



# FINGUACH

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA



## ANIVERSARIO MAESTRÍA EN VÍAS TERRESTRES

Procedimientos constructivos para la colocación de un puente de arco

Entrevista  
M.I. Ricardo Torres Knight  
Director de la Facultad de  
Ingeniería



SEP-NOV 2016  
Año 3 Núm. 9

ISSN: 2448-5489

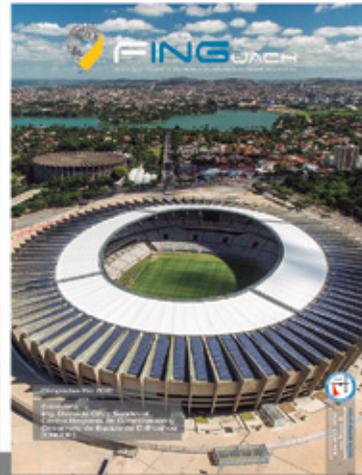


# FING UACH

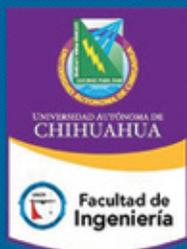
REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

Revista de  
ciencia y  
tecnología

# ANÚNCIATE, aquí



## Distribución



[www.fing.uach.mx](http://www.fing.uach.mx)

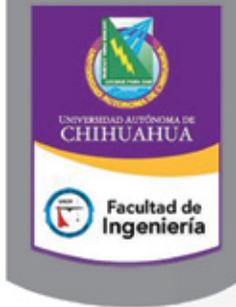


Datos editorial:

Tel. (614) 413.9779

[chavez@roodcomunicacion.com](mailto:chavez@roodcomunicacion.com)

Ingenieros  
Abogados  
Arquitectos  
Ciencias de la información  
Mineros  
Geólogos y topógrafos  
Cámaras empresariales  
Dependencias gubernamentales  
Centros de Investigación  
Congresos tecnológicos



La actual administración se encuentra en la recta final del sexenio y aprovecho la ocasión para despedirme en esta edición como Director de la Facultad de Ingeniería. Representó un gran honor para mí el haber ocupado el cargo en estos años y agradezco a los alumnos, personal docente y administrativo por su colaboración y aprecio hacia mi persona, pero principalmente hacia la Facultad.

Durante esta administración la Facultad funcionó con los procesos de rutina y con la actualización e innovación de las áreas que así lo requirieron. Por ejemplo, se realizó la reacreditación de la mayoría de los programas académicos de licenciatura, se llevó a cabo la incorporación de programas de posgrado al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), obtuvimos el reconocimiento al Perfil Deseable del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) y logramos la incorporación al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de un número importante de profesores.

Quiero destacar también la participación de los estudiantes de licenciatura y posgrado en proyectos del sector productivo, así como el intercambio académico de nuestros alumnos con otras instituciones.

Asimismo, nos ocupamos de la activación de la revista Ingeniería a la cual se le cambió el nombre por FINGUACH para que fuera posible el registro de marca e ISSN.

La infraestructura de la Facultad aumentó con la construcción y equipamiento de cuatro edificios: el Centro de Resonancia Magnética, el Auditorio Fernando Aguilera Baca que alberga también la sala de maestros, la segunda etapa de un edificio en el Tecno Parque y el edificio de laboratorios de Ingeniería Aeroespacial.

Por otra parte, los programas de licenciatura y posgrado han conservado su pertinencia y esto se comprueba con la incorporación de nuestros egresados al sector productivo aunado a la impartición con éxito de los programas de posgrados en otras ciudades como la Maestría de Vías Terrestres en Guadalajara y Tabasco; la especialidad en Valuación impartida en Ciudad Juárez; además este semestre se abrió una extensión de la Facultad en el campus de Hidalgo del Parral, Chihuahua con la carrera de Ingeniería Civil.

Para finalizar agradezco a todas las personas que de manera directa o indirecta hicieron posible el cumplimiento del Plan de Desarrollo 2010-2016 de la Facultad de Ingeniería.



Atentamente

M.I.  
Ricardo Ramón Torres Knight

Vinculación



# CONTE- NIDO

- 3 ➤ Procedimientos constructivos para la colocación de un puente de arco  
M.I. Alejandro Calderón Landaverde
- 6 ➤ Segmentación de imágenes con algoritmos de agrupamiento utilizando la base de datos BSDS500, *The Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark*  
C. Alejandra Aguilar Hoyos, C. Blanca Jáquez Prieto, C. Jessica López Rentería, Dra. Graciela Ramírez Alonso
- 8 ➤ Entrevista  
M.I. Ricardo Torres Knight
- 10 ➤ Fuentes de contaminación del drenaje pluvial  
M.I. Guadalupe Estrada Gutiérrez
- 12 ➤ Estabilización química de arcillas mediante polvo de mármol  
Dra. Cecilia Olivia Olague Caballero, I.C. Abraham Infante Cervantes, I.C. Cesar Iván Ceballos Chaparro, I.C. Rafael Enrique De La Coromoto Álvarez Downing, I.C. Rosalinda Antonieta Iglesias Zappone
- 15 ➤ Concurso de matemáticas  
Ing. Joseph Isaac Ramírez Hernández
- 16 ➤ *Software* comercial vs *software* hecho en casa o a la medida  
M.I. Víctor Alonso Domínguez Ríos



M.C. Jesús Enrique Seáñez Sáenz  
**Rector**

M.I. Ricardo Ramón Torres Knight  
**Director**

M.I. Javier González Cantú  
**Secretario Académico**

Dr. Mario César Rodríguez Ramírez  
**Secretario de Investigación y Posgrado**

M.I. Adrián Isaac Orpinel Ureña  
**Secretario de Planeación**

M.I. Leticia Méndez Mariscal  
**Secretaria Administrativa**

M.I. Jesús Roberto López Santillán  
**Secretario de Extensión y Difusión Cultural**

M.I. José Santos García  
**Gerente de Laboratorios**

DIREC-  
TORIO

FINGUACH es la edición institucional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), en la que predominan actividades de ciencia y tecnología con un sentido sustentable para impulsar el desarrollo económico y social, regional, nacional e internacional. El contenido de la publicación es principalmente desarrollado por investigadores de la UACH, así como de otras instituciones gubernamentales y privadas. El contenido de los artículos es responsabilidad de sus autores por lo que no necesariamente refleja el punto de vista de la institución.

Es una edición trimestral gratuita con distribución estatal y nacional en otras universidades, colegios de ingenieros, abogados, arquitectos, ciencias de la información, mineros, geólogos y topógrafos; cámaras empresariales, dependencias gubernamentales, centros de investigación y en congresos tecnológicos.

FINGUACH, Año 3, Núm. 9, septiembre-noviembre 2016, es una publicación trimestral editada por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Secretaría de Extensión y Difusión por la Facultad de Ingeniería, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502, www.fing.uach.mx, finguach@uach.mx. Editor responsable: Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-071312482200-102, ISSN: 2448-5489, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 16657 otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Carmona impresores, Blvd. Paseo del Sol #115, Jardines del Sol, 27014 Torreón, Coah. Distribuida por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502. Este número se terminó de imprimir el 30 de agosto de 2016 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Los contenidos podrán ser utilizados con fines académicos previa cita de la fuente sin excepción.

