

## DESARROLLO DE MODELO DIDÁCTICO DE COLUMNAS FILTRANTES A PARTIR DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LOS LABORATORIOS DEL ÁREA DE GEOTECNIA E HIDRAÚLICA

DEVELOPMENT OF DIDACTIC MODEL OF FILTER COLUMNS FROM THE TECHNICAL REQUIREMENTS OF THE LABORATORIES OF THE GEOTECHNICAL AND HYDRAULIC AREA

Lenin Oswaldo Rueda Usme  
Daniel Leonardo Romero Gonzales

Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Católica, Bogotá- Colombia.

### **Resumen**

El proyecto “DESARROLLO DE MODELO DIDÁCTICO DE COLUMNAS FILTRANTES A PARTIR DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LOS LABORATORIOS DEL ÁREA DE GEOTECNIA Y HIDRAÚLICA”, se realizó con el fin de dotar los laboratorios de la Universidad Católica de Colombia para facilitar el aprendizaje del proceso de filtración por columnas filtrantes y sus diferentes capas granulares. Esta metodología, sirve para grupos de investigación, ya que se compone de capas granulométricas y se puede experimentar con demás materiales de filtración como son las diatomeas, las cuales son algas que gracias a su estructura física sirven como filtro, para purificar el agua.

Los cilindros que se construirán para el modelo didáctico de columnas filtrantes son hechos en acrílico. Debido a que los materiales que irán dentro de los cilindros no generan mucha presión, no se necesitaran materiales demasiado robustos para poder construir una columna filtrante. También se podrá apreciar como entra el agua por la parte superior y que, a través de su paso por las capas filtrantes, se obtiene finalmente un agua con menos sólidos en suspensión.

Las mezclas estándares que se usarán en el modelo de columnas filtrantes se basa en 30 centímetros de altura, donde se manejarán diferentes espesores de las capas granulométricas, las cuales son: Antracita, arena y grava de río. También se usará en la mezcla, una capa de diatomeas para así ensayar distintos materiales para el proceso de filtración.

Se realizará un manual con sus respectivos requerimientos técnicos para el uso del modelo didáctico de columnas filtrantes, logrando que el estudiante entienda el uso del modelo didáctico de columnas filtrantes.

**Palabras Claves:** Antracita, arena, grava de rio, diatomeas, columnas filtrantes.

### **Abstract**

The project "DEVELOPING A DIDACTIC MODEL OF FILTERING COLUMNS FROM THE TECHNICAL REQUIREMENTS OF THE LABORATORIES OF THE GEOTECHNICAL AND HYDRAULIC AREA" was done in order to equip the laboratories of the Catholic University of Colombia to facilitate the learning of the filtration process by filter columns and their different granular layers. This methodology is used for research groups, as it is composed of granulometric layers and can be experimented with other filtration materials such as diatoms, which are algae that, thanks to their physical structure, serve as a filter to purify water.

The cylinders to be constructed for the didactic model of filter columns are made in acrylic. Because the materials inside the cylinders do not generate much pressure, no materials that are too robust are needed to build a filter column. It will also be possible to see how the water enters the upper part and that, through its passage through the filter layers, finally obtains a water with less solids in suspension.

The standard mixtures to be used in the model of filter columns is based on 30 centimeters of height, where different thicknesses of the granulometric layers will be handled, which are: Anthracite, sand and river gravel. A layer of diatoms will also be used in the mixture to test different materials for the filtration process.

A manual will be made with its respective technical requirements for the use of the didactic model of filter columns, making the student understand the use of the didactic model of filter columns.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo desarrollará un modelo didáctico de columnas filtrantes, con el cual los estudiantes del área de ingeniería civil, puedan representar la filtración del agua a través de una o varias capas de suelo. El diseño de dichas capas será guiado por el profesor o instructor de laboratorio, para que una vez se llenen y se pongan a prueba con agua sucia, se logren analizar resultados, luego así determinando cual sería la

mejor variación de las capas en la clarificación del agua.

