



Ciencia y Sociedad

ISSN: 0378-7680

dpc@mail.intec.edu.do

Instituto Tecnológico de Santo Domingo

República Dominicana

Pantaleón, Jordan; Pérez Batista, Paola Carolina; Cordero, Rogelio; Torres, Aurelio; García, Bryan
Arturo; Melibel Castillo, Heliana; Arisleidy Feliz, Joemi; Rivas, Gioribel

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD PARA ENCAchado USADO EN EL
REVESTIMIENTO DE CUNETAS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Ciencia y Sociedad, vol. 38, núm. 3, 2013, pp. 551-568

Instituto Tecnológico de Santo Domingo

Santo Domingo, República Dominicana

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87028918006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD PARA ENCACHADO USADO EN EL REVESTIMIENTO DE CUNETAS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Determining pitching roughness coefficient used in the lining of ditches in Dominican Republic¹

Jordan Pantaleón
Paola Carolina Pérez Batista
Rogelio Cordero
Aurelio Torres
Bryan Arturo García
Heliana Melibel Castillo
Joemi Arisleidy Feliz
Gioribel Rivas

Resumen: Para construir una carretera se precisa de una estructura que pueda transportar el agua desplazada de la capa de rodadura y de la cuenca adyacente. A estas estructuras se le llama cuneta; para construirla se necesitan diferentes materiales dependiendo de las consideraciones de los diseñadores de la misma.

En el diseño de estas cunetas, el cálculo de caudales que pasan por las mismas es algo difícil de calcular si no se tienen las herramientas correctas, esto es debido a que dependen de un gran número de variables, como lo es su número de Reynolds, su forma y su rugosidad. Hay que emplear y calcular varias variables para determinar el coeficiente de rugosidad que se usa en el revestimiento de cunetas.

¹ Este artículo contó con la asesoría intelectual del Ing. Martín Meléndez.

En la República Dominicana un material usado para el revestimiento de cunetas es el encachado debido a su bajo costo con respecto a los revestimientos de hormigón. Es por ello que la determinación del valor real correspondiente al valor del coeficiente de rugosidad usado en la ecuación de Manning de este material posee gran relevancia ya que este valor es usado a la hora de determinar el tamaño de diseño de la cuneta, lo que quiere decir que mientras más inexacto sea este número, con mayor diferencia a la realidad se diseña.

Palabras claves: Coeficiente, rugosidad, encachado, cunetas, revestimiento, República Dominicana, carretera, ecuación de Manning.

Abstract: To construct an accurate road structure which can transport water displaced from the surface layer and the adjacent basin. These structures called gutter, are needed to construct different materials depending designers considerations thereof.

In the design of these ditches, the calculation of flow passing through them is hard to calculate if you do not have the right tools, this is because they depend on a large number of variables, such as the Reynolds number, shape and roughness. You have to use and calculate several variables to determine the roughness coefficient used in the lining of ditches.

Dominican Republic in a material used for coating is pitching ditches due to its low cost relative to concrete tiles. That is why the determination of the actual value for the roughness coefficient used in the Manning equation of this material has great relevance since this value is used when determining the size of the gutter design, which means inaccurate to say that the more the number, the more reality sets designs.

Keywords: Coefficient, roughness, pitching, gutters, siding, Dominican Republic, road, Manning equation.

1. Antecedentes y problemática actual

Siempre que se construye una carretera se ve necesaria la creación de una estructura que pueda transportar el agua desplazada de la capa de rodadura y de la cuenca adyacente. A estas estructuras se le llama cuneta, y esta se puede hacer de diferentes materiales dependiendo las consideraciones de los diseñadores de la misma. Uno de estos materiales usados es el encache, el cual se compone de rocas unidas entre sí con una mezcla de arena, cemento y agua; mejor conocido como *mortero*.

En el diseño de estas cunetas, el cálculo de caudales que pasan por las mismas es algo difícil de calcular si no se tienen las herramientas correctas, esto es debido a que dependen de un gran número de variables, como lo es su número de Reynolds, su forma y su rugosidad. Estas variables resultan muy complicadas de calcular, lo que ha llevado a que estas constantes de diseño se determinen empíricamente para las diferentes condiciones (Naudascher, 2000).