## CONSEJO EDITORIAL

M.I. Ricardo Ramón Torres Knight  
**Presidente**

Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos  
**Editor en jefe**

M.I. Guadalupe Irma Estrada Gutiérrez  
**Editora adjunta**

Dr. Luis Carlos González Gurrucola  
**Editor adjunto**

Dr. José Luis Herrera Aguilar  
**Editor adjunto**

M.I. Jesús Roberto López Santillán  
**Editor adjunto**

Dra. Cecilia Olague Caballero  
**Editora adjunta**

Dr. Alejandro Villalobos Aragón  
**Editor adjunto**



Av. San Felipe No. 5 Col. San Felipe  
C.P. 31203 Chihuahua, Chih.  
(614) 413.9779  
www.roodcomunicacion.com

➤ M.I. Alejandro Calderón Landaverde  
 Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,  
 FINGUACH Año 3, Núm. 9, septiembre-noviembre 2016

# Procedimientos constructivos para la colocación de un puente de arco

El procedimiento constructivo de cualquier estructura es un punto medular en el proceso total de toda edificación, ya que es donde se debe efectuar la correcta interpretación del proyecto elaborado en escritorio. También juega un papel muy importante en el costo total de la estructura. Una mala decisión en el procedimiento puede elevar el costo total en cantidades mucho mayores que la totalidad de la obra.

En el caso de los puentes, al ser la mayoría de estas estructuras muy largas o pesadas y por su ubicación, al encontrarse en lugares de difícil o imposible acceso una mala decisión en el proceso constructivo puede llevar a fallas tan críticas como el colapso de la estructura en su totalidad o parcialmente y el costo se puede elevar hasta hacer inviable la construcción del puente.

A continuación, se mencionará y se hará una breve explicación de los principales métodos usados para la colocación de puentes de arco, estos métodos se usan a nivel mundial dependiendo de las características geográficas donde se colocará la estructura.

Es necesario recordar que un arco funciona como tal, una vez que está completo, mientras el arco no sea cerrado este no podrá considerarse de la forma estructural del arco.

## Cimbra fija (*Scaffolding Method*):

Es el método clásico más usado para la construcción de puentes de arco, se desarrolló principalmente para la construcción de puentes de mampostería, donde se colocaban pequeños pedazos de roca (comparados con la longitud del arco) por lo que estos debían ser soportados hasta que se cerrara el arco en la parte superior, también llamada corona del arco. Este método es principalmente usado en claros pequeños y medianos ya que en los grandes el costo se incrementa drásticamente.

En los inicios del método se utilizaba cimbra completamente de madera, ahora se utiliza cimbra metálica o bien una mezcla de los dos materiales. Algunos puentes de concreto reforzado también usan esta técnica, don-

de se coloca cimbra y se coloca el arco por encima de ésta, una vez que el concreto adquiere la resistencia necesaria la cimbra es retirada, en el caso de los arcos de mampostería la cimbra se retira hasta que el arco es cerrado y funciona como tal. El cálculo de la cimbra debe efectuarse dependiendo de las condiciones geográficas y deberá efectuarse para cada caso en especial. También se deberá diseñar de tal manera que se pueda recuperar y reusarse en otro claro o en un puente nuevo, lo cual reduciría el costo de la construcción de los arcos.

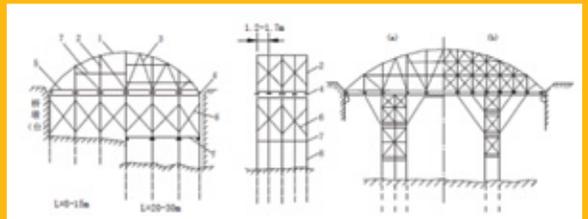


Figura 1: Diferentes tipos de cimbra para puentes de arco.

Algunos de los puentes que se han construido con este método son:

- Viaducto *Fiumarella*, Catanzaro, Italia, 231 m claro, 1962.
- Nuevo puente de *Danhe*, China, 146 m claro, 2000.
- Puente *Salginatobel*, Suiza, 90 m claro, 1930.
- Puente *Plougastel*, Francia, 3 claros 180 m, 1930.
- Puente *Sando*, Suecia, 240 m claro, 1942.

#### Cimbra fija y tirantes provisionales:

Es una variante de la cimbra fija donde se construyen dos mástiles (torres) provisionales en los arranques del arco de donde se sujetarán cables temporales los cuales sostienen en el otro extremo a la cimbra. La cimbra puede ser colocada ya sea en la mitad del arco o en la totalidad. Una vez finalizada su colocación se procede a poner el concreto o la mampostería sobre la cimbra. Los mástiles, los cables y la cimbra se retiran una vez que el arco es cerrado y formado en su totalidad, que es cuando funciona estructuralmente como arco.

#### Cimbra Melan:

Patentada en 1892 por Josef Melan (1854-1941) es donde se combinan arcos de acero embebidos en concreto funcionando los primeros como cimbra, también la cimbra sirve como acero de refuerzo para el concreto en su fase final. La cimbra podía ser del tipo armadura o del tipo viga utilizando vigas tipo "I". Siendo la mayor desventaja el uso de tanto acero por su precio. El puente más famoso con este método es el puente *Eschelbacher Melan*, construido en Austria en 1929 con un claro de 130 metros.

Ese método ayudó a la construcción de puentes en arco de mayores claros de hasta 400 metros. El método eliminó el uso de la cimbra fija descartando los gastos ocasionados por la colocación, retiro y desperdicio de cimbra de madera.

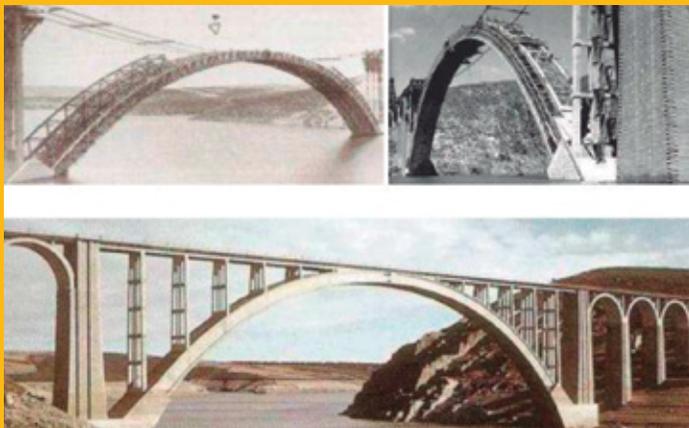


Figura 2: Viaducto Martín Gil.



### Voladizo (*Cantilever*):

Es el método más usado en la construcción de arcos actualmente este se construye en mitades empezando del arranque hacia la corona, debido a que el arco no funciona para soportar cargas hasta que se encuentra cerrado es necesaria la ayuda de elementos auxiliares hasta que se encuentre cerrado. De aquí se derivan variaciones al método. *Eugene Freyssinet* es el pionero en el uso de este procedimiento.

### Voladizo libre:

En este método el uso de elementos auxiliares es mínimo y la construcción se va auto soportando, funciona como una viga en voladizo hasta que se unen los arcos en el centro de éste. Principalmente se usa para arcos de acero por ser más ligeros que los fabricados en concreto.

### Voladizo con tirantes:

Para este método se utilizan bastantes elementos auxiliares como torres, columnas y cables. Los cables están sujetos en un extremo a las columnas o torres auxiliares y en el otro al arco, tanto los cables como las torres auxiliares deben sujetar el arco hasta que sea cerrado en la corona con el medio arco faltante.

### Voladizo con armaduras:

Es utilizado por lo general en arcos de paso superior donde se forma una armadura con los arcos con columnas que van del arco a la superficie de rodamiento y diagonales tanto longitudinales como transversales. Una vez que los arcos se unen en la corona se podrán quitar las diagonales y las columnas que se utilizaron como provisionales.

