



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

## Efectos y valor de la restauración hidrológico-forestal de los escarpes de páramo en la cuenca media del río Carrión (Palencia) **16** *negrita*)

Joaquín Navarro Hevia *Franklin Gothic Medium, 11 normal*)

Jorge Mongil Manso, Iván Ramos Díez; Íñigo Oleagordía Montaña, Alberto Campano, Virginia Díaz Gutiérrez, Sergio Galicia, José Carlos de Araujo, Daniel Bartolomé y Juanjo Arribas *medium 11 normal*)

E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid)  
Universidad Católica de Ávila  
FOREST, WATER & SOIL RESEARCH GROUP *Medium 9 normal*)



FOREST, WATER & SOIL Research Group



Plasencia, 29 de junio de 2017







**Ayerbe (1930): "... está todo erosionado en tal forma que su suelo no sustenta vegetal alguno, de modo que de toda la superficie solamente tiene aprovechamiento un 15% y este (...) está en vías de desaparecer"**



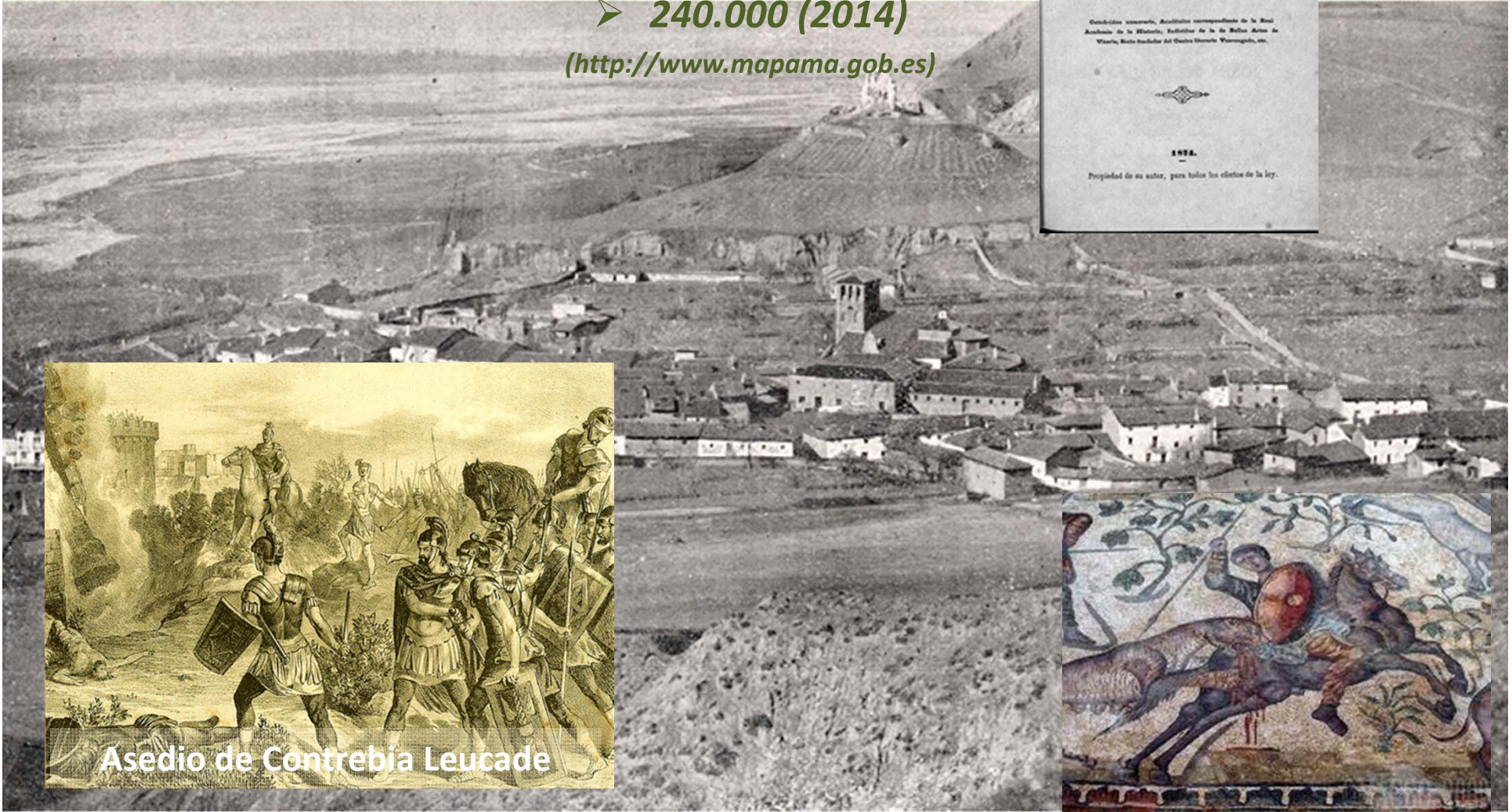
7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



