



Revista Academia y Virtualidad

Diseño e implementación de laboratorios virtuales

Design and implementation of virtual labs

Programa Ingeniería Civil, FAEDIS, Universidad Militar Nueva Granada – Colombia

Autores:

Johanna Carolina Ruíz Acero
Karina Lisette Arias Morales
Luis Ángel Moreno Anselmi
luis.moreno@unimilitar.edu.co

Fecha de recepción: Agosto 2011

Fecha de Aceptación : Septiembre 2011

Resumen

Es significativo el crecimiento del número de estudiantes del programa de Ingeniería Civil a distancia, perteneciente a la Universidad Militar Nueva Granada (aproximadamente 607 estudiantes activos a 10 de septiembre de 2010), situación que hace necesario descentralizar las actividades que también pueden ser realizadas a distancia.

Actualmente, las prácticas en los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Militar Nueva Granada se implementan únicamente para los estudiantes de la modalidad presencial, lo que representa un traslado hasta las instalaciones de la Universidad.

El desplazamiento conlleva un sobre costo para el estudiante, así como la saturación en la prestación del servicio de los laboratorios durante los horarios establecidos, la reducción de ensayos por parte del estudiantes (debido a la cantidad de material utilizado), la imposibilidad de realizar los ensayos completos en razón al tiempo que demanda cada práctica (según el material) y la falta de un espacio adecuado para la atención masiva de estudiantes. Este panorama conlleva a que el estudiante sólo vea cómo se elabora el ensayo, escriba los resultados del laboratorio y los procese.

Este problema no se evidencia únicamente en la modalidad a distancia, sino también en presencial. Lo importante de una práctica de laboratorio es que cada estudiante logre interactuar con el proceso de la elaboración, vea distintos resultados y pueda analizar, discutir y procesar los resultados obtenidos, estableciendo el criterio adecuado con la debida información, según la especificación o teoría utilizada.



Revista Academia y Virtualidad

El desarrollo de este producto representa un software que estará basado en la modelación numérica de los parámetros de granulometría, temperatura, asfalto para el diseño Marshall y de tipo de material, inercia, tipo de carga y tipo de apoyo para el ensayo de flexión en vigas.

El programa será de propiedad de la Universidad, el cual busca aportar a nivel nacional y mundial una herramienta de experimentación y previsión para la formación de ingenieros y, además, permite tener una visión ideal de este tipo de ensayos.

Palabras clave: Laboratorio virtual, Marshall, Mezcla Asfáltica

Abstract

It's significant the growth in the number of students at Civil Engineering program in distance mode, part of the Universidad Militar Nueva Granada Military (607 active students at september 10, 2010). This situation requires the decentralization of activities that can be performed remotely too.

Currently, practices at the laboratories of Civil Engineering at the University are only for students in traditional face system, that means students have to go to the University.

Moving involves a cost for the student and the saturation in the labs at established hours, reduction of students tests (cause of the amount of material used), the inability to perform the tests complete due to the time (depending on material) and the lack of space for the massive attention of students. This situation force the student to see how develops the test results lab type and data processing.

This problem is not evident only in the distance mode, also in attendance. The most important fact of a lab practice is that each student interacts with the process of elaboration, see different results and can analyze, discuss and process the results obtained by setting the appropriate standard with appropriate information, as the specification or theory used.

The development of this product is a software, based on the numerical modeling of grain size parameters, temperature, Marshall asphalt design and type of material, inertia, load type and type of support for the beam bending test.

The University will be the owner of software, which seeks to provide experimentation tool and provision for the training of engineers for Colombia and whole World, also allows optimal idea of such trials.

keywords: Virtual laboratory, Asphalt, Marshall



Revista Academia y Virtualidad

Introducción

Según el Ashworth College, 2010. la educación a distancia ha existido por década, sea a través de cursos por correspondencia o cursos por radio y televisión; adicionalmente, la educación de video interactiva ha creado el sendero para el aprendizaje en línea.

