pp. 9-22
- Parra Plazas, Jaime Alberto y otros*
Dirigibles Autónomos no Tripulados (AUV)
Año 19, No. 76, octubre-diciembre de 2009, pp. 43-60

Identificación de imágenes por medio de flujo óptico y características de la imagen
Año 20, No. 79, julio-septiembre de 2010, pp. 35-44

Uso del subproducto de PMMA como material de relleno en poliolefinas
Año 22, No. 85, enero - marzo de 2012, pp. 29-34
- Patiño, Amparo y otros*
La enseñanza del caos determinista en un curso de física general
Año 9, No. 34, abril - junio de 1999, pp. 14-19
- Paz, Jorge*
Repavimentación con geotextiles en el par vial de la ciudad de Cali
Vol. 4, año 4, No. 10, enero-marzo de 1993, pp. 22-26
- Paz Penagos, Hernán*
Introducción a la tecnología de las antenas inteligentes aplicadas en comunicaciones móviles
Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003, pp. 16-20

Minas antipersonal en Colombia
Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004, pp. 41-58

El aprendizaje situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería (1a. parte)
Año 18, No. 70, abril-junio de 2008, pp. 33-42

- El aprendizaje situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería (Segunda parte)
Año 18, No. 71, julio-septiembre de 2008, pp. 47-58
- Transmisión de energía eléctrica mediante inducción magnética en campo cercano
Año 23, No. 90, abril - junio de 2013, pp. 17-28
- Paz Penagos, Hernán y otros**
Repulsión del lepidóptero del género *Copitarsia decolora* en un cultivo de flores a través de emisión de ultrasonido
Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007, pp. 18-24
- Diseño de una antena fractal siguiendo el modelo de Mandelbrot
Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 35-44
- Equipos GPRS con cobertura universal
Año 25, No. 99, julio - septiembre de 2015, pp. 37-44
- Peñalosa Londoño, Enrique**
La ciudad que sueña
Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 26-34
- Peñaloza Pabón, César Augusto**
Desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte en el marco de los TLC
Año 22, No. 86, abril - junio de 2012, pp. 43-49
- Pérez Ruiz, Alexander**
Robot hexápodo bioinspirado
Año 15, No. 57, enero-marzo de 2005, pp. 17-24
- Perry Z., Gustavo**
Propagación de errores en la enseñanza
Vol. 4, año 4, No. 10, enero - marzo de 1993, pp. 13-21
- Piñeros S., Sandra Y. y otro**
Remoción de algas con cloruro férrico
Año 6, No. 23, julio - septiembre de 1996, pp. 14-17
- Prada Salas, Héctor**
La crisis de la educación en administración a nivel de posgrado (Programa MBA)
Año 5, No. 17, enero - marzo de 1995, pp. 16-25
- Prado Bravo, Gerardo**
Cronología de la matemática
Año 5, No. 18, abril - junio de 1995, pp. 31-34
- Cronología de la matemática (2a. parte)
Año 5, No. 19, julio - septiembre de 1995, pp. 30-34
- Cronología de la matemática (3a. parte)
Año 5, No. 20, octubre - diciembre de 1995, pp. 37-38
- Cronología de la matemática (4a. parte)
Año 6, No. 21, enero - marzo de 1996, pp. 42-44
- El eclipse de los satélites geoestacionarios
Año 6, No. 24, octubre - diciembre de 1996, pp. 22-25
- Cuaterniones. Potenciación en coordenadas polares
Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001, pp. 39-44
- Puentes Parodi, Jaime Alejandro y otro**
Comportamiento operacional de un tornillo simple con diferentes configuraciones de dado
Año 20, No. 80, octubre-diciembre de 2010, pp. 45-55
- Puentes Parodi, Jaime Alejandro y otros**
Researching of the external plasticizing and extrusion of natural fermented Polyhydroxybutyrate, and the effect of the biodegradable plasticizers in the mechanical, physical and thermal properties
Año 18, No. 72, octubre-diciembre de 2008, pp. 21-35
- Pulido Casas, Gabriel H.**
Herramientas computarizadas para análisis de proyectos de inversión
Año 9, No. 36, octubre - diciembre de 1999, pp. 16-23
- Quintero Araújo, Carlos Leonardo**
Búsqueda tabú para el 2-agente viajero peripatético
Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 57-63
- Quintero, Luz S. y otro**
Aplicaciones de nanotecnología en la construcción de pavimentos
Año 23, No. 90, abril - junio de 2013, pp. 37-42
- Quiroga S., Pedro Nel**
Vibraciones en entresijos
Año 9, No. 35, julio - septiembre de 1999, pp. 9-14
- La importancia de la forma, textura y granulometría de los agregados en la tecnología del concreto
Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004, pp. 20-24
- El módulo de finura de la arena y el comportamiento del concreto fresco
Año 15, No. 57, enero-marzo de 2005, pp. 7-9
- Carbonatación en puentes y edificaciones de Bogotá
Año 20, No. 77, enero-marzo de 2010, pp. 43-51
- Quiroga S., Pedro Nel y otro**
Primer Encuentro Nacional de Ingenieros de Suelos y Estructuras. Una reseña
Vol. 3, año 3, No. 7, enero - marzo de 1992, pp. 6-8
- Comparación del comportamiento de elementos estructurales a escala de concreto convencional y de concreto con agregados reciclados
Año 22, No. 87, julio - septiembre de 2012, pp. 7-14
- Ramírez Arévalo, Viviana y otro**
Incidencia de las zonas de fallas geológicas en los túneles en roca de Colombia
Año 24, No. 96, octubre-diciembre de 2014, pp. 47-60
- Ramírez B., Gina Paola y otros**
Nanotecnología, la magia de lo diminuto
Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 28-32
- Ramírez de Rincón, Martha Lucía**
La ingeniería como generadora de divisas
Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 38-46
- Ramírez N., Silvia L. y otro**
Remoción de coliformes fecales en lagunas de estabilización
Año 7, No. 25, enero - marzo de 1997, pp. 14-19
- Ramírez Rivera, Alfonso**
Geometría de un polígono
Vol. 1, año 1, No. 1, junio de 1990, pp. 17-18
- Ramos Acosta, Diego Alonso**
Interfaz háptica: una herramienta en la enseñanza de la ingeniería a distancia
Año 14, No. 54, abril-junio de 2004, pp. 35-41

