PROPUESTA METODOLÓGICA para el cálculo del Indicador de impacto I13: Erosión del suelo por la acción del agua

PDR 2014-2022 LA RIOJA



Índice

Definición del indicador de Impacto 3
Lógica de la intervención 3
Metodología de Cálculo 6
Contexto 8
Cálculo en las medidas del PDR agrícolas 13
Calculo en las medidas del PDR forestales 32
Conclusión 42

Definición del indicador de Impacto

Según la ficha de la Comisión, el indicador de impacto "erosión del suelo por la acción del agua", evalúa la **pérdida de suelo mediante procesos de erosión hídrica** y proporciona una **estimación de las áreas afectadas por una cierta tasa de erosión del suelo (moderada a severa, ej. > 11 t / ha / año** en la definición de la OCDE).

La Comisión establece que la erosión del suelo por agua se evalúa a través de dos subindicadores:

1) **Tasas estimadas de pérdida de suelo por erosión hídrica**; se expresa en toneladas (t) por hectárea (ha) y por año (año) como (t ha^{-1} $año^{-1}$).

2) **Superficie agrícola afectada por una determinada tasa de erosión del suelo por el agua. (El área estimada se expresa como proporción de la superficie agrícola total).** Se mide en hectáreas (ha) o en hectáreas por superficie agraria útil.

No obstante, la Comisión señala que, **para evaluar los cambios en la erosión del suelo a lo largo del tiempo, debe tenerse en cuenta que sería necesario un análisis durante un período de tiempo de por lo menos 15-20 años** (por ejemplo, comparar la situación actual con la década de 1990). El intervalo de tiempo de 6 años (por ejemplo, 2000-2006 para el cual se dispone de datos) es limitado y las diferencias se deben principalmente a los cambios en la cobertura de la tierra (como lo indican los datos de Corine Land Cover). **Por lo tanto, cualquier conclusión debe interpretarse con cautela.**

Por otro lado, se ha considerado interesante establecer un **indicador de resultado adicional "Pérdida de suelo en superficie forestada",** con el objeto de estimar la variación de las pérdidas de suelo con aquellas actuaciones que crean masas forestales.

Lógica de la intervención

El área focal de desarrollo rural relacionada con el indicador de impacto 13 "Erosión del suelo por la acción del agua" es la 4C.

En esta área están **programadas** las siguientes ayudas del PDR de La Rioja:

