

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

1. El presente estudio permitió definir un área experimental dentro de la Cuenca del Río Guayas, denominada Cuenca del Río Toachi, en la cual se generó la caracterización morfométrica de los principales parámetros. El análisis cualitativo de la Cuenca del Río Toachi definió una forma rectangular oblonga, con una pendiente media del 5% de relieve suave, que tiene un canal colector principal largo y tributarios cortos poco ramificados. A partir de ellos se estableció que el agua escurre a través de ese canal principal en mayor tiempo, atenuando de esta manera el caudal de salida, favoreciendo la contención de eventos torrenciales extremos y minimizando el poder erosivo de la cuenca.
2. El análisis del comportamiento de la precipitación anual durante el período de observación de 1990-2010 (20 años) en las estaciones meteorológicas Las Pampas (1640 msnm) y Puerto Ila (260 msnm), utilizadas para caracterizar las precipitaciones medias mensuales, definieron dos tendencias a lo largo del período de observación. Se precisaron dos épocas definidas durante el año, que representan un período lluvioso (húmedo) de diciembre a mayo y la otra un período de menor cantidad de lluvia (seco o estiaje) de junio a noviembre.
3. El comportamiento de la variación mensual de los caudales durante el período de observación de 2003-2010 (7 años) identificó dos períodos uniformes en cuanto al volumen de agua registrado en el punto de aforo. Los mismos se expresa temporalmente de enero a junio registrando los máximos caudales y de julio a diciembre los caudales mínimos.
4. El análisis de la relación caudal-precipitación permitió establecer que la distribución de los escurrimientos mensuales, está marcada por la existencia de un caudal base constante a lo largo de todo el año, que varía según el período, así de enero a junio fluctúa entre 10 - 15m³/s, y de julio a diciembre entre 3 - 8m³/s.
5. La elaboración del balance hídrico modal permitió determinar que entre los meses de septiembre a junio se produce almacenamiento del agua en reserva y excedentes en las tres zonas de la cuenca de estudio, cuantificando la cantidad de agua contenida en el suelo disponible para uso agrícola o humano.
6. La elaboración y procesamiento de un modelo cartográfico para la Cuenca del Río Toachi con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitieron crear una extensa base cartográfica georreferenciada del área cuyos ejes temáticos fueron clima, geología, topografía, red de drenaje, suelos, usos de suelo actual, entre otros. Esta

base de datos permitió la simulación hidrológica y la zonificación de la pérdida de suelo superficial.

7. La base cartográfica creada permitió determinar los Número de Curva (NC) del área experimental, para posteriormente ser usada en el modelo hidrológico HEC-HMS ® calculando el caudal simulado y los hidrogramas de salida por unidades hidrológicas. Se realizó la calibración y validación del modelo con datos antecedentes. En base a los resultados alcanzados se realizó una prueba de eficiencia cuyo coeficiente de Nash de 0,64% y coeficiente de determinación $R^2= 0,68$, permiten determinar que la calibración y validación del modelo hidrológico HEC-HMS ® fue óptima. Este modelo también se aplicó para completar el análisis morfométrico por subcuencas.
8. La determinación de la tasa anual de pérdida de suelos obtenida con la aplicación SIG en el método USLE, se estableció a nivel de cuenca y subcuencas.

La extensa variación espacial de la erosividad de la lluvia en la cuenca de estudio, que oscila en un rango de 2084,7 a 7162,1 Mj.mm/ha.hr.año, permitió evidenciar que la Cuenca del Río Toachi está sometida a tormentas con alto poder erosivo especialmente en la zona media durante la época lluviosa.

En base a los diferentes tipos de suelo que conforman el área de estudio, se cuantificó el índice de erodabilidad obteniendo que la mayor superficie de la Cuenca del Río Toachi presenta el valor de 0,031 Mg.ha.hr/ha.MJ.mm, lo cual favorece el drenaje caracterizados por presentar suelos profundos con predominio de textura franco limoso.

A partir del análisis topográfico de la Cuenca del Río Toachi se determinó que el 44,5% de la superficie de la cuenca presenta pendientes mayores al 30%, con laderas muy abruptas y empinadas con alto grado de erosión hídrica lo que impide el desarrollo de cualquier clase de producción agrícola, ganadera o forestal alcanzando un LS de 14,6. El 30,5% de la superficie de la cuenca presenta pendientes entre 12% y 30%, correspondiente a un tipo de relieve mediano a accidentado, con zonas de alto riesgo de erosión hídrica que impiden el cultivo de productos agrícolas, limitando la producción de pasturas o bosques, cuyo LS se estableció entre 3,4 y 14,6. El 25% de la cuenca presenta pendientes menores a 12%, que corresponde a relieves planos a suaves, con zonas susceptibles de sufrir erosión hídrica superficial ante el laboreo, las cuales permiten el desarrollo de toda clase de producción con implementación de medidas conservacionistas, con valores de LS menores a 3,4.