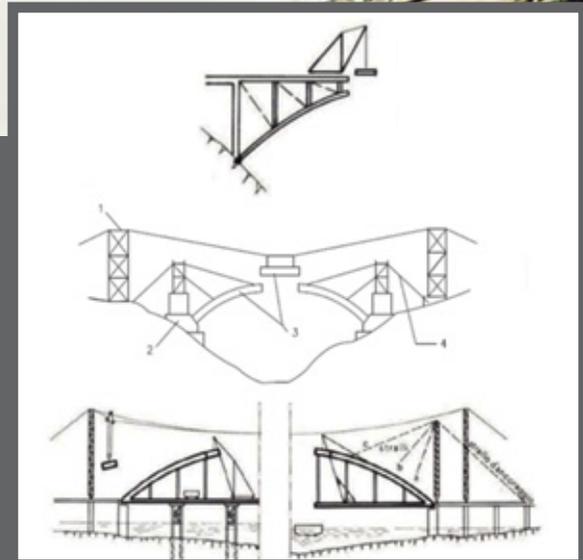


Figura 3: Diferentes métodos en voladizo.

### Método de movimiento (*swing method*):

Este método implica la prefabricación de dos semi arcos fuera del lugar donde va a ser colocado, cuando los medios arcos están terminados se colocan en su lugar por medio de grúas o de cableado. El movimiento se puede dividir en dos: horizontal y vertical.

En el movimiento vertical se utilizan los dispositivos de montaje de tal manera que se mueven verticalmente las dos partes del arco hasta que coincidan en la corona. El movimiento horizontal se efectuará con movimientos horizontales de los dos arcos hasta que estos coincidan.

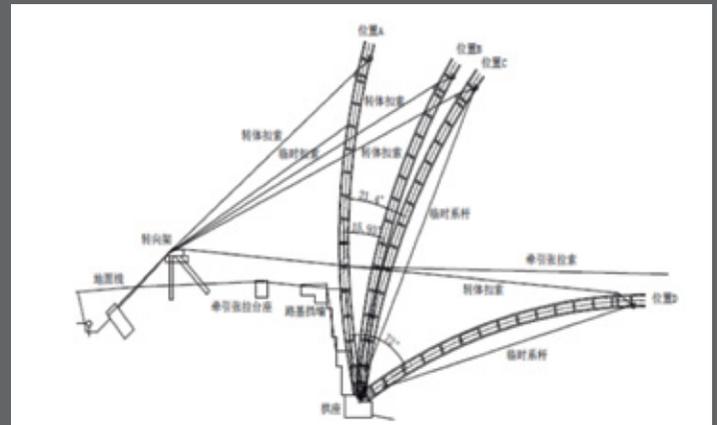


Figura 4: Método de construcción de un puente de arco.

### Referencias

- Chatpattanan, V., Pattanadech, N., & Yutthagowith, P. (2006).
- Chen B., (2009), *Construction methods of arch bridges in China, Proceedings of the Second Chinese-Croatian Joint Colloquium, Construction of arch bridges*, Oct. 5-9, Fuzhou, China, p.70.
- Castellon F., Villalba C., Salazar A., Torroja E., (1943), Viaducto Martín Gil, *Revista de obras públicas*, Trenes de Zamora, 1942-1943.
- Diferentes métodos en voladizo Nascè V., Dal Pont E.,(1975), *Tecnica di montaggio*, CISIA, Milano, Italy, Chen B., Nascè V., Dal Pont E.
- Chen B., (2009), *Construction methods of arch bridges in China, Proceedings of the Second Chinese-Croatian Joint Colloquium, Construction of arch bridges*, Oct. 5-9 2009, Fuzhou, China, pp. 1-192.

# Segmentación de imágenes con algoritmos de agrupamiento utilizando la base de datos *The Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark*

El desarrollo e innovación de nuevas tecnologías computacionales ha permitido el crecimiento de nuevas técnicas capaces de analizar y resolver problemas con un alto grado de dificultad. El mundo y la naturaleza que nos rodea envuelven situaciones que representan estudios de interés en el aspecto visual. El área de estudio encargada de la observación y/o experimentación de imágenes, fotografías, entre otras, es el área de procesamiento digital, específicamente las metodologías enfocadas al análisis de segmentación permiten llevar a cabo procesos de aprendizaje (prueba, entrenamiento y validación) mediante el uso de algoritmos supervisados o no, capaces de establecer y definir una clasificación óptima de los diferentes grupos o conjuntos de características presentes en un objeto de estudio.

La segmentación de imágenes comprende un tema en donde se han desarrollado importantes avances, los conocimientos y métodos que se emplean resultan relevantes en aplicaciones de la vida cotidiana como lo son: el área de medicina (localización de tumores en imágenes de resonancia magnética) aplicaciones en temas de seguridad, sensor de huellas digitales, reconocimiento facial, reconocimiento de iris, entre otras. Su importancia reside en la facilidad de implementación y en la confiabilidad de los resultados.

Con el fin de validar los diferentes algoritmos que se proponen en la literatura para tareas de segmentación, se han desarrollado distintas y variadas bases de datos en donde se pueden utilizar estas imágenes para estudios experimentales. *The Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark*, es una de ellas y es utilizada por distintos autores con el propósito de validar los nuevos algoritmos que se desarrollan y así lograr una minuciosa comparación de los mismos.

El presente trabajo tiene la finalidad de realizar un comparativo entre dos algoritmos de agrupamiento populares en la literatura para segmentación de imágenes, *K-Means* y *Fuzzy C-Means*, además de mostrar el empleo de dos operaciones morfológicas, erosión y relleno, con el propósito de mostrar su uso para mejorar la calidad en la segmentación. La base de datos de *Berkeley* no sólo provee las fotografías con



Imagen original



Ground Truth de la segmentación



Segmentación con *K-Means*



Segmentación con *Fuzzy C-Means*

las cuales comparar estos dos algoritmos, algunas de las imágenes tienen un *Ground Truth*, que es el resultado óptimo al cual deben de llegar los algoritmos, de esta manera se puede establecer una validación real entre los distintos modelos que utilicen esta base de datos. Comúnmente, los *Ground Truth* suelen realizarse manualmente, es decir, a diferentes personas se les da una imagen y su tarea es separar las distintas regiones de la misma según sea el caso.

A continuación se describe el funcionamiento general de los dos algoritmos utilizados en este trabajo.

## 2. Desarrollo

### 2.1 K-Means

El algoritmo de *K-Means* es un algoritmo de aprendizaje no supervisado el cual realiza los siguientes pasos (Marsland, 2014):

**Paso 1.** Definir el número de grupos  $k$  que se desean formar. La posición de los centros de los grupos se definirá de manera aleatoria.

**Paso 2.** Para cada dato de entrada calcular la distancia a cada centro de los grupos y asignar el dato al centro más cercano. Por lo general se emplea la distancia *Euclidiana*.

**Paso 3.** Mover la posición de los centros a la media de los  $N$  datos que pertenecen a él.

$$\text{Media} = \mu_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} x_i$$

Donde  $N_j$  es el número de puntos en el centro  $j$ . Si los centros dejan de moverse o se mueven muy poco el algoritmo se detiene, de lo contrario se regresa al paso 2.



### 2.2 Fuzzy C-Means

El algoritmo de agrupamiento *Fuzzy C-Means* fue propuesto por Dunn en 1973 e implementado por Bezdek en 1981. El algoritmo FCM basado en una función objetivo, está sujeto al principio de que cada punto de los datos pertenece a más de un grupo con diferentes valores de pertenencia (entre 0 y 1). Adicionalmente se tiene que la suma de todos los valores de pertenencia para cada punto debe de ser igual a 1 (Höppner, Klawonn, Kurse, & Runkler, 2000).

