



### CONECTIVIDAD HIDROLÓGICA PARA LA PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE MITIGACIÓN DE LA EROSIÓN POST-INCENDIO

**Cristina Fernández; José M<sup>a</sup> Fernández-Alonso; José A. Vega**

Centro de Investigación Forestal de Lourizán. AGACAL.

APDO. 127. 36080. Pontevedra (Spain)

#### **Introducción**

La pérdida de suelo por erosión es una de las consecuencias más dramáticas de los incendios forestales, y puede suponer una seria amenaza a infraestructuras y poblaciones dentro y fuera del área quemada. El NO de España es una de las regiones de Europa con mayor número de incendios forestales (San Miguel y Camia 2009) y también la zona de España en donde se han medido las mayores tasas de erosión post-incendio (Fernández y Vega 2016b). Este área de la Península Ibérica se caracteriza por tener una gran interfaz urbano-forestal y por ello, un incremento de la de la conectividad hidrológica después de incendio puede tener graves efectos como el incremento de las avenidas (Cannon et al. 2008) o la contaminación de los acuíferos (Smith et al. 2011).

Entre los diferentes índices de conectividad el de Borselli et al. (2008) se ha utilizado de manera satisfactoria para distintos fines (López-Vicente et al. 2013; López-Vicente et al. 2017) aunque su uso después de incendio ha sido escaso (Martínez-Murillo and López-Vicente 2018).

La modificación en la cubierta vegetal y la alteración de las propiedades físicas del suelo como consecuencia del incendio, y con efectos en la conectividad hidrológica, dependen sobre todo de la severidad del fuego en el suelo (Fontúrbel et al. 2017) aunque su efecto sobre la movilización de sedimentos no está clara.

El objetivo del presente caso de estudio es analizar los cambios en la conectividad hidrológica asociados al incendio en una cuenca quemada en el NO de la Península Ibérica en el verano de 2016.

#### **Metodología**

Se seleccionó una cuenca (116 ha) en la parte alta de los montes de Paradanta, en el SO de Galicia (Figura 1). La cuenca fue afectada por un incendio en agosto de 2016 que afectó al 70% de su superficie.

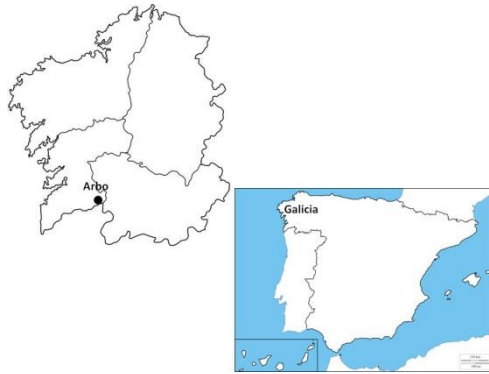


Figura 1. Localización del área de estudio.

En las semanas siguientes al incendio se evaluó la severidad del fuego en la vegetación (Figura 2) y suelo siguiendo la metodología de Vega et al. (2013).

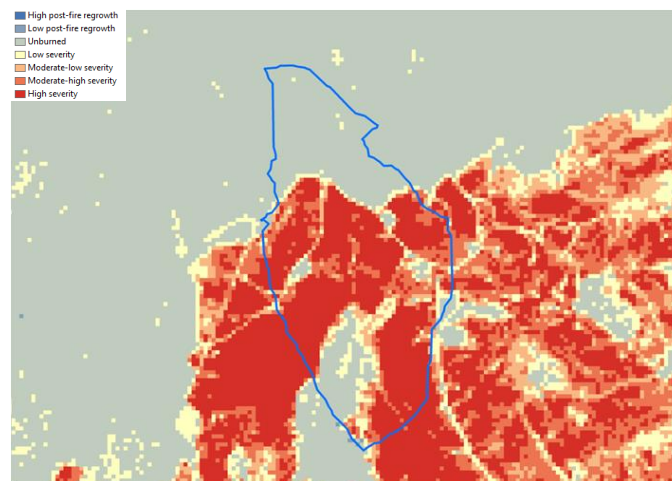


Figura 2. Severidad del fuego en la vegetación en el área de estudio

Se utilizó el índice de conectividad (IC) formulado por Borselli et al. (2008) para modelar la conectividad hidrológica en el área quemada. El índice refleja la conectividad potencial dentro de la cuenca más que describir el efecto de un evento particular. En este caso, se evaluó la conectividad potencial entre las laderas de la cuenca y el río ya que el objetivo de la aplicación de los tratamientos de mitigación de la erosión es evitar la llegada de sedimentos a los cursos de agua. Para el cálculo del índice se usó el software SedInConnect 2.3 software (Crema y Cavalli 2018).