- Recio Buriticá, Álvaro**
El docente universitario exitoso
Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001, pp. 24-29
- El qué y el para qué de la investigación en la universidad
Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002, pp. 21-28
- Restrepo Girón, Andrés David y otros**
Procedimiento de discriminación de ecos relevantes en una señal de sonar
Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 36-41
- Restrepo Jiménez, Mariluz**
Comunicación: filo de la organización
Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003, pp. 41-47
- Reyes Jiménez, Diego y otro**
Comparación entre el corte con láser de CO₂ de PMMA virgen y PMMA reciclados
Año 23, No. 90, abril - junio de 2013, pp. 11-15
- Rincón Montes, Juan Pablo y otros**
Factor de potencia usando fuentes conmutadas
Año 12, No. 46, abril-junio de 2002, pp. 26-32
- Ríos Mesías, Mario Alberto y otros**
Análisis de los fenómenos electromagnéticos en un cable de fibra óptica tipo ADSS en las líneas de transmisión de alta tensión
Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 25-33
- Ríos Reyes, Claudia**
El ensayo presiométrico, una herramienta para la caracterización del subsuelo *in situ*
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999, pp. 15-20
- Luciación, una visión general del proceso y sus efectos
Año 9, No. 36, octubre - diciembre de 1999, pp. 10-15
- Caracterización de sitio como aplicación específica de la geotecnia ambiental
Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 17-21
- Ríos Reyes, Paula**
Redes de energía eléctrica inteligentes: perspectivas en los contextos nacional e internacional
Año 25, No. 99, julio - septiembre de 2015, pp. 59-65
- Ríos, Roberto y otros**
Valoración del cargo por capacidad con base en valores observados del mercado de energía eléctrica colombiano y relación con hidrología crítica, confiabilidad y costo del racionamiento
Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006, pp. 29-35
- ¿Son relevantes los costos marginales del MPODE para el mercado de energía eléctrica colombiano?
Año 16, No. 62, abril-junio de 2006, pp. 30-33
- Rivera, Rodrigo**
El proceso de paz. Análisis y propuestas
Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 59-67
- Riveros González, Hugo**
Ingeniería, desarrollo tecnológico y responsabilidad social: Tres grandes elementos de riqueza en el tercer milenio
Año 8, No. 32, octubre - diciembre de 1998, pp. 31-33
- Roa Rojas, Jairo**
El mundo de los superconductores de alta temperatura
Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 33-38
- Rodado Noriega, Carlos**
Crítica de la teoría económica a propósito de la apertura
Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 4-11
- Proyecto educativo institucional
Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 50-51
- Rodríguez Bello, Luz Angélica**
Potencialidades de la biomasa para la producción de biocombustibles, energía eléctrica y energía térmica. Europa como mercado potencial
Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007, pp. 44-52
- Cadenas productivas para el aprovechamiento de residuos sólidos. Incorporación de los recuperadores a la solución
Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 57-68
- Modelo de un sistema de gestión de residuos sólidos para organizaciones
Año 18, No. 71, julio-septiembre de 2008, pp. 27-37
- Rodríguez Cheu, Luis Eduardo**
Modelo de sistema de dedos articulados para prótesis
Año 13, No. 50, abril-junio de 2003, pp. 36-41
- Rodríguez Coca, Diana Mercedes y otro**
Configuración logística para tratamiento de residuos hospitalarios peligrosos
Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 65-75
- Rodríguez Díaz, Alfonso**
El río Magdalena: muchos años de estudios... y desconocimiento
Año 8, No. 31, julio - septiembre de 1998, pp. 11-19
- Análisis de fórmulas para evaluar pérdidas de energía por fricción en conductos. Una nueva expresión
Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001, pp. 7-13
- Modelo de evaluación de curvas de niveles de un embalse
Año 19, No. 76, octubre-diciembre de 2009, pp. 23-32
- Rodríguez Díaz, Alfonso y otro**
Guía metodológica básica para elaborar estudios de impacto ambiental
Año 9, No. 34, abril - junio de 1999, pp. 9-13
- Optimización de redes abiertas a presión para riego por aspersión
Año 12, No. 48, octubre-diciembre de 2002, pp. 4-8
- Modelo de gestión para la rehabilitación de redes troncales de alcantarillado
Año 20, No. 80, octubre-diciembre de 2010, pp. 19-32
- Instrumentación de redes troncales de alcantarillado. Componente hidráulico
Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014, pp. 17-24
- Rodríguez Díaz, Alfonso y otros**
Optimización de redes abiertas a presión, utilizando el modelo de las redes parciales sucesivas. Programa de computador con la plataforma AutoCAD
Año 18, No. 70, abril-junio de 2008, pp. 25-32
- Guía ambiental para el desarrollo de proyectos relacionados con el diseño, construcción y operación de redes de acueducto y alcantarillados
Año 20, No. 77, enero-marzo de 2010, pp. 7-26

