

## **Uso de técnicas multicriterios en la acreditación de Laboratorios.**

*Using multicriteria techniques on Accreditation of Laboratories.*



### **Ing. Oscar Santalla Menéndez**

Ingeniero Civil

Especialista "A" en Proyecto e Ingeniería

Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA), UIC

Matanzas. Cuba

Teléfono: 045-261401

E-mail: [oscar@eniamtz.co.cu](mailto:oscar@eniamtz.co.cu)

Recibido: 30-01-14

Aceptado: 25-02-14

### **Resumen:**

La utilización de un sistema de gestión de la calidad basada en la ISO IEC 17025:2006, contribuye a que los laboratorios logren niveles adecuados de eficiencia y eficacia. Actualmente constituye una barrera en el proceso de acreditación la determinación del alcance; debido a que se toman decisiones al azar y sin un fundamento objetivo, reduciendo así posibles alternativas positivas.

En el presente trabajo se propone la utilización de técnicas multicriteriales para establecer el orden secuencial de los ensayos con mayores posibilidades para acreditarse. Para esto sirvió de apoyo el software PRESS II, que permite desde la perspectiva de un conjunto de expertos determinar las mejores alternativas bajo criterios en conflicto previamente seleccionados por un grupo de especialistas.

Se aplicó en el Laboratorio de Geotecnia y Materiales de la Construcción perteneciente a la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas de Matanzas. La utilización del PRESS II permitió establecer el orden secuencial de los ensayos con mayores posibilidades para acreditarse. Proveyendo a la organización de una herramienta que le permite de forma rápida la obtención de resultados objetivos. La secuencia de ensayos con mejores posibilidades para acreditar fueron: Peso específico del sólido, Limite de plasticidad y Granulometría en el Área de Suelo y Roca.

**Palabras clave:** Acreditación de laboratorios, Técnicas multicriterios, Expertos

### **Abstract:**

The use of a Quality Management System (QMS), based on ISO IEC 17025:2006, helps laboratories to achieve adequate levels of efficiency and effectiveness. Currently, the main barrier in the accreditation process is to determine the scope or goal. This is because random decisions

*Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2014, vol.8 no.1 ISSN 1990-8830 / RNPS 2125*

are taken without objective basis thereby reducing potential positive alternatives. In the present work, the use of multicriteria techniques is proposed to establish the sequential order of the tests most likely to be accredited. To support this, it was used the PRESS II software, which allows, from the perspective of a group of experts, to determine the best alternatives under conflicting criteria previously selected by a group of specialists. This software was applied in the Laboratory of Geotechnical and Construction Materials Company belonging to the National Applied Research (ENIA) of Matanzas. The use of multicriteria techniques for decision making, allowed establishing the sequential order of the tests most likely to be accredited, by providing a tool to the organization that lets obtain quickly objective results. The sequences of trials with best chances to accredit were: Specific gravity of solid, Limit plasticity and Granulometry in the Area of Soil and Rock.

**Keywords:** Competence of laboratories, Multicriteria techniques, Experts

### **Introducción:**

La importancia del papel protagónico de la calidad, y la evaluación de la conformidad en las actividades comerciales, generó un notable incremento de las entidades que prestan servicios en estos temas y ello requirió la necesidad de propiciar el reconocimiento de la competencia técnica de las mismas, surgiendo así la Acreditación.

En el marco del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, se presenta y aprueba el proyecto final de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para actualizar el modelo económico cubano, donde se plantea que se debe trabajar para garantizar, que todos los bienes y servicios respondan a los más altos estándares de calidad y que se debe garantizar la elevación sistemática y sostenida de la calidad de los servicios que se brindan a la población, y el rediseño de las políticas vigentes, según las posibilidades de la economía.

Cuba, en la batalla por ser más competitiva en la esfera internacional, con la permanente voluntad de introducir los más recientes conceptos de la gestión de la calidad y la evaluación de la conformidad, bajo las premisas de adecuado desempeño y competencia, se mantiene y muestra resultados en el desarrollo de la actividad de Acreditación.