- **La desertificación secular**

- **620.000 ovejas (1874)**  
(Becerro de Bengoa)

- **240.000 (2014)**  
(<http://www.mapama.gob.es>)



Fuente: Enciclopedia *Gallach* (1927)

- *La desertificación secular*

- argayadas desde 1472

- 1533 acuerdos para su restauración

- S. XVII, Marcos de Losada - abastecimiento ciudad de Palencia:

*"es poca el agua que trae el río Carrión y la que viene está infeccionada (...) en invierno con las avenidas y turbias (...) y resultan graves enfermedades y daños a la salud"*

(Barreda, 2003)



- *La desertificación secular*

➤ Descripción de Aquilino Macho, en 1894:

*“campos imponentes por  
su aterradora aridez”*





- ***La desertificación secular***

J. M<sup>a</sup> Ayerbe (1930):

*“salvo algunas pequeñas partes que conservan vestigios del monte que fue y otras también escasas y de poca superficie en las cuales existen pastos (...) el resto está todo erosionado en tal forma que su suelo no sustenta vegetal alguno”*







7º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL

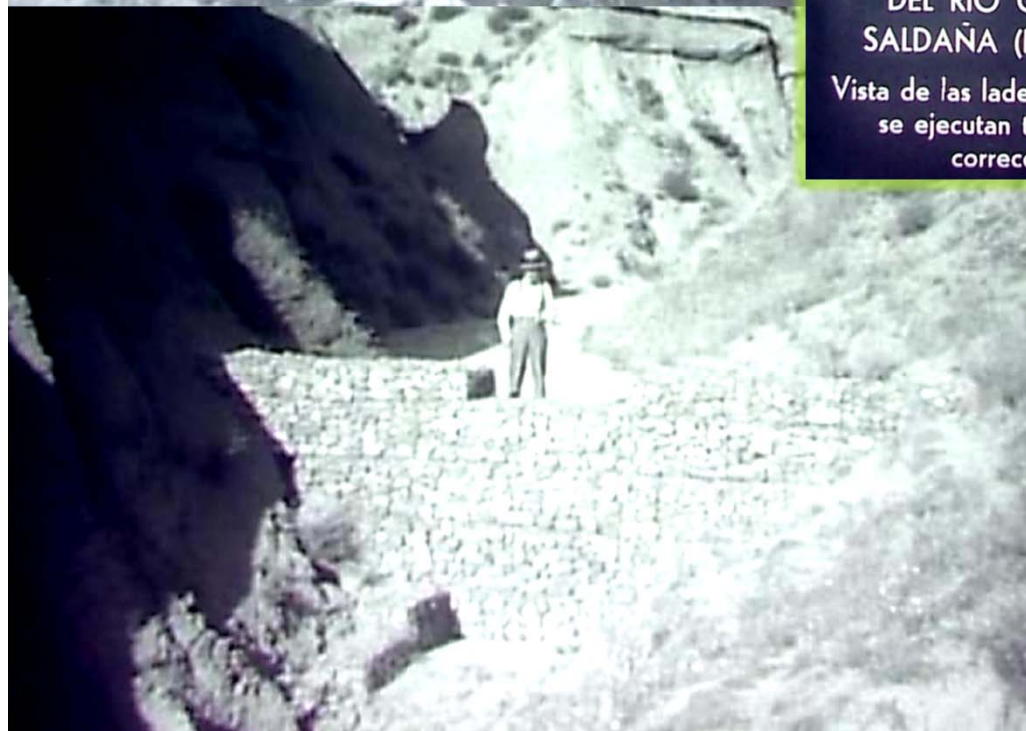
Gómez Redondo (1935), diario ABC

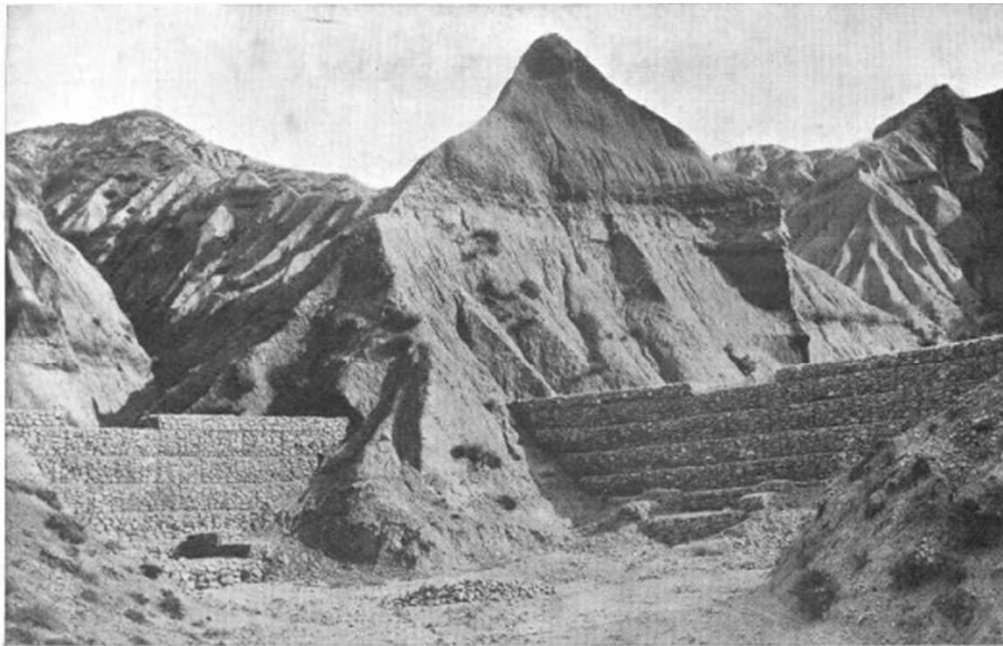
se repoblaron más de "1.000 ha" de "pinos" en toda la franja izquierda del Carrión

y se ejecutaron casi 100.000 m<sup>3</sup> de gaviones para fijar márgenes y las laderas de Saldaña

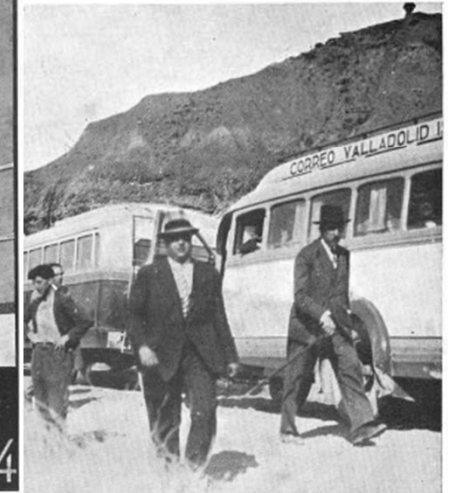
TRABAJOS DE  
RESTAURACION DE  
LADERAS DE LA CUENCA  
DEL RIO CARRION  
SALDAÑA (PALENCIA)

Vista de las laderas en las que  
se ejecutan trabajos de  
corrección.





Otro aspecto de los trabajos para corrección de torrentes, llevados a cabo por el Servicio Forestal de la Confederación, en el término municipal de Saldaña.