- Coliseo El Otoño: una propuesta arquitectónica a partir de la “divina proporción”
Año 21, No. 81, enero-marzo de 2011, pp. 35-42
- Diseño de un sistema de control y supervisión de estaciones de bombeo
Año 22, No. 87, julio - septiembre de 2012, pp. 43-50
- Rodríguez Flórez, Carlos Alberto**
Deformaciones del concreto por fraguado y cambio de temperatura
Año 17, No. 66, abril-junio de 2007, pp. 7-18
- Rodríguez, Jorge Alberto**
Tomografía sísmica a partir de registros de SPT
Año 21, No. 81, enero-marzo de 2011, pp. 19-26
- Rodríguez, Jorge Alberto y otro**
Análisis acoplado de esfuerzo-deformación-flujo para excavaciones en suelos blandos
Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 29-36
- Optimización de cimentaciones en suelos blandos de Bogotá
Año 19, No. 73, enero-marzo de 2009, pp. 23-40
- Rodríguez, Jorge Alberto y otros**
Mejoramiento de suelos blandos mediante inclusiones de suelos estabilizados en sitio
Año 19, No. 73, enero-marzo de 2009, pp. 15-22
- Rodríguez Lattuada, Sylian Joy**
Modelo de filtros de alta eficiencia Hepa
Año 11, No. 42, abril - junio de 2001, pp. 15-20
- Propiedades y aplicaciones de las fibras de carbón activado en el control de la contaminación del aire
Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 16-21
- Realidades del biocombustible
Año 16, No. 62, abril-junio de 2006, pp. 17-21
- Rodríguez Lattuada, Sylian Joy y otro**
Películas biológicas: qué son y cómo se forman
Año 13, No. 52, octubre-diciembre de 2003, pp. 11-14
- Rodríguez, Luis Fernando**
Taxonomía de protocolos de comunicaciones
Vol. 2, año 2, No. 4, marzo - mayo de 1991, pp. 12-14
- Rodríguez Moreno, Roger y otro**
Consecuencias ambientales por fallo o rotura de presas en el marco del análisis de riesgos
Año 24, No. 96, octubre-diciembre de 2014, pp. 61-71
- Rodríguez Ordóñez, Jorge Alberto y otro**
Evaluación de las propiedades dinámicas a bajas deformaciones de los suelos de Bogotá
Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006, pp. 7-14
- Rodríguez Ríos, Claudia Yadira**
Qué es Business Process Management (BPM). Definiciones y conceptos
Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, pp. 23-29
- Rodríguez Valencia, Álvaro**
Congestión en Bogotá: un problema más allá de controles e impuestos
Año 19, No. 73, enero-marzo de 2009, pp. 41-48
- Rojas Camacho, Oswaldo**
Restauración de imágenes: aspectos generales
Año 12, No. 48, octubre-diciembre de 2002, pp. 16-24
- Rojas Gutiérrez, Marley**
Calidad del agua en la quebrada Gualanday
Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015, pp. 7-11
- Rojas Hernández, Flor y otro**
Una evaluación del RAP
Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001, pp. 13-15
- Romero Rojas, Jairo A.**
La clasificación sapróbica del ENA
Vol. 1, año 1, No. 1, junio de 1990, pp. 6-16
- Biodiscos
Vol. 3, año 3, No. 9, julio - septiembre de 1992, pp. 6-9
- El proceso de lodos activados y el diagrama de predominio relativo
Año 5, No. 20, octubre - diciembre de 1995, pp. 10-16
- Hinchamiento de lodos
Año 6, No. 21, enero - marzo de 1996, pp. 3-8
- Lagunas aireadas
Año 8, No. 31, julio - septiembre de 1998, pp. 22-33
- Aguas residuales de industrias de galvanoplastia
Año 14, No. 53, enero-marzo de 2004, pp. 22-30
- Romero Rojas, Jairo Alberto y otro**
Guía para el manejo y control de la calidad del agua en piscinas de uso público
Año 21, No. 82, abril-junio de 2011, pp. 7-15
- Remoción de hierro con almidón de maíz
Año 23, No. 91, julio - septiembre de 2013, pp. 7-10
- Valoración del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), del Índice de Tratamiento (IT), del Índice de Continuidad (IC) y del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp), para el periodo 2010 - 2011, de sistemas de tratamiento de agua potable
Año 23, No. 92, octubre-diciembre de 2013, pp. 13-22
- Romero Rojas, Jairo Alberto y otros**
Calidad del agua lluvia
Año 23, No. 90, abril - junio de 2013, pp. 29-36
- Remoción de hierro en agua con alta concentración
Año 24, No. 94, abril - junio de 2014, pp. 31-34
- Rondón Quintana, Hugo Alexander y otro**
Fatiga en mezclas asfálticas por flexión debido a cargas cíclicas
Año 21, No. 82, abril - junio de 2011, pp. 17-34
- Rosas Vega, Gabriel**
Análisis económico: la crisis fiscal (I)
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 10-19
- Análisis económico: la crisis fiscal (II)
Año 8, No. 30, abril - junio de 1998, pp. 3-14
- Rozo, Johana Paola y otro**
Influencia de la degradabilidad de las rocas en los parámetros de resistencia de los materiales de la formación Guaduas, al noroccidente de Bogotá
Año 23, No. 91, julio - septiembre de 2013, pp. 31-42
- Rugeles, Enrique**
Reflexiones y sugerencias sobre liderazgo
Año 6, No. 22, abril - junio de 1996, pp. 7-11