Desde la década anterior diversas universidades han planteado un plan estratégico para proveer la educación fuera de los ambientes tradicionales, como las aulas de clase. (Lei, S., & Gupta, R., 2010). Desde siempre han existido inconvenientes para recibir educación, sea por problemas sociales, médicos, financieros o geográficos (Holmberg, 1977). La literatura actual investigada por (Lei, S., & Gupta, R., 2010) indica que la educación a distancia facilita y maximiza el aprendizaje, a lo que se les puede sumar los resultados obtenidos en el Examen de Calidad de la Educación Superior (ECAES), donde los estudiantes del Programa de Ingeniería Civil a Distancia han estado por encima de la media Nacional, mostrando la eficiencia y eficacia del sistema.

En los últimos años la educación a distancia ha cobrado una gran importancia en todas las áreas del aprendizaje. (Allen y Seaman, 2008) reportaron un incremento del 12% de estudiantes que toman o realizan cursos o carreras en línea entre el 2007 y el 2008, debido a los adelantos computacionales, al desarrollo de las TIC y las redes de comunicación de área extendida internet.

Es importante reconocer que, mediante la aplicación de entornos virtuales de aprendizaje -apoyados en los diferentes adelantos mencionados anteriormente-, se ha podido ampliar la cobertura de la educación, traspasando fronteras y reforzando el trabajo interinstitucional.

Aunque los beneficios de la educación de distancia son numerosos, los gastos también deben ser considerados y valorados cuidadosamente, debido a las diferentes herramientas de desarrollo virtual.

Para presentar solución los inconvenientes presentados, desde hace mucho tiempo se vienen implementando laboratorios virtuales, laboratorios remotos y simuladores, algunas experiencias exitosas en las áreas de la medicina, aeronáutica, física, química, ingeniería electrónica, ingeniería industrial, entre otras.

Los laboratorios virtuales son herramientas asincrónicas, donde el estudiante puede simular prácticas, ensayos o fenómenos físicos -sea a partir de datos reales o hipotéticos- donde puede obtener resultados a partir de modelos matemáticos. Los laboratorios remotos controlan en espacio y tiempo una práctica o ensayo desde un lugar remoto.

Para solucionar inconvenientes en la educación a distancia, actualmente existe una tendencia hacia la virtualidad y los programas educativos en línea, que han logrado establecer una enseñanza similar a la presencial.

Durante los últimos años, debido a la evolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones, se ha incorporado no solo la teoría, sino también la práctica a la educación a distancia. Un ejemplo son los llamados laboratorios virtuales, con programas especializados que permiten la simulación del entorno de un laboratorio tradicional (Tzafestas, C.S., Palaiologou, N. y Alifragis, M., 2006); (Dominguez, M., Reguera, P. y Fuertes, J.J., 2005) y (Fandos, M., Jiménez, J.M., Gonzáles, A.P).

Hoy en día hay diversas definiciones sobre los laboratorios virtuales y los laboratorios remotos, algunos explicados por (Candelas et al., 2005; Calvo



Revista Academia y Virtualidad

et al., 2008; Dormido et al., 2007a). Adicionalmente existen diversas experiencias exitosas en la elaboración de este tipo de laboratorios (virtuales y remotos), tales como eMersion, Connexions, MeRLab, UNED, WebLab, entre muchos otros, y diversas áreas de conocimiento, cada uno de ellos tiene su propio lenguaje de programación, interfaz web, ámbitos de medición y gestores de control.

A nivel mundial se han implementado diversos laboratorios virtuales, en diversas instituciones. En la Universidad Nacional Experimental del Táchira y la Universidad de Los Andes-Táchira (Venezuela) se ha desarrollado un laboratorio de control de procesos que permite regular el nivel de fluido que contiene un tanque (Casallas, R., Chacón, R., Posso, F., 2005), en la Universidad de Alicante (España) se ha realizado un laboratorio virtual para robótica, que realiza simulaciones de algoritmos de visión artificial y movimiento de un manipulador industrial (Candelas F.A., et al. 2004). También se han desarrollado laboratorios virtuales en el área de la ingeniería civil, como el de la Universidad del Valle. Actualmente se está realizando un laboratorio remoto de estructuras e ingeniería sísmica y dinámica estructural, que permitirá realizar ensayos de vibración libre, armónica y aleatoria (sismos) en estructuras pequeñas: http://eicg.univalle.edu.co/G-7/proyecto_remotos.html

El MIT (Instituto tecnológico de Massachussets) desarrolla módulos en línea que, por medio de simulaciones, permiten el aprendizaje de las áreas de mecánica de sólidos y diseño estructural http://icampus.mit.edu/projects/Active_LearningCEE.shtml.