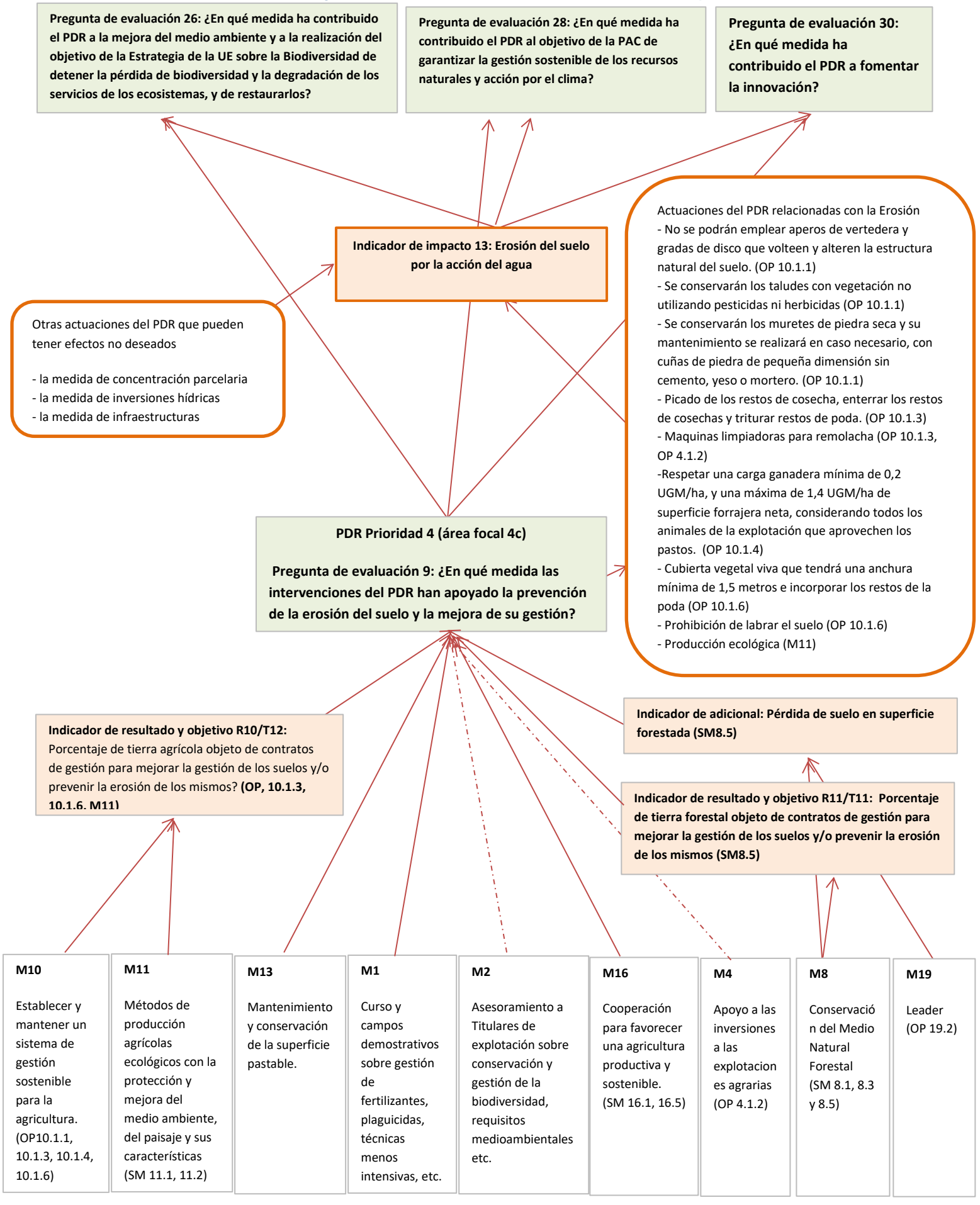
- La **operación 1.1.1 Cursos de formación y perfeccionamiento**, se apoyan cursos y jornadas relacionados con técnicas de producción sostenibles que fomentan la protección y conservación del suelo (manejo del suelo en los cultivos, técnicas de agricultura regenerativa, etc.).
- La **submedida 1.2 Apoyo a las actividades de demostración y a las acciones de información**, se impulsa la colaboración con agricultores y técnicos del sector para desarrollar campos demostrativos orientados a promover técnicas de producción ecológica e integrada.
- La **medida 8 medidas forestales:**
    - Submedida 8.3 b: ayuda para la prevención y reparación de daños causados a los bosques por incendios, desastres naturales y catástrofes.
    - Submedida 8.5: apoyo a inversiones que aumenten la capacidad de adaptación y el valor medioambiental de los ecosistemas forestales.

- La **medida 10 Agroambiente y clima:**
    - Operación 10.1.1: lucha contra la erosión en medios frágiles, promoviendo la conservación del suelo y evitando la alteración de la estructura del terreno (por ejemplo, la desaparición de bancales).
    - Operación 10.1.3: técnicas de producción agrícola sostenible, que requieren una mayor capacitación técnica de los agricultores para preservar el medio ambiente.
    - Operación 10.1.4: mantenimiento de la ganadería extensiva, compatibilizando la conservación del medio físico con la actividad ganadera.
    - Operación 10.1.6: gestión sostenible del viñedo mediante cubierta vegetal, orientada a mejorar la calidad del suelo y protegerlo frente a la erosión.
- La **medida 11 Agricultura ecológica**, apoya prácticas agrarias que respetan los sistemas y ciclos naturales y contribuyen a preservar y mejorar la salud del suelo.
- La **medida 13 Pagos a zonas con limitaciones naturales u otras limitaciones específicas**, en las zonas de montaña, donde se concentra gran parte de la ganadería extensiva, se apoya el mantenimiento de esta actividad para evitar el abandono de tierras y sus efectos negativos sobre el medio ambiente.
- La **submedida 16.5 Ayuda para acciones conjuntas realizadas con vistas a la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo, y para planteamientos conjuntos con respecto a proyectos medioambientales y prácticas medioambientales en curso**, apoyo a acciones conjuntas orientadas a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como a proyectos y prácticas medioambientales que fomenten una agricultura sostenible, la conservación del suelo y la prevención de la erosión.