- Ruiz, Daniel y otros**
Estimación del daño sísmico de pórticos de concreto reforzado en Bogotá mediante análisis no lineales en función del tiempo
Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 15-27
- Ensayos cíclicos y estáticos para evaluar la resistencia sísmica de los muros y las conexiones de paneles livianos prefabricados para la construcción de viviendas
Año 19, No. 75, julio-septiembre de 2009, pp. 35-48
- Ruiz Cruz, Carlos Rodrigo y otros**
Modelo de inventarios y espacio en góndola en puntos de venta para productos de abarrotes en una cadena de supermercados (1a. parte)
Año 20, No. 78, abril-junio de 2010, pp. 57-63
- Modelo de inventarios y espacio en góndola en puntos de venta para productos de abarrotes en una cadena de supermercados (2a parte)
Año 20, No. 79, julio-septiembre de 2010, pp. 15-25
- Ruiz, Raúl Alberto**
La nueva física del mundo microscópico
Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992, pp. 26-27
- La nueva física del mundo macroscópico
Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 24-25
- Ruiz Salguero, Carlos Javier**
Comentarios sobre los elementos de la teoría de la Medida
Año 13, No. 51, julio-septiembre de 2003, pp. 34-44
- Ruiz Valencia, Daniel y otros**
Propuesta de modificación de la ecuación para la estimación del módulo de elasticidad del concreto en función de la resistencia a la compresión para Bogotá
Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 7-15
- Salamanca Pinzón, Alberto**
Diseño de vigas en concreto
Vol. 1, año 1, No. 2, septiembre - noviembre de 1990, pp. 7-10
- La historia de la Escuela, una visión personal
Año 7, No. 28, octubre - diciembre de 1997, pp. 7-15
- Salamanca P., Silvia C.**
Al interior de un sistema de información geográfica
Vol. 3, año 3, No. 9, julio - septiembre de 1992, pp. 10-15
- Salazar Ferro, Francisco**
Estudio de traviesas de eucalipto para ferrocarril
Vol. 4, año 4, No. 11, abril - junio de 1993, pp. 12-16
- Salazar Ferro, Ricardo y otro**
Análisis de esfuerzos en excavaciones en suelos blandos
Año 24, No. 96, octubre-diciembre de 2014, pp. 21-29
- Salazar Morales, Ómar y otro**
Una revisión al tema de simplificación de fórmulas booleanas y difusas
Año 21, No. 84, octubre - diciembre de 2011, pp. 19-26
- Salazar Perdomo, Cristina**
De Hungría a Latinoamérica: un mar de letras
Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 38-42
- Salvá, Pedro y otro**
Soil Nailing Verde
Año 13, No. 51, julio-septiembre de 2003, pp. 11-16
- Sánchez B., Luis G.**
La paradoja de las nuevas tecnologías
Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991, pp. 22-25
- Sánchez Bonilla, Fabián Andre**
La bilastra estructural (muro bilastra)
Año 21, No. 81, enero-marzo de 2011, pp. 51-57
- Sánchez Sabogal, Fernando**
Sobre la permeabilidad de las mezclas asfálticas densas (parte I)
Año 22, No. 85, enero - marzo de 2012, pp. 7-16
- Sobre la permeabilidad de las mezclas asfálticas densas (parte II)
Año 22, No. 86, abril - junio de 2012, pp. 7-15
- Segregaciones granulométrica y térmica en las mezclas de concreto asfáltico
Año 22, No. 87, julio - septiembre de 2012, pp. 27-41
- Breve historia de la ingeniería vial en Bogotá (a propósito de algunos hechos recientes)
Año 23, No. 89, enero - marzo de 2013, pp. 53-67
- Sobre la razonabilidad social de las tarifas de peaje en las carreteras colombianas
Año 23, No. 92, octubre-diciembre de 2013, pp. 23-32
- Factores que han contribuido al deterioro prematuro de los pavimentos asfálticos en las carreteras nacionales
Año 24, No. 94, abril - junio de 2014, pp. 17-30
- Ensayos para valorar los agregados pétreos destinados a la construcción de los pavimentos asfálticos de las carreteras nacionales. Compendio para dummies
Año 25, No. 99, julio - septiembre de 2015, pp. 67-82
- Sánchez, Sandra Esperanza y otro**
Determinación de contrastes de conductividad del subsuelo mediante el uso de campos electromagnéticos producidos por señales transitorias
Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006, pp. 44-49
- Sánchez Sierra, Gabriel**
Grandes interrogantes del desarrollo energético: América Latina y el Caribe
Vol. 4, año 4, No. 14, septiembre de 1994, pp. 19-27
- Santamaría Alzate, Felipe y otro**
Análisis simplificado de oxígeno disuelto en el río Ubaté
Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014, pp. 21-25
- Santamaría Guzmán, Marcela Patricia**
Generación de un mapa de concentración de SO₂ en Bogotá con el uso de sistemas de información geográfica
Año 10, No. 40, octubre-diciembre de 2000, pp. 18-23
- Santiago Cely, Claudia Patricia y otro**
Consideraciones tecnológicas como resultado de la construcción de la arquitectura empresarial para una institución de educación superior
Año 25, No. 97, enero - marzo de 2015, pp. 35-46
- Santos Granados, Germán Ricardo**
Rutas hacia la turbulencia en los fluidos
Vol. 1, año 1, No. 3, diciembre de 1990 - febrero de 1991, pp. 16-20