Sea  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_M\}$  una muestra de  $M$  observaciones. El agrupamiento es el proceso en el cual se separa este conjunto de datos en  $C$  subconjuntos cuyos centros son  $\{v_1, v_2, \dots, v_C\}$ . El algoritmo intenta minimizar la siguiente función objetivo:

$$J_m = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^C \mu_{ij}^m \|x_i - v_j\|^2$$

Donde  $m$  es el grado de fusificación y  $\mu_{ij}$  es el grado de pertenencia del dato  $x_i$  al grupo  $j$  (Kesemen, Tezel, & Özkul, 2015).

El algoritmo FCM se puede resumir como:

**Paso 1.** Seleccionar  $C \in [2, M)$ ,  $(m > 0)$  y  $(\epsilon > 0)$  y donde  $\epsilon$  es el cambio mínimo que se desea entre los grados de pertenencia en el tiempo  $t$  y el tiempo  $t+1$  definido por  $\max_j \{|\mu_{ij}^{(t+1)} - \mu_{ij}^{(t)}|\} < \epsilon$

**Paso 2.** Iniciar aleatoriamente la matriz de partición difusa  $U$  con los valores de  $\mu_{ij}$

**Paso 3.** Calcular la posición de los centros

$$v_j = \frac{\sum_{i=1}^M \mu_{ij}^m x_i}{\sum_{i=1}^M \mu_{ij}^m}, (j=1, 2, \dots, C)$$

**Paso 4.** Actualizar  $\mu_{ij}$  con  $v_j$

$$\mu_{ij} = \left( \frac{\sum_{k=1}^C \left( \frac{\|x_i - v_j\|}{\|x_i - v_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}{\sum_{k=1}^C \left( \frac{\|x_i - v_j\|}{\|x_i - v_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \right)^{-1}, (i=1, 2, \dots, M; j=1, 2, \dots, C)$$

**Paso 5.** Calcular  $\|\mu^{(t)} - \mu^{(t-1)}\|$ . Si  $\|\mu^{(t)} - \mu^{(t-1)}\| < \epsilon$ , detenerse, de lo contrario regresar al paso 3.

### Referencias

- Chatpattanan, V., Pattanadech, N., & Yutthagowith, P. (2006). Partial Discharge Classification on High Voltage Equipment with K-Means. *2006 IEEE 8th International Conference on Properties & applications of Dielectric Materials*, (págs. 191-194). Bali.
- Höppner, F., Klawonn, F., Kurse, R., & Runkler, T. (2000). Fuzzy cluster analysis. *Chichester: John Wiley & Sons*.
- Kesemen, O., Tezel, Ö., & Özkul, E. (2015). Fuzzy c-means clustering algorithm for directional data (FCM4DD). *Expert Systems with Applications*, Volume 58, 1 Oct 2016, Pag 76-82.
- Marsland, S. (2014). *Machine Learning: An Algorithm Perspective, Second Edition*. Chapman & Hall/CRC.
- Consultar esta base de datos: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/bsds/>.



## M.I. Ricardo Torres Knight

**E**l Director de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, M.I. Ricardo Torres Knight concedió una entrevista para la revista FINGUACH con motivo del cierre de su administración al frente de la Facultad.

Ingeniería se ha distinguido en la Universidad por ser una de las facultades con un mayor número de programas académicos y de alumnos; hace seis años el M.I. Ricardo Torres Knight asumió la dirección: *“Creo que en esta administración cumplimos con los objetivos que teníamos planteados e incluso pudimos extendernos con temas que no teníamos programados, como lo fue la revista FINGUACH y sus alcances”.*

*“Al inicio de esta administración tomamos una Facultad fuerte y nuestra responsabilidad era seguir manteniendo su nivel, hoy me siento orgulloso porque sé que vamos a entregar una Facultad aún más sólida. En aquel entonces nos tocó atender algunos programas académicos que apenas empezaban y hoy los entregamos consolidados. Un ejemplo del estatus actual de la Facultad es que a pesar de que la oferta académica en el estado y municipio de Chihuahua se ha incrementado y con ello también el número de escuelas de nivel superior, en el pasado ciclo de inscripciones batimos nuestro récord, ya que entregamos casi 1 600 fichas, lo cual manifiesta el creciente interés de los jóvenes por pertenecer a nuestra institución”* comentó el Director.

Entre los proyectos más importantes que se realizaron dentro de la Facultad de Ingeniería durante la administración 2010-2016 destaca la ampliación y remodelación de la infraestructura: *“El parque tecnológico se constituyó como un inmueble estratégico para trabajar en proyectos y generar ingresos, se construyó un edificio en el cual reside el Laboratorio de Resonancia Magnética industrial, rehabilitamos el edificio de máquinas y herramientas, trabajamos en el edificio de sala de maestros y en el Auditorio de la Facultad, actualmente estamos por finalizar la construcción del primer edificio verde y certificado que albergará aulas y laboratorios del programa de aeroespacial, con instalaciones que podrán ser utilizadas por los ingenieros civiles, físicos y matemáticos, así como túneles de viento, entre otros equipos de laboratorio”.*

Una de las particularidades en esta administración fue la vinculación con otras universidades e instituciones privadas: *“Hemos entendido que las escuelas de ingeniería no generan una competencia, sino una sinergia que puede dejar grandes beneficios en el estado. Durante nuestra administración trabajamos de la mano con el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) el Tecnológico de Chihuahua, con instituciones privadas de educación como el Tecnológico de Monterrey o la Universidad La Salle, así como con organismos empresariales como la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, el Colegio de Ingenieros Civiles de Chihuahua y gubernamentales como con la Comisión Nacional del Agua, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) el Instituto Mexicano del Transporte, entre otras”.*



Asimismo, se han creado y fortalecido vínculos con universidades de los Estados Unidos: *"Seguimos trabajando con la Universidad Estatal de Nuevo México y acabamos de ampliar relaciones con la Universidad del Oeste de Nuevo México en cuanto a Ciencias de la Tierra, colaboramos con la Universidad Estatal de Wichita en temas aeroespaciales y seguimos trabajando con la Universidad de Texas. Uno de los más grandes esfuerzos realizados fue la vinculación con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en donde actualmente dos de nuestros estudiantes se encuentran realizando su estancia de verano, en enero de este año recibimos estudiantes del MIT y tuvimos conferencias impartidas por parte de algunos de sus docentes en el área de inteligencia artificial; también se colaboró con la Universidad de California en Berkeley, considerada una de las universidades públicas más importantes de los Estados Unidos en innovación y emprendimiento"*.

Respecto a los programas académicos de la Facultad: *"Buscamos mantener actualizados nuestros programas de licenciatura y posgrado, así como verificar que cumplan con sus objetivos. A la fecha se han consolidado los programas de Ciencias Básicas, Ingeniería Física e Ingeniería Matemática, con un incremento considerable en su matrícula. En la carrera de Ingeniería Aeroespacial contamos con la titulación en México; los alumnos ya no tienen que irse al programa de movilidad a Estados Unidos para cumplir con el esquema de la doble titulación y terminar los últimos semestres allá, lo que significa un alivio para todos aquellos que no estaban en posibilidades de viajar. Por otra parte el programa de Ingeniería de Software Virtual estuvo suspendido un tiempo al no cumplir con las necesidades de los estudiantes y decidimos realizar una reestructura del programa con nueva metodología bajo un esquema cuatrimestral, también se creó de manera pertinente la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación ya que tuvo una gran demanda desde su inicio. Nos encontramos trabajando junto con el clúster metal-mecánico y con algunos maestros de Ingeniería Aeroespacial en la fabricación de un dron multitareas que será de utilidad también para los alumnos de Ingeniería en Sistemas Topográficos"*.