El factor de ponderación (W) representa la impedancia del flujo de escorrentía y sedimentos y es calculado basado en un índice de rugosidad topográfico. Esa impedancia está ligada a la sensibilidad del suelo a sufrir erosión. En la formulación original, los factores de impedancia son calculados como el factor C de la RUSLE (Renard et al. 1997). Se usó también una alternativa basada en la severidad del fuego



en el suelo después de transformar los valores obtenidos en campo ( $0.1 \times (\text{severidad del fuego en el suelo})^4$ ) debido a la relación no lineal entre la severidad del fuego en el suelo y la erosión durante el primer año posterior al incendio en Galicia (Fernández y Vega, 2016b). Esos valores fueron después re-escalados de 0 a 1 para ajustarse a la formulación de IC.

Los valores de IC fueron calculados usando un DTM de 5 m de resolución obtenido del PNOA LiDAR (Instituto Geográfico Nacional; <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=LIDAR> 28 Marzo 28, 2018).

### Resultados

Los valores de conectividad calculados con la formulación original (Figura 3) indican que las zonas de mayor riesgo de movilización de sedimentos no alcanzarían el 20% de la superficie quemada, y se situarían en el área más alejada de las poblaciones situadas aguas abajo.

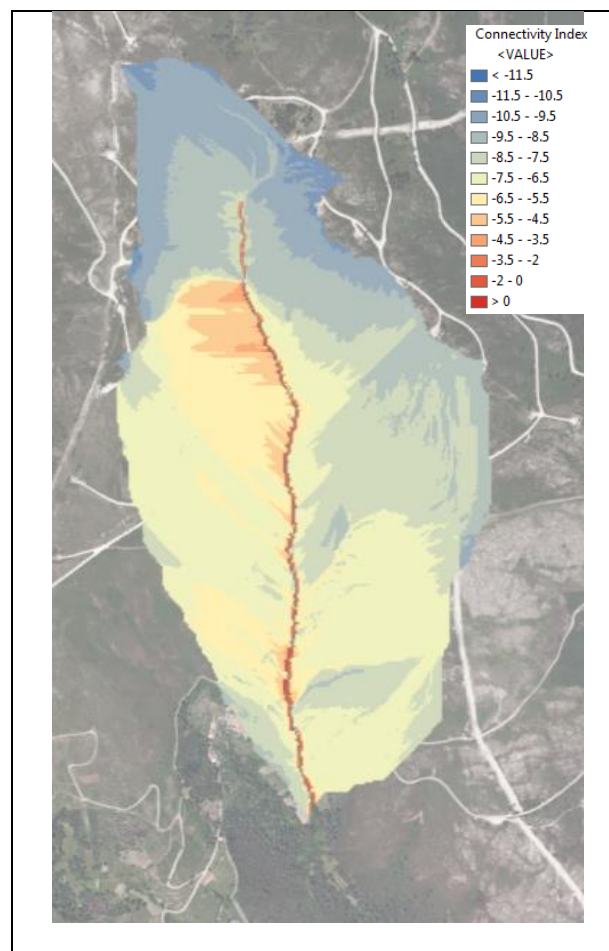


Figura 3. Mapa de conectividad de la cuenca utilizando la formulación original



Sin embargo, cuando el factor de ponderación el cálculo del índice es la severidad del fuego en el suelo, el área con mayores valores de conectividad aumenta considerablemente (Figura 4).

