

Evaluación de la pérdida de suelo a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El caso de la ensenada de Marbella (Costa del Sol Occidental, Provincia de Málaga)

J.L. del Río Anguita

Coastal Environment Research Group (PAIDI RMN 911), Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. Ctra. Utrera Km. 1, 41013 Sevilla.

jl.delrio@upo.es

Palabras-clave: Pérdida de suelo, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Costa del Sol Occidental.

1. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La Costa del Sol, término que comprende la franja litoral de la Provincia de Málaga, se estructura, atendiendo a los mecanismos de planificación territorial y estratégica que se disponen, en dos comarcas; Costa del Sol Occidental y Costa del Sol Oriental y Axarquía. La comarca de la Costa del Sol Occidental se compone de un total de nueve municipios; cuatro de ellos considerados de interior (de W a E: Casares, Benahavís, Istán y Ojén) y cinco con presencia de franja costera (de W a E: Manilva, Estepona, Marbella, Fuengirola y Mijas). Entre ellos destaca el municipio costero de Marbella, considerado el eje territorial de la comarca occidental. Éste colinda al norte con los municipios de Ojén e Istán, al este con Mijas, oeste con Benahavís y Estepona y al sur con el Mar de Alborán. El contexto de estudio se ha focalizado a la ensenada de Marbella, principal unidad litoral de la Costa del Sol Occidental, la cual comprende desde Punta Calaburras al oeste hasta Punta de Baños al este (Figura 1). La especificidad de los procesos morfodinámicos que en ella se producen, su compleja configuración geológica y geomorfológica y la naturaleza de las intervenciones socioeconómicas que se han llevado a cabo, tanto en la franja costera como a escala de cuenca hidrográfica, le otorgan un alto grado de interés para el desarrollo de estudios e investigaciones que integren la conjunción entre procesos litorales y continentales.

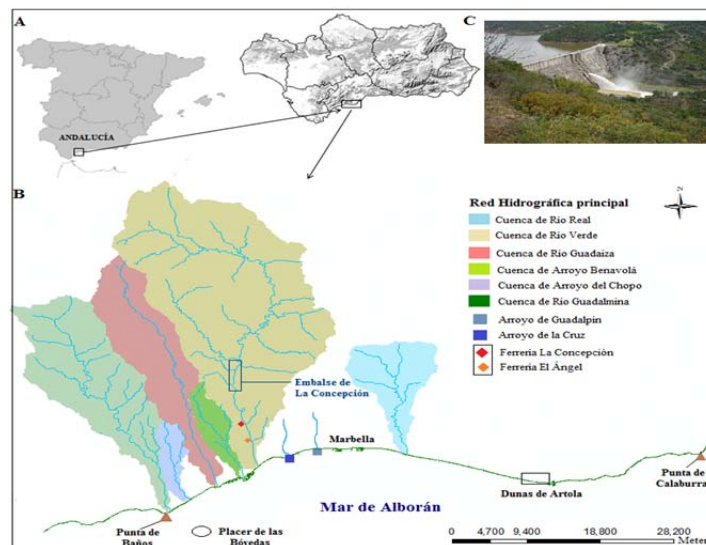


Figura 1. Mapa de localización de la ensenada de Marbella y su red hidrográfica principal.