Durante el proceso de selección de áreas y/o ensayos a acreditar en los laboratorios, surgen complejos problemas de decisión teniendo dentro de la posible elección varias posibilidades. Implementar estrategias eficaces y eficientes en la solución de los mismos, requiere de métodos científicos, procedimientos válidos y confiables, que apoyen el proceso de toma de decisiones en la solución de tales problemas, en su priorización y en la asignación de recursos que son cada vez más escasos.<sup>1</sup>

Aún se toman decisiones al azar y sin un fundamento objetivo para resolver un problema concreto; reduciendo así numerosas alternativas posibles existentes, a una que es la finalmente elegida pudiendo no ser la mejor.

La acreditación total de un laboratorio o al unísono de un grupo de áreas distintas con sus ensayos respectivos es bastante compleja y costosa de realizar, pues existen diversas variables que pueden dificultar la materialización de la idea. Entre estas pueden estar, el tiempo de ejecución, el costo de la mejora, la dependencia del sistema, entre otras. Seleccionar la mejor área y/o los ensayos con más perspectivas es un problema de decisión en presencia de múltiples atributos, el cual ha sido resuelto hasta el momento de forma empírica y dirigida. En la mayoría de las

ocasiones no quedan definidas las que mayores posibilidades tienen, demorándose su acreditación.

Por ello cobra gran importancia para las empresas, la utilización de las técnicas matemáticas para la toma de decisiones como una herramienta potente para la eficacia de la gestión<sup>2</sup>. De aquí que el objetivo propuesto en esta investigación es la utilización de técnicas multicriteriales para establecer el orden secuencial de los ensayos con mayores posibilidades para acreditarse.

## Desarrollo:

### Descripción del Método General de Resolución

El empleo de esta técnica para la toma de decisiones lleva al análisis desde la perspectiva de un conjunto de expertos que permita determinar el alcance de la acreditación bajo criterios previamente seleccionados por el grupo de especialistas. De esta manera se logra obtener un ranking de las alternativas (alcance de la acreditación) considerando un conjunto de criterios en conflicto. Es necesario aclarar que se realizan dos rondas. Una primera entre las áreas que conforman el laboratorio y la segunda una vez definida esta, entre los ensayos que esta ampara. Se utiliza como herramienta de apoyo el software PRESS II versión 19.11.04. A continuación se expone cada uno de los pasos que conforman el procedimiento.

#### Paso 1. Seleccionar los criterios

En este paso será necesario determinar los criterios que se deseen valorar para efectuar la selección del área y posteriormente los ensayos con mayores posibilidades de acreditar. Para ello se recomienda realizar un trabajo en grupo y determinar por consenso grupal dichos criterios. Otra propuesta es la utilización de tormentas de ideas vinculadas con un método Delphi.

#### Paso 2. Determinar la importancia relativa de cada criterio

Los pesos o importancia relativas de los criterios a considerar se determinarán, a través de métodos expertos o considerando el criterio de un solo experto. Este es un paso realmente importante en el proceso de toma de decisiones. Para la determinación de los mismos se propone utilizar un procedimiento<sup>3</sup>, en el cual se permita integrar los intereses de cada experto en un modelo de grupo. Se realiza mediante el llenado de la tabla 1.

Tabla 1. Matriz de criterios contra expertos.

	Experto 1	Experto 2	Experto ...	Experto n
Criterio 1	$i_{11}$	$i_{21}$	$i_{...1}$	$i_{n1}$
Criterio 2	$i_{12}$	$i_{22}$	$i_{...2}$	$i_{n2}$
Criterio ...	$i_{1...}$	$i_{2...}$	$i_{.....}$	$i_{n...}$
Criterio n	$i_{1n}$	$i_{2n}$	$i_{...n}$	$i_{nn}$

Más de un criterio puede tener el mismo peso. Al finalizar estos dos pasos se ha obtenido los criterios a tener en cuenta para la selección de la mejor alternativa así como la importancia relativa dada por cada experto.

#### Paso 3. Identificación de alternativas

*Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2014, vol.8 no.1 ISSN 1990-8830 / RNPS 2125*

Las alternativas están constituidas por las áreas componentes del laboratorio en la primera ronda y por los ensayos que realiza el área elegida en la segunda.