Para la ingeniería civil es de gran importancia que el estudiante entienda fenómenos prácticos y realice la experimentación en áreas como geotecnia, estructuras, aguas entre otras. Para que

el estudiante logre este conocimiento y adquiera la competencia respectiva, se programan diversos laboratorios –según la temática adecuada– donde el estudiante interactúa, experimenta y desarrolla las habilidades cognitivas. Ejemplos similares se pueden consultar en (J. Barbosa y T. Andreu., 2000) y (H.A. Kofman; E.J. Tozzi, y P.A. Lucero, 2000). Estos laboratorios, debido a los equipos que demanda cada práctica, se realizan de manera presencial, sin que importe la metodología de enseñanza empleada.

Según autores como (L. Rosado y J.R. Herreros, 2002), (L. Rosado y J.R. Herreros, 2004), (L. Gil, E. Blanco y J.M. Aulí, 2000), (O. Boix, S. Fillet y J. Bergas, 2002) y (F.J. González-Castaño et al, 2001) este tipo de prácticas presentan inconvenientes debido a su complejidad, en razón a que demandan mucho tiempo para su completa realización. Los materiales de uso incrementan costos e impiden que los estudiantes no realicen todos los ensayos. Debe existir el seguimiento permanente del docente, restringiendo el número de estudiantes atendidos y evitando la experimentación por sí mismo; en otras ocasiones se encuentran con medidores, máquinas, instrumentos y herramientas que no conocen, cuyo manejo únicamente conocen los laboratoristas.

El proyecto de investigación consiste en el desarrollo e implementación de dos laboratorios virtuales, específicamente (1) el ensayo Marshall de la asignatura Pavimentos y (2) el ensayo de flexión en vigas de resistencia de materiales). Este producto busca la creación de un entorno de simulación donde el estudiante observe el proceso de elaboración y adicionalmente, por medio de simulaciones matemáticas y datos de entrada dados por el mismo, obtenga resultados acordes con ensayos.



Revista Academia y Virtualidad

Metodología propuesta

Para la realización del trabajo de investigación se han reconocido etapas que permitirán una adecuada utilización de los recursos, una optimización del tiempo y el logro de los objetivos planteados. Por esta razón, a continuación son expuestas las etapas necesarias para el desarrollo del proyecto:

- Recolección de datos e información sobre plataformas, lenguajes de modelación, interfaz y gestores: consulta y recolección de bibliografía que contenga información acerca de experiencias en laboratorios virtuales y la escogencia de las herramientas más adecuadas.
- Recolección de datos e información sobre los ensayos: consulta y recolección de bibliografía que contenga información acerca del proceso de los ensayos (Marshall y flexión en vigas).
- Definición de los parámetros para realizar el modelo: de acuerdo a las variables analizadas, serán escogidas aquellas que alimentarán los modelos matemáticos en cada uno de los ensayos.
- Organización, análisis e interpretación de la información: se realizará un estudio a fondo de la información recolectada en la etapa previa, con el fin de asimilar el proceso y realizar una estructura organizacional para el desarrollo del software.
- Reconocimiento de recursos y equipos existentes en la UMNG: se realizará el reconocimiento de los equipos de laboratorio utilizados para el proceso de los ensayos, para luego simularlos en el software del laboratorio virtual.
- Elaboración de las muestras y realización de los ensayos: elaborar las muestras con diferentes datos de los parámetros escogidos en cada uno de los ensayos, para obtener la influencia de esas variables en los resultados.
- Creación de los modelos matemáticos: creación dos modelos matemáticos, que se ajusten a los resultados de los ensayos realizados (Marshall y flexión de vigas)
- Análisis de los programas de modelación: de acuerdo a los datos obtenidos, el modelo matemático se ajustará de acuerdo al lenguaje de programación más adecuado para el aula virtual.
- Análisis y montaje de la herramienta multimedial: de acuerdo al lenguaje de programación se realizarán las animaciones respectivas para la claridad del ensayo y el procedimiento de montaje del laboratorio.
- Construcción de plataforma de acceso y software: adecuación de una plataforma de acceso restringido para los estudiantes de la UMNG que requieran la utilización del laboratorio. Elaboración del software de simulación virtual.
- Pruebas iniciales y ajustes: prueba del software con alumnos de la UMNG, con el fin de verificar su utilidad y realizar las correcciones necesarias para el correcto funcionamiento.



