



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS. FÍSICAS Y
QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA O
PROPOSITIVA

TEMA:

**“Análisis de las características de la superficie de la cuenca
hidrográfica del río Portoviejo en el tramo Andrés de Vera-Picoazá
y su influencia en la variación del respectivo caudal.”**

AUTORES:

Cobeña Macías Paolo Alexander
Intriago Álvarez Bosco Antonio

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Santiago Quiroz Fernández

PORTOVIEJO-MANABÍ-ECUADOR

2014-2015

RESUMEN

Las cuencas hidrográficas son parte importante en el proceso hidrológico, ya que funcionan como un sistema que en primera instancia recibe las precipitaciones que posteriormente se convertirán en escorrentía, permitiendo cuantificar el caudal en su desembocadura. En el ámbito de las obras civiles es importante que se conozca el comportamiento de las cuencas hidrográficas frente a un evento de precipitación, para esto es recomendable integrar el estudio hidrológico con el análisis de las características de la cobertura de la superficie que permitirá obtener resultados aproximados de caudales y niveles máximos de crecidas que pueden usarse para proyectar obras tales como represas, embalses, alcantarillados, puentes, entre otros que requieran como base de cálculo su conocimiento.

Encontrar un modelo que se ajuste a los procesos y fenómenos reales que ocurren cuando se genera la precipitación es una tarea compleja. Los métodos empleados reflejan una aproximación de la realidad. El presente trabajo se ha enfocado en primer lugar en el cálculo de caudales basándose en el método de las abstracciones del Soil Conservation Service (SCS), puesto que se acerca en gran medida al proceso natural de la lluvia, la cual antes de establecer contacto con el suelo es interceptada por otros agentes. La investigación detalla los procedimientos y consideraciones que se deben tener en el método y compara los resultados con ayuda del software Hec-HMS que corrobora la validez de los cálculos.

Adicionalmente a la determinación del caudal de la cuenca con sus características inalteradas se procede a calcular caudales frente a otras condiciones provocadas por la intervención antropogénica, como es la deforestación, permitiendo observar las consecuencias que implica el descuido de una cuenca hidrográfica reflejado en cifras, del mismo modo se determina el caudal asumiendo que la cuenca hidrográfica se reforesta, pudiendo analizar las variaciones entre un escenario y otro y de esta forma comprender que si es posible controlar caudales creando conciencia humana.

Para el presente estudio se escogió el río Portoviejo en el tramo correspondiente a los sitios Andrés de Vera en el puente Jaime Roldós y Picoazá en el puente 5 de junio debido a que de acuerdo a las revisiones bibliográficas actualmente este sector presenta considerables afectaciones ambientales.

Debido a que el método de las abstracciones se basa en el cálculo del número de curva que está en función de parámetros como el tipo de suelo y el tipo de cobertura se plantea también el análisis de sensibilidad de esta variable frente a la imprecisión en el momento de determinar los elementos empleados para su determinación.

Este trabajo se ha desarrollado con la finalidad de proporcionar a los profesionales una herramienta que pueda ser utilizada en el momento de proyectar obras teniendo en cuenta que el cálculo de estas puede estar sujeto a afectaciones futuras principalmente por la intervención humana.

SUMMARY

Watersheds are important part of the hydrological process, because they function as a system which in the first instance receives precipitation that will later become runoff, allowing quantifying the flow at its mouth. In the field of civil works is important to know the behaviour of watersheds face an event of precipitation, for it is advisable to integrate the hydrological study with an analysis of the characteristics of the coverage of the surface that will allow approximate results of flow rates and maximum levels of flooding which can be used to project works such as dams, sewers, bridges, among others that require its knowledge as the basis of calculation.

Find a model that fits to the processes and real phenomena that occur when rainfall is generated is a complex task. The methods used reflect an approximation of reality. This work has focused first on the calculation of flows on the basis of the abstractions method of the Soil Conservation Service (SCS), because largely approaching the natural process of rain, which before to establish contact with the ground is intercepted by other agents. Research details the procedures and considerations that must be taken into the method and compares the results with the help of the Hec-HMS software that confirms the validity of the calculations.

In addition to the determination of the flow basin with its characteristics unaltered proceeds to calculate flow rates against other conditions caused by the anthropogenic intervention, such as deforestation, allowing to observe consequences involving the neglect of a watershed reflected in numbers, in the same way determines the flow assuming that the watershed is reforested, and can analyze the variations from one stage to another and so understand that if it is possible to control flow rates creating human consciousness.

For this study was chosen the city of Portoviejo in the section corresponding to the sites Andrés de Vera at the Jaime Roldós bridge and Picoazá at the 5 de Junio bridge since according to literature reviews currently this sector presents considerable environmental affectations.

Since the method of abstractions is based on the calculation of the number of curve that is based on parameters such as the type of soil and the type of coverage arises also the sensitivity analysis of this variable against the vagueness in determining the elements used for its determination.