Por otro lado, el PDR incluye **otras medidas que presentan,** o pueden presentar, una **contribución secundaria** a esta área focal 4C y, con ello un efecto sobre el indicador I13. *"Erosión del suelo por la acción del agua".*

- La **medida 2 Servicios de asesoramiento, gestión y sustitución destinados a las explotaciones agrícolas**, contempla inversiones en maquinaria que contribuyan a reducir el riesgo de erosión o la pérdida de suelo fértil.
- La **submedida 4.1.2 Apoyo a las inversiones en transformación, comercialización y desarrollo de productos agrícolas**, a través de inversiones en maquinaria cuyo efecto sea la reducción del riesgo de erosión o minoración de pérdida de suelo fértil.
    - La **submedida 8.1, Ayuda para la reforestación y creación de superficies forestales**, contribuye a la conservación de los recursos hídricos y del suelo, así como al control de la desertificación, la torrencialidad, los aterramientos y las inundaciones.
- La **submedida 16.1 Ayuda para la creación y funcionamiento de Grupos Operativos de la AEI en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas**. fomenta la cooperación para promover un sector agrícola y forestal más eficiente en el uso de recursos y orientado a la protección del medio ambiente, en línea con los objetivos de sostenibilidad y productividad.

Ilustración 1. Lógica de intervención del área focal 4C e indicador de impacto I.13



Metodología de Cálculo

En primer lugar, se localizan la superficie agraria (tierras de labor y pastos) bajo la influencia de las medidas del PDR de La Rioja.

Teniendo en cuenta el conjunto de medidas del PDR que contribuyen de forma principal o secundaria al área focal 4C, y de acuerdo con las indicaciones de la *"Guidelines assessing RDP Achievement and impacts in 2019"*, para el cálculo del indicador I13 "Erosión del suelo por la acción del agua", se analizan los efectos de las operaciones de la **medida 10 (Agroambiente y clima) y de la medida 11 (Agricultura ecológica)**, al considerarse las actuaciones con una repercusión potencial más significativa.

Asimismo, para la determinación del **subindicador I.13.1 Tasas estimadas de pérdida de suelo por erosión hídrica, se incorpora también la contribución de la submedida 8.1.**

No se incluyen en el cálculo los posibles efectos de la **medida 1, 2 y 16,** debido a la dificultad para cuantificar sus efectos.

Tampoco se considera la posible incidencia **de la medida 13** en la conservación de las características del suelo, ya que, en gran medida, ésta se solapa con la **ayuda de agroambiente y clima, destinada a la ganadería extensiva (operación 10.1.4)**.

En relación con las **submedidas 8.3 y 8.5**, el PDR contempla en ambos casos actuaciones de **plantación de especies arbóreas**: en el primer caso, como actuaciones de restauración forestal, y en el segundo, como plantaciones destinadas a mejorar la funcionalidad del ecosistema.

Sin embargo, las actuaciones de restauración (M8.3) **no se han implementado durante el periodo**, lo que implica que no se tengan en cuenta esta submedida en el cálculo del impacto del PDR sobre la erosión. **En el caso de la 8.5 la superficie de las nuevas plantaciones no se ha podido localizar**, por lo que solo se utiliza su superficie para determinar el efecto total de las ayudas que favorecen la forestación en la región.

Para el cálculo se analiza también la información de contexto relacionada con la superficie agraria del PDR. Para ello se consulta la versión mejorada del modelo de Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (llamado RUSLE2016) (JRC-Ispra) que es la base del indicador de contexto C42. De esta forma, se puede **conocer el riesgo de erosión de La Rioja, así como de la superficie agraria bajo las medidas del PDR.**

Posteriormente, se procede al cálculo el indicador de impacto I.13, a partir de la información sobre los puntos de muestreo del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES) del MITERD y de la superficie de las medidas del PDR de La Rioja 14-22. El primer paso es identificar un conjunto de puntos del INES que se localicen en la superficie apoyada por el PDR.