Revista Academia y Virtualidad

Desarrollo

Los ensayos son fundamentales para el aprendizaje y el desarrollo de criterios de análisis que debe tener un ingeniero civil. En un ensayo Marshall se pueden obtener los porcentajes óptimos de asfalto, junto con los valores de estabilidad y flujo de la respectiva mezcla. Para el caso del ensayo a flexión es básico observar el comportamiento de cualquier tipo de material bajo carga monotónica, según el tipo de material y su inercia.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto plantea la realización de una investigación del modelo matemático que se ajuste a los dos ensayos y la obtención de los diferentes parámetros que puedan variar los resultados, con el fin de elaborar un laboratorio virtual llevado a una plataforma multimedial. Esta herramienta virtual permite la representación del proceso y los equipos necesarios para su realización, de modo que el estudiante realice el experimento, visualice resultados y los analice.

El acceso al ensayo de laboratorio se restringirá a usuarios autorizados, con un horario preestablecido por medio de un sistema de información que permita el acceso y uso del laboratorio virtual. Posteriormente será realizada una propuesta pedagógica acerca de la utilización de las TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones) como apoyo a los programas de educación a distancia, con el fin de brindar un aporte investigativo que permita lograr eficiencia en la educación mediante laboratorios virtuales.

Es importante tener en cuenta que la educación es un derecho fundamental y que cada región del país necesita profesionales en las diferentes áreas del conocimiento. Cabe resaltar que factores como

dinero, tiempo, desplazamientos a otras ciudades, ocupaciones laborales, entre otras obligaciones que adquiere cada persona, evitan que puedan cursar una carrera en la modalidad presencial. Por esto, instituciones universitarias y tecnológicas del mundo se han interesado en ofrecer programas de educación a distancia para que cada persona, sin importar dónde se encuentran ni el área del desempeño, aproveche internet como fenómeno tecnológico y social por excelencia, que genera procesos de formación y aprendizaje flexibles, dinámicos e individualizados a través de páginas web, independientemente del día, lugar y hora.

En programas como Ingeniería Civil, adicional a la fundamentación teórica profunda en áreas como hidráulica y medio ambiente, estructuras, geotecnia, vías y transporte, y construcción, también es necesario llevar cada uno de los conceptos aprendidos a la práctica, conociendo puntualmente la metodología, procedimiento y análisis de resultados, acercando al estudiante a la experiencia directa con los posibles campos de acción.

Ante este panorama, surge la necesidad de mostrar a los estudiantes que cursan la materia pavimentos en la modalidad a distancia (del área de geotecnia) una representación virtual que plasme en su mente un desarrollo de ensayo lo más cercano a la realidad. El propósito de promover e implementar un laboratorio virtual aplicado a diseño Marshall, parte de la necesidad de ofrecer al estudiante una metodología de aprendizaje a distancia donde observe el desarrollo minucioso del ensayo, que normalmente se ejecuta en un laboratorio. Adicionalmente, proporciona la variación de diversos parámetros como energía y temperatura de compactación, el tipo de cemento asfáltico, la



Revista Academia y Virtualidad

granulometría de la mezcla para el análisis de resultados, elementos que no se pueden llevar a cabo en un laboratorio presencial por falta de tiempo, espacio y materiales.

El diseño Marshall fue elegido como primer ensayo para implementación de ensayo virtual. Este ensayo contiene los parámetros para definir el tipo de mezcla asfáltica a utilizar en la capa de rodadura y las bases de una vía según las normas y especificaciones técnicas colombianas.