This work has been developed in order to provide to the professionals a tool that can be used when they project works, bearing in mind that the calculation of these may be subject to future affectations mainly by human intervention.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar las características de la superficie de estudio de la cuenca hidrográfica del río Portoviejo en el tramo comprendido entre los sectores Andrés de Vera (puente Jaime Róldos) y Picoazá (puente Picoazá) para determinar su influencia en la variación del respectivo caudal.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar los principales parámetros geomorfológicos de la cuenca en el sector de estudio.
- Sectorizar el área de estudio de acuerdo a las características de la superficie en su situación actual y en otras condiciones planteadas como alternativas incluyendo óptimas y desfavorables.
- Estimar el caudal de la cuenca de estudio para los distintos casos de sectorización.
- Realizar un análisis de sensibilidad del número de curva de la cuenca de estudio frente a la variación de los parámetros: área, tipo de suelo y tipo de superficie.

DISEÑO METODOLÓGICO

TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es de tipo descriptiva porque busca caracterizar el fenómeno de variación de caudal influenciado por las características de la superficie de la cuenca, efectuando un análisis comparativo de distintas situaciones o contextos. Es al mismo tiempo experimental porque se presenta la manipulación de una variable experimental que es la independiente puesto que se asume que es la causante del efecto. Para este caso en particular se trata de las características de la superficie de la cuenca hidrográfica debido a que son las que inciden en la variación de caudal. El experimento se da cuando se introducen diferentes escenarios de cobertura en la cuenca y se evalúa su comportamiento tratando de encontrar sus variaciones de uno respecto a otro y de la misma manera las condiciones más óptimas para el control de caudales.

El trabajo a realizar es tanto de campo como de gabinete; de campo porque se tendrá que ir al sector implicado para recolectar datos que aporten a la investigación y de gabinete porque posteriormente se tendrán que aplicar dichos resultados en el desarrollo de cálculos y el manejo del correspondiente software.

UNIVERSO

Lo constituye todas las subcuencas aportantes al Rio Portoviejo.

MUESTRA

La muestra se ha tomado por el método probabilístico por conveniencia y será el tramo Andrés de Vera-Picoazá.

MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Los métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos en esta investigación persiguen el objetivo de encontrar información válida y confiable para su posterior análisis y procesamiento.

MÉTODO.

El método empleado es el hipotético deductivo ya que se cumplen los pasos esenciales que el mismo implica los cuales son: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de conclusiones a partir de conocimientos previos, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

TÉCNICAS.

Observación.

Para la obtención de algunos de los parámetros geomorfológicos de la cuenca se tendrá que ir directamente a las zonas de estudio para de esta manera obtener valores reales y confiables.

Entrevista

Debido a que se desconocen ciertos temas que competen al área de ingeniería agrónoma tales como las especies de plantas, árboles o arbustos más idóneos en función del tipo de suelo, pendiente entre otros factores. Además de los tipos de plantas que tienen mayor capacidad de retención de agua, se tendrá que recurrir a la entrevista de profesionales expertos en dichas áreas que puedan aportar con su conocimiento al desarrollo de la investigación.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos empleados para el desarrollo de la investigación son los siguientes:

- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ GPS
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Computadora (softwares)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Luego de recabar toda la información necesaria y efectuar los cálculos pertinentes se puede plantear las siguientes conclusiones:

- ✓ La alteración de las características de la superficie en una cuenca hidrográfica incide directamente en la variación de caudal de la misma, esta incidencia puede ser positiva o negativa en función del elemento que compone a la cuenca; si ésta no posee elementos interceptores el agua que se precipita tiene contacto directo con el suelo y escurre cuando se completa la infiltración inicial, en cambio la presencia de otros elementos como bosques, pastizales, césped entre otros disminuye el número de curva lo cual se traduce en una superficie menos impermeable, donde el agua antes de llegar al suelo es captada por otro componente alargando el proceso previo al escurrimiento directo y por ende disminuyendo la precipitación efectiva que posteriormente se transformará en caudal.
- ✓ Las cuencas deforestadas tienen variaciones considerables de caudal respecto a una cuenca en condiciones óptimas, los resultados muestran una elevación promedio de caudal de 21.4% para la cuenca en una condición extrema respecto a otra, lo cual aumenta las probabilidades de inundaciones en una crecida.
- ✓ Si se desestima la deforestación futura en una cuenca, la obra proyectada podría ser incompetente, esto se da debido a que la mayoría de cálculos se realizan tomando en cuenta las condiciones actuales de la cuenca; como se puede ver en los resultados por deforestación se presenta una elevación de caudal de 18% respecto al caudal en condiciones óptimas, esto ocasionaría que obras de control de caudales u otras relacionadas a máximas crecidas no cumplan sus objetivos constructivos puesto que los niveles iniciales variarían.