Santos Granados, Germán Ricardo y otros

Estudio numérico-experimental del flujo no permanente en un canal de laboratorio
Año 14, No. 55, julio-septiembre de 2004, pp. 22-29

Sarache Castro, William Ariel y otros

Planeación de rutas de distribución. Una aplicación del método de Lemaire
Año 14, No. 54, abril-junio de 2004, pp. 26-30

Sarmiento Gómez, Camilo

Análisis de los costos y consecuencias de las inundaciones
Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 4-6

Sarmiento Gómez, Eduardo

Los fondos de capital de riesgo, los servicios a las empresas y la modernización de las pymes
Año 13, No. 51, julio-septiembre de 2003, pp. 4-10

Sarmiento Palacio, Eduardo

Trípode del desarrollo agrícola
Vol. 4, año 4, No. 15, noviembre de 1994, pp. 3-12

Los cien primeros días de gobierno
Vol. 4, año 4, No. 16, diciembre de 1994, pp. 3-8

¿Se hizo el milagro de la distribución del ingreso?
Año 5, No. 17, enero - marzo de 1995, pp. 5-13

El financiamiento y las limitaciones institucionales del salto social
Año 5, No. 18, abril - junio de 1995, pp. 4-11

Las condiciones financieras del distrito
Año 5, No. 19, julio - septiembre de 1995, pp. 4-14

El estado de la economía
Año 5, No. 20, octubre - diciembre de 1995, pp. 3-9

Crisis económica y crisis política
Año 6, No. 22, abril - junio de 1996, pp. 3-6

Fórmulas para superar la crisis económica
Año 6, No. 23, julio - septiembre de 1996, pp. 3-6

Recesión, inflación y revaluación
Año 6, No. 24, octubre - diciembre de 1996, pp. 3-6

Respuesta a la corte constitucional sobre la emergencia económica
Año 7, No. 25, enero - marzo de 1997, pp. 3-8

Estado de la economía colombiana en el contexto de América Latina
Año 7, No. 26, abril - junio de 1997, pp. 3-14

Mercado y bien común
Año 7, No. 27, julio - septiembre de 1997, pp. 3-9

Soluciones a la crisis económica
Año 8, No. 31, julio - septiembre de 1998, pp. 3-10

Comentarios a la corte constitucional sobre el Decreto 2330 de la emergencia económica de 1998 (Audiencia pública)
Año 8, No. 33, enero - marzo de 1999, pp. 3-6

El plan de desarrollo
Año 9, No. 34, abril - junio de 1999, pp. 3-8

Funciones del Banco de la República y crisis del UPAC
Año 9, No. 35, julio - septiembre de 1999, pp. 3-8

El modelo alternativo
Año 9, No. 36, octubre - diciembre de 1999, pp. 3-5

Diez años de apertura

Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000, pp. 3-5

El empleo como fórmula de reactivación
Año 10, No. 38, abril - junio de 2000, pp. 3-4

Emisión, quinientos mil empleos y reactivación
Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 4-8

Modelo estratégico para las exportaciones colombianas y la integración
Año 10, No. 40, octubre - diciembre de 2000, pp. 4-11

El neoliberalismo: nefasto experimento para Colombia
Año 11, No. 41, enero - marzo de 2001, pp. 4-12

Cómo salir del estancamiento y volver a crecer
Año 11, No. 42, abril - junio de 2001, pp. 4-6

Responsabilidad del banco central autónomo en la crisis económica
Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 12-15

Cambio de modelo económico
Año 11, No. 44, octubre-diciembre de 2001, pp. 4-6

Contrarreforma educativa
Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002, pp. 4-6

El modelo propio: teoría económica e instrumentos
Año 12, No. 46, abril-junio de 2002, pp. 4-7

Evaluación del programa fiscal del gobierno y propuesta alternativa
Año 12, No. 47, julio-septiembre de 2002, pp. 4-9

Evaluación del Alca
Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003, pp. 4-6