Otro objetivo del trabajo es demostrar en práctica todo lo que se menciona en la teoría de la asignatura de hidráulica e inclusive alcances en la demostración para el área de plantas de tratamiento.

Los materiales del modelo didáctico serán acrílicos cilíndricos, platinas en acrílico, esponjas, mallas, baldes, válvulas de PVC, acero, y tablas de madera, se usará una granulometría estándar que es basada en antracita, arena y grava de rio. Se realizarán cinco

columnas y estarán soportadas por una base en madera y acero.

El proyecto tiene como finalidad dotar al laboratorio con un modelo que represente el proceso de filtración con varios temas de investigación, tales como hidráulica y geotecnia.

## II. MARCO TEÓRICO

¿Por qué filtrar el agua potable?

La filtración por medio de suelos granulares elimina la mayoría de las materias del agua de la cual se abastece una población, a medida que pasa el agua a través de capas porosas de suelo, va reteniendo sólidos que perjudiquen la salud como materia orgánica en descomposición y metales pesados. El agua, sin embargo, puede estar sujeta a contaminación animal, humana e industrial directa que puede causar enfermedad en los seres humanos, por lo cual, éstas deben ser filtrada por un sistema de tratamiento.

La filtración es el proceso de eliminar los sólidos en suspensión del agua pasando el agua a través de un tejido permeable o un lecho poroso de materiales. El agua subterránea es naturalmente filtrada ya que fluye a través de capas porosas del suelo. La filtración es uno de los métodos más simples de eliminarlos. Depende principalmente de una combinación de complejos mecanismos físicos y químicos, y la más importante es la adsorción la cual consiste en el proceso de partículas que se pegan en la superficie de los granos individuales del filtro o sobre los materiales previamente depositados.

Capas granulares: Son capas con determinados espesores de suelo, que está con un específico tamaño de partículas empezando desde el tamaño más grande en la parte superior y a medida que aumenta la profundidad del lecho filtrante se va haciendo más pequeña la dimensión de cada partícula viéndose así la diferencia entre una capa y la otra.

Cuerpo de filtro: Su forma es cilíndrica o cuadrada, Su construcción puede ser con distintos materiales, tales como, acrílicos, concreto, plástico o metálicos. En el fondo se encuentra la capa granular y debajo de la base se encuentra el paso a las tuberías que transportan el agua hasta el tanque de almacenamiento.

### Materiales Filtrantes

#### Gravas para Imagen 4 filtros

Color: amarill  
a/marrón  
Forma: sub-  
angular,  
fracturada  
Dureza: 7 –  
8 de la  
escala MOH  
Densidad  
aparente: 150  
0-1600 kg/m<sup>3</sup>



La grava para medio de soporte para filtros de agua está compuesta de material predominantemente silíceo, de granos sub-angulares, duros,

resistentes y densos. La grava es extraída de canteras de río y procesadas especialmente para aplicaciones de filtración de agua. En la tabla N.3 se definirá los rangos de tamaños típicos de la grava de río.

Tabla N.3

Rango de tamaños típicos

2 1/2"	1 1/2"	3/4"	5/8"	1/2"	3/8"	1/4"	3/16"	1/16"
x	x	x	x	x	x	x	x	x
1 1/2"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	x	x	"x	x
"	(4	(2	(16x	"	3/16"	1/8"	3/32"	1/16"
(6	0x	0x	9m	(1	"	"	"	"
5x	20	12	m)	2x	(6			
40	m	m		6	(9	x	(5	(3
m	m)	m)		m	x4	3	x	x1
m)				m	.5	m	2.	.6
				)	m	m	5	m
				m)	)	m	m)	m)