Durante esta administración la Facultad de Ingeniería ofertó sus programas de posgrado a nivel nacional e internacional: *"La Maestría en Valuación se imparte en Cd. Juárez mientras que la de Vías Terrestres se imparte en Jalisco y Tabasco. También se están retomando negociaciones con Ecuador porque queremos ofertarla internacionalmente"*.

Por otra parte el Director expresó que se han realizado estudios con organismos como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Junta Central de Agua y Saneamiento (JCAS) así como con la Asociación Nacional de Hidrocarburos en el desarrollo de un software.

Finalmente el Maestro Torres comentó: *"Me siento muy contento de terminar este ciclo y satisfecho con la labor que realicé en la dirección de la Facultad de Ingeniería de nuestra máxima casa de estudios, la Universidad Autónoma de Chihuahua"*.

# Fuentes de contaminación del drenaje pluvial

➤ M.I. Guadalupe Estrada Gutiérrez  
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,  
FINGUACH Año 3, Núm. 9, septiembre-noviembre 2016

**E**l verbo “drenar” en hidrología significa asegurar la salida del agua o de la excesiva humedad por medio de tubos, zanjas o canales; la palabra “drenaje” proviene del francés *drainage*, la cual hace referencia al efecto de drenar; por lo tanto, el drenaje pluvial es aquel que conduce el agua de lluvia.

Cuando se habla de contaminación del agua, deben separarse los drenajes y fuentes superficiales de los subterráneos, ya que el origen del contaminante puede provenir de fuentes naturales o antrópicas, siendo éstas últimas las que más afectan al drenaje pluvial.

Los ríos y arroyos se han convertido de manera constante en grandes receptores de cantidades importantes de lodos y otros materiales arrastrados desde tierra, sin embargo, al escurrimiento natural se le añaden cantidades cada vez mayores de contaminantes generados por las principales fuentes que afectan la calidad del agua de origen pluvial (Temprano, 1996).

La rapidez con que un cauce se contamina depende del volumen y velocidad que lleva el agua, su temperatura y Ph, además del volumen de contaminantes que sea vertido, por lo tanto, la contaminación pluvial está ligada directamente a la actividad que la genera, siendo éstas las más frecuentes:

## Ligada a las actividades humanas

Incluye principalmente aguas cargadas de contaminantes químicos y de productos de desecho procedentes de la industria, la agricultura, la ganadería y las actividades de los centros urbanos localizados en las cuencas, así como también de residuos radiactivos.

### ▪ Contaminación por la industria minera

La minería es una industria ambientalmente peligrosa, ya que involucra en el proceso el empleo y la producción de compuestos químicos dañinos como el mercurio, plomo, fierro, cobre, zinc y arsénico, sustancias extremadamente tóxicas para el ser humano, plantas y animales; muchas de las cuales son vertidas a los ríos o arroyos accidentalmente o de forma clandestina contraviniendo a lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El caso más reciente fue el ocurrido en el año 2014, donde la mina Buenavista del Cobre perteneciente al Grupo México (Enciso, 2014) vertió sobre el río Sonora una importante cantidad (40 000 m<sup>3</sup>) de lixiviados de sulfato de cobre acidulado, contaminación considerada como “el peor desastre ambiental de la industria minera en México”.



### ■ Contaminación por actividades agrícolas

La agricultura consume en promedio un 70% del total de agua dulce superficial disponible, a la vez es una de las principales fuentes de contaminación del recurso hídrico ya que es la causante de descargar contaminantes de origen químico, orgánico y sedimentos finos hacia las corrientes superficiales. Además del proceso de producción agrícola se tiene también el sector de la elaboración agroalimentaria, la cual esta considerada como una fuente de contaminación orgánica cuando los residuos son descargados superficialmente y arrastrados por las corrientes de agua.

Según Tyler (1994) los escurrimientos pluviales que drenan por zonas agrícolas, en conjunto con las aguas residuales de las zonas en la mayoría de los casos están contaminados por sales o sodio disueltos, fertilizantes, plaguicidas, herbicidas y organismos patógenos (cuando son empleados fertilizantes orgánicos).

### ■ Contaminación por la industria ganadera

La producción pecuaria a nivel mundial se ha convertido en una de las principales causas de la degradación y deforestación de tierras además de ser un fuerte factor contaminante de la atmósfera y del agua tanto superficial como subterránea.

Datos recopilados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2006) indican que este sector es el principal productor de contaminantes del agua ya que es el principal usuario antropogénico de la tierra donde el pastoreo ocupa el 26% de la superficie terrestre. Como consecuencia directa se sabe que a nivel mundial el sector pecuario genera el 9% de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub>, un 37% de metano antropogénico y el 65% del óxido nitroso antropogénico, generado principalmente por el estiércol. La expansión de las tierras de pastoreo en América Latina es aún más grave ya que el 70% de los bosques se usan como pastizales.

De acuerdo a la FAO (2016) en Estados Unidos, el ganado y la producción agrícola destinada a este rubro consume el 37% de los plaguicidas, el 50% de los antibióticos y producen una tercera parte del nitrógeno y fósforo que contaminan el agua, así como casi dos terceras partes del amoníaco antropogénico que genera la lluvia ácida y posteriormente es conducido a los cuerpos de agua por los escurrimientos pluviales.

### ■ Contaminación de origen urbano

La consecuencia más importante de la urbanización desde el punto de vista hidrológico es la modificación drástica de las condiciones naturales que gobiernan el movimiento, la distribución y la calidad del agua; en general la urbanización intensifica y acelera el proceso lluvia-escurrimiento. Las aguas pluviales pueden recoger y transportar productos químicos, incluyendo los pesticidas provenientes de hogares, parques y jardines; diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos pueden fluir a un sistema de alcantarillado pluvial o directamente descargar a ríos, arroyos, lagos, humedales u océanos.

Cuando no existe un tratamiento de las aguas residuales de zonas urbanas y éstas desagúan a cauces o cuerpos de agua, se dispersan agentes productores de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, entre otros).

### Contaminación natural

Aún cuando los contaminantes radioactivos son generalmente subproductos de la industria nuclear, cuando los escurrimientos pluviales cruzan yacimientos que contienen elementos radioactivos expuestos, éstos entran en contacto con el agua y fluyen corriente abajo; la cantidad de elementos radioactivos que puede tener un cuerpo de agua superficial dependerá del tiempo de permanencia de los escurrimientos en los yacimientos y de la superficie expuesta a los mismos.

La vida silvestre es otra fuente de contaminación natural de los escurrimientos pluviales, ya que estos pueden contener agentes patógenos, tales como bacterias, virus, parásitos y protozoarios que entran al agua provenientes de desechos orgánicos que incluyen heces, animales muertos y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aerobias.

### Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica tiene un significativo impacto en la calidad de los escurrimientos de origen pluvial, ya que la lluvia arrastra grandes cantidades de iones de origen antrópico que se encuentran suspendidos en la atmósfera provenientes principalmente por emisiones de la industria, vehículos, incendios forestales y en algunas ocasiones de origen natural como pueden ser las erupciones volcánicas. Entre los principales iones de origen antropogénico, según Cetina, *et al.* 2006, se encuentran: Sulfato (SO<sub>4</sub>), Nitrato (NO<sub>3</sub>), Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e Hidrógeno (H<sup>+</sup>).