Programa para la Bogotá social
Año 13 - No. 50 - Abril-junio de 2003 pp. 4-10

La economía del medio siglo
Año 13, No. 52, octubre-diciembre de 2003, pp. 4-10

El cumplimiento de los derechos fundamentales
Año 14, No. 53, enero-marzo de 2004, pp. 4-10

La crisis social
Año 14, No. 54, abril-junio de 2004, pp. 4-6

Estrategia de empleo para Bogotá
Año 14, No. 56, octubre-diciembre de 2004, pp. 4-10

La lucha contra la pobreza
Año 15, No. 57, enero-marzo de 2005, pp. 4-6

Por qué no firmar el TLC
Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 4-9

Alternativa social al plan 2019
Año 16, No. 61, enero-marzo de 2006, pp. 4-6

Privatizaciones e inequidad. Venta de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá
Año 16, No. 62, abril-junio de 2006, pp. 4-8

El crecimiento a largo plazo. Resumen ejecutivo
Año 16, No. 63, julio-septiembre de 2006, pp. 4-8

Premio Portafolio 2006
Año 16, No. 64, octubre-diciembre de 2006, pp. 4-5

Los peligros del TLC
Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007, pp. 4-6

- Reforma al Banco de la República
Año 23, No. 89, enero - marzo de 2013, pp. 7-10
- Las bases de los TLC
Año 23, No. 90, abril - junio de 2013, pp. 7-10
- Burbujas financieras
Año 23, No. 92, octubre - diciembre de 2013, pp. 7-11
- Enfermedad holandesa: incumplimiento de la proporción de los factores
Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014, pp. 7-14
- Piketty y distribución con crecimiento
Año 24, No. 96, octubre - diciembre de 2014, pp. 9-19
- Crecimiento desbalanceado y política industrial
Año 25, No. 99, julio - septiembre de 2015, pp. 7-28
- Sarmiento Palacio, Eduardo y otro*
Resultados y ajustes del Transmilenio
Año 15, No. 58, abril-junio de 2005, pp. 4-13
- Segura Arenas, Sergio Mauricio y otro*
Energía de fractura en modo I del concreto de resistencia normal reforzado con fibras cortas de acero
Año 24, No. 95, julio - septiembre de 2014, pp. 47-56
- Sepúlveda Chaverra, Juan David*
Modelo de medición y análisis de factores de responsabilidad social empresarial (RSE) para el diseño de estrategias y programas en pequeñas y medianas empresas
Año 23, No. 89, enero - marzo de 2013, pp. 39-51
- Serna Higueta, Leidy Yanet y otro*
Modelado y simulación de la interacción entre pacientes con patologías respiratorias comunes y un ventilador mecánico de última generación
Año 20, No. 78, abril-junio de 2010, pp. 7-19
- Silva de Lima, Alexandre y otros*
The study of friction in joints
Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 35-43
- Silva Fajardo, Germán*
La necesidad de reorganizar institucionalmente el sector transporte
Vol. 1, año 1, No. 1, junio de 1990, pp. 19-22
- Perspectivas del ejercicio de la ingeniería en el año 2000
Vol. 2, año 2, No. 5, junio - agosto de 1991, pp. 17-19
- Silva Sánchez, Eduardo y otros*
ECI 20 años
Vol. 3, año 3, No. 9, julio - septiembre de 1992, pp. 20-24
- Silveira Cabrera, Cecilio*
Independencia académica: un propósito de la educación superior
Año 18, No. 69, enero-marzo de 2008, pp. 67-72
- Soto Castañeda, John Fabio*
Gestión del conocimiento en las ciencias administrativas
Año 21, No. 84, octubre - diciembre de 2011, pp. 49-54
- Soto Vargas, Javier E. y otro*
Laboratorio Virtual de Sistemas Digitales
Año 17, No. 65, enero-marzo de 2007, pp. 25-33
- Suárez Medina, Gabriel*
La educación como posibilidad del ser pensante
Año 7, No. 25, enero - marzo de 1997, pp. 9-13
- Voluntad de verdad y pedagogía
Año 8, No. 29, enero - marzo de 1998, pp. 20-22
- Susa, José L. y otro*
Navegación de un robot móvil autónomo utilizando el concepto de campo de fuerza combinado
Año 20, No. 78, abril-junio de 2010, pp. 49-56
- Tarazona B., Jorge E.*
La función servicios de información y sus interacciones
Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991, pp. 22-25
- Un modelo del trabajo empresarial
Vol. 4, año 4, No. 11, abril - junio de 1993, pp. 17-24
- Teuta Gómez, Guillermo*
Gestión del espectro y banda ancha inalámbrica. Tecnologías para reducir la brecha social en Colombia
Año 25, No. 98, abril - junio de 2015, p. 49
- Thomas, Florence*
De la vulnerabilidad del amor
Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002, pp. 41-44
- Torres Agredo, Janneth y otro*
Técnicas utilizadas en la producción y caracterización de puzolanas
Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 24-28
- Torres Alayón, Ada Beatriz*
En torno a la metodología educativa en la universidad
Año 6, No. 24, octubre - diciembre de 1996, pp. 7-9
- Acerca del papel del maestro en la universidad
Año 7, No. 27, julio - septiembre de 1997, pp. 10-12
- Factores asociados para determinar la calidad de la educación superior: Programa de Economía de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Año 16, No. 62, abril-junio de 2006, pp. 34-41
- Torres, Julio Andrés*
Un ambiente ideal para la producción de sistemas de información
Vol. 3, año 3, No. 8, abril - junio de 1992, pp. 22-24
- Torres Nieto, Álvaro*
El conocimiento y las comunicaciones
Vol. 4, año 4, No. 14, septiembre de 1994, pp. 28-29
- Triana Sánchez, Enrique y otro*
Simulación de abastecimiento de agua en Bogotá
Año 12, No. 46, abril-junio de 2002, pp. 8-13
- Trujillo Dávila, María Andrea y otros*
Las redes organizacionales en la nueva forma de producción del conocimiento
Año 17, No. 67, julio-septiembre de 2007, pp. 81-92
- Turriago Hoyos, Mauricio*
Caracterización de lodos en las PTAR de Subachoque, Guatavita y Ubaté
Año 12, No. 46, abril-junio de 2002, pp. 14-25
- Umaña Pérez, Francly Yolima y otro*
Fabricación de ladrillos a partir de lodos secos
Año 11, No. 43, julio - septiembre de 2001, pp. 26-30
- Urdaneta Hernández, Germán*
Instinto de conservación
Vol. 3, año 3, No. 9, julio - septiembre de 1992, pp. 4-5