La constante mencionada por Naudascher (2000) ha sido llamada coeficiente de rugosidad y se conoce con la letra (**n**) y se busca para satisfacer la ecuación de Manning, aplicada con el fin de obtener una velocidad en un canal de manera simplificada y acertada. Este coeficiente depende de las mismas variables mencionadas anteriormente con excepción de la forma del canal. Cabe destacar que del material mencionado anteriormente, el encache, no se conoce este valor empírico.

Actualmente en la República Dominicana un material usado para el revestimiento de cunetas es el encachado debido a su bajo costo con relación a los revestimientos de hormigón. Es por ello que la determinación del valor real correspondiente al valor del coeficiente de rugosidad usado en la ecuación de Manning de este material posee gran relevancia ya que este valor es usado

Jordan Pantaleón, Paola Pérez Batista, Rogelio Cordero, Aurelio Torres, Bryan García, Heliana Castillo, Joemi Feliz, Gioribel Rivas

a la hora de determinar el tamaño de diseño de la cuneta, lo que quiere decir que mientras más inexacto sea este número, con mayor diferencia a la realidad se diseña. En la actualidad se está utilizando un valor asumido, lo que quiere decir que no tenemos el número exacto y se está diseñando en el país una cuneta no apropiada para el mismo, el ajuste de este número llevaría al diseño de una cuneta eficiente en el país.

2. Marco teórico

Al realizar los diseños de estructuras de drenaje la velocidad del flujo es un término imprescindible, debido a que este flujo debe tener la capacidad de mover los sedimentos que lleve consigo mientras asegure que no vaya a una velocidad tan baja que lleve al estancamiento de las aguas. En 1889 el ingeniero irlandés Robert Manning mostró por primera vez su ecuación que determina la velocidad durante la lectura de un artículo en una reunión del Institute of Civil Engineers de Irlanda (Valle, 2012). Esta ecuación fue desarrollada por medios empíricos y ajustes de curvas en las condiciones de canal abierto con flujo uniforme y estable descrita más arriba. (Mott, 2006) (Barnes, 1967).

Dentro de la ecuación anteriormente mencionada se encuentra un coeficiente que lleva el mismo nombre. Este coeficiente de rugosidad de Manning representa el efecto combinado (tanto la fuerza de corte como fuerza de arrastre) de la fuerza resistente, que actúa en sentido opuesto a la dirección del flujo. (Mailapalli, Singh, Schmitz, & Lennartz, 2008).

A lo largo del tiempo han surgido diversos autores los cuales han producido expresiones para obtener este coeficiente de rugosidad (n). Por ejemplo (Fuentes & López, 1979) desarrollaron una expresión teórica para un tramo de canal que permite obtener el valor del coeficiente de rugosidad llevando a cabo un proceso iterativo en la ecuación. Dicha expresión incluye los parámetros

Determinación del coeficiente de rugosidad para enchachado usado en el revestimiento de cunetas en la República Dominicana

de pendiente del fondo de canal, pendiente de la línea de energía, número de Froude, entre otros. Se puede resaltar que la mayoría de estos métodos son sumamente dificultosos debido a la cantidad de factores que hay que tomar en cuenta al momento de determinar el mismo. Debido a esto vemos cómo el método más usado para encontrar este coeficiente como un método empírico (Naudascher, 2000).

A partir de estas y otras expresiones teóricas, mencionadas posteriormente, se han desarrollado estudios a base de experimentos para determinar los coeficientes de rugosidad tanto para canales naturales como para artificiales.

Este método ha sido usado de diferentes maneras, siendo estos desarrollados a base de la observación en campo y la determinación del coeficiente con diferentes retos, puede verse un ejemplo de esto en una investigación realizada en Islandia. En esta investigación los ingenieros a cargo buscaban el coeficiente de Manning en un túnel que estaba siendo construido para una presa hidráulica siendo construida en el mismo país, estos realizaron observaciones *in situ* y estimaciones de los valores que podían ser medidos en ese sitio mediante el uso de herramientas modernas como los son mediciones laser de dimensiones, entre otros. (Hákonardóttir, Tómasson, Kaelin, & Stefánsson, 2009).