### Referencias

- Tyler, G. (1994). *Ecología y Medio ambiente. Introducción a la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y la conciencia de conservación del planeta Tierra*. Grupo Editorial Iberoamérica. 867 p.
- Cetina A.; Aldrede, A.; Fenn, M.; Landois, P. y Pérez S. (2006). Química de la precipitación pluvial en dos bosques de la cuenca de la ciudad de México. *Red de Revistas Científicas de América de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALYC)*. Consultado en agosto de 2016. <http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/handle/987654321/12567>
- Enciso, A. (2014). *Desastre ambiental en Sonora, el peor de la minería en el país*. SEMARNAT. Consultado en julio de 2016 [www.jornada.unam.mx](http://www.jornada.unam.mx)
- FAO. (2006). *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente*. Enfoque 2006. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. [www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm](http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm) Consultado en agosto de 2016.
- Temprano, G. J.; Cervigni, G. M.; Suárez, L. J. y Tejero, M. J. (1996). Contaminación de redes de alcantarillado urbano en tiempo de lluvia: Control en origen. *Ciencia y Técnica de Ingeniería Civil. Revista de Obras Públicas. No 3352*. Universidad de Cantabria, España. Pp 45 - 57.
- Imágenes consultadas en la web: [https://esp.rt.com/actualidad/public\\_imagenes/a0f/a0f7fbc9ea172fb8df2e32f16fb52709\\_article.jpg](https://esp.rt.com/actualidad/public_imagenes/a0f/a0f7fbc9ea172fb8df2e32f16fb52709_article.jpg)  
[http://t1.uccdn.com/images/5/2/7/img\\_como\\_saber\\_a\\_que\\_velocidad\\_va\\_el\\_agua\\_del\\_rio\\_15725\\_600.jpg](http://t1.uccdn.com/images/5/2/7/img_como_saber_a_que_velocidad_va_el_agua_del_rio_15725_600.jpg)  
<http://lavozdejalisco.com/wp-content/uploads/2016/07/aguacontaminadauranio1.jpg>

➤ Dra. Cecilia Olivia Olague Caballero, I.C. Abraham Infante Cervantes, I.C. César Iván Ceballos Chaparro, I.C. Rafael Enrique De La Coromoto Alvarez Downing, I.C. Rosalinda Antonieta Iglesias Zappone

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, FINGUACH Año 3, Núm. 9, septiembre-noviembre 2016

# Estabilización química de arcillas mediante polvo de mármol

Las arcillas expansivas generan un grave problema de movimientos diferenciales en las estructuras, ya que son altamente susceptibles a deformaciones o cambios volumétricos. Como consecuencia se presentan asentamientos inmediatos o diferidos en el tiempo que pueden producir expansiones o colapsos, pérdidas de serviciabilidad y seguridad de las estructuras cimentadas sobre este tipo de suelos.

El objetivo principal del estudio es determinar la eficiencia del polvo de mármol como adición mineral para estabilización física y química de arcillas expansivas. A fin de lograr este objetivo se requiere caracterizar los materiales a estudiar y realizar pruebas índice y mecánicas con diferentes porcentajes de polvo de mármol con la finalidad de probar su eficiencia como agente estabilizador.

## Zona de estudio y caracterización de la arcilla estudiada

La arcilla estudiada presentó un límite líquido de 51.95% y un límite plástico de 23.53%, con un índice plástico de 28.42%. De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) corresponde a una clasificación CH (Arcilla de Alta Compresibilidad). De acuerdo a la clasificación de la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) es un suelo A-7-6 (14). Se realizaron pruebas de difracción de rayos X determinándose que el tipo de arcilla es una caolinita.



Figura 1: Zona de estudio y procedimiento de muestreo.

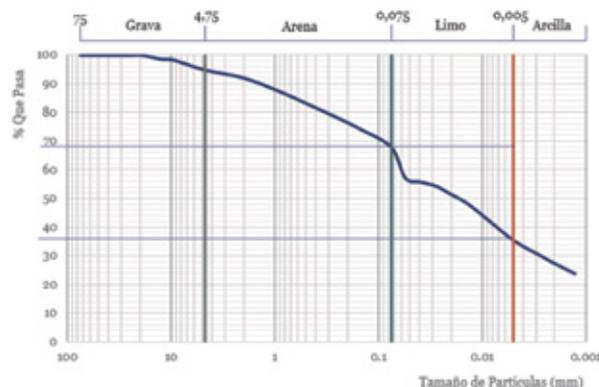


Figura 2: Curva granulométrica del suelo.

### El polvo de mármol como adición mineralógica para estabilización de arcillas

El mármol es una roca metamórfica compacta formada a partir de rocas calizas que sometidas a elevadas temperaturas y presiones alcanzan un alto grado de cristalización. El componente básico del mármol es el carbonato cálcico, cuyo contenido supera el 90%; los demás componentes, considerados impurezas son los que dan gran variedad de colores en los mármoles y definen sus características físicas. Tras un proceso de pulido por abrasión el mármol alcanza un alto nivel de brillo natural, es decir, sin ceras ni componentes químicos.

Con frecuencia otros minerales aparecen juntos a la calcita formando el mármol, como el grafito, clorita, talco, mica, cuarzo, pirita y algunas piedras preciosas como el corindón, granate y la zirconita.

El mármol utilizado en el presente trabajo presenta los siguientes contenidos mineralógicos mostrados en la Tabla 1 y 2.

DIFRACCIÓN DE RAYOS X (MÁRMOL)						
	RET 40	RET 50	RET 80	RET 100	RET 200	PASA 200
Fe	51.51%	45.95%	48.94%	47.72%	44.32%	44.61%
Si	31.89%	38.18%	33.47%	34.53%	35.24%	37.19%
Pd	1.71%	1.77%	1.99%	2.14%	1.74%	2.09%
Ti	1.24%	2.47%	2.72%	3.62%	2.62%	1.78%
Zr	1.19%	1.73%	1.07%	1.63%	3.80%	6.54%
Mn	0.73%	0.53%	0.70%	0.00%	0.41%	0.66%
Au	0.70%	0.75%	0.70%	0.64%	0.62%	0.79%
Zn	1.07%	1.29%	2.43%	1.21%	1.90%	3.40%
Y	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%
Nb	0.00%	23.00%	0.22%	0.28%	0.23%	0.28%
P	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Sr	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.33%
Pb	0.00%	0.71%	0.00%	0.99%	0.00%	0.00%
Mg	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Al	9.22%	6.68%	7.76%	7.02%	8.79%	0.00%
Mo	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.32%	0.00%
Cu	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%	0.00%	0.00%
Ag	0.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Tabla 1: Difracción de rayos X del polvo de mármol.

Escala	Cantidad	Mineral	Fórmula
Mayor del 40%	Mayoritaria	Oxidos de Hierro (Pirita)	FeO
Mayor del 30 %	Abundante	Cuarzo	SiO2
Menor del 1%	Muy escasa	Oro	Au
Menor del 1%	Muy escasa	Cobre	Cu
Menor del 5%	Escasa	Zinc	Zn

Tabla 2: Estudio megascópico del mineral de mármol.

### Pruebas para determinar la eficiencia del uso de polvo de mármol para estabilización de suelos arcillosos.

Al usar el polvo de mármol es posible modificar las condiciones de plasticidad del suelo, teniendo como valor agregado el reúso de un desecho industrial. El efecto de esta adición mineral es disminuir el límite plástico del suelo conforme aumenta la

cantidad de polvo de mármol mejorando la trabajabilidad y su resistencia mecánica. Al reducir el índice plástico del suelo disminuye su grado de potencial expansivo y la actividad del suelo pasa a considerarse un suelo inactivo. La siguiente tabla muestra las variaciones de los límites. La actividad es un parámetro geotécnico que se obtiene del cociente entre el Índice Plástico y el porcentaje particular de arcilla presente en el suelo.