### Inventario (1997):

- 108 diques (102 + 6)
- mampostería gavionada
- perfil escalonado
- paramento aguas arriba vertical
- vertedero rectangular
- altura útil < 5 m

(Martínez de Azagra et al., 1997)





7º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL



Fotos: 1928, 1963 Archivo CHD y 2010 propia

- *La situación actual*





7º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL





7º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL



Diques



7º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL



# SUELO



Figura 7: Calicatas en terreno desnudo (izquierda) y bajo bosque (derecha) en junio 2010

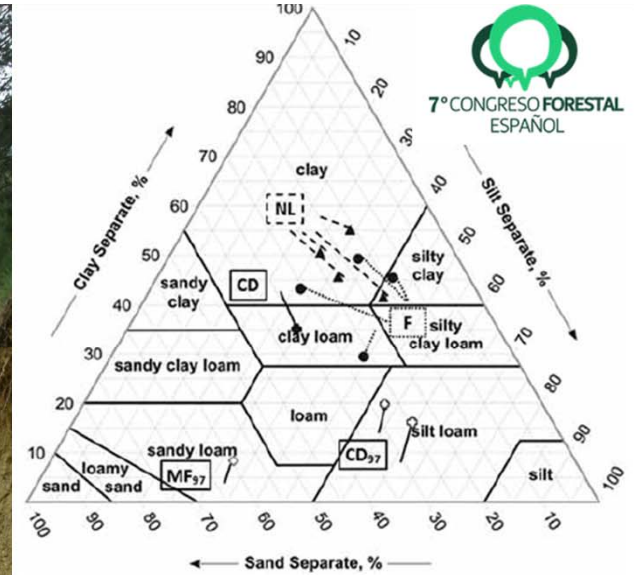
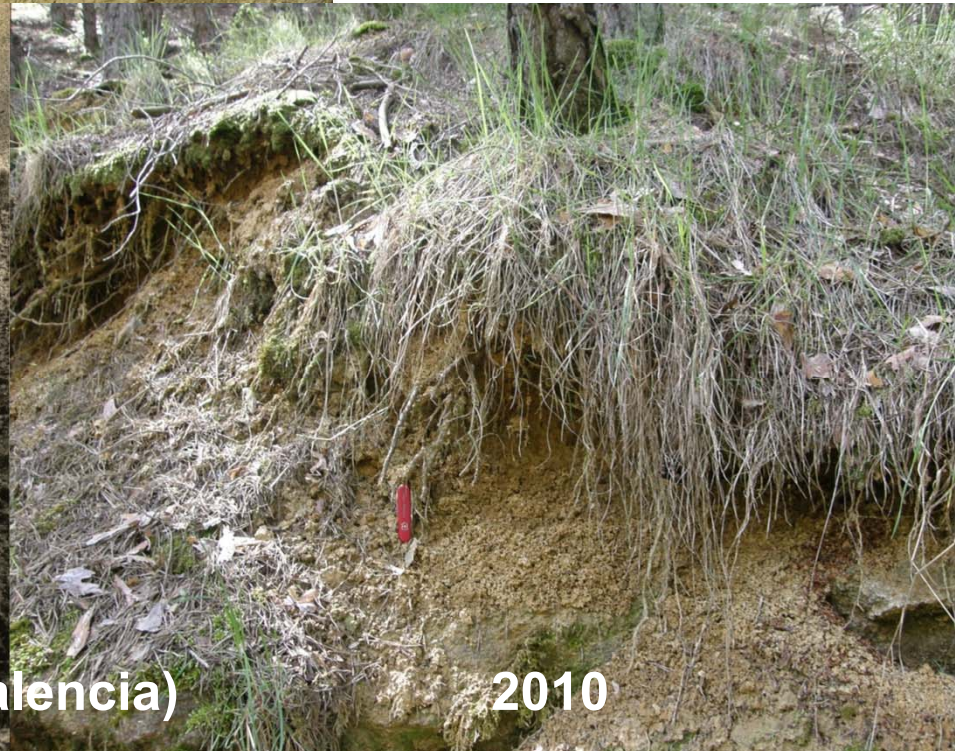


Figure 8. Soil texture of Saldaña badlands. In the figure, 1997 samples: MF<sub>97</sub>, mudflow; CD<sub>97</sub>, check dams. Present-day samples: NL, naked land; CD, check dams; F, forest.