Otro ejemplo de estos estudios fue el cálculo del coeficiente de rugosidad “n” de Manning en los grandes ríos de Venezuela. En este se realizó la estimación del coeficiente de rugosidad en los grandes ríos del sur de dicho país. Estos valores se calcularon usando las funciones de distribución de velocidades obtenidas mediante los aforos realizados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

En resumen, el procedimiento realizado fue el siguiente: estimaron el perfil de velocidades de cada río dividiendo la sección en 15

Jordan Pantaleón, Paola Pérez Batista, Rogelio Cordero, Aurelio Torres, Bryan García, Heliana Castillo, Joemi Feliz, Gioribel Rivas

sub-secciones para asegurarse de que no circule más del 10% del caudal total por la sección. A partir de la aplicación de la función de distribución de velocidades, encontraron un valor de “n” para cada sub-sección. El valor de “n” para la sección total fue estimado como la media de los valores de “n” de las sub-secciones. Finalmente como resultado de la investigación se llegó a la conclusión de que el valor “n” puede calcularse en función del diámetro de partículas de fondo. (Osío Yépez, Valencia Ventura, Guevara, & Cartaya, 2000).

Otra notable investigación que también ha sido realizada fue con el objetivo de calcular el coeficiente equivalente para canales que tengan una sección compuesta, es decir, que esta sección transversal tenga en sus diferentes caras que dan al fluido, una superficie diferente.

Dicha investigación —arrojó con la ayuda de la investigación previa realizada por Horton en el 1933 y posteriormente seguida por Einstein en el 1934— una determinación de cómo hacer una sección óptima, considerando como tal, una sección capaz de mover la mayor cantidad de agua posible al menor costo; tomando en cuenta en esta investigación las rugosidades, tirantes y dimensiones de la sección asumida en la investigación; la sección que fue asumida fue en forma trapezoidal. (Das, 2000).

3. Marco metodológico

Esta indagación es experimental debido a que será construido un modelo representativo de las cunetas encachadas usadas en la actualidad. La construcción y el muestreo del mismo serán realizados en un laboratorio con condiciones controladas.

La misma será seccional porque no se está tomando en cuenta su variación a través del tiempo. Como consecuencia a que los análisis de datos solamente serán basados en los experimentos

Determinación del coeficiente de rugosidad para encachado usado
en el revestimiento de cunetas en la República Dominicana

realizados en esta ocasión. Para este estudio se precisan de tres muestras.

La primera muestra representa al grupo de ingenieros a entrevistar, con el fin de determinar la composición representativa del encachado en la República Dominicana. Esta muestra será dirigida por el criterio de disponibilidad, limitándose a la cantidad de 6 ingenieros. Estos ingenieros serán profesionales del área que tengan en su antecedente profesional el diseño de un encache.

La segunda muestra es la cuneta representativa construida, la cual es una muestra dirigida debido a la cantidad de tiempo y recursos a la hora de la investigación, y será una cuneta. La misma será construida con las especificaciones obtenidas por la encuesta de la muestra anterior que dio como resultado un mortero de 1:2.5 y un rango de piedras de 12.5 a 25 centímetros, con una longitud del canal de 5 metros, una base de 10 pulgadas y una altura de 12 pulgadas.

La tercera muestra será el universo de mediciones a realizar, de esta cantidad de mediciones se elegirá de manera dirigida y se hará de 100 mediciones. Esto está basado en la investigación de Enric Mateu y Jordi Casal, llamada “Tamaño de muestra”, en esta plantean que la fórmula para un tamaño de muestra es:

$$N = \frac{z^2 pq}{B^2}$$

donde

N es el tamaño de la muestra,

z es el nivel de confianza,

p la frecuencia esperada,

q será la resta de la unidad menos *p* ($q=1-p$) y por último,

B que será la precisión o el error admitido (Mateu & Casal, 2003).