La selección de estos puntos de muestreo del INES (agrícolas) se ha basado en tres variables: la primera, la situación del punto, tiene que ser representativa de la distribución de la superficie de las medidas del PDR. En segundo lugar, la pendiente de la superficie donde se encuentra el punto y en tercer lugar la técnica de cultivo (secano o regadío). En función de estas variables se realiza una selección aleatoria de los puntos de INES a estudiar.

El riesgo de pérdida de suelo se calcula utilizando la ecuación de RUSLE.

$$(A= R \times K \times LS \times C \times P)$$

Se parte del supuesto de que el único factor de esta ecuación que cambia en el **tiempo es el factor C**, referido al manejo y cubierta del suelo.

De esta forma, aplicando la fórmula, se calcula el valor de riesgo de erosión del dato obtenido (establecido) por el INES para cada punto seleccionado, y se comparan dichos valores con los estimados para esos mismos puntos, pero teniendo en cuenta la aplicación de las prácticas ambientales del PDR, lo que modifica la variable "C" en la fórmula.

Para calcular el factor C de cada punto se ha recurrido a la información del número de las labores realizadas en una muestra de parcelas de las medidas del PDR, esta información se ha recopilado durante el periodo de ejecución del PDR en las diferentes evaluaciones realizadas.

Por último, con los datos seleccionados se calcula la media aritmética entre todos los puntos seleccionados para obtener la variación del I.13.1 tasas estimadas de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha-1 año -1).

Contexto

La erosión del suelo es un proceso natural que ocurre a lo largo del tiempo geológico y, de hecho, es esencial para la formación del suelo. En cuanto a la degradación del suelo, la mayor preocupación se relaciona con la erosión acelerada, **cuya tasa natural se ha incrementado significativamente, principalmente debido a la actividad** humana.

La erosión hídrica del suelo es un problema generalizado en toda Europa.

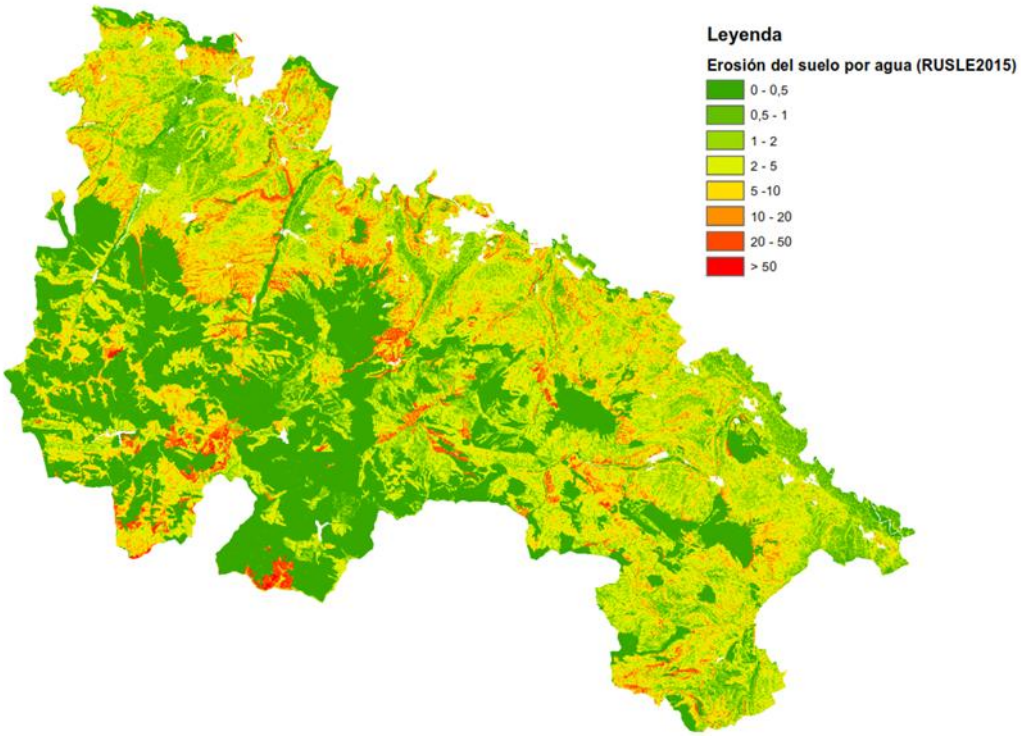
Los procesos de erosión del suelo implican el desprendimiento de material mediante dos procesos: el impacto de las gotas de lluvia y la tracción del flujo; y el transporte por saltación a través del aire o por el flujo fluvial superficial. **La escorrentía es el principal factor directo de la erosión hídrica severa** y, por lo tanto, los procesos que influyen en ella desempeñan un papel importante en cualquier análisis de la intensidad de la erosión del suelo.

