

LA ENTREVISTA A MOCKUS RECONTADA

Víctor M. Ponce¹

¹ Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad
Estatad de San Diego, California, EE.UU.,
poncevm@gmail.com

Resumen

El presente trabajo recuenta la entrevista a Víctor Mockus, realizada el 12 de julio de 1996. Mockus, ingeniero de larga trayectoria en el Servicio de Conservación de Suelos, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (desde 1994, el Servicio de Conservación de Recursos Naturales) y jubilado desde la década de los 1960, accedió a conversar con el profesor Víctor M. Ponce, de la Universidad Estatal de San Diego, California, sobre el método del número de la curva, en cuyo desarrollo él había participado activamente durante las décadas de 1940 y 1950. Se abordaron cuatro temas: (1) la ecuación del número de la curva, (2) la selección de la abstracción inicial, (3) la aplicabilidad del método en diferentes biomas, y (4) el límite superior del tamaño de la cuenca. Cabe mencionar que, después de su jubilación, ésta fue la única vez que Mockus habló públicamente sobre esta metodología, ahora mundialmente reconocida. En el momento de la entrevista, Mockus tenía 83 años; falleció en marzo de 1997.

Preludio

En el invierno de 1993, el difunto Profesor Richard (Pete) Hawkins y el Profesor Víctor Miguel Ponce, autor del presente artículo, coincidieron en Denver, Colorado, mientras ambos impartían conferencias en una reunión técnica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. El autor conocía a Pete desde hacía algunos años y estaba familiarizado con su trabajo. La dilatada experiencia de Pete en la hidrología basada en el número de la curva no había pasado desapercibida para el autor. En ese entonces, el autor llevaba trece años enseñando en la Universidad Estatal de San Diego y contaba con una amplia trayectoria en hidrología, habiendo publicado recientemente un libro de texto titulado "Engineering Hydrology: Principles and Practices" (1989). En Denver, durante una conversación con Pete, el autor le sugirió que podrían colaborar en la redacción de un artículo de revisión de la metodología del número de la curva, idea que inmediatamente interesó al Prof. Hawkins.

Durante los dos años siguientes, Pete y el autor completaron el artículo que se habían propuesto

escribir y lo remitieron para su publicación en el recién creado *Journal of Hydrologic Engineering* de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. El artículo, titulado "Runoff curve number: Has it reached maturity?", de Víctor M. Ponce y Richard H. Hawkins, vio la luz en el número inaugural de la revista, vol. 1, núm. 1, de enero de 1996.

Tal como estaba previsto, el artículo siguió los pasos habituales para su publicación en una revista especializada. Hubo tres comentarios de especialistas, seguidos de la réplica final de los autores. Mientras preparaban la respuesta, el autor tuvo la fuerte convicción de que, para hacer justicia a la metodología, necesitaban entrar en contacto con Víctor Mockus, ingeniero del Servicio de Conservación de Suelos (SCS), activo en las décadas de 1940 y 1950, reconocido como uno de los principales autores del método.

En julio de 1996 el autor visitó Washington, D.C., con el propósito de entrevistar a Mockus. No tardó mucho en encontrar un número de teléfono dónde localizarlo. La tarde del 11 de julio, el autor marcó el número de Vic y, para su sorpresa, fue el mismo Vic quien respondió el teléfono, accediendo a concederle una entrevista al día siguiente.

La tarea en ciernes consistía en convencer a Mockus para que hablara en el récord sobre el método de su creación. El autor sabía lo que tenía que hacer: Tenía que presentarse como un visitante de lejos, el cual no representará una amenaza para alguien que viviera cerca de la capital. Se presentó como un académico de California, quien recientemente había escrito un artículo para una revista de ASCE, el cual exponía la metodología del número de la curva. En el cierre (*closure*) del artículo, el cual estaba en preparación, la intención era aclarar, para beneficio de la profesión, algunos de los conceptos más importantes que habían sustentado el desarrollo de la metodología.

El autor se preparó detalladamente para la entrevista. Escogió cuatro temas: (1) el fundamento de la ecuación de escorrentía de Mockus, cuyo uso en aquel entonces (1996) se había extendido por todo el mundo; (2) la elección del coeficiente de abstracción inicial, fijado desde el principio (1954) en $\lambda = 0,2$ para uso general; (3) la idoneidad del método para su aplicación en diferentes biomas, es decir, bosques, pastizales, tierras agrícolas y zonas urbanas; y (4) el límite superior del tamaño de la cuenca para asegurar la aplicabilidad del método.