En la investigación se usó un nivel de confianza de un 95%, una frecuencia esperada de un 95% lo que arroja un valor de q igual al 5% y el error permitido que será de un 5%; lo que da como resultado una muestra de 73 mediciones las que se redondeará a 100 mediciones para asegurar esta confiabilidad.

METODOLOGÍA (PASO A PASO)

- 1) Crear una encuesta con el propósito de determinar la composición de los encaches diseñados por diferentes ingenieros.
- 2) Aplicar la encuesta a 6 ingenieros que tengan en sus antecedentes profesionales el diseño de un encache.
- 3) De los datos arrojados por la encuesta, obtener la composición más probable de los materiales de los encaches mediante el método PERT.
- 4) Construir una cuneta con las especificaciones del material obtenidas anteriormente. Sus dimensiones geométricas serán 15 cm de base, altura de 23 cm y una longitud de 4 metros. Además se construyó otra cuneta control de pino americano bruto del cual ya se tiene un rango de valores para el coeficiente de Manning. Las dimensiones de la cuneta control serán base de 12.5 cm, una altura de 30.48 cm y una longitud de 4 metros.
- 5) Se creará una tabla de datos a ser tomados en las simulaciones de los canales, la cual contempló los valores del caudal y el tirante.
- 6) Con la ayuda de una bomba hidráulica se fijó un caudal, con el cual se aumentará la altura inicial del canal desde 4 cm (pendiente de 1%) en 0.25 cm hasta llegar a 8.5 cm (pendiente de 2.5%), luego se establecerá un nuevo caudal y se repetirá el proceso hasta completar las 100 mediciones sobre cada canal construido, anotando los datos en la tabla de cálculos.

Determinación del coeficiente de rugosidad para enchachado usado en el revestimiento de cunetas en la República Dominicana

- 7) Mediante un análisis estadístico, se encontraron los coeficientes de Manning de cada una de las cunetas construidas.
- 8) Se compararon los valores del coeficiente de Manning obtenidos de la cuneta de madera y los tabulados con el fin de dar la mayor confiabilidad a los resultados.

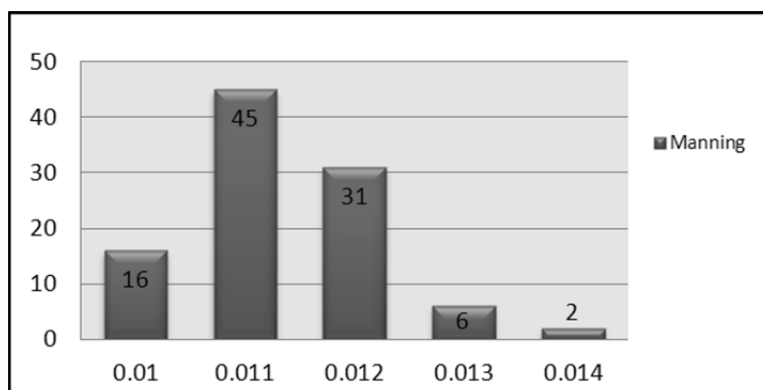
4. Presentación de resultados

CANAL DE MADERA

Con los resultados de las cien (100) mediciones de la cuneta de madera se procedió a calcular el número de Reynolds y de Froude con la finalidad de determinar si el flujo satisfacía los requerimientos de la ecuación de Manning.

Al obtener estos datos de manera positiva, se determinó el coeficiente de rugosidad para cada una de las mediciones, obteniéndose un grupo de valores del coeficiente de Manning. Después se agruparon los coeficientes en intervalos con el fin de comprobar que tenían una distribución normal y podían considerarse significativos para la prueba, los resultados se muestran en el gráfico N.º 1 Agrupación de coeficientes de Manning para madera

Gráfico N.º 1
Agrupación de coeficientes de Manning para madera



*Jordan Pantaleón, Paola Pérez Batista, Rogelio Cordero, Aurelio Torres,
Bryan García, Heliana Castillo, Joemi Feliz, Gioribel Rivas*

Es evidente, con la ayuda del **gráfico N.º 1 Agrupación de coeficientes de Manning para madera** que la prueba se puede considerar representativa. De igual forma se han calculado la desviación estándar y la varianza de las mediciones para confirmar la confiabilidad de las mediciones.

