



**Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness**
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

ESTRATEGIA DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO SOBRE NUEVAS PRÁCTICAS PARA ESTUDIOS DE SUELOS

María Fernanda Serrano Guzmán, Luz Marina Torrado Gómez, Diego Darío Pérez Ruiz

**Universidad Pontificia Bolivariana
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

La evaluación de las propiedades mecánicas de suelos se hace mediante la ejecución de pruebas estandarizadas por diferentes normas, siendo usualmente las de Icontec y/o las del Invias, las más utilizadas en Colombia. Sin embargo, los procedimientos establecidos en estas normas no son aplicables a suelos con presencia de flujo de sustancias inmiscibles como los hidrocarburos o sus derivados. Estas sustancias aparecen en el medio poroso debido a los derrames causados por factores como atentados terroristas, filtraciones en poliductos o por errores humanos.

Teniendo en cuenta que estos derrames pueden ser de posible ocurrencia en diferentes entornos, se planteó la iniciativa de desarrollar nuevos procedimientos aplicables para la evaluación de las variaciones en las propiedades mecánicas de suelos contaminados. Para ello se utilizó el aceite, que es un producto de hidrocarburos y diferentes matrices de suelos afectadas con concentraciones de dicho aceite, a las cuales se les realizaron los ensayos de compactación, compresión, consolidación, permeabilidad y corte directo, que son las pruebas mecánicas con las cuales normalmente se describe un suelo.

El desarrollo del proyecto ha implicado la estandarización de estas nuevas pruebas, incluyendo desde la cadena de custodia del material colectado hasta la elaboración de los informes finales. Paralelamente, la apropiación de estos procedimientos por parte de la comunidad académica se está haciendo mediante la supervisión de estudiantes de último nivel que han desarrollado su trabajo de grado alrededor de la temática y que están organizando la transferencia del conocimiento aprendido mediante: la formación de estudiantes de primeros niveles de formación, en lo que aspectos operativos se refiere para la ejecución de las pruebas; la orientación sobre la sistematización y registro de datos y la repetibilidad de los ensayos por parte de estudiantes de nivel intermedio. Como parte de la estrategia de divulgación de las nuevas prácticas de laboratorio se tiene programada la realización de videoclips que familiaricen a la comunidad en general sobre los avances de esta estrategia y la producción de un libro que estará disponible al público. La iniciativa de la estandarización de estas nuevas prácticas ha recibido el apoyo de Colciencias, y se espera como resultado final la Certificación del Laboratorio para los ensayos mencionados.

Palabras clave: estandarización; nuevas pruebas; transferencia

Abstract

The evaluation of the mechanical properties of soils is done with standardized tests, as Icontec and/or INVIAS which are particularly used in Colombia. However, the Colombian standard's procedures considered work with soil without immiscible substances such as hydrocarbons or their derivatives. These substances may appear in the porous medium due to spills caused by factors such as terrorist attacks, leaks in pipelines or human error; besides, may occurred in different environments. Due to this fact, it raised the initiative to develop new procedures for the evaluation of changes in the mechanical properties of contaminated soils. Crude was used as a target contaminant in different types of soil and with different hydrocarbon concentrations. The tests performed were compaction, compression, consolidation and direct shear permeability, which are mechanical tests with which normally described a soil. The development of the project has involved the standardization of this new practice, including the chain of custody from the collected material and finishing with the preparation of final reports.

Moreover, the transfer of knowledge of these new procedures is developed by students of last semester of civil engineering program who have finished their degree work around this topic and are sharing their experience to training students regarding: the execution of tests, guidance on the data record system, and teaching the new procedure to get repeatability. As part of the outreach strategy has been programmed some video clips that summarize the new procedure and it is expected to prepare a scientific book regarding soil experiments. The initiative for the standardization of these new practices has been supported by Colciencias, and the final result is the Laboratory Certification for new soil test experiments.

Keywords: standardization; new evidence; transfer

1. Introducción

El consumo de hidrocarburos es una necesidad sentida de la población por cuanto en la mayoría de actividades económicas se requieren derivados de los mismos. La producción de hidrocarburos y sus subproductos requiere la ocupación de grandes extensiones de tierra, así como también la instalación de redes para el transporte de estos fluidos (crudos o procesados). En nuestro medio, los derrames de hidrocarburos, voluntarios o por atentados, son comunes y tienden a afectar las capas del suelo, pudiendo llegar a afectar las capas subterráneas. La industria y la academia han trabajado continuamente sobre estrategias de remediación y mecanismos de monitoreo de estos derrames. Sin embargo, pocos estudios se han adelantado para verificar los efectos de la contaminación en las propiedades mecánicas de los suelos, ni sobre la recuperación real que tiene el suelo luego de tratamientos de remediación. El criterio de la recuperación mecánica del suelo debería primar en los planes de mitigación ambiental, por encima de la remoción de concentración es importante definir el uso posterior del suelo remediado, para establecer el porcentaje adecuado de remediación de acuerdo al uso de dicho suelo en proyectos de ingeniería.