Para esto debe tener en cuenta qué tipo de materiales (material granular y cemento asfáltico) tendrán el mejor comportamiento mecánico después de la respectiva elaboración. Los parámetros analizados son la estabilidad y rigidez Marshall, cuando las mezclas son sometidas a un ensayo monotónico de tracción indirecta. El flujo, las densidades, el contenido de vacíos llenos de asfalto, los agregados y de la mezcla, buscan plasmar un diseño eficaz con los requerimientos exigidos por el constructor o el consultor desde las plantas asfálticas, en lo que refiere al porcentaje óptimo de asfalto, resistencia máxima que soporta y la deformación plástica.

En el procedimiento del ensayo presencial se llevan los materiales para la elaboración de las mezclas (asfalto y agregados totalmente caracterizados según la Norma INVIAS o IDU, según corresponda) al laboratorio. Para esta propuesta se efectuará el diseño paso a paso, dando a conocer -para el caso en estudio- la metodología del ensayo al estudiante virtual, proporcionando las herramientas profesionales necesarias para definir la mezcla que debe ser usada en cualquier tipo de obra.

Generalmente la interacción del estudiante con el laboratorio es directa; es decir, tiene un contacto

cercano a los equipos, el técnico (laboratorista), el docente encargado de la materia y, en general, cada uno de los implementos requeridos para desarrollar, comprender y analizar el ensayo.

Para realizar el programa y mostrar las variables a utilizar, fue necesario tomar dos tipos de asfalto producidos en Colombia 60/70 y 80/100. Para cada tipo se tienen cinco porcentajes de asfalto (5.0,5.5,6.0,6.5,7.0), siete tipos de mezclas asfálticas (MDC-1, MDC-2, MDC-3, MSC-1, MSC-2, MGC-0, MGC-1), dos energías de compactación para simular un tráfico moderado y pesado (que corresponden a 50 y 75 golpes con el martillo de compactación) y variando la temperatura de 100° y a 120° centígrados.

Luego, se elabora un programa dinámico en Flash Action 3.0 que muestra el paso a paso del procedimiento llevado a cabo en el laboratorio, lo que genera ecuaciones empíricas que ayudan al estudiante a determinar los factores finales del diseño Marshall. De esta manera el estudiante que cursa pavimentos a distancia, interactúa de tal forma que percibe de la manera más precisa y cercana a la realidad el ensayo de diseño Marshall. Según el procedimiento que se ha estado llevando a cabo para cumplir con el proyecto, una vez fabricadas las muestras para la mezcla MDC-1, con asfalto 80-100, compactado a 75 golpes y con una temperatura de compactación de 120°, se han obtenido los siguientes resultados:



Revista Academia y Virtualidad

Tabla 1.

Resultados estabilidad, fluencia y rigidez para diferentes porcentajes de asfalto.

% de asfalto	Estabilidad Marshall (Kg)	Fluencia (mm)	Rigidez Marshall (Kg/mm)
5	814	3,175	256,3
5,5	880	3,344	263,3
6	908	3,429	264,9
6,5	820	4,191	195,6
7	688	7,112	96,8

De dicha tabla (1) se pueden obtener las siguientes gráficas:



Figura 1a.
Gráfica estabilidad vs % asfalto

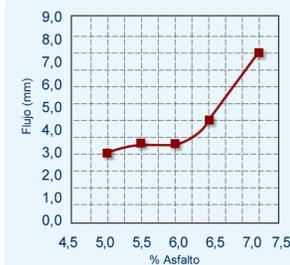


Figura 1b.
Gráfica flujo vs % asfalto

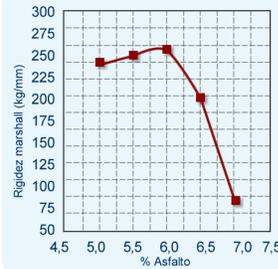


Figura 1c.
Gráfica rigidez Marshall vs % asfalto

Después de fabricadas las muestras para la mezcla MDC-2, con asfalto 80-100, compactado a 75 golpes y con una temperatura de compactación de 120°, se han obtenido los siguientes resultados mostrados en la tabla 2:

Tabla 2.