La tasa de erosión es muy sensible tanto al clima y al uso del suelo, como a las prácticas de conservación detalladas a nivel de explotación.

La **región mediterránea es particularmente propensa a la erosión** debido a que está sujeta a largos períodos secos seguidos de fuertes lluvias erosivas que caen sobre laderas empinadas con suelos frágiles. En algunas partes de la región mediterránea, la erosión ha alcanzado un estado de irreversibilidad y en algunos lugares la erosión prácticamente ha cesado porque ya no queda suelo.

Las evaluaciones de la erosión del suelo, del indicador de contexto C42, se basan en el resultado de una versión mejorada del modelo de Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (llamado RUSLE2016) (JRC-Ispra) que fue desarrollado para evaluar la erosión del suelo por el agua en la Unión Europea. El modelo proporciona una estimación de la erosión del suelo por el agua sobre la base del conocimiento científico, manuscritos publicados revisados por pares, juicios técnicos y conjuntos de datos de entrada.

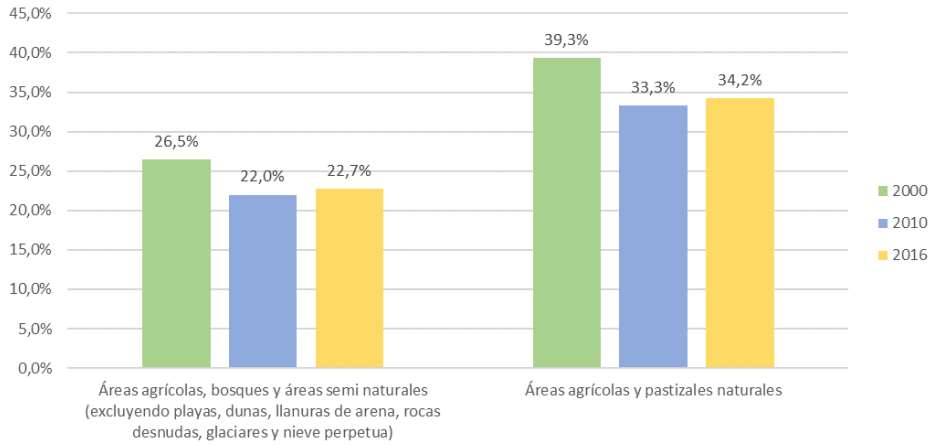
Mapa 1. Erosión del suelo por el agua (RUSLE2016).



Fuente: European Soil Data Centre (ESDAC), (RUSLE2016).

En este indicador C.42 de contexto, se estima que **el 22,7% de todas las tierras** propensas a la erosión hídrica se vieron afectadas por **una erosión hídrica moderada o grave del suelo** (más de 5 toneladas por hectárea al año) en La Rioja en 2016, **porcentaje que asciende a 34,2% en las superficies agrícolas y pastizales naturales**, en esta superficie se observa un descenso de 5,1 puntos porcentuales respecto al año 2000 y un ligero ascenso al compararlo con 2010 de 0,9%.

Gráfico 1. Porcentaje de superficie afectada por erosión hídrica moderada o severa del suelo 2000-2016 (%).

