

6. Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones más relevantes de este trabajo, como también las principales limitaciones y recomendaciones que abren la posibilidad a líneas futuras de investigación que permitan la mejora de los resultados en la modelación y el entendimiento de los procesos sedimentológicos.

6.1. Conclusiones

- En este trabajo se ha presentado la implementación del modelo distribuido *SHIA-SED* para la simulación de caudales, la erosión, el transporte y la depositación de sedimentos en la cuenca del Río Grande. El componente hidrológico del modelo fue calibrado y validado de manera satisfactoria, en tres estaciones de aforo en resolución horaria por un periodo de 10 años (2001-2010). Debido a la carencia de series continuas de caudal sólido, se usaron los volúmenes acumulados en el embalse como una medida indirecta de la producción de sedimentos en la cuenca para la calibración y validación del componente sedimentológico del modelo.
- La estructura conceptual utilizada, basada en sistemas de almacenamiento permite la conservación del balance hidrológico en el mediano plazo, el modelo captura la variabilidad estacional del caudal tanto en periodos húmedos como en temporadas secas. Adicionalmente, al utilizar una escala temporal de simulación horaria, los caudales pico que se caracterizan por tiempos de respuesta cortos son representados en buena medida por el modelo.
- Pese a las limitaciones en la información se prueba que el modelo, en el mediano plazo captura las tasas medias de producción de sedimentos en la cuenca con errores aceptables. Adicionalmente, se reproducen las series de caudales sólidos en escala horaria, las cuales pueden ser de gran utilidad para la gestión del territorio.
- La reconstrucción de sedimentogramas a escala horaria y en el mediano plazo permitió realizar un análisis sobre la variabilidad temporal del caudal sólido. A partir de estos resultados se observa que la mayor producción de sedimentos se concentra en unos pocos eventos en el año caracterizados por altas intensidades de precipitación y una respuesta rápida. La producción de sedimentos, sigue un ciclo anual bimodal con una

primera temporada de alta producción entre abril y junio, y una segunda temporada entre septiembre y noviembre.

- Mediante el modelo se estimó el mapa de erosión que permitió identificar las zonas de mayor susceptibilidad en la cuenca. Las mayores tasas de erosión se concentran en las zonas de mayores pendientes en las cuencas del río Grande, la quebrada Oroabajo y la quebrada las Ánimas. En las cuencas del río Chico y la quebrada Don Diego, la erosión es poco importante.
- A partir del análisis de la distribución espacial de la producción de sedimentos se destaca la influencia de la conductividad hidráulica y la cobertura de los suelos sobre los procesos erosivos. En las zonas con altas permeabilidades la intensidad de la lluvia no supera la capacidad de infiltración en gran parte del año de manera que no se genera escorrentía superficial directa y la producción de sedimentos es nula. Por otro lado, cuando parte de la precipitación discurre por la ladera como flujo superficial, los procesos erosivos se ven condicionados por la cobertura y el uso del suelo, en tanto que condiciona la disponibilidad de sedimentos y la capacidad de arrastre del flujo.

6.2. Limitaciones y futuras líneas de investigación

- Una de las principales limitaciones en la implementación del modelo se encuentra sujeta a la disponibilidad de información de lluvia. La red de estaciones con que se cuenta es insuficiente para caracterizar la dinámica espacio-temporal de la precipitación en la zona. En la medida en que se cuente con una red más densa e información de radar, se espera lograr un mejor ajuste del modelo, especialmente en los caudales pico, responsables de la mayor producción de sedimentos.
- Debido a la complejidad inherente a los procesos sedimentológicos, las series de sedimentos simuladas están asociadas a gran incertidumbre y estos resultados deben ser tratados como una primera aproximación. Una validación estricta del modelo sólo puede llevarse a cabo si se cuenta con mediciones continuas de caudales sólidos en la misma resolución temporal de la simulación.
- La información de las propiedades de los suelos y su variación espacial resulta de gran importancia para la simulación. En este trabajo, los mapas de parámetros fueron estimados a partir de información secundaria y formulas empíricas; sin embargo, en un trabajo futuro la caracterización de estas propiedades mediante trabajo de campo y medidas directas podría traducirse en mejoras en el ajuste del modelo.
- En este trabajo se utilizó un sólo mapa de coberturas para todo el periodo de simulación. Sin embargo, el uso del suelo es el componente más dinámico del paisaje y de acuerdo con los resultados obtenidos, es uno de los factores más influyentes sobre

los procesos erosivos. De acuerdo a esto, se considera que tener en cuenta la variación temporal de las coberturas y el uso del suelo podría representar mejoras en la simulación de sedimentos.

- Bajo el esquema utilizado, no se considera la capacidad máxima del almacenamiento sub-superficial. Mediante esta consideración, se podría incluir el mecanismo de generación de escorrentía por saturación de manera que la representación de los caudales máximos pudiera mejorarse.
- En el modelo no se consideran variaciones en la geometría del cauce como consecuencia de la dinámica sedimentológica. Utilizar un modelo donde se considere la variación del canal por depositación y socavación podría mejorar el entendimiento de los procesos de acumulación y re-sedimentación en los cauces.