#### Paso 4. Aplicación de la técnica matemática

Se selecciona la técnica matemática PRESS para la toma de decisiones en los proyectos. La técnica permite seleccionar la mejor alternativa respetando los criterios de decisión de los expertos que intervienen en el análisis del problema<sup>4</sup>.

Dicha aplicación se realiza a través de juicios emitidos por el conjunto de expertos en forma de comparaciones entre alternativas para cada criterio. A través de un trabajo con matrices en base a los pesos emitidos (paso anterior) y al nivel de satisfacción de los criterios, se establecen las preferencias para las alternativas que abarca el problema<sup>5</sup>.

La estructura jerárquica del problema dentro del enfoque queda representada en la figura 1. El primer nivel o jerarquía de la estructura corresponde al propósito (objetivo) del problema, el segundo al criterio y el tercero a las alternativas/procesos.<sup>6</sup>

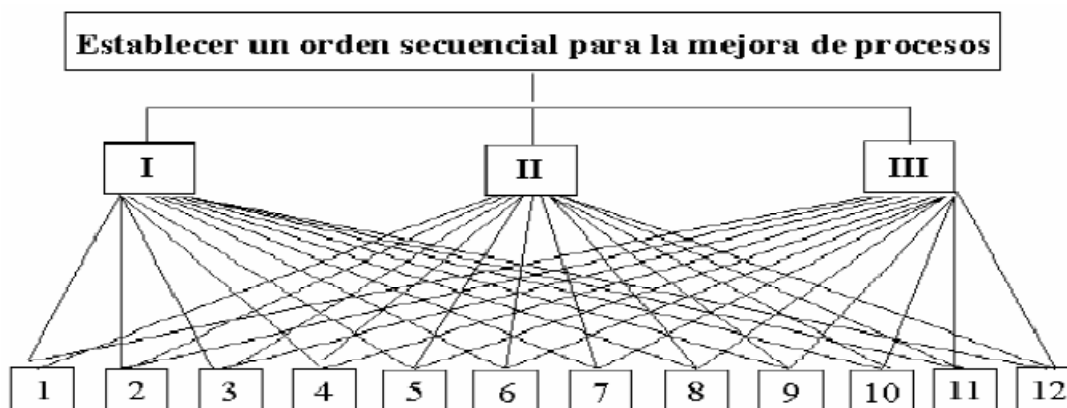


Figura 1. La estructura jerárquica del problema.

#### Paso 5. Selección de la mejor alternativa

Una vez emitidos los juicios y a través de un trabajo con matrices, se establecen las prioridades tanto para los criterios emitidos como para las alternativas que abarca el problema. El ordenamiento de las alternativas se realiza utilizando, el índice Press dado por la herramienta matemática; resultando ser la mejor aquella que posea mayor índice. Del resultado se concluye que la alternativa seleccionada es tantas veces (valor del índice) preferida al resto.

#### Aplicación del método general de resolución de problemas multicriterios

El método fue aplicado en el Laboratorio de Geotecnia y Materiales de la Construcción perteneciente a la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA) ubicado en Matanzas. Se emplea una técnica multicriterial para la obtención del alcance de acreditación pues es evidente que esta selección no podrá determinarse a partir de un único criterio para llegar a una toma de decisiones eficiente.

Para esto se reúne al grupo de expertos del Laboratorio, integrado por 5 miembros, en la primera ronda, mientras que en la segunda se suman los técnicos del área elegida por ser los que mejor conocen las interioridades de los ensayos.

➤ **Selección de la mejor área a acreditar**

Paso 1. Selección de criterios

El grupo de expertos luego de un trabajo grupal y por consenso general determinó los criterios para valorar el alcance de la acreditación. Los criterios seleccionados para la elección del área con más perspectiva a acreditar fueron:

- Años de experiencia (Categorización)
- Superaciones recibidas en los últimos 3 años
- Instalaciones y condiciones ambientales
- Número de ensayos que realiza el área
- Solicitudes de trabajo

En el primer punto el criterio seleccionado fue la categorización del técnico que realiza el ensayo en cada área, pero al no tener realizada esta acción en todas las áreas por igual se seleccionó como criterio complementario los años de experiencia.