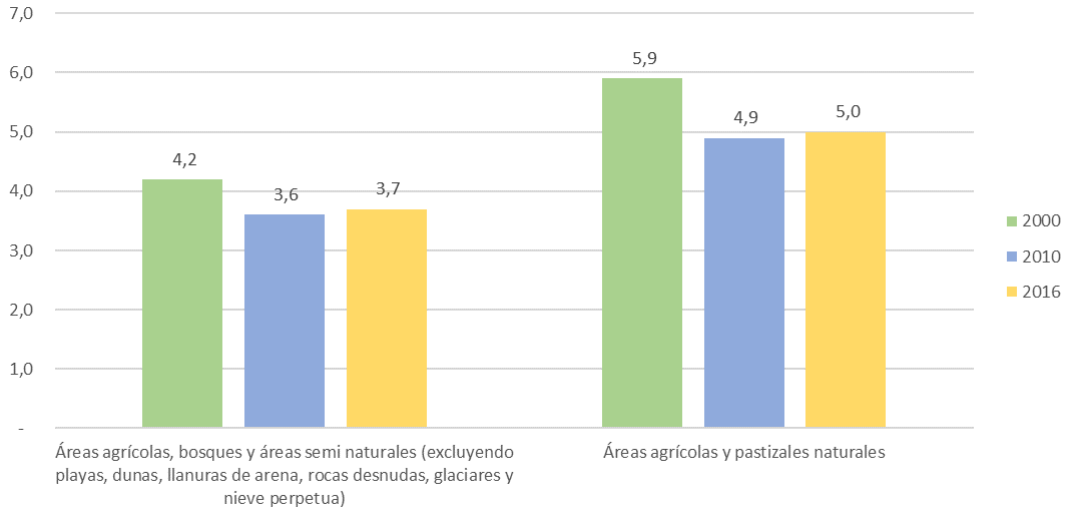


Fuente: elaboración propia a partir de los datos Eurostat (aei_pr_soiler).

La tasa media de erosión del suelo por el agua fue de 3,7 toneladas por hectárea y año en todas las tierras propensas a la erosión de La Rioja en 2016.

En cuanto a las **superficies agrícolas y pastizales naturales**, la tasa media fue mayor, 5,0 t/ha/año. Esta **tasa media de erosión presenta un descenso durante el periodo 2000 a 2016 en las superficies agrícolas y pastizales naturales, aunque con un ligero repunte desde 2010**.

Gráfico 2. Tasa media de erosión hídrica 2000-2016 (t/ha/año).



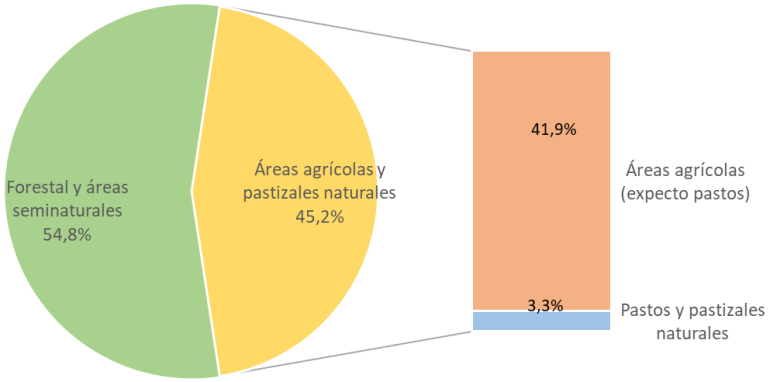
Fuente: elaboración propia a partir de los datos Eurostat (aei_pr_soiler).

El tipo de cobertura del suelo **"zonas agrícolas y pastizales naturales" representa menos de la mitad de la superficie** de todas las tierras propensas a la erosión (45,2% en 2016 en La Rioja).

Sin embargo, en este tipo de cubierta terrestre **(zonas agrícolas y pastizales naturales), la proporción del suelo total** estimado como **riesgo de erosión moderado y severo en 2016 es más alta: 68,0 % para La Rioja**.