Uribe Escamilla, Jairo

Modificaciones propuestas al Título F. Estructuras metálicas-del Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991, pp. 4-10

Resistencia a tensión de perfiles omega de lámina delgada, formados en frío

Año 14, No. 54, abril-junio de 2004, pp. 7-16

Resistencia a compresión de columnas tubulares hechas con perfiles omega de lámina delgada, formados en frío

Año 14, No. 55, julio-septiembre de 2004, pp. 4-14

Evaluación de la rigidez axial de paneles sándwich de poliuretano de alta densidad y láminas de acero para su utilización estructural

Año 22, No. 86, abril - junio de 2012, pp. 17-24

Evaluación de la rigidez a flexión de paneles sándwich de poliuretano de alta densidad y láminas de acero para su utilización estructural

Año 22, No. 87, julio - septiembre de 2012, pp. 57-70

Uribe Escamilla, Jairo y otro

Modelos de microconcreto para la enseñanza del comportamiento de estructuras de hormigón reforzado

Año 13, No. 50, abril-junio de 2003, pp. 23-35

Uribe Escamilla, Jairo y otros

Diseño y fabricación de mesas vibratorias para el estudio del comportamiento dinámico de modelos estructurales a escala reducida

Año 16, No. 64, octubre-diciembre de 2006, pp. 13-20

Uribe Jongbloed, Alberto

Evaluación del efecto de la temperatura en la adsorción de contaminantes peligrosos sobre arcillas organofílicas

Año 10, No. 39, julio - septiembre de 2000, pp. 9-17

Efecto del incremento en ph sobre la adsorción de contaminantes peligrosos por arcillas organofílicas

Año 10, No. 40, octubre - diciembre de 2000, pp. 12-17

Valderrama Mantilla, Fernando José

Qué pasa con la higiene y seguridad industrial en Colombia

Año 15, No. 60, octubre-diciembre de 2005, pp. 22-26

Valderrama Sánchez, Hugo Fernando

Cuatro ideas básicas para establecer programas de calidad total

Vol. 4, año 4, No. 10, enero - marzo de 1993, pp. 10-12

La calidad total en el desarrollo y en la implantación de aplicaciones

Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 12-14

Valencia Agudelo, Mauricio Hernando y otros

Caracterización de las variables cinemáticas de la marcha humana bajo el agua en individuos sanos

Año 24, No. 93, enero - Marzo de 2014, pp. 7-15

Valencia Clement, Gabriel

Consideraciones sobre el empleo del coeficiente de disipación de energía, R, en el análisis de las estructuras de acero

Año 15, No. 59, julio-septiembre de 2005, pp. 7-15

Valencia Clement, Gabriel y otro

Calificación de conexiones para pórticos de lámina delgada (2a. parte)

Año 17, No. 68, octubre-diciembre de 2007, pp. 7-15

Valencia N., Amílcar J.

Propuesta metodológica para estudios de riesgo por fenómenos naturales

Año 8, No. 32, octubre - diciembre de 1998, pp. 10-19

Consideración de las restricciones geoambientales en la planificación del desarrollo en Colombia

Año 13, No. 49, enero-marzo de 2003, pp. 7-15

Consideraciones geoambientales regionales para la delimitación de áreas potenciales y la selección de áreas favorables para la futura ubicación de rellenos sanitarios

Año 13, No. 52, octubre-diciembre de 2003, pp. 15-24

Valencia N., Amílcar J. y otro

Evaluación de un escenario de riesgo por fenómenos de inestabilidad en Marmato

Año 7, No. 27, julio - septiembre de 1997, pp. 32-39

Varón Rojas, Alexandra y otros

Refuerzo sísmico exterior para mampostería con malla electrosoldada

Año 14, No. 55, julio-septiembre de 2004, pp. 15-21

Vecino Arenas, Carlos Enrique y otros

Reconversión tecnológica limpia y rentable

Año 20, No. 79, julio-septiembre de 2010, pp. 45-54

Velásquez Vela, Jorge Luis

Contratos de obra pública por el sistema de concesión.