Tabla N.º 1
Análisis estadístico canal de madera

Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0.0114	0.000855234	7.31E-07

Comparando el promedio del coeficiente de Manning medido en la madera con el usado generalmente, se observa que el coeficiente obtenido de 0.0114 [$\text{m}^{1/6}$] es aproximado al coeficiente medio usado de manera nacional e internacional, con valor de 0.012 [$\text{m}^{1/6}$] (Chow, 1994). Esto refleja que nuestras mediciones son correctas y verifica el método nuevamente para los parámetros internacionales.

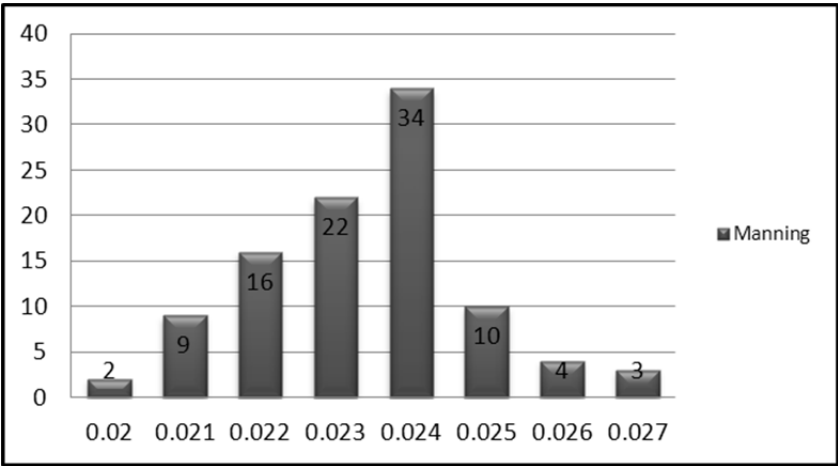
CANAL DE ENCACHE

A los datos obtenidos, un total de cien (100) mediciones, le fue verificado el número de Reynolds y de Froude, arrojando valores en el rango de flujo laminar subcrítico. Se procedió a determinar el coeficiente de rugosidad para el encache, obteniendo los valores de la tabla N.º 2. Análisis canal encache.

Luego se ha procedido a dividir las muestras en intervalos con el fin de asegurar que su distribución sea normal, y construyéndose el gráfico N.º 2.

Determinación del coeficiente de rugosidad para enchado usado
en el revestimiento de cunetas en la República Dominicana

Gráfico N.º 2
Agrupación de coeficientes de Manning enchado



Se observa que los resultados pueden ser considerados representativos dentro del espacio muestral, gracias a la comparación entre intervalos y la distribución normal. La media del coeficiente de rugosidad calculado para la cuneta enchada es de 0.0233 [$m^{1/6}$] la cual tiene una desviación estándar de 0.001476 como puede verse en la tabla N.º 2.

Tabla N.º 2
Análisis estadístico canal de enchado

Coeficiente Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0.0233	0.001476	2.18E-06

El valor a recomendar por la presente investigación a partir del promedio y de la desviación estándar genera dos posibles valores. Por lo tanto se ha determinado el más desfavorable para realizar nuestra exhortación.

*Jordan Pantaleón, Paola Pérez Batista, Rogelio Cordero, Aurelio Torres,
Bryan García, Heliana Castillo, Joemi Feliz, Gioribel Rivas*

Este valor a recomendar, el cual será menos optimista se da cuando se aumenta la rugosidad del material debido a que reduce la velocidad del agua aumentando el tirante, pero se requiere mayor sección transversal lo que genera mayor cantidad de costos. Por ello con la finalidad de recomendar un coeficiente de Manning para los cálculos del encache será seleccionado el valor más conservador posible, el cual fuese el valor medio más la desviación estándar, la cual da un total de $0.0248 [m^{1/6}]$, lo que se traduce a un coeficiente de Strickler de 40.