Paso 2. Determinar la importancia relativa de cada criterio

Los integrantes del grupo de expertos expresaron sus opiniones con relación a la importancia de los criterios a valorar. Para determinar los pesos se sometió a votación cada uno de los criterios, los resultados obtenidos son los que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Importancia de los criterios entre áreas

<b>Criterios</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
Años de experiencia (Categorización)	7	10	7	10	7
Superaciones recibidas en los últimos 3 años	10	7	10	10	10
Número de ensayos que realiza el área	7	3	3	7	3
Solicitudes de trabajo	7	5	5	7	7
Instalaciones y condiciones ambientales	7	7	10	10	10

Paso 3. Identificación de alternativas

Las alternativas objeto de evaluación están constituidas en este primer caso por las áreas, según sus especificidades, que integran el Laboratorio.

- Control de Calidad Áridos
- Control de Calidad Cemento
- Control de Calidad Hormigón Hidráulico
- Suelo y Roca
- Control de Calidad Hormigón Asfáltico

Paso 4. Aplicación de la técnica matemática

Para la aplicación de la técnica matemática se utilizó el software PRESS II. Se realizaron 5 matrices, pues fue considerado la toma de decisión multiexperto, ya que intervinieron en el análisis del problema los criterios de decisión de los 5 expertos. En la figura 2 se muestra como ejemplo, la matriz de obtenida del criterio emitido por el experto 1.

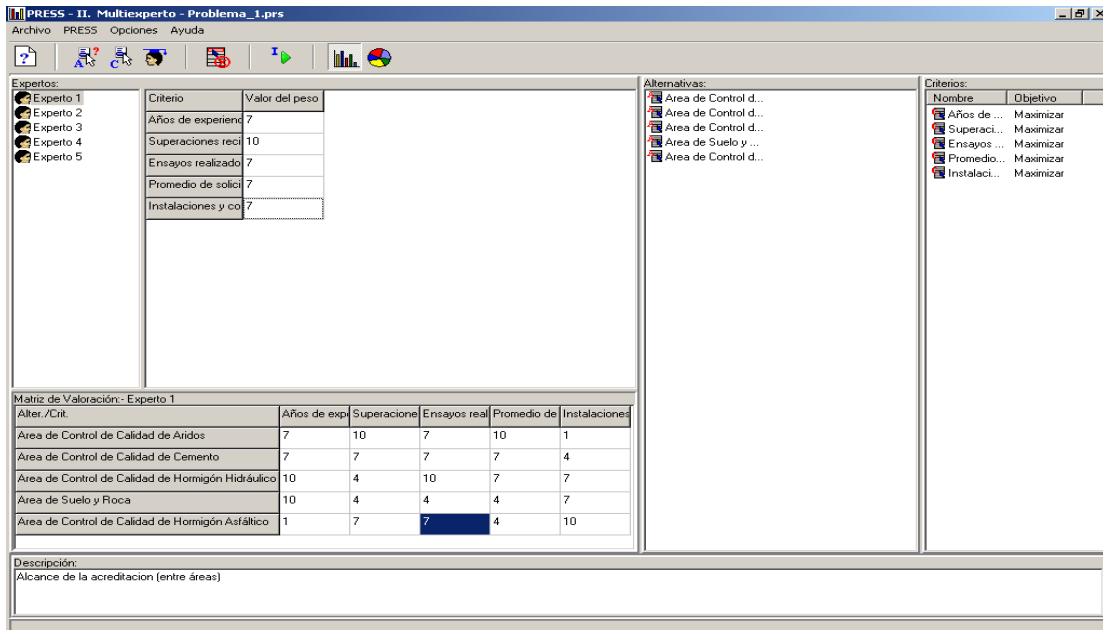


Figura 2. Matriz del experto 1 obtenida de la aplicación del PRESS II entre áreas del laboratorio.

#### Paso 5. Selección de la mejor alternativa

De la aplicación del método general de resolución para la toma de decisiones multicriterios se obtuvo los índices PRESS para cada alternativa. En la figura 3 se puede observar la preferencia de las alternativas según el criterio de los expertos, dada por el valor del índice PRESS.