La ecuación de Mockus

La pregunta crucial, la cual persistía en la mente del autor y, presumiblemente, en la de innumerables usuarios del número de la curva, era el origen de la llamada ecuación de Mockus. En otras palabras, ¿cómo llegó Vic a la Ecuación 3, tal como se muestra en la **Página 13** de Ponce y Hawkins (1996)? Mockus había graficado escorrentía directa Q vs precipitación P (en pulgadas) (Fig. 1), y había procedido a ajustar una ecuación algebraica (Ecuación 3) a los datos, lo que equivalía a un ajuste no lineal. Si bien el método se había desarrollado para eventos, Mockus aclaró que estaba basado en datos diarios, ya que éstos eran los únicos datos disponibles en ese tiempo en grandes cantidades.

Mockus respondió con una serenidad que revelaba que no era la primera vez que le hacían esa pregunta. Afirmó que había dado con esa ecuación "Una noche, después de cenar, al ver que se ajustaba muy bien a los datos, después de haber probado varias otras relaciones alternativas" (NRCS: Miguel Ponce conversation with Víctor Mockus).

Cabe mencionar que la ecuación de Mockus afirma una verdad diametralmente opuesta a la de la clásica ecuación de Horton, la cual precedió al trabajo de Mockus en más de dos décadas (Horton, 1933). De hecho, mientras que la ecuación de Mockus establece que la retención y la escorrentía están directamente relacionadas, la ecuación de Horton no afirma tal cosa. [Aquí asumimos que el reconocimiento de este hecho pudo haber sido la fuente de extensas discusiones técnicas en los albores del modelado de infiltración]. Aquí reside la diferencia entre estos dos enfoques históricos, lo cual puntualiza el valor intrínseco y, por lo tanto, la permanencia, de la visión de Mockus en comparación con la de Horton.

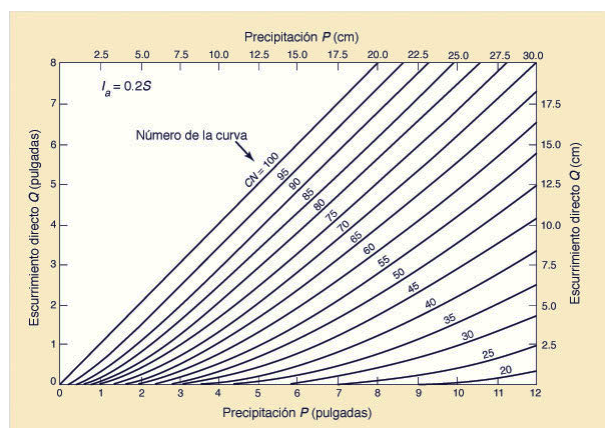


Figura 1. La ecuación del número de la curva en forma gráfica.

Abstracción inicial

La abstracción inicial I_a es la precipitación que ocurre antes del inicio de la escorrentía; se define como $I_a = \lambda S$, en el que λ es la relación de abstracción inicial y S es la retención máxima potencial. Mockus afirmó que la elección de la relación de abstracción inicial había constituido un singular desafío desde el principio. En un intento por evitar el problema, Mockus prefería utilizar ($P - I_a$) en el eje de abscisas (véase la Figura 1), pero sus superiores no estuvieron de acuerdo con esa idea. Finalmente, se optó por $\lambda = 0.2$ porque este valor parecía estar en el centro de los datos, aunque con una dispersión considerable.

El valor $\lambda = 0.2$ se ha utilizado en Estados Unidos y en la mayoría de los demás países desde su introducción en 1954. Sin embargo, Mockus era de la opinión que, si los datos lo justificaban, el valor podría modificarse para reflejar las condiciones locales del terreno. La amplia experiencia con el método del número de la curva, particularmente en Estados Unidos y varios otros países, parece apuntar en esa dirección (Ponce y Hawkins, 1996: **Página 14**). Al respecto, cabe mencionar que alrededor del año 2000, el mismo Hawkins lideró un movimiento para revisar y, finalmente, cambiar el valor de λ a un valor menor, $\lambda = 0.05$ (Hawkins *et al.*, 2009). Esta experiencia parece respaldar la preocupación de Mockus de que el valor original de $\lambda = 0.2$, elegido al principio, podría haber sido algo alto. Aclaramos que NRCS está actualmente examinando las ventajas y desventajas de un cambio de λ de 0.2 a 0.05; hasta la fecha (2026), no se ha tomado una decisión definitiva al respecto.

Aplicabilidad a través de biomas

Mockus y sus colaboradores originalmente dieron al método el nombre de "número de la curva de escorrentía", el cual fue eventualmente adoptado en forma general. Sin embargo, cabe notar que la autoría del método es efectivamente el SCS, organismo que cuatro décadas después, en 1994, pasó a ser el NRCS. Por lo tanto, el alcance original del método ha quedado claramente establecido desde el principio: Un modelo hidrológico de precipitación-escorrentía, con el objetivo de proveer una herramienta analítica para apoyar estudios y proyectos de control de inundaciones y la asociada erosión superficial, particularmente en pequeñas cuencas agrícolas. En la entrevista de 1996, Mockus señaló que los datos de campo utilizados para el desarrollo del método variaban en escala de

0,25 a 25 km². Se concluye que este hecho limita el alcance del método a escorrentía directa, a diferencia de *escorrentía total*, el cual incluye típicamente el flujo base.