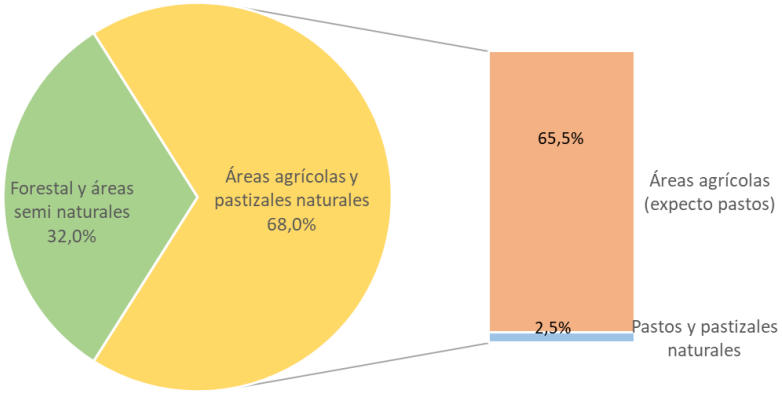
Las **superficies agrícolas**, excluidos los pastizales, **son más propensas a la erosión** y representaron el 65,5% de la superficie afectadas por una erosión moderada o grave del suelo en 2016.

Gráfico 3. Porcentaje superficie por usos de suelo (referido a la nomenclatura de corine land cover[1]), 2016 (%).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos Eurostat (aei_pr_soiler).

Gráfico 4. Porcentaje superficie con riesgo de pérdida de suelo moderada o severa, 2016 (%).



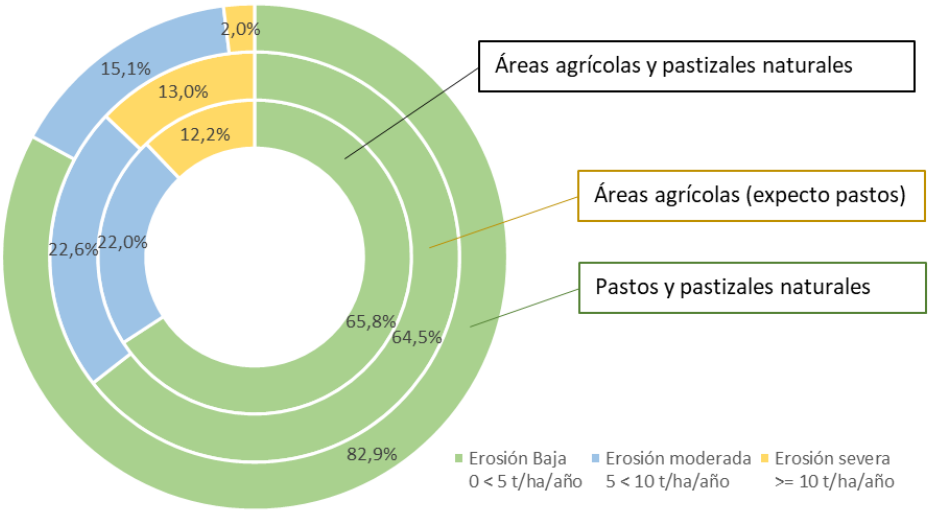
Fuente: elaboración propia a partir de los datos Eurostat (aei_pr_soiler).

Al comparar el peso de la **superficie afectada por una erosión moderada o grave** del suelo en los tipos de cobertura **de suelo agrícola** para todos ellos, casi el 65% se clasificaron como de baja erosión (0 a <5 t/ha/año) en La Rioja en 2016.

Los pastizales y pastizales naturales tuvieron la tasa más baja de erosión severa; el 2,0%, mientras que el 15,1% se corresponde con una erosión moderada. En el caso de otras zonas agrícolas (excluidos los pastos y los pastos naturales), el 13,0% se clasificó como erosión severa y el 22,6% como moderado para La Rioja.

[1] https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover.

Gráfico 5. Porcentaje superficie con riesgo de pérdida de suelo baja, moderada o severa por tipo de cobertura agraria, 2016 (%).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos Eurostat (aei_pr_soiler).