Material	LL %	LP %	IP %	A
Suelo natural	51.95%	23.53%	28.42%	0.769
Suelo natural + Mármol 10 %	43.15%	24.58%	18.58%	0.503
Suelo natural + Mármol 20 %	41.05%	25.76%	15.29%	0.414
Suelo natural + Mármol 30 %	40.01%	27.32%	12.69%	0.343

Tabla 3: Límites de Atterberg para el suelo estabilizado con mármol.

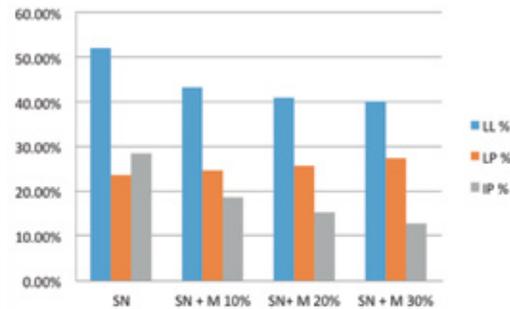


Figura 3: Límites de Atterberg para el suelo estabilizado con mármol.

El proceso de agregar mármol al suelo produce un cambio en las propiedades plásticas del suelo y por consecuencia puede cambiar la clasificación del material y es posible evaluarlo de acuerdo a los sistemas de clasificación de suelos como el SUCS y el AASTHO que son los más usados. Para esta clasificación es necesario usar la granulometría y los límites recientemente obtenidos.

Material	SUCS	AASHTO
Suelo natural	CH - Arcilla de alta compresibilidad	A-7-6
Suelo natural + Mármol 10 %	CL - Arcilla de baja compresibilidad	A-7-6
Suelo natural + Mármol 20 %	CL - Arcilla de baja compresibilidad	A-7-6
Suelo natural + Mármol 30 %	ML - Arcilla de baja compresibilidad	A-7-6

Tabla 4: Clasificación de suelos para el suelo estabilizado con mármol.

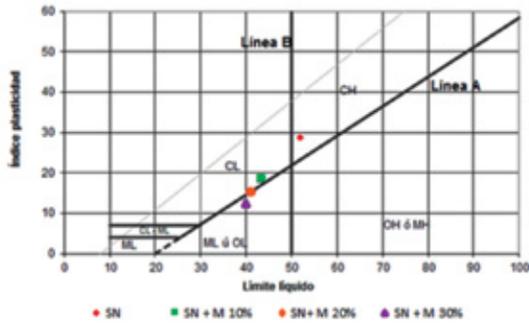


Figura 4: Carta de plasticidad del suelo natural más el desecho de mármol.

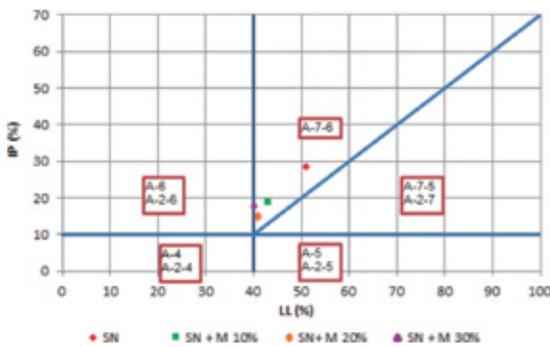


Figura 5: Carta de plasticidad del suelo natural más el desecho de mármol.

El mármol tiene un peso específico mayor al de la arcilla en su forma natural, por lo que al considerar el porcentaje de su dosificación (10-30%) el peso aumentó considerablemente.

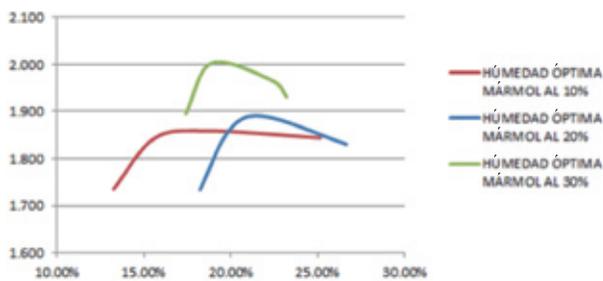


Figura 6: Humedad óptima del suelo-mármol.

	10%	20%	30%
PESO ESPECÍFICO HÚMEDO kg/cm <sup>3</sup>	1.859	1.890	2.003
PESO ESPECÍFICO SECO kg/cm <sup>3</sup>	1.594	1.551	1.684
CONTENIDO DE AGUA w %	18.60%	21.88%	18.93%

Tabla 5: Resultados de la prueba proctor estándar del suelo-mármol.

### Conclusiones y recomendaciones

La mezcla granulométrica de un suelo con mejores propiedades mecánicas e hidráulicas es una alternativa viable para conseguir las características deseadas de un material sin sustituirlo por completo ya que esto no resulta económico en la mayoría de los casos.

El polvo de mármol es considerado una adición mineral que sirve como agente estabilizador de arcillas. Por su contenido de calcio (en forma de cristales) funciona como un cementante natural, modificando las condiciones de plasticidad del suelo, obteniéndose un material trabajable con menos plasticidad y mayor resistencia mecánica.

El uso del desecho de mármol en forma de polvo es una alternativa sustentable que permite reusar este residuo, que de otra forma se acumularía ocasionando un deterioro ambiental.

A fin de hacer viable el uso del residuo de polvo de mármol se requiere de un proceso de trituración y molienda así como costos de traslado hasta el sitio de colocación que deben ser considerados para verificar la viabilidad económica.

De acuerdo a los resultados de la presente investigación el porcentaje de mármol que muestra mejores resultados de estabilización es el 30%, ya que contribuye a abatir la plasticidad en mayor proporción. También el uso del 30% de polvo de mármol aumenta el peso específico al máximo, mejorando su resistencia y trabajabilidad.

### Referencias

F.G. Bell, (1996). *Lime stabilization of clay minerals and soils*. Elsevier.  
 Garzón, E., Cano, M., O' Kelly, B. and Sánchez Soto, P. (2006). *Effect of lime on stabilization of phyllite clays*. Elsevier.  
 Hernández Rosales, M. (2006). *Estudio geológico y reconocimiento de arcillas expansivas en suelos de una zona al sur de Maracay, estado Aragua. Licenciatura*. Universidad Central de Venezuela.  
 Crespo Villalaz, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones (5th ed.)*. México: Limusa.  
 Başer, O. (2009). *Stabilization of expansive soils using waste marble dust*.  
 Seco, A., Ramírez, F., Miqueleiz, L. and García, B. (2010). *Stabilization of expansive soils for use in construction*. Elsevier.  
 López Lara, T. (2010). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 11.  
 Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations (3rd ed.)*. [s.l.]: John Wiley & Sons Ltd.  
 Modarres, A. and Mohammadi Nosoudy, Y. (2015). *Clay stabilization using coal waste and lime — Technical and environmental impacts*. Elsevier.  
 Lati, N., A. Rashid, A., Siddiqua, S. and Horpibulsuk, S. (2015). *Micro-structural analysis of strength development in low- and high swelling clays stabilized with magnesium chloride solution- agreeen soil stabilizer*. Elsevier.

► Ing. Joseph Isaac Ramírez Hernández  
 Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua  
 FINGUACH Año 3, Núm. 9, septiembre-noviembre 2016

# Concursos de Matemáticas

La matemática es una de las ciencias más antiguas desarrollada por el ser humano, pues establece una relación entre la naturaleza y el pensamiento. Se distingue por ser abstracta, dinámica y universal; además de ser una herramienta para el desarrollo tecnológico. Se distingue de las demás ciencias por ser lógica y axiomática, lo que favorece el ámbito cognitivo y la habilidad mental. Es por eso que en la actualidad es común encontrar concursos donde se desea premiar e incentivar la capacidad que los alumnos desarrollan.