En resumen, en esta investigación se recomienda que el valor de diseño del coeficiente de rugosidad de Manning para el encache sea $0.025 [m^{1/6}]$. Cabe destacar que en la actualidad, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) de República Dominicana no tiene una recomendación sobre el coeficiente de Manning para el encache, solo tienen para el concreto y para piedras, los cuales tienen un coeficiente de $0.015 [m^{1/6}]$ y $0.04 [m^{1/6}]$ respectivamente.

IMPACTO

A partir del coeficiente de Manning para encache obtenido en la presente investigación se procede a realizar una comparación en términos de m^3 de sección. Dicha comparación posee la finalidad de mostrar en términos porcentuales las diferencias entre los volúmenes obtenidos y sus costos por metro lineal.

Partiendo de los valores sugeridos en el Reglamento R-019 Recomendaciones provisionales para el diseño y construcción de sistemas de drenajes en carreteras. El valor de (n) para hormigón es de $0.015 [m^{1/6}]$ equivalente a un coeficiente de Strickler de 67 y el valor de (n) para rocas es de $0.04 [m^{1/6}]$ correspondiente a un coeficiente de Strickler de 25. Con estos valores de rugosidad (n) se ha calculado el volumen por metro lineal de las secciones. (Véase la tabla N.º 3).

Determinación del coeficiente de rugosidad para encachado usado en el revestimiento de cunetas en la República Dominicana

Tabla N.º 3
Determinación de volúmenes para análisis unitario

(n)	Caudal (m³/s)	Pendiente %	Radio Hidráulico (m)	Base (m)	Tirante (m)	Espesor (m)	Área (m²)	Volumen Final (m³)
0.015	1	6%	0.16	0.6	0.34531	0.2	0.21	0.338123
0.025	1	6%	0.19	0.6	0.51533	0.2	0.31	0.4061308
0.04	1	6%	0.21	0.6	0.75861	0.2	0.46	0.5034424

5. Conclusiones y recomendaciones

La investigación sobre “Determinación del coeficiente de rugosidad para encachado usado en el revestimiento de cunetas en la República Dominicana” ha permitido determinar efectivamente que:

- El coeficiente de Manning para el encache representativo de la República Dominicana es de 0.025;
- Mientras que el número de *Strickler* es de 40.

Se recomienda al Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) hacer los trámites necesarios para que este coeficiente se incluya lo antes posible en el manual M-019 del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) de República Dominicana para diseño de sistema de drenajes en carreteras.

6. Referencias bibliográficas

- Barnes, H. (1967). *Roughness characteristics of Naturall Channels*. Washington, D.C.: U.S. Geological Survey Water-Supply.
- Castillo, H. M.; Cordero, R.; Feliz, J. A.; García, B. A.; Pantaleón, J.; Pérez Batista, P. C.; Rivas, G.; Torres, A. (2013, 14 de febrero). Número de Manning usado para el diseño de encahe. (Trabajo final de asignatura), INTEC, Santo Domingo, República Dominicana.
- Chow, V. (1959). *Open channel hydraulics*. New York: McGraw-Hill.
- Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Das, A. (2000). Optimal Channel Cross Section With Composite Roughness. *Journal of Irrigation & Drainage Engineering*, 126(1), 68-73.
- Fuentes, R., & Lopez, J. (1979). *Determinación Numérica del Coeficiente de Manning en un tramo de Canal de Longitud Arbitraria*. Caracas: Laboratorio Nacional de Hidráulica.
- Fuentes, R., & López, J. (1980). *Determinación numérica del coeficiente de Manning en un tramo de canal de longitud arbitraria*. *El Agua*, 5(18), 15.
- Garber, N. J., & Hoel, L. A. (2005). *Ingeniería de tránsito y carreteras* (3ra. Ed.). (Trad. de R. Arriola & V. González y Pozo) México: International Thomson Editores.