**Antracita**

Color: negro

Contenido de carbón: 95%

Gravedad específica: 1.65 + .05

Dureza: 3.0-3.5 de la escala MOH

Densidad aparente: 750-800 kg/m<sup>3</sup>

Tamaño: 0.60-10.00 milímetros

AWWA Standard B100-01



Imagen 5

Los medios filtrantes

es suministrados por agua provienen de minas, donde se obtiene el mineral con contenidos elevados de carbón. Los lechos filtrantes de antracita en combinación con los lechos filtrantes de arena proporcionan todas las ventajas de un solo medio de filtración, permitiendo corridas con duraciones 30% a 40% mayores a la de los filtros multicapa de arena. El lavado de hace se hace pasando una corriente de agua a contracorriente que permite expandir el lecho de material filtrante lo que provoca el desprendimiento acumulada en el lecho para enviarla al desagüe. Con cada retro lavado el lecho filtrante es clasificado hidráulicamente eliminando los materiales extraños y los finos de antracita. La antracita es escogida, clasificado y tamizado a fin de obtener el material de la mejor calidad con el propósito de filtrar el agua. La antracita produce agua de inmejorables características para la remoción de turbidez y sólidos suspendidos debido a la mayor capacidad de retención que puede proporcionar.

**Arena para filtros**

Color: amarillenta a blanca Forma: sub-angular, fracturada

Tamaño: 0.2-3.0 mm

Dureza: 6 – 8 de la escala MOH

Solubilidad al ácido: Inferior al 1.0%

Densidad aparente: 1500-1600 kg/m<sup>3</sup>

Coefficiente de uniformidad (CU): 1.30 – <1.65

Gravedad específica:  $2.67 > 2.60$

AWWA Standard B100-01

Imagen6



Arena compuesta de material predominantemente silíceo, de granos sub-angulares, duros, resistentes y densos. Cumple con las especificaciones de tamaño, dureza y forma requeridas para el óptimo funcionamiento de los equipos de filtración.

TAMAÑO EFECTIVO COMUNES DE LA ARENA (mm)  $CU = 1.5$

2.00-3.00	1.65-2.0	1.2-1.6
.80-1.20	.70-.80	.60-.65
.45-.55	.35-.45	.20-.30

### III. METODOLOGÍA

El proyecto se realizará en tres fases teniendo un orden cronológico de la siguiente manera:

**Fase I:** La caracterización de los materiales se hará visitando diferentes puntos de venta, consultando la resistencia y

propiedades de cada material que se usará en la construcción del modelo columnas filtrantes. Además, se realizarán consultas de la existencia de modelos, equipos y herramientas que faciliten el aprendizaje en el área de geotecnia y pavimentos en los laboratorios de suelos de la Universidad, teniendo en cuenta que semanalmente 900 personas hacen uso de estas instalaciones.

**Fase II:** Se realizarán identificaciones de las normas geotécnicas colombianas y extranjeras para operar dentro de los rangos establecidos para el método de columnas filtrantes.

Se hará un bosquejo dimensional del modelo didáctico de columnas filtrantes, donde se determinará los espesores, y los ensambles de los materiales. Mediante el programa AUTOCAD se realizará el dimensionamiento a escala real del modelo de columnas filtrantes. Estos diseños del modelo serán verificados paso a paso por un docente tutor del programa de ingeniería civil.

Se pondrá en ejecución la construcción del modelo didáctico de columnas filtrantes a escala real, con los materiales consultados en la fase I. Siguiendo paso a paso las normas geotécnicas consultadas para lograr obtener el menor margen de error en los ensayos de práctica antes de ser entregado al laboratorio de suelos de la Universidad Católica.

**Fase III:** Obtener la aceptación por las directivas y docentes del programa de ingeniería civil del modelo didáctico de columnas

filtrantes para hacer uso en las prácticas geotécnicas de los laboratorios de suelo y así poder obtener resultados para culminar la ficha técnica que describa completamente el modelo didáctico de columnas filtrantes.

#### IV. CONCLUSIONES

- Por medio de la variación de las capas filtrantes que se podrán proyectar en las columnas, tanto los estudiantes que ven clases del área de fluidos, hidráulica y plantas de tratamiento, como los estudiantes de semilleros de investigación, podrán determinar cuáles de las combinaciones son las óptimas en cuanto a la rata de filtración que tengan.
- Gracias a la construcción del modelo, los estudiantes de las asignaturas de hidráulica, geotecnia y plantas de tratamiento, tendrán la posibilidad de ver como son los filtros de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) a menor escala, representada en el modelo de columnas filtrantes. Así mismo, los estudiantes podrán determinar las combinaciones óptimas de las capas granulares para la filtración.
- El acrílico transparente es un material apropiado para construir elementos para el laboratorio del área de

hidráulica y mecánica de suelos, debido a su transparencia, lo cual permite observar el proceso de filtración en su interior y permite facilidades de uso y manipulación.