La Costa del Sol ha sido objeto global de atención por albergar uno de los mayores modelos de desarrollo turístico durante los años 60, perfilándose como un destino internacional de primer orden. Sin embargo, el proceso de cambio en el uso del suelo comenzó a cobrar intensidad con anterioridad, concretamente a finales del siglo XVIII y principios del XIX, momento en el que el sector siderúrgico británico se asentó en la ciudad de Marbella a fin de explotar los abundantes y valiosos recursos minerales, principalmente magnetita, presentes en el subsuelo. Esta etapa perduró hasta finales del siglo XIX, momento en el que el sector agrícola comenzó a recuperar nuevamente el protagonismo a través del cultivo de la caña de azúcar. La ingesta demanda de agua propia de este tipo de cultivos requirió la construcción de pequeños reservorios en los principales cauces fluviales. Posteriormente, el asentamiento y desarrollo de la industria del turismo a mediados del siglo XX derivó en la construcción de embalses y presas de mayor envergadura junto a paseos marítimos y obras de ingeniería costera que han generado la anulación de los principales mecanismos de aportes sedimentarios al sistema litoral de la ensenada de Marbella (Malvárez, 1999) dado que la principal fuente de sedimentos proviene de ríos y ramblas (McDowell et al., 1993), con el subsecuente efecto de erosión especialmente patente en las playas, las cuales requieren de cuantiosas inversiones económicas cada año.

La pérdida de suelo derivada de procesos antropogénicos constituye, hoy día, una seria problemática ambiental que comparte protagonismo a escala global con el cambio climático, pues la protección del suelo contra la erosión y la mantención de adecuados niveles de carbono orgánico se prevén indispensables para reducir las concentraciones de gases contaminantes en la atmósfera, una de las causas principales que aceleran el proceso de cambio climático.

2. METODOLOGÍA

La cuantificación de pérdidas de suelo se lleva a cabo en la actualidad a través de la aplicación de herramientas de modelización. En este caso, se ha aplicado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (en inglés, *Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE)*; Williams, 1975) a fin de calcular la tasa potencial de producción de sedimentos a escala de cuenca hidrográfica ante un evento de precipitación dado (Ecuación 1).

$$Y = 11,8 (Q * q_p) \exp 0,56 * K * LS * C * P \quad (1)$$

Siendo:

Y: Tasa de producción de sedimentos (Ton.)

K: Factor de erodibilidad del suelo (Ton/ha por MJ/ha*mm/h)

LS: Factor de longitud de la pendiente del suelo (Adimensional)

C: Factor de la cubierta vegetal (Adimensional)

P: Factor de prácticas de conservación (Adimensional)

Q: Volumen de escorrentía producido por el evento de precipitación (m³)

q_p: Velocidad máxima de flujo (m³/s)

Dado el amplio catálogo de información cartográfica digital disponible a través de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN), se ha optado por su aplicación a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Para ello se ha recurrido a la aplicación del modelo ArcMUSLE[®] (Zhang et al., 2009), herramienta que ha sido integrada en ArcGIS[®] a fin de estimar la tasa potencial de sedimentos producida en las cuencas bajo estudio ante diferentes escenarios de usos y cobertura vegetal.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la capacidad potencial de producción de sedimentos de las principales cuencas hidrográficas vertientes a la ensenada de Marbella, obtenida mediante ArcMUSLE[®] tomando el año 2006 como año de referencia de los datos (del Río et al., 2015). En ella puede apreciarse la destacada potencia sedimentaria que presenta la cuenca de río Verde en comparación con el resto de cuencas que vierten a la Ensenada de Marbella, tratándose además de la cuenca que alberga la obra de ingeniería civil más importante de toda la Costa del Sol Occidental, la presa y embalse de La Concepción (214 Ha.).

Tabla 1. Tasa potencial de producción de sedimentos de la red hidrográfica de estudio

Cuenca fluvial	Cuenca Vertiente (ha.)	Producción potencial sedimento (Ton.)
Real	2.651	76.216
Verde	15.506	418.487
Guadaiza	4.868	87.973
Guadalmina	6.666	146.997
Arroyo del Chopo		4.821
Arroyo de Benavolá		7.822

De igual forma, el modelo ha permitido cuantificar cuál sería el efecto del proceso de deforestación acontecido en el área de estudio durante el siglo XIX en términos erosivos, planteándose tres escenarios; sin deforestación (NO DEF), con deforestación parcial (DEF PARCIAL) y con deforestación total (DEF TOTAL) de la cuenca de río Verde (Figura 2), demostrándose una relación proporcional entre el grado de deforestación y la pérdida de suelo.