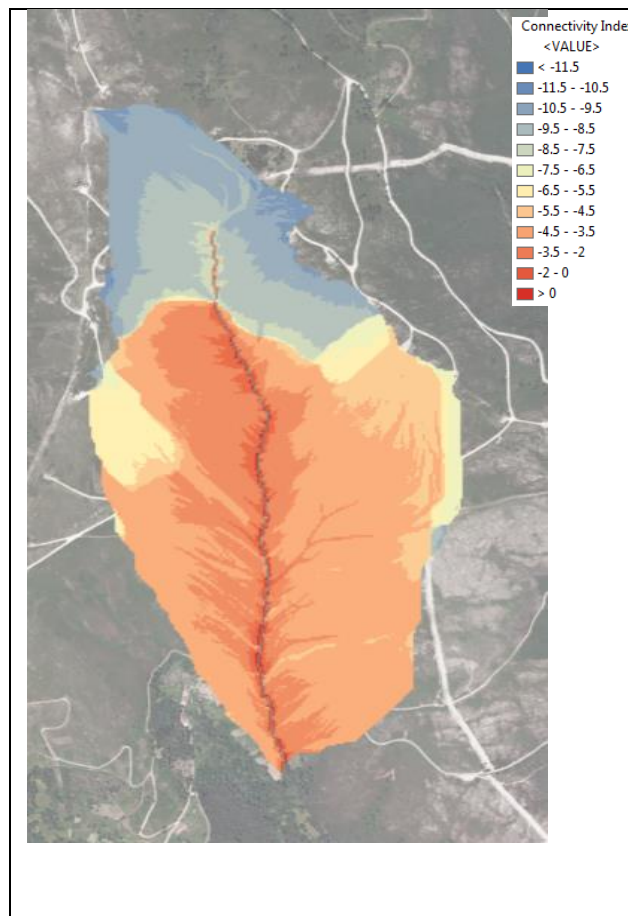


Figura 4. Mapa de conectividad de la cuenca utilizando la severidad del fuego en el suelo.

Estos resultados indican que la evaluación del grado de severidad del fuego en el suelo es crítica para determinar la susceptibilidad a la movilización de los sedimento después de incendio. A pesar que se ha encontrado que el factor C de la RUSLE aumenta exponencialmente con la severidad del fuego en el suelo (Fernández y Vega 2016a), es este último factor el que mejor refleja la susceptibilidad del suelo a perderse por erosión después de incendio en Galicia.



## Bibliografía

Borselli L, Cassi P, Torri D (2008) Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. *Catena* 75 (3):268-277. doi:<https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.07.006>

Cannon SH, Gartner JE, Wilson RC, Bowers JC, Laber JL (2008) Storm rainfall conditions for floods and debris flows from recently burned areas in southwestern Colorado and southern California. *Geomorphology* 96 (3–4):250-269. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.03.019>

Crema S, Cavalli M (2018) SedInConnect: a stand-alone, free and open source tool for the assessment of sediment connectivity. *Computers & Geosciences* 111:39-45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.10.009>

Fernández C, Vega JA (2016a) Evaluation of RUSLE and PESERA models for predicting soil erosion losses in the first year after wildfire in NW Spain. *Geoderma* 273:64-72. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.03.016>

Fernández C, Vega JA (2016b) Modelling the effect of soil burn severity on soil erosion at hillslope scale in the first year following wildfire in NW Spain. *Earth Surface Processes and Landforms* 41 (7):928-935. doi:10.1002/esp.3876

Fontúrbel MT, Fernández C, Vega JA, Merino A (2017) Cambios en el carbono orgánico y en propiedades físicas del suelo después de incendios de distinta severidad. . Paper presented at the 7º Congreso Forestal Español. , Plasencia (Spain),

López-Vicente M, Nadal-Romero E, Cammeraat ELH (2017) Hydrological Connectivity Does Change Over 70 Years of Abandonment and Afforestation in the Spanish Pyrenees. *Land Degradation & Development* 28 (4):1298-1310. doi:doi:10.1002/ldr.2531

López-Vicente M, Poesen J, Navas A, Gaspar L (2013) Predicting runoff and sediment connectivity and soil erosion by water for different land use scenarios in the Spanish Pre-Pyrenees. *Catena* 102:62-73. doi:<https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.001>

Martínez-Murillo JF, López-Vicente M (2018) Effect of Salvage Logging and Check Dams on Simulated Hydrological Connectivity in a Burned Area. *Land Degradation & Development* 29 (3):701-712. doi:doi:10.1002/ldr.2735



Renard KG, Foster GR, Weesies GA, Mc Cool DK, Yoder DC (1997) Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). . Agriculture Handbook n° 703. . USDA, Natural Resources Conservation Service., Washington DC.

San Miguel J, Camia A (2009) Forest fires at a glance: facts, figures and trends in the EU. In: Birot Y (ed) Living with wildfires: what science can tell us. A contribution to the science-policy dialogue. European Forest Institute, Joensuu (Finland), pp 11-20

Smith HG, Sheridan GJ, Lane PNJ, Nyman P, Haydon S (2011) Wildfire effects on water quality in forest catchments: A review with implications for water supply. Journal of Hydrology 396 (1):170-192. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.10.043>

Vega JA, Fontúrbel MT, Fernández C, Arellano A, Díaz-Raviña M, Carballas T, Martín A, González-Prieto S, Merino A, Benito E (2013) Acciones urgentes contra la erosión en áreas forestales quemadas: Guía para su planificación en Galicia Santiago de Compostela