Los derrames accidentales o provocados de hidrocarburos afectan tanto el suelo como el agua, así como también causan una alteración a la calidad del paisaje y la extensión de la contaminación depende de la composición química del compuesto y de las propiedades del suelo (Moran y otros, 2007). En cuanto al agua, la extensión de la contaminación depende de varios factores físico químicos. Las fases en las cuales

pueden encontrarse los contaminantes en el medio varían, y su afinidad por el suelo depende de las características químicas del mismo (Carcione y otros, 2003). Este trabajo responde a las necesidades del sector productivo en las áreas estratégicas del Conpes 3582 de abril de 2009 en lo concerniente a Energía y recursos naturales y busca la parametrización de nuevos ensayos que permitan evaluar las variaciones de las propiedades mecánicas de suelos afectados por derrame de hidrocarburo.

2. Organización del recurso humano para la transferencia de tecnología de los nuevas prácticas

En la mayoría de Universidades Colombianas se desarrollan trabajos que reposan en las bibliotecas y en las oficinas de investigación. Las Universidades en Estados Unidos adolecen de este mismo problema. Se evidencia, que países desarrollados y en vía de desarrollo, existen diferencias de tiempo en el uso de nuevas tecnologías desarrolladas en las Instituciones de Educación Superior (IES) y la comercialización de los productos desarrollados por parte de las industrias. Por esta razón, hacia los 80 el Congreso en los EEUU liberó ciertos obstáculos que se oponían a la transferencia de los desarrollos tecnológicos en las IES. (Siegel y otros, 2004) y se llegaron a establecer incentivos tributarios para aquellas industrias que apoyen investigación desarrollada en las IES (Trans y otros, 2011). Se refuerza entonces, que la transferencia de tecnología es un tópico de interés en los procesos de investigación.

El término transferencia de tecnología TT tiene muchas aplicaciones. La TT es una opción para que los países desarrollados adquieran nueva tecnología (Harris y Harris, 2004; Putranto y otros, 2003), sin embargo se identifica que según el receptor de esta tecnología, la misma puede o no aportar al desarrollo de la industria.

La TT se está haciendo con el equipo de trabajo mediante (Figura 1):

- Descripción de procesos desarrollados en laboratorio. Los estudiantes que realizaron su trabajo de grado sobre evaluación de las variaciones en las propiedades mecánicas de suelos contaminados con hidrocarburos han capacitado a estudiantes de niveles intermedios que están validando las prácticas realizadas por los primeros.
- Inclusión de otros estudiantes: la capacidad cognitiva del individuo y su personalidad pueden acelerar o retrasar un proceso de transferencia de tecnología. La interacción de los futuros egresados con los estudiantes de niveles intermedios favorece que el conocimiento sea compartido entre pares.
- Uso del medio universitario. El medio puede ser una limitante para transferir el desarrollo que se ha hecho. (Harris y Harris, 2004). En el caso particular del trabajo que se está desarrollando, el ambiente universitario propicia la transferencia de conocimiento por cuanto se trabaja en nuevos laboratorios.
- Adquisición de máquinas o equipos: las mejoras en procesos industriales puede requerir el desarrollo de nuevos equipos o la adaptación de unos existentes. Teniendo en cuenta que el estudio es cofinanciado por Colciencias, ha sido posible la adquisición de nuevos equipos.
- Desarrollo de la misión de la transferencia tecnológica: Deben visualizarse los usuarios potenciales y los frentes en donde los nuevos desarrollos pueden ser aplicados o tener viabilidad de uso (Trans y otros, 2011). Por esta razón, el equipo de trabajo a nivel de laboratorio está conformado por estudiantes de diferentes niveles de formación los cuales se han encargado de diseminar lo aprehendido para que otros aprendan y aprehendan.