La bibliografía recopilada permitió determinar cartográficamente el tipo de cobertura del área experimental.

La distribución espacial de la pérdida promedio de suelo en la Cuenca del Río Toachi oscilaría en un rango de 0,38 a 93,08 Mg.ha/año, de los cuales el 33,7% de la superficie de la cuenca no presenta ningún grado de erosión hídrica, ubicándose en la zona de desembocadura caracterizada por grandes planicies. El 52,5% de la superficie de la cuenca presenta un moderado grado de erosión hídrica está ubicado en la zona media hacia la cabecera. El 13,8% de la superficie de la cuenca presenta un alto grado de erosión hídrica, se ubica en la zona de cabecera.

9. La presente tesis permitió integrar metodologías basadas en modelización hidrológica y cuantificación de sedimentos con SIG. Las mismas se podrán extrapolar a otras áreas de características homólogas a la Cuenca del Río Toachi. La versatilidad de la metodología aplicada en esta tesis, permitirá crear escenarios hipotéticos para condiciones presentes y futuras, estableciendo tendencias de producción de caudales y sedimentos a partir de la manipulación de bases de datos hidrológicos preexistentes.
10. La tesis permitió la modelación hidrológica de la microcuenca del Río Toachi, tributario del Río Guayas, para cuantificar la producción de caudales líquidos y sólidos que se generan a partir de la caracterización morfológica e hidrometeorológica. Estos resultados permitirán desarrollar futuros estudios en otras subcuencas del Río Guayas y establecer la dinámica hídrica superficial en toda la región.

AGRADECIMIENTOS

Hemos llegado a puerto seguro, el periplo ha terminado, recuerdo hace dieciocho meses, cuando asumí el mando de este barco, estar sentado en el sillón del capitán zarpando en un mar desconocido, lleno de dudas e ilusiones, con visibilidad reducida, hacia un puerto grande e interesante, durante el cual encontré gente que me enseñó el derrotero a seguir por el cual hoy estoy aquí con la satisfacción del deber cumplido.

Debo agradecer primeramente a Dios por su infinita ayuda, siendo la luz del faro que iluminó mi camino en todo momento, me dio la fuerza necesaria para seguir adelante en los tiempos de debilidad y cuidó de mi familia siempre.

A mis padres y hermanos, por su confianza y apoyo moral que me dieron durante el desarrollo de esta tesis, a mi madre por sus sabios consejos entregados a lo largo de toda mi vida, son parte importante en mi vida.

A mi directora de tesis, Fernanda Gaspari, "Pachi", por sus orientaciones, consejos y mucha, mucha paciencia para transmitirme un poco de la cantidad de conocimiento y experiencia sobre modelos hidrológicos, manejo de cuencas hidrográficas, sistemas de información geográfica, etc. Su siempre dispuesta y pronta colaboración en todo momento para despejar la neblina de la duda logró que el barco navegue por aguas tranquilas llegando a puerto final. Misión cumplida Pachi...!

A mi co-director de tesis Eduardo Kruse, quien a más de ser guía en el desarrollo de mi tesis, fue un amigo en el cual pude "confiar", sus conocimientos en el campo profesional me ayudaron a conocer el fantástico mundo de la Hidrología, fue mi primer punto de control durante esta travesía, y estoy seguro que fue de mucha ayuda...a él mis respeto y consideración.

Debo también agradecer a dos personas que son pilares fundamentales en mi vida, a mi esposa Alejandra por ser una madre inmensamente protectora, a pesar de que su paciencia no es una de sus virtudes, ayudó a mantener el rumbo, gracias por sus orientaciones, consejos y por entenderme. A mi pequeña hija Lydia, por ser la fuente de mis energías, por su inmensa ternura y amor, por ser la razón de mi vida...a ellas por aguantarse durante este tiempo momentos que no pudimos compartir juntos pero que gracias a ese sacrificio estoy escribiendo estas líneas.

A una persona especial, que durante todo este tiempo estuvo pendiente de mi situación, por la ayuda en la recolección de información, por sus consejos y por su apoyo incondicional.

A la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Investigación SENESCYT por el financiamiento y promoción de becas, al Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), por permitir que pueda estar aquí preparándome profesionalmente para fortalecer al INOCAR y llegar a ser el Centro de Investigaciones más grande del país, al Instituto Geográfico Militar (IGM), al Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI) y al Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) por su invaluable ayuda en la información proporcionada.

Espero no olvidarme de alguien, pero seguramente si, la verdad que son muchas las personas que de una u otra manera pusieron su "granito de arena" y me ayudaron a salir adelante, la lista y los motivos serían muchos, a ellos mil disculpas.

A todos ustedes mi eterno agradecimiento, son parte del título que obtenga, gracias.