Determinación del coeficiente de rugosidad para enchachado usado
en el revestimiento de cunetas en la República Dominicana

- Hákonardóttir, K. M., Tómasson, G. G., Kaelin, J., & Stefánsson, B. (noviembre de 2009). The hydraulic roughness of unlined and shotcreted TBM-bored tunnels in volcanic rock: In situ observations and measurements at Kárahnjúkar Iceland. *Tunneling & Underground Space Technology*, 24(6), 706-715.
- Hibbeler, R. C. (2004). *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática* (10 Ed.). México: Pearson Educación.
- Karim, F. (1990). Menu of coupled velocity and sediment discharge relations for rivers. *Journal of Hydraulic Engineering*, 116(8, agosto).
- Mailapalli, D. R., N. S., R., Singh, R., Schmitz, G., & Lennartz, F. (2008). *Spatial and Temporal Variation of Manning's Roughness Coefficient in Furrow Irrigation*. American Society of Civil Engineers.
- Mateu, E., & Casal, J. (2003). Tamaño de la muestra. *Epidem. Med. Prev.* (s. v.), 8-14.
- Méndez, F. J. (30 de agosto de 2007). *Protocolo de la investigación*. Recuperado de http://peru.tamu.edu/Portals/18/Modules/Protocolo_Mendez.pdf
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). (1985). *Especificaciones Generales Para La Construcción de Carreteras M-014*. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). (1987). *R-019*. Santo Domingo: MOPC.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). (s .f.). Recuperado de (MOPC): <http://mopc.gob.do/>
- Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (6ta. Ed.). México: Pearson Educación.

*Jordan Pantaleón, Paola Pérez Batista, Rogelio Cordero, Aurelio Torres,
Bryan García, Heliana Castillo, Joemi Feliz, Gioribel Rivas*

Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (6ta. Ed.). Naucalpan de Juárez: Pearson Prentice-Hall.

Naudascher, E. (2000). *Hidráulica de canales (Vol. 1)*. Mexico, D. F.: Limusa S. A.

Osío Yépez, M. G., Valencia Ventura, F. F., Guevara, E., & Cartaya, H. (2000). Cálculo del coeficiente de rugosidad “n” de Manning en los grandes ríos de Venezuela. *Ingeniería UC*, 7(002).

Osío Yépez, M. G., Valencia Ventura, F. F., Guevara, E., & Cartaya, H. (2000). Cálculo del coeficiente de rugosidad “N” de Manning en los grandes ríos de Venezuela. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 3-9.

Seway, R. A., & Jewett, J. W. (2005). *Física para ciencias e ingenierías*. (Vol. 1). (6ta.Ed.). México: Thomson.

Valle, U. J. (2012). *Mecánica de fluidos de la Universidad José Cecilio del Valle*. Recuperado de <http://mecanicadefluidos-ujcv.blogspot.com/2012/05/coeficiente-de-manning.html>

Jordan Pantaleón

Es egresado de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC); durante su estadía de estudiante fungió como encargado de logística del Comité Estudiantil de la susodicha carrera.

Email: jordantejada@hotmail.com

Paola Carolina Pérez Batista

Recientemente culminó sus estudios superiores de Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo. Ha realizado además cursos de idiomas (Inglés e Italiano), Autocad 2D, entre otros.

Rogelio Cordero

Es egresado de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) (2013). Actualmente realiza una pasantía en el área de la construcción.

Aurelio Torres

Es egresado de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). Por sus méritos recibió una beca 100% como beneficiario del programa PIES del INTEC y patrocinado por la Fundación Phillips Morris Internacional, estudios concluidos en julio 2013.

Bryan Arturo García

Es egresado de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). Recibió una beca 100% como beneficiario del programa PIES del INTEC.

*Jordan Pantaleón, Paola Pérez Batista, Rogelio Cordero, Aurelio Torres,
Bryan García, Heliana Castillo, Joemi Feliz, Gioribel Rivas*

Heliana Melibel Castillo

Es egresada de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC).

Joemi Arisleidy Feliz

Es egresada de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC).

Gioribel Rivas

Es egresado de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). Actualmente labora como supervisor de obras en Santiago de los Caballeros.

Recibido: 19/06/2013

Aprobado: 20/08/2013