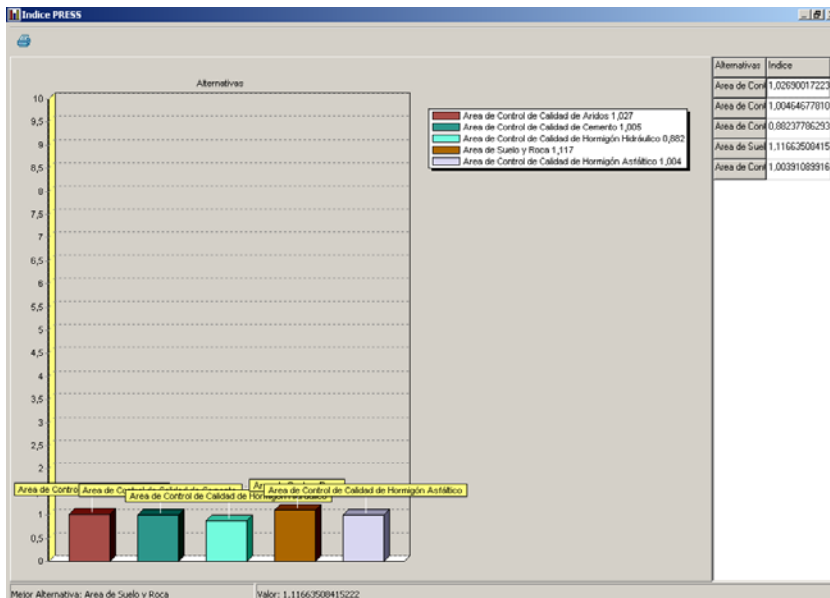


Figura 3. Resultados obtenidos de la aplicación del PRESS II entre áreas del laboratorio

A partir de la interpretación del índice PRESS de cada alternativa (Tabla 3) se puede concluir que la mejor alternativa para acreditar los ensayos es el Área de Suelo y Roca pues es la de mayor índice PRESS, siendo 1.117 veces preferida al resto.

Tabla 3. Índices PRESS de las alternativas entre áreas

Alternativas	Índice
Control de Calidad Áridos	1.027
Control de Calidad Cemento	1.005
Control de Calidad Hormigón Hidráulico	0.882
Suelo y Roca	1.117
Control de Calidad Hormigón Asfáltico	1.004

➤ **Selección de los ensayos a acreditar**

Una vez seleccionada el área del laboratorio con mayores perspectivas de acreditar sus ensayos, se pasó a determinar los ensayos que se acreditarían dentro de la misma.

Paso 1. Selección de criterios

El grupo de expertos por consenso general propuso cinco criterios para establecer la acreditación de los ensayos. Estos son los criterios que fueron identificados y son los que se consideraron para elegir los ensayos que serán sometidos al procedimiento de mejora propuesto.

- Solicitudes de trabajo.
- Ensayos de aptitud satisfactorios.
- % de equipos calibrados disponibles.
- Número de insumos, herramientas o equipos que falten en caso necesario.
- Gasto en adquisición de recursos.

Paso 2. Determinar la importancia relativa de cada criterio

En este caso al igual que en el anterior cada uno expresó sus opiniones con respecto a la importancia de los criterios valorados. A diferencia de la primera toma de decisiones, luego de ser sometido a votación, se determinó por consenso grupal un peso único obtenido de la moda de las valoraciones dadas por los expertos a cada criterio.

La importancia de cada uno de los criterios y la moda, se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Importancia de los criterios entre ensayos del área escogida.

Criterios	E1	E2	E3	E4	E5	Moda
Solicitudes de trabajo	7	5	5	7	5	5
Ensayos de aptitud Satisfactorios	3	5	7	7	7	7
% de equipos calibrados disponibles	10	10	10	10	10	10
Necesidad de recursos	7	7	10	3	5	7
Gasto en adquisición de recursos	7	5	5	5	10	5

### Paso 3. Identificación de alternativas

Las alternativas en esta oportunidad están constituidas por los ensayos incluidos en el área seleccionada anteriormente. Los ensayos objeto de evaluación fueron:

- Límite de plasticidad
- Peso específico del sólido
- Granulometría
- Densidad de la roca
- Axial de Roca
- Humedad natural del suelo
- Ángulo de reposo
- Peso específico máximo, mínimo y relativo.