- ✓ Con los resultados de la presente investigación se puede tener una idea del rango en el cual fluctúa el caudal de una cuenca en función de las características que componen su superficie, por lo tanto en los procesos de cálculos para diversas obras hidráulicas y/o civiles se pueden plantear medidas de seguridad que eviten elevaciones de caudal.

- ✓ El parámetro más sensible para la determinación del número de curva en una cuenca hidrográfica es la caracterización del suelo, tan solo la variación de un grupo hidrológico provoca cambios considerables en el número de curva, lo cual no sucede en el caso de la asignación de áreas, donde pequeños cambios no inciden mayormente, visualizándose variaciones solamente si el área implicada contiene una categoría de número de curva elevado.

- ✓ Los errores de estimación de caudal por caracterización de suelo incorrecta alcanzan porcentajes elevados, esto es lógico puesto que el número de curva tiene relación directa con la infiltración inicial que es un factor determinante para la precipitación neta. Esto se corrobora perfectamente al analizar los escenarios propuestos en la investigación, donde se nota que al variar las condiciones de superficie los porcentajes registran considerables cambios. De forma análoga si el cambio de grupo hidrológico de suelo provoca variaciones relevantes de número de curva habrá cambios considerables de caudales.

- ✓ En procesos de reforestación la pendiente tiene estrecha relación con los árboles debido a que dependiendo del grado de inclinación del terreno, se escoge el trazado idóneo de los árboles, es decir la manera como estarán distribuidas las plantas, en este sentido por ejemplo trazados como en cuadro y kinkunce o cinco de oros se recomienda solamente para terrenos planos (pendientes menores a 3%) ya que si tienen mayor pendiente los terrenos quedan sin protección y el agua lluvia escurre directamente.

- ✓ El trazado en triángulo y curvas a nivel es el idóneo para terrenos de pendientes pronunciadas, donde el primero permite ubicar más plantas por superficie y el segundo presenta ventajas relacionadas a la presente investigación puesto que la disposición de árboles en hileras a lo largo de la pendiente simula barreras que interceptan a las escorrentías, acortando el tiempo de llegada hacia los ríos, velocidad y capacidad de arrastre.

- ✓ El tipo de suelo es un factor importante a tener en cuenta en los procesos de reforestación de cuencas, si los suelos tiene condiciones muy buenas para ciertas especies, la fertilidad de ésta se verá afectado, en cambio si el suelo es malo o con problemas de fertilidad una especie introducida lo condicionará y mejorará hasta adaptarlo a sus necesidades, es decir que muchas plantas ayudan a controlar procesos de erosión.

- ✓ Plantas con raíces largas son las recomendadas para procesos de reforestación de cuencas por su capacidad de absorción, sin embargo se debe seleccionar aquellos que se han adaptado para crecer en suelos húmedos, caso contrario una mala elección afectaría su crecimiento; los sauces, fresnos, arces, robles, abedul entre otros son aquellos que se consideran los más indicados, por el contrario aquellos [arboles raíz no pivotantes o poco profundas se excluyen para procesos de reforestación.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda emprender investigaciones inherentes a este tema por la estrecha relación que guarda con la proyección de obras civiles, ya que con este aporte se dejan sentadas bases que pueden servir de premisa para la elaboración de otros trabajos que apunten hacia el beneficio de la comunidad de ingenieros civiles.
- ✓ Es recomendable que dentro del factor de seguridad de obras hidráulicas y afines se incluya este nuevo elemento al cual hace referencia la presente investigación relacionado a los procesos de deforestación, esto ayudaría que elementos como muros y presas con el pasar de los años y frente a la acción antropogénica continúen operando de manera eficiente con sus dimensiones calculadas inicialmente.
- ✓ En el momento de calcular el número de curva para cualquier estudio hidrológico es recomendable ser muy minuciosos a la hora de asignar el grupo hidrológico de suelo, si es posible corroborándolo mediante estudios más precisos, debido a que como se indicó anteriormente provoca errores considerables en los cálculos de caudal, de la misma manera se debe tener cuidado en áreas cuya cobertura implique elementos de elevado número de curva tratando de ser lo más exactos en la determinación de tal superficie para disminuir las probabilidades de cálculos erróneos.
- ✓ Es importante que como ingenieros civiles exista una relación más estrecha con las temáticas ambientales, ya que mucho influye el comportamiento de la naturaleza en las obras que se proyecten, lo cual tal vez no se vea en primera instancia pero a si tenga importantes repercusiones a largo plazo.

- ✓ La reforestación es una alternativa que se debe poner en práctica por los múltiples beneficios y su relación evidente con el control de incrementos de caudales; como profesionales responsables se debe plantear recomendaciones involucrándose más en el ámbito social. Al realizar un cálculo, se debe analizar el sector de estudio y en base a la situación del mismo tomar ciertas consideraciones que en un futuro permitirán que las obras sean exitosas.