1930

Saldaña (Palencia)



2010





Earth Surf. Process. Landforms, Vol. 39, 1563–1575 (2014)

Table II. Soil properties on the Saldaña site

Zone	Bare slopes		Forested slopes (f)	Check dams (d)				
Property	Bedrock (b)	Crust (c)			Observations	p-value <sup>b</sup> ( $\alpha = 0.05$ )	Num. samples (b/c/f/d)	
<b>Chemical properties</b>								
pH	8.76	-	8.65	8.63	Strongly alkaline	0.6302	5/-/5/1	
EC (mS cm <sup>-1</sup> ) (Temp. = 24°)	0.16	-	0.14	0.12	Very low	0.8602	4/-/4/1	
Na <sup>+</sup> (meq 10 <sup>-2</sup> g)	0.31 <sup>*</sup>	-	0.14 <sup>*</sup>	0.22	Very low	0.0117	4/-/4/1	
SAR	0.23 <sup>*</sup>	-	0.10 <sup>*</sup>	0.17	Very low	0.0011	4/-/4/1	
O.M. <sup>a</sup> (%)	0.03 <sup>*</sup>	-	1.11 <sup>*</sup>	0.65	Very low	0.0011	9/-/11/9	
<b>Physical properties</b>								
Penetration resistance (kN m <sup>-2</sup> )	517 <sup>*</sup>	359	376 <sup>*</sup>	139	Intermediate	0,0000	15/15/15/6	
Shear strength (kN m <sup>-2</sup> )	279.1	246	295.1	49 <sup>*</sup>	Only check dam is significantly different than others	0.0140	15/15/16/5	
Bulk density (g cm <sup>-3</sup> )	1.70	-	1.63	1.46 <sup>*</sup>	High (Only check dam is significantly different than others)	0.0001	8/-/8/11	
Steady ponded infiltration (mm h <sup>-1</sup> )	3.2 <sup>*</sup>	-	138.9 <sup>*</sup>	17.5	Bedrock: moderately low Forest: High Check dam: Moderately high	0.0239	3/-/4/4	
Hydrologic group (NRCS, 2007)	D	-	B	C	-	-	3/-/4/4	
Infiltrated wet depth (mm)	29.5 <sup>*</sup>	-	75.8 <sup>*</sup>	31.5		0.0228	4/-/4/4	
Humidity (%)	21.9	-	29.1 <sup>*</sup>	19.8	Very dry	0.0001	4/-/4/5	
T <sup>a</sup> (°C)	26.3 <sup>*</sup>	-	20.2 <sup>*</sup>	17.7 <sup>*</sup>		0.0000	4/-/4/5	
Erodibility (Mg h MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )	0.0398	-	0.0406	0.0281	Moderate	0.2004	3/-/5/2	
<b>Biological properties</b>								
Litter (cm)	-	-	2.5	2.5	-	-	4/4/4/4	
Fungal mycellium	-	-	Abundant	Abundant	-	-	"	
Invertebrates	-	-	Ants, snails, beetles, earthworms	Ants, snails, beetles, earthworms	-	-	"	
Roots (50 cm depth)	-	-	Abundant	Abundant	-	-	"	

<sup>a</sup>Organic matter by redox volumetry PNT-S-05; <sup>b</sup>ANOVA with  $\alpha = 95\%$  and LSD test.

# VEGETACIÓN

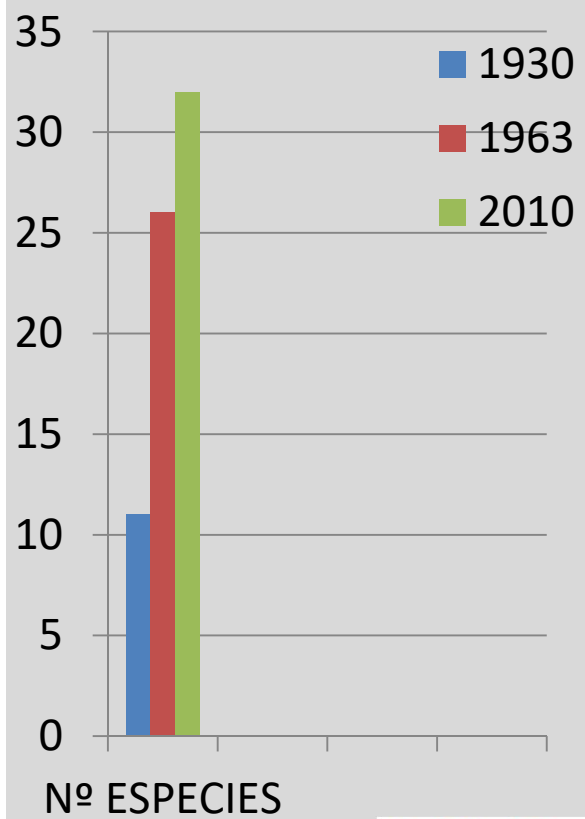
Tabla 1: Vegetación en las cárcavas entre 1930 y 2010