Actualmente está ampliamente reconocido que el método muestra su mejor rendimiento en cuencas agrícolas, para las cuales fue originalmente desarrollado. Desde entonces, su aplicabilidad se ha extendido a otras áreas, incluyendo zonas urbanas. Se reconoce que el método obtiene resultados aceptables en zonas de pastizales y, por lo general, no es muy eficaz en zonas forestales (Hawkins 1984; 1993; Ponce y Hawkins, 1996: Página 16).

Límite del tamaño de la cuenca

Los comentarios del párrafo anterior cobran especial importancia al constatar que, con el paso del tiempo, la aparente simplicidad del método dio paso a su enorme popularidad, lo que animó a muchos profesionales a aplicarlo más allá de su alcance original, es decir, a cuencas de mayor tamaño, las cuales no eran necesariamente para uso agrícola. El propio Mockus, al ser preguntado sobre el límite superior del tamaño de la cuenca para la aplicación del número de la curva, mencionó el límite de 1000 km², en referencia al límite superior para el análisis de la escorrentía en cuencas de tamaño mediano (**Ponce, 2014**). Aclaramos que el SCS, y posteriormente el NRCS, no tienen un mandato claro para realizar estudios hidrológicos en grandes cuencas, ámbito que corresponde por ley y práctica a otras instituciones gubernamentales.

Comentarios finales

El método del número de la curva de escorrentía es ampliamente reconocido por lo que es: Un modelo de precipitación-escorrentía con una marcada base conceptual, ampliamente respaldado por datos de campo y oficialmente avalado por una importante agencia federal de los EE.UU. Tal como afirmó Mockus en la entrevista del 1996, motivo de este trabajo, él no veía limitación alguna para la aplicación del método a escala de cuenca, salvo la impuesta por el requerimiento de uniformidad espacial de la precipitación. Este último punto es crucial para la correcta aplicación del método; a medida que aumenta el tamaño de la cuenca, la probabilidad de uniformidad espacial de la precipitación disminuye, lo que acaba invalidando el supuesto básico del método. En la práctica, el límite de 25 km² para el tamaño de la cuenca, tal como lo indicó Mockus al aclarar la fuente de los datos de

campo, es ampliamente reconocido como un límite superior práctico; por supuesto, sin subdivisión de la cuenca.

A pesar de haber transcurrido más de dos décadas de intensa investigación, la resolución del argumento referente a la abstracción inicial λ aún espera la decisión oficial del NRCS (2026). Está aún en proceso una respuesta definitiva a esta elusiva pregunta. Un cambio en λ , del valor actual de 0,2 a un posible valor de 0,05, provocará un cambio en los números de curva de escorrentía de las tablas, generando cierta reticencia a modificar una práctica tan arraigada. La cuestión fundamental es si el nuevo valor de λ resultará en un aumento de la precisión del cálculo, dada la inherente falta de precisión del proceso de precipitación-escorrentía, y la imposibilidad práctica de determinar con exactitud la variabilidad física, química y ecológica. En este contexto, conviene recordar la sensibilidad demostrada en los caudales máximos calculados según la elección de la Condición de Humedad Antecedente (Antecedent Moisture Condition, o AMC, por sus siglas en Inglés) (**NRCS: Miguel Ponce conversation with Victor Mockus**). Juzgamos aquí que sólo el tiempo habrá de decidir si el camino finalmente elegido resulta ser el correcto.

Referencias Bibliográficas

- Hawkins, R. H., T. J. Ward, D. E. Woodward, Y J. A. Van Mullem. 2009. *Curve Number Hydrology: State of the Practice*. Report of ASCE/EWRI Curve Number Hydrology Task Committee, 106 p.
- Hawkins, R. H., 1984. A comparison of predicted and observed runoff curve numbers. *Proceedings, Specialty Conference, Irrigation and Drainage Division*, ASCE, 702-709.
- Hawkins, R. H., 1993. Asymptotic determination of runoff curve numbers from data. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, ASCE, 119(2), 334-345.
- Horton, R. E. 1933. The Role of Infiltration in the Hydrologic Cycle. *Transactions, American Geophysical Union*, Vol. 14, 446-460.
- Natural Resources Conservation Service: **Miguel Ponce conversation with Victor Mockus**. Publicación en línea.
- Ponce, V. M., Y R. H. Hawkins. 1996. **Runoff Curve Number: Has It Reached Maturity?** *Journal of Hydrologic Engineering*, Vol. 1, No. 1.
- Ponce, V. M. 2014. **Engineering Hydrology: Principles and Practices**, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, Segunda edición, en línea, 2014.