Aspectos financieros

Vol. 4, año 4, No. 12, julio - septiembre de 1993, pp. 25-28

Vélez U., Fabio

La medición del valor de g en el siglo XVII

Año 10, No. 37, enero - marzo de 2000, pp. 26-32

La determinación de la longitud: historia de un genio

Año 12, No. 45, enero-marzo de 2002, pp. 29-38

La educación no es una ciencia, es un arte

Año 13, No. 50, abril-junio de 2003, pp. 42-51

Albert Einstein. Una explosión de genialidad

Año 16, No. 64, octubre-diciembre de 2006, pp. 32-39

Vidal Rivera, Pedro Nel

Guavio. Una central de embalse eficiente

Vol. 4, año 4, No. 13, febrero de 1994, pp. 21-23

Balance hidrotérmico del sistema interconectado nacional

Vol. 4, año 4, No. 16, diciembre de 1994, pp. 30-33

Villegas Gómez, Jorge

Poesía Despojo y vergüenza

Vol. 2, año 2, No. 6, octubre - diciembre de 1991, pp. 21

Viña Vizcaíno, Gerardo

Impacto de los derrames de petróleo en Colombia

Vol. 4, año 4, No. 11, abril - junio de 1993, pp. 28-32

Zabala Mejía, Andrés Oswaldo y otros

Identificación modal a partir de vibraciones ambientales para puentes peatonales metálicos por medio de la metodología NEXT/ERA

Año 22, No. 86, abril - junio de 2012, pp. 35-42

Zalamea Traba, Fernando

Matemáticas: el ámbito de las posibilidades

Año 9, No. 34, abril - junio de 1999, pp. 25-27

Zorrilla, Luis Alejandro y otro

Unite your corporate links of knowledge and boost the team's impact in the enterprise

Año 21, No. 82, abril - junio de 2011, pp. 43-46

REVISTA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

Alcance y política

El objetivo de la *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería* es difundir artículos técnicos que contribuyan al desarrollo del país a través de una publicación con alta calidad editorial y rigor científico.

La revista acepta prioritariamente los siguientes tipos de trabajos, que le permiten mantener su categorización:

1. **Artículo de investigación científica y tecnológica.** Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.
2. **Artículo de reflexión.** Documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.
3. **Artículo de revisión.** Documento producto de una investigación donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica.

También admite artículos de las siguientes tipologías:

4. **Artículo corto.** Documento breve que presenta resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica, que por lo general requieren una pronta difusión.
5. **Reporte de caso.** Documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular, con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico.
6. **Revisión de tema.** Documento resultado de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular.

Cabe destacar que se privilegian para la revista los tipos de artículos de los numerales 1, 2 y 3.

La revista circula trimestralmente y recibe sólo artículos inéditos. Los trabajos recibidos se someten al concepto de pares académicos y del Consejo Editorial.

Requisitos para la publicación de artículos

Los artículos presentados a la revista deben remitirse por correo electrónico a revista@escuelaing.edu.co, adjuntando los siguientes formatos debidamente diligenciados: autor.doc, clasificación.doc y tipo.doc, cuyos archivos se pueden descargar de <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>. En este mismo sitio está disponible la plantilla guía que contiene la estructura determinada por la revista para los artículos.

Scope and policy

Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería disseminates technology articles helping to our country development. It emphasises on its high quality print and its scientific rigour. Articles submitted for publication shall be classified into one of the following categories— which allow it keeps its indexation:

1. **Scientific and technological research article.** These documents offer a detailed description about the original findings of research projects. In general, the usually used structure contains four important sections: introduction, methodology, results and conclusions.
2. **Reflection article.** These documents present the results of a research project on a specific, interpretative, or critical view by the author about a particular topic by using original sources.
3. **Review.** A document resulting from a finished research, where the published and/or unpublished findings of investigation in a particular field of science or technology are analysed, systematised and integrated to report the progress and the development tendencies. These documents include a careful bibliographic review.

Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería also accepts the following types of articles:

4. **Short article.** A brief text presenting the original, preliminary and/or partial results of a scientific or technological study, which normally need to be disseminated as quickly as possible.
5. **Case report.** A document that presents the results of a study on a specific situation in order to report the technical and methodological experiences considered in a particular case.
6. **Thematic review.** These documents are the product of a critical review of literature on a particular topic.

Our revista privilege articles as the highlight ones in numbers 1, 2 and 3.

Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería is a quarterly publication that only accepts unpublished articles. The revista submits all the papers to the verdict of two academic peers, who evaluate the article.

Ruling for publication

The article must be sent by e-mail to revista@escuelaing.edu.co with 3 files attached: Author.doc, Classification.doc and Type.doc available in <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>. There is also a template guide for the structure of the article (template guide.doc).



Confía en 4-72,
el servicio de envíos
de Colombia

Línea de atención al cliente:
(57 - 1) 472 2000 en Bogotá
01 8000 111 210 a nivel Nacional

.....

www.4-72.com.co