El objetivo de los concursos es elevar el nivel de ciencias en la sociedad, promover las relaciones personales, fomentar el estudio de las matemáticas y estimular la creatividad. Tal es el caso del concurso **Pierre Fermat**, el cual es organizado anualmente por diferentes universidades en México y que actualmente se distingue por tener un alto nivel de complejidad. Así mismo, existe la Asociación Nacional

de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) la cual organiza el Concurso de Ciencias Básicas en diferentes sedes desde hace tres años.

En el Estado de Chihuahua las matemáticas se encuentran en una etapa de crecimiento, por esta razón es fundamental la creación de concursos que favorezcan la inclusión y el avance de la ciencia en la región.

La Universidad Autónoma de Chihuahua a través de la Facultad de Ingeniería organiza anualmente el Concurso Estatal de Física y Matemáticas para nivel medio superior, el cual ha logrado despertar el interés de un gran número de estudiantes.

La importancia de realizar estos concursos reside en mejorar y generar un progreso en el nivel educativo de los estudiantes, así como incentivar al cuerpo académico de cada institución para cambiar y fortalecer la metodología de la enseñanza.

# Software comercial VS Software hecho en casa o a la medida

► M.I. Víctor Alonso Domínguez Ríos

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, FINGUACH Año 3, Núm. 9, septiembre-noviembre 2016

Cada día incrementa la necesidad en las empresas de automatizar sus procesos mediante un sistema computacional, esto debido a varios factores como: el crecimiento de la empresa, almacenamiento de gran cantidad de información, optimizar los procesos administrativos y/o de producción, mejorar la atención al público y la calidad del producto, entre otros. El resultado de prestar atención a estos aspectos, es de alto impacto para la organización, se logran beneficios que pueden desembocar en ahorros económicos, reducción en los tiempos de respuesta, mejoramiento en la calidad del producto o servicio, entre otras cosas.

En la actualidad existen en el mercado, por un lado una gran cantidad de productos de *software* ya desarrollados y por otro, profesionales de sistemas computacionales con capacidad y experiencia para desarrollar nuevas aplicaciones. El problema radica en distinguir si es mejor adquirir un *software* ya existente o contratar a algún profesional para desarrollar uno nuevo.

A continuación se presentan una serie de comparaciones que ayudarán al lector a decidir que es mejor de acuerdo a las necesidades de su empresa.

En primer lugar es necesario ponerle nombre a ambos conceptos y definirlos de manera clara:

**Software comercial:** es aquel que se desarrolla con el propósito de ser comercializado a una gran cantidad de entidades, de forma que sus procesos queden cubiertos con la operatividad incluida en el sistema; no cubre necesidades específicas o particulares del negocio, ya que es creado con un análisis y políticas de negocio presentes en todas las organizaciones (o la mayoría) del giro para el cual estas aplicaciones son creadas; su soporte queda en manos del proveedor del producto de *software* y generalmente una nueva versión está disponible para todos aquellos que cuentan con la aplicación, aunque en muchos casos es necesario realizar el pago correspondiente.

**Software hecho en casa:** es aquel que atiende de manera eficiente las necesidades particulares de una empresa; este tipo de *software* es desarrollado analizando el proceso de negocio de la organización en la que se va a implementar y su funcionalidad se adapta de manera precisa a ella. En este caso, el soporte o mantenimiento se realiza a solicitud de la organización que hace uso del sistema, de forma que si la operatividad cambia, el sistema lo hará de forma paralela.

A partir de estas dos clasificaciones de *software*, se presenta una comparación analizando las principales características que se esperan que un producto de *software* tenga, como lo pueden ser: adaptabilidad, optimización, costo, entre otras.





Hecho en casa o a la medida	Comercial
<b>Adaptabilidad</b>	
Medida o nivel en que el producto de software cubre los requerimientos del negocio, es decir, cubre las funciones de operación para las que se requiere.	
Se adaptará perfectamente a la empresa, ya que el equipo de desarrollo hará un análisis de los requerimientos de ésta, para con base a ellos desarrollar el software. Siempre es posible desarrollar una aplicación para los requerimientos informáticos de una empresa.	Puede que la adaptación a la empresa no sea tan alta, ya que tendría que coincidir un software comercial con el proceso de negocio que se quiere automatizar, incluso puede ser el caso de que no exista tal.
<b>Optimización</b>	
Manera en la que se realizan los procesos, aunque un software se adapte a una empresa es necesario que lo realice de la mejor manera posible.	
Dado a que fue hecho a la medida de la empresa, los procesos estarán implementados de la manera más óptima posible.	No cubrirá de manera óptima las particularidades de operación de cada empresa en las que se implemente.
<b>Capacitación</b>	
Esfuerzo requerido para aprender a hacer un uso correcto de la aplicación.	
El esfuerzo será bajo, ya que los usuarios del software forman parte del equipo de desarrollo en la fase de análisis y pruebas.	Requiere un esfuerzo más alto ya que la aplicación es nueva para toda la organización.
<b>Participación de usuarios</b>	
Involucramiento de los usuarios del software en las fases del desarrollo del mismo.	
Se requiere que los usuarios formen parte del desarrollo de forma que se asegure que la aplicación cubra exactamente sus necesidades.	La herramienta ya está desarrollada por lo que no se requiere participación de usuarios.
<b>Tiempo de implementación</b>	
Tiempo requerido desde que surge la necesidad del producto hasta que éste es puesto en correcta operación.	
Puede ser muy prolongado dependiendo del grado de complejidad de los procesos y conocimientos del equipo de desarrollo.	Solo se requiere tiempo para la capacitación ya que el software ya está desarrollado.
<b>Costo</b>	
Desembolso económico que hace la empresa para la implementación del software, en ambos casos debe verse como una inversión y no como un gasto.	
En un inicio será más elevado, pero supone que al ser software hecho a la medida optimizará el uso de recursos de los procesos en mayor proporción.	Generalmente las licencias de software comercial son de menor costo que un equipo de desarrollo, sin embargo, el ahorro en los procesos será menor.
<b>Evolución</b>	
Se refiere a la facilidad de adecuar el software a cambios en la operación de la organización de procesos ya automatizados, o bien, la incorporación de nuevos procesos no considerados en el producto original.	
Podrá ser evolucionado a medida que vaya habiendo nuevas necesidades en la empresa.	La única forma que tendremos de evolucionar el software comercial será que la empresa desarrolladora saque al mercado nuevos módulos que se ajusten con nuestros nuevos procesos de gestión.

Analizando la comparación de las características entre el *software* hecho en casa y el software comercial, nos podemos percatar que ninguno es mejor que el otro; sino que es necesario realizar una revisión completa del proceso de negocios que se desea atender con una automatización para determinar que opción es la más viable. Para ello, es necesario que el proceso de negocios este claramente establecido y que, quien hará la negociación del *software* conozca de manera clara y completa las actividades que se desean cubrir con la aplicación informática. Sin lugar a dudas, el principal factor a analizar es la particularidad de las actividades que se desempeñan en la organización y de ahí, conocer si pudiera existir un *software* comercial que cubra las necesidades que se tienen o bien si nuestro negocio es tan heterogéneo que requerimos desarrollar un *software* a la medida.

**Referencias**

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. México, D.F.: Pearson Education.  
 Pressman, R. (2010). *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. México, D.F.: McGraw-Hill.  
<http://www.mkgsuadministradores.com.ve/imagenes/registro.jpg>

# PARA TODOS UNA BANQUETA, PARA TUS HIJOS, SU PRIMER OBRA DE ARTE



# 75

ANIVERSARIO

CEMENTO CHIHUAHUA, 75 AÑOS  
ACOMPAÑANDO TU CAMINO