Resultados estabilidad, fluencia y rigidez para diferentes porcentajes de asfalto.

% de asfalto	Estabilidad Marshall (Kg)	Fluencia (mm)	Rigidez Marshall (Kg/mm)
5	896	3,683	243,280
5,5	1052	4,064	258,858
6	993	4,572	217,192
6,5	898	5,334	168,354
7	830	5,520	150,355



Revista Academia y Virtualidad

Con la tabla 2 se pueden obtener las siguientes gráficas:

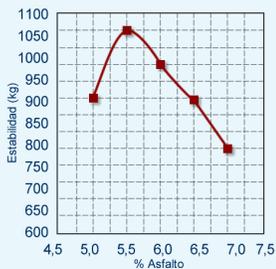


Figura 2a.
Gráfica estabilidad vs %
asfalto

Al realizar el análisis correspondiente a los resultados obtenidos en las dos mezclas asfálticas, se evidencia entre las figuras 1a, 1b y 1c y 2a, 2b y 2c, que al variar la distribución granulométrica de los agregados y modificar el porcentaje de asfalto para cada una de éstas, la deformación y el esfuerzo máximo al que se pueden someter las probetas presentan un cambio considerable entre ellas, lo que define la elección de la mezcla en una estructura de pavimento.

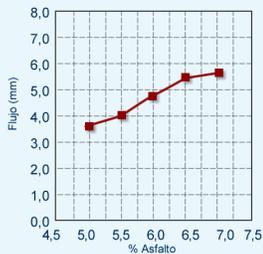


Figura 2b.
Gráfica flujo vs %
asfalto

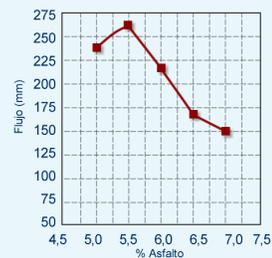


Figura 2c.
Rigidez Marshall vs %
asfalto



Bibliografía

Allen, E., & Seaman, J. (2008). Sataying the course. Babson Survey Research Group: The Sloan Consortium.

Arenas, H. L. (1999) Tecnología del cemento asfáltico. Cali, Fundación para actividades de investigación y desarrollo. 299 p.

Ashworth College; Online Education Leader Appoints New Vice President of Education; Dr. Leslie Gargiulo, Ph.D. Joins Ashworth College Executive Team. Education Letter. 2010 Sep 8 59. In: ProQuest Education Journals [database on the Internet] [cited 2010 Sep 10]. Available from: <http://www.proquest.com/>; Document ID: 2126115041.

Candelas, F.A. Torres, F., Gil, P., Ortiz, F., Puentes, S. y Pomares, J. (2004) Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, 1(2), 49-57.

Calvo, I., Zuleta, E., Gangoiti, U., López, J.M. (2008). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. Ikastorratza, e-Revista de didáctica, 3, 1-21.

Casallas, R., Chacón, R., Posso, F. (2005). Desarrollo básico de un Laboratorio Virtual de Control de Procesos basado en Internet. Acción pedagógica, N° 14, pp. 58-65.

DOMÍNGUEZ GONZÁLEZ, Manuel; FUERTES MARTÍNEZ, Juan José; REGUERA ACEVEDO, Perfecto; DIEZ GONZÁLEZ, Alberto B; ROBLES ÁLVAREZ, Antonio; SIRGO BLANCO, José A; ESTRATEGIAS DOCENTES COLABORATIVAS BASADAS EN LA UTILIZACIÓN DE LABORATORIOS

REMOTOS VIA INTERNET; Artículo de las Universidades de León y de Oviedo, España; 2006

Domínguez, M., Reguera, P., Fuertes, J.J. (2005). Laboratorio remoto para la enseñanza de la automática en la Universidad de León.

(España). Revista Iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 2, Núm. 2, pp. 36-45.

Dormido, S., Sánchez, J., Vargas, H., Dormido – Canto, S., Dormido, R., Duro, N., Farias, G., Canto, Ma.A y Esquembre, F. (2007^a).