#### V. BIBLIOGRAFIA

<Biosand\_Manual\_Spanish.pdf>  
(Citado el día 17/02/2017)  
disponible en internet

[http://www.calplas.com/uploads/odelos/20090323183733\\_modelo.pdf](http://www.calplas.com/uploads/odelos/20090323183733_modelo.pdf) (Citado el día 17/02/2017)  
disponible en internet

<002320-08b.pdf> (Citado el día 17/02/2017) disponible en internet

<5-8-Lesson-Plan1.pdf> (Citado el día 18/02/2017) disponible en internet

<CE\_H134D\_S.PDF> (Citado el día 18/02/2017) disponible en internet

<Chapter 18 Filtration.pdf> (Citado el día 20/02/2017) disponible en internet

<CPSA\_2\_5\_415\_960\_es.pdf>  
(Citado el día 20/02/2017)  
disponible en internet

<filtration\_DWFSOM51.pdf>  
(Citado el día 21/02/2017)  
disponible en internet

<filtro.pdf> (Citado el día 21/02/2017) disponible en internet

<KIESELGUR. Métodos de Ensayo y Propiedades Filtrantes. El Kieselgur español y su Activación.pdf (Citado el día 21/02/2017) disponible en internet

<Media Book Spanish.pdf> (Citado el día 21/02/2017) disponible en internet

<http://www.erosion.com.co/foro/8-la-geotecnia-en-las-vias-de-comunicacion/94-creacion-de-la-norma-geotecnica-colombiana.html>(Citado el día 21/02/2017) disponible en internet.  
<http://www.directindustry.es/cat/filtros-separadores/materiales-filtrantes-liquidos-BT-1921.htm> (Citado el día 21/02/2017) disponible en internet

<https://www.proyin.com/index.php/5-columnas-de-filtracion>(Citado el día 24/02/2017) disponible en internet

[http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/030\\_Construcci%C3%B3n\\_tratamiento\\_Filtraci%C3%B3n\\_ME/Construcci%C3%B3n\\_tratamiento\\_Filtraci%C3%B3n\\_ME.pdf](http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/030_Construcci%C3%B3n_tratamiento_Filtraci%C3%B3n_ME/Construcci%C3%B3n_tratamiento_Filtraci%C3%B3n_ME.pdf) (Citado el día 24/02/2017) disponible en internet

Martin Wegelin, Gerardo Galvis, Jorge Latorre; “La Filtración

Gruesa En El Tratamiento De Agua De Fuentes Superficiales”; SANDEC, CNARA; Colombia; 1997. (Citado el día 24/02/2017) disponible en internet

<http://www.sefiltra.com/filtros-de-arena.php>.(Citado el día 24/02/2017) disponible en internet

[http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/069\\_Filtro\\_Lento\\_de\\_Arena/](http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/069_Filtro_Lento_de_Arena/)(Citado el día 25/02/2017) disponible en internet  
<http://www.oocities.org/edrochac/sanitaia/filtracion.htm> (Citado el día 25/02/2017) disponible en internet

<http://www.oocities.org/edrochac/sanitaia/filtracion.htm> (Citado el día 25/02/2017) disponible en internet

Autor: Fernando Gómez F.  
<http://www.serteagua.com/index.php/materiales-filtrantes> (citado el día 16/03/2017)

<http://search.proquest.com.ezprox.yucdc.ucatolica.edu.co:2048/docview/1677585056/426FA5E3783441DDPQ/6?accountid=45660> (citado el día 15/05/2017) Disponible en biblioteca de la Universidad Católica de Colombia.