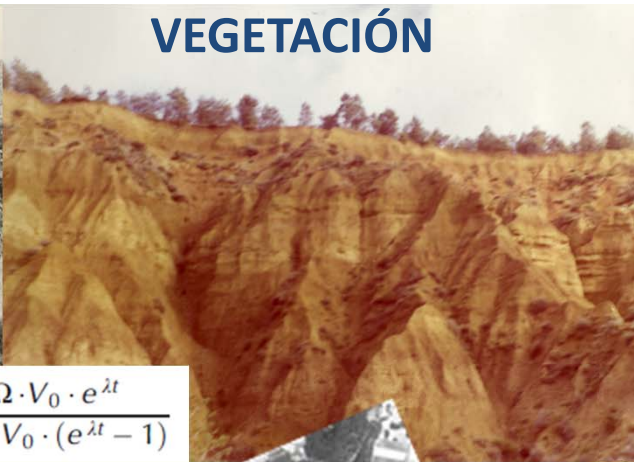
7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



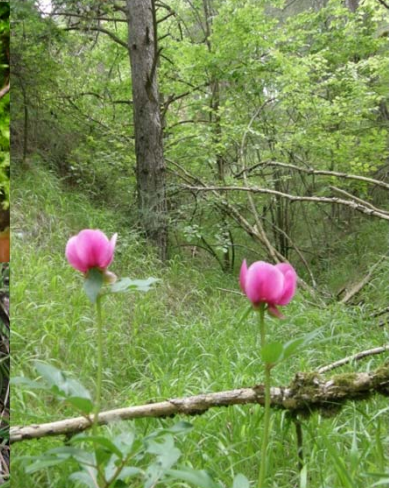
Estrato	Periodo		
	Ayerbe (1928, 1930) <sup>a</sup>	Azcarretazabal (1963) <sup>b</sup>	Presente
Arbóreo	<u>Coníferas:</u> <i>Pinus pinea</i> <i>P. pinaster</i>	<u>Coníferas:</u> <i>P. halepensis</i> <i>P. pinaster</i> <i>P. radiata</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Cupressus arizonica</i> <i>C. macrocarpa</i>	<u>Coníferas:</u> <i>Cedrus atlantica</i> <i>Cupressus arizonica</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus nigra</i> <i>P. pinaster</i> <i>P. radiata</i> <i>Pinus sylvestris</i>
	<u>Frondosas:</u> <i>Populus nigra</i> <i>Quercus tozza (Q. pyrenaica)</i> <i>Ulmus campestris</i>	<u>Frondosas:</u> <i>Populus nigra</i> <i>Quercus pyrenaica</i> <i>Ulmus campestris</i>	<u>Frondosas:</u> <i>Populus alba</i> <i>P. nigra</i> <i>P. x euroamericana</i> <i>Quercus pyrenaica*</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Salix atrocinerea</i> <i>Ulmus minor</i>
		<i>Crataegus monogyna</i> <i>C. oxiacanta</i> <i>Prunus spinosa</i>	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Prunus spinosa</i>
	<i>Genista tridentata</i> <i>Lappa major</i> <i>Lavandula stoechas</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Salvia officinalis</i> <i>Thymus vulgaris</i>	<i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Rosa canina</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Thymus vulgaris</i> <i>T. mastichina</i>	<i>Cistus laurifolius</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Genista scorpius</i> <i>Quercus pyrenaica*</i> <i>Rosa micrantha</i> <i>Rubus ulmifolius</i>
¿?*	<i>Agrostis alba</i> <i>Avena elatior</i> <i>Bromus erectus</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cynosorus cristatus</i> <i>Juncus sp.</i> <i>Lavandula stoechas</i> <i>Malva silvestris</i> <i>Trifolium pratensis</i>	<i>Avena elatior</i> <i>Bromus sp.</i> <i>Cardaria draba</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Festuca sp.</i> <i>Lavandula stoechas</i> <i>Paeonia broteroi</i> <i>Poa sp.</i> <i>Sanguisorba minor</i>	