Análisis, desarrollo y publicación de laboratorios virtuales y remotos para la enseñanza de la automática, II Congreso Español de Informática: Simposio EIWISA, pp. 1-6.

ECOPETROL, (1995). Catálogo de productos industriales. Petroquímica. Refinería y mercadeo. Barrancabermeja.

ECOPETROL (1996). Cartilla práctica para el manejo de los asfaltos colombianos. Bucaramanga.

ECOPETROL (1999). Cartilla práctica para el manejo de los asfaltos colombianos. Bucaramanga.

Fandos, M., Jiménez, J.M., Gonzáles, A.P. Estrategias didácticas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Acción pedagógica, Vol. 11, No. 1, pp. 28-39.

F.J. González-Castaño et al (2001), Internet access to real equipment at computer architecture laboratories using the Java/CORBA paradigm, Computers & Education, 36(2), pp. 151-170 (2001).

Holmberg, B. (1977). Distance education. London, England: Kogan Page Limited.



Revista Academia y Virtualidad

IDU - Instituto de Desarrollo Urbano, (2005). Especificaciones técnicas de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D.C., Colombia.

Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras. Bogotá D.C..

Instituto Nacional de Vías – INVIAS (2007a). Normas de ensayos de materiales para carreteras. Bogotá D.C., Colombia.

J. Barbosa y T. Andreu, Asignaturas prácticas de laboratorio: una experiencia de evaluación en la facultad de Química de la Universidad de Barcelona, I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona, Spain, Universidad de Barcelona, 2000, pp. 47.

H.A. Kofman; E.J. Tozzi, y P.A. Lucero (2000), La unidad experimento-simulación en la enseñanza informatizada de la Física, Revista de Enseñanza y Tecnología.

Lei, S., & Gupta, R.. (2010). College distance education courses: evaluating benefits and costs from institutional, faculty and students' perspectives. *Education*, 130(4), 616-631. Retrieved September 10, 2010, from ProQuest Education Journals. (Document ID: 2045097931).

L. Gil, E. Blanco y J.M. Aulí (2000), Software educativo orientado a la experimentación, I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona, Spain, Universidad de Barcelona, 2000, pp. 118.

L. Rosado y J.R. Herreros (2002), Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines, *Didáctica de la física y sus nuevas tendencias*, Madrid, UNED, pp. 415-603, 2002.

L. Rosado y J.R. Herreros (2004), *Internet y multimedia en didáctica e investigación de la física. Tratado teórico-práctico para profesores y doctorandos*, Madrid, UNED, 2004.

Montejo F. A (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C., p. 733.

O. Boix, S. Fillet y J. Bergas (2002), *Nuevas posibilidades en laboratorios remotos de enseñanzas técnicas*. Congreso Virtual CIVE, Internet: <http://www.cibereduca.com/cive/ponencias>.

Tzafestas, C.S., Palaiologou, N., Alifragis, M. (2006). *Virtual and Remote Robotic Laboratory: Comparative Experimental Evaluation*. *IEEE Transactions on education*, Vol. 49, Núm. 3.

http://eicg.univalle.edu.co/G-7/proyecto_remotos.html.

<http://icampus.mit.edu/projects/ActiveLearningCEE.shtml>



Revista Academia y Virtualidad

Perfil Académico de los Autores

Johanna Carolina Ruiz Acero

Ingeniera Civil de la universidad Militar, Actualmente es Joven investigadora en proyectos del Programa de Ingeniería Civil presencial.

Karina Lissette Arias Morales

Ingeniera en Multimedia de la Universidad Militar, actualmente estudiante especialista en Diseño de Ambientes y Aprendizaje en la UNIMINUTO Mi experiencia laboral ha sido principalmente en el desarrollo y programación de software para e-learning, pero además realizó trabajos en la construcción de páginas Web, aplicaciones multimedia, simuladores, laboratorios virtuales y animación.

Moreno Anselmi Luis Ángel

luis.moreno@unimilitar.edu.co,

Ingeniero Civil de la universidad Francisco de Paula Santander y Magister en Ingeniería Civil de la Universidad de los Andes, Director del grupo de Investigación modelos ICDIST y docente asistente de la universidad Militar Nueva Granada