### Paso 4. Aplicación de la técnica matemática

La técnica matemática utilizada continuó siendo el PRESS II. Cumplimentando estrategias de la organización y aprobado por unanimidad en el grupo de trabajo (grupo de expertos y los dos técnicos del área de suelo y roca), se decidió escoger los ensayos a partir del criterio monoexperto.

En el mismo se les pidió a los expertos que dieran su valoración, y se llegó a un consenso tomando como criterio los valores modales de los criterios de cada experto. En la figura 3 se muestra la matriz obtenida del criterio de los expertos en conjunto.

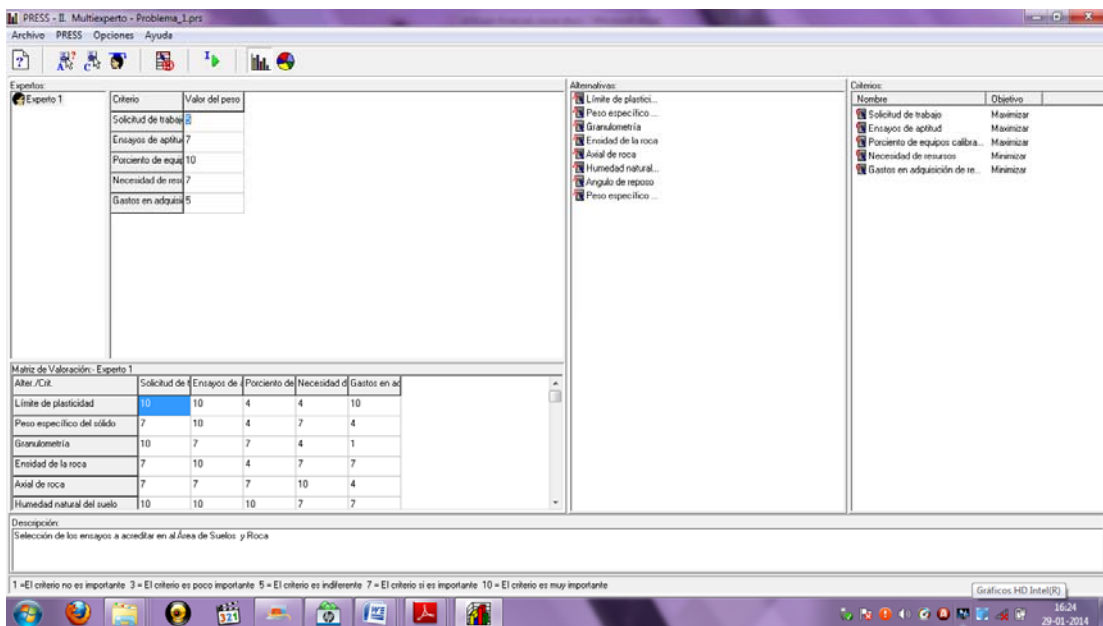


Figura 3. Matriz monoexperto obtenida de la aplicación del PRESS II entre ensayos.

### Paso 5. Selección de la mejor alternativa

De la aplicación del método general de resolución para la toma de decisiones multicriterios se obtuvo los índices PRESS para cada ensayo contemplado. El procesamiento de la información arrojó los ensayos con mayores posibilidades a acreditar.