# VEGETACIÓN

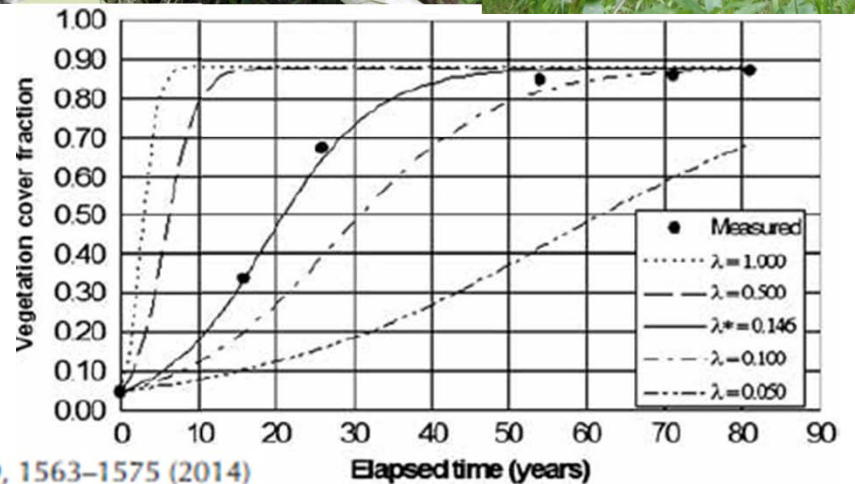


$$V(t) = \frac{\Omega \cdot V_0 \cdot e^{\lambda t}}{\Omega + V_0 \cdot (e^{\lambda t} - 1)}$$



**Secuencia de la evolución forestal en las cárcavas de Saldaña entre 1946 y 2010, a partir de:**

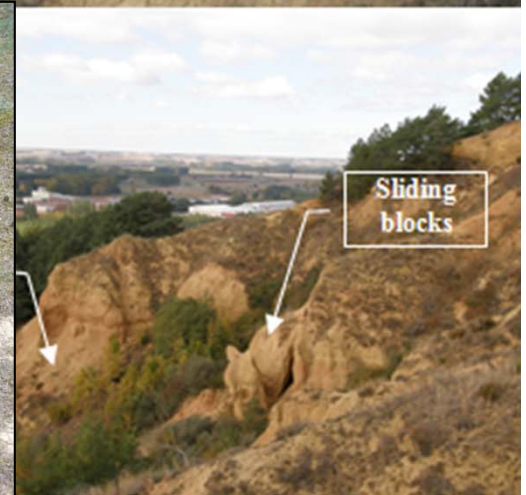
- 1946: Extraído de la foto del Servicio Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (18/03/1946)
- 1956: Idem (17/07/1956)
- 1984: Extraído de la foto del Instituto Geográfico Nacional (??/08/1984)
- 1997: Extraído de la foto del CEDEX (??/06/1997)
- 2010: Extraído de Google-Earth (2010)



# EROSIÓN



7º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL



# EROSIÓN

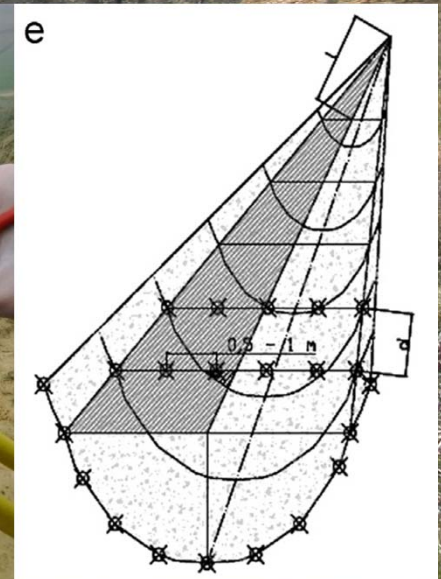


Check dam	$SY_S$	$TSY_S$	$SE_S$
22	42.72	42.82	0.09
23	7.25	7.34	0.09
24	9.43	9.53	0.10
25	30.99	31.09	0.10
26	2.46	2.55	0.09
27	34.95	35.05	0.10
28	7.98	8.08	0.10
29	5.63	5.73	0.10
30	7.42	7.51	0.09
31	10.35	10.44	0.10
32	9.10	9.19	0.10
33	11.24	11.33	0.09
34	13.01	13.11	0.10
35	25.66	25.77	0.11
36	5.90	6.00	0.10
37	4.63	4.73	0.09
38	6.78	6.88	0.10
39	1.42	1.52	0.11
40	1.37	1.46	0.10
41	0.63	0.73	0.10
42	10.39	10.48	0.09
43	6.68	6.76	0.09
44	3.87	3.96	0.09
45	11.53	11.63	0.09
46	1.71	1.80	0.09
Mean	10.92	11.02	0.10