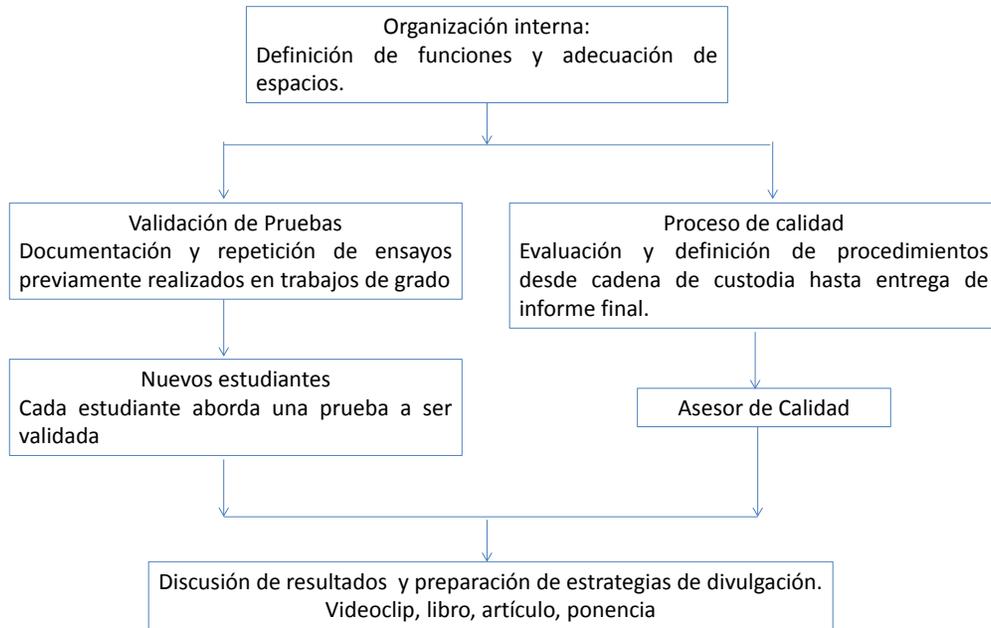


Figura 1 Actividades desarrolladas para la transferencia de conocimiento a la comunidad

3. Impactos esperados con la divulgación de las nuevas prácticas para los estudios de suelos

El desarrollo del proyecto sobre la Parametrización de pruebas mecánicas para análisis de suelos contaminados por derrames de hidrocarburo impacta positivamente al entorno de la Facultad de Ingeniería Civil por cuanto exige la adecuación de espacios que garanticen la organización adecuada para la ejecución y validación de las pruebas. Además, la población estudiantil, por tradición, está manifestando interés por las nuevas prácticas.

Este proyecto está mejorando la cualificación técnica y académica de los laboratoristas y auxiliares de investigación, la ampliación de la oferta de servicios del laboratorio y a nivel nacional, aporta hacia la estandarización de este tipo de pruebas en diferentes entornos tanto universitarios como externos.

4. Conclusiones

La parametrización de las pruebas le ofrece al consultor y al constructor, alternativas de análisis e interpretación de resultados de los ensayos de suelos, con el fin que la decisión última ante la presencia de suelos contaminados NO sea la remoción, sino se estudie la posibilidad de uso del suelo según sea el nivel de contaminación y afectación del mismo.

Actualmente, la mayoría de suelos sufren perturbaciones por contaminación debida a disposiciones erradas de residuos. Con el desarrollo de este estudio, la comunidad científica conocerá procedimientos acordes para analizar muestras de suelos contaminados que corresponde a prácticas en condiciones no convencionales.

En la actualidad, el laboratorio ofrece ensayos normales para las muestras de suelos que se reciben. La organización al interior del laboratorio, tiene contemplado un personal dedicado a recibir las pruebas y encargarse del cumplimiento de la cadena de custodia, en la que se establece quien y como se tomaron las pruebas, así como la fecha y hora y equipo destinado para ello, entre otros aspectos.

5. Referencias

- Carcione J.M. G.Seriani, y D. Gei (2003). Acoustic and Electromagnetic Properties of Soils Saturated with Salt Water and NAPL", *Journal of Applied Geophysics*, vol. 52, no. 4, pp. 177-191.
- Conpes 3582, Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Bogotá, 2009.
- Guan Jian Cheng, Chiu Kam Mok, Richard C.M. Yam,T, K.S. Chin, Kit Fai Pun. (2006). Technology transfer and innovation performance: Evidence from Chinese firms, *Technological Forecasting & Social Change* 73, pp. 666–678
- Harris D. y F.J. Harris. (2004). Evaluating the transfer of technology between application domains: a critical evaluation of the human component in the system, *Technology in Society* 26, pp. 551–565.
- Moran M., J. S. Zagorski, y P.J. Squillage. (2007). Chlorinated Solvents in Groundwater of the United States", *Environmental Science and Technology*, vol. 41, no. 1, pp. 74-81, 2007.
- Siegel D., D. A. Waldman, L. E. Atwater, A. N. Link. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies, *Journal Engineering Technology Management*, 21, pp. 115-142
- Putranto K., Don Stewart, Graham Moore. (2003). International technology transfer and distribution of technology capabilities: the case of railway development in Indonesia, *Technology in Society* 25, pp. 43–53.
- Trans T., T. Daim y D. Kocaoglu. (2011). Comparison of technology transfer from government labs in the US and Vietnam, *Technology in Society* 33, pp. 84–93.

Sobre los autores

- María Fernanda Serrano Guzmán: Ingeniero Civil, especialista en Gerencia de Construcción, Especialista en Ingeniería Ambiental, Magister en Ingeniería y Doctor en Ingeniería Civil, Profesor titular Facultad de Ingeniería Civil, Director General de Investigaciones, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, mariaf.serrano@upb.edu.co.
- Luz Marina Torrado Gómez: Ingeniero Civil, Magister en Geotecnia, Coordinadora de Laboratorios de Ingeniería Civil, luz.torrado@upb.edu.co.
- Diego Darío Pérez Ruiz: Ingeniero Civil, Doctor en Ingeniería Civil de la Universidad de Texas en Arlington, Director Departamento Ingeniería Civil e Industrial Pontificia Universidad Javeriana, Cali, ddperez@javerianacali.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)