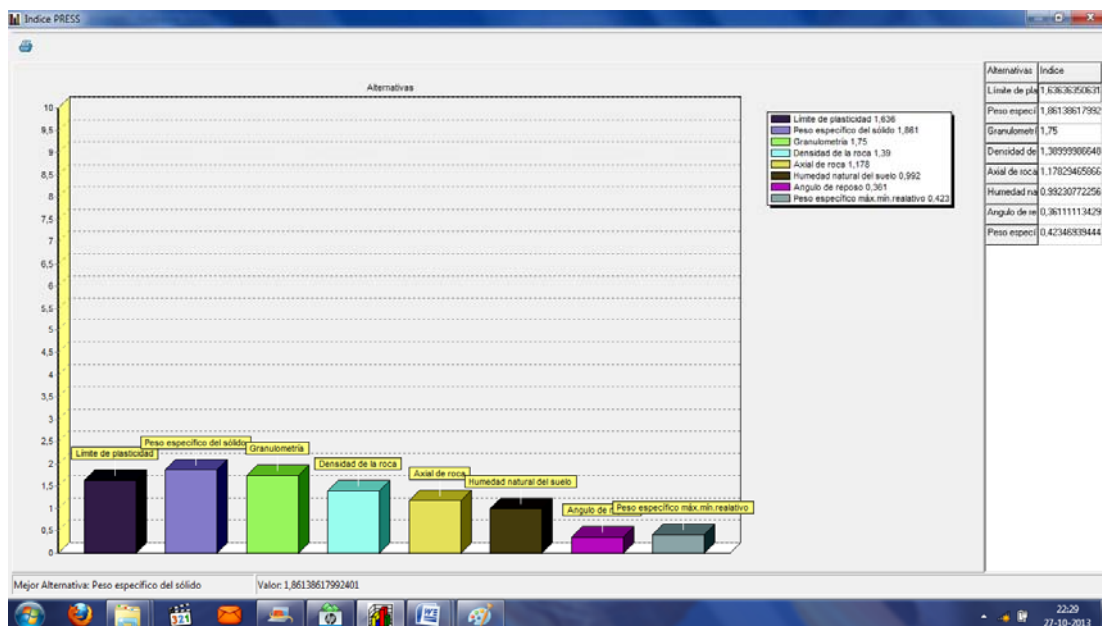


Figura 4. Resultados obtenidos de la aplicación del PRESS II entre áreas del laboratorio.

Se llegó al consenso de que los ensayos con valores de índice PRESS por encima de 1.5, serían seleccionados para la acreditación; pues serían una vez y media de veces preferidos al resto del conjunto de ensayos para acreditar.

El uso de la herramienta arrojó como resultado los valores de índice PRESS que se muestran en la tabla 5. A partir de ello se determinaron como ensayos a acreditar: Peso específico del sólido, Granulometría y Límite de plasticidad.

Tabla 5. Índices PRESS de las alternativas entre ensayos

Alternativas	Índice
• Peso específico del sólido	1.861
• Granulometría	1.750
• Límite de plasticidad	1.636
• Densidad de la roca	1.390
• Axial de Roca	1.178
• Humedad natural del suelo	0.992
• Peso específico máximo, mínimo y relativo.	0.423
• Ángulo de reposo	0.361

**Conclusiones:**

1. La utilización de las técnicas multicriteriales para la toma de decisiones permite establecer el orden secuencial de los ensayos con mayores posibilidades para acreditarse.
2. Se provee a la organización de una herramienta que le permita de forma rápida la obtención de estos resultados.
3. La secuencia de ensayos con mejores posibilidades para acreditar en una primera etapa son: Peso específico del sólido, Limite de plasticidad y Granulometría en el Área de Suelo y Roca.

**Referencias bibliográficas:**

1. González Arias, M., Frías Jiménez, R. A., Cuétara Sánchez, L., Corzo Sánchez, Y., González Laucirica, A. Herramientas de Apoyo a la Solución de Problemas no Estructurados en Empresas Turísticas (HASPNET), Matanzas, Centro de Estudios de Turismo de la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, 2008.
2. González González, Aleida, Garza Ríos, Rosario. Aplicación de las técnicas multicriteriales en la evaluación y selección de proveedores. Revista Ingeniería Industrial (La Habana) 24 (2): 34-39, febrero 2003.
3. Romero, C. Análisis de las decisiones multicriterio, Madrid, Editorial Díaz de Santos, 1997.
4. Colectivo de autores. Guía de ayuda para el trabajo con el software PRESS II Multiexperto, 2004.
5. Ricardo Cabrera, R. Aplicación de un procedimiento de mejora a procesos ordenados secuencialmente a partir de métodos multicriterios, Cienfuegos, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, (Tesis de Maestría no publicada), 2009.
6. Romero, Bárbara y. Pomerol, Ch. J. Decisiones multicriterio: Fundamentos Teóricos y Utilización práctica, España, Colección de Economía Universidad de Alcalá, 1997.