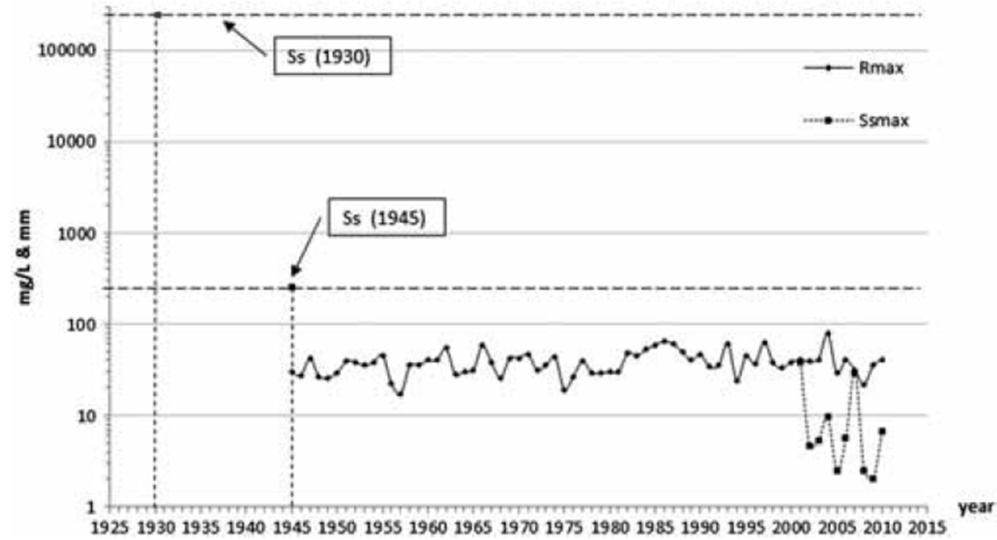
Environ Monit Assess (2016) 188: 405



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



# EROSIÓN



**Figure 12.** Suspended sediment concentration from Ayerbe (Ss1930), González-Garrido (Ss1945) data and the period 2001–2010 (Ssmax) (CHD, 2013), versus maximum annual daily rainfall (Rmax) in Saldaña between 1945 and 2010.

**Earth Surf. Process. Landforms, Vol. 39, 1563–1575 (2014)**





**VALOR  
CAPITAL NATURAL**



**Analytic hierarchy process**

- **MADERA 509.290 €**

- **CALIDAD DEL AGUA  
128.496 €/year**

- **ESTABILIDAD TERRENO  
23.880 €/year**

- **PAISAJE 1.620.984 €**



**7 MILLONES €**

Oleagordia I., Navarro J. & Gómez-Ramos, A. (2015). Restoration of badlands and natural capital: an application in Saldaña (Palencia, northern Spain).

*Journal of Land Use Science*:  
<http://dx.doi.org/10.1080/1747423X.2014.993340>



Muchas  
gracias por  
vuestra  
atención

*En recuerdo de José M<sup>a</sup> Ayerbe y David Atzarretazabal,  
Quienes hicieron posible que las peonías volvieran a crecer sobre el  
desierto*



## AGRADECIMIENTOS

*Al esfuerzo voluntario y generoso de todos los que han participado en la obtención, elaboración y generación de este estudio, en especial a Salvador y a Mari, vecinos de Villalafuente, por su ayuda, amabilidad y hospitalidad.*

Contacto  
jnahev@iaf.uva.es



**7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL**

### **Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía**



26 - 30 junio 2017 | **Plasencia**  
Cáceres, Extremadura



[www.congresoforestal.es](http://www.congresoforestal.es)



FOREST, WATER & SOIL Research Group