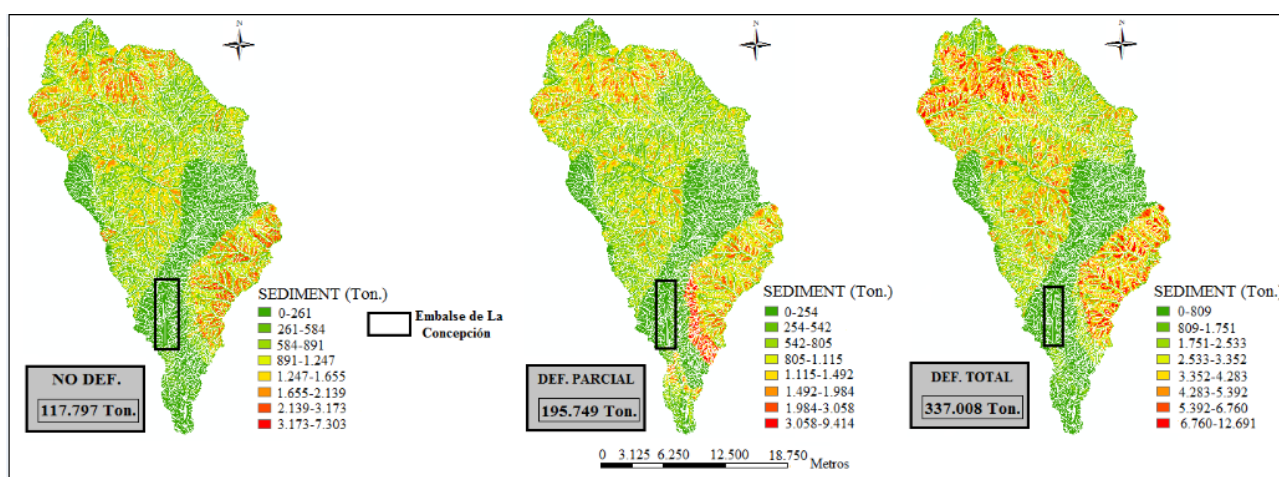


Figura 2. Escenario de deforestación en la cuenca de río Verde.

En la actualidad, el futuro de los modelos de evaluación de la erosión del suelo dependerán de su correcta integración en Sistemas de Información Geográfica. Además, el desarrollo de diferentes modelos dentro de este tipo de plataformas ha permitido abordar limitaciones que existían antiguamente, tal como realizar estudios sobre pérdidas de suelo a escala de cuenca hidrográfica o en lugares cuya configuración geográfica y geomorfológica es sumamente compleja, como es el caso.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Del Río, J.L., Malvárez, G., Navas, F. (2015): "Aportes sedimentarios fluviales en el sistema litoral y su importancia para la gestión de costas: El caso de la ensenada de Marbella". *Geotemas*, 15, 165-168.
- Malvárez, G. (1999): "Procesos morfodinámicos litorales de la Costa del Sol". En: Senciales, J.M., Ferre, E. (coords), *Elementos del paisaje de la provincia de Málaga*. Málaga, 169-229.
- McDowell, A.J., Carter, R.W.G., Pollard, J. (1993): "The impact of man on the shoreline environment of the Costa del Sol, Southern Spain". En: Wong, P.P. (ed), *Tourism Vs. Environment: The case for coastal areas*. Kluwer Academic Publishers, 189-209.
- Williams, J.R. (1975): "Sediment yield prediction with universal equation using runoff energy factor". En: *Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources*. ARS-S40, U.S Gov. Print Office. Washington DC, 244-252.
- Zang, Y., Degroote, J., Wolter, C., Sugumaran, R. (2009): "Integration of the Modified Universal Soil loss Equation (MUSLE) into a GIS framework to assess soil erosion risk". *Land Degradation & Development*, 20, 84-91.