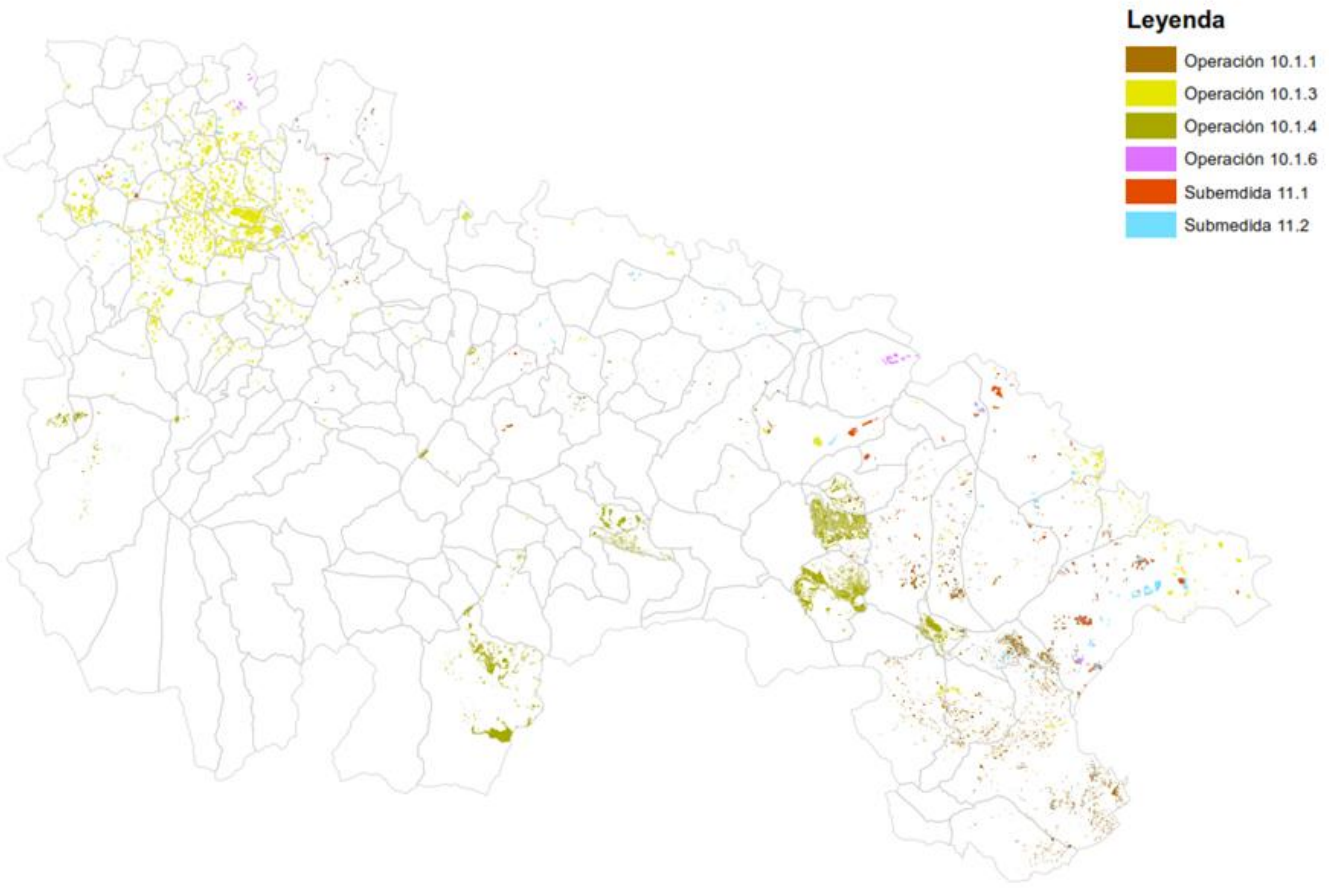
Cálculo en las medidas del PDR agrícolas

En el siguiente mapa se muestra la localización de la superficie subvencionada correspondiente a las medidas 10 y 11, relacionadas con el indicador I13 “Erosión del suelo por la acción del agua”. Como referencia para la superficie apoyada por el PDR, se ha considerado una anualidad de referencia, en la mitad del periodo de programación 2017-2018.

Se trata de **las operaciones**:

- **10.1.1 – Lucha contra la erosión en medios frágiles**
- **10.1.3 – Técnicas de producción agrícola sostenible**
- **10.1.4 – Mantenimiento de la Ganadería extensiva**
- **10.1.6 – Gestión sostenible del viñedo mediante cubierta vegetal**
- **11.1 – Adopción de prácticas y métodos de agricultura ecológica**
- **11.2 – Mantenimiento de prácticas y métodos de agricultura ecológica**

Mapa 2. Superficie de medidas del PDR con información a nivel de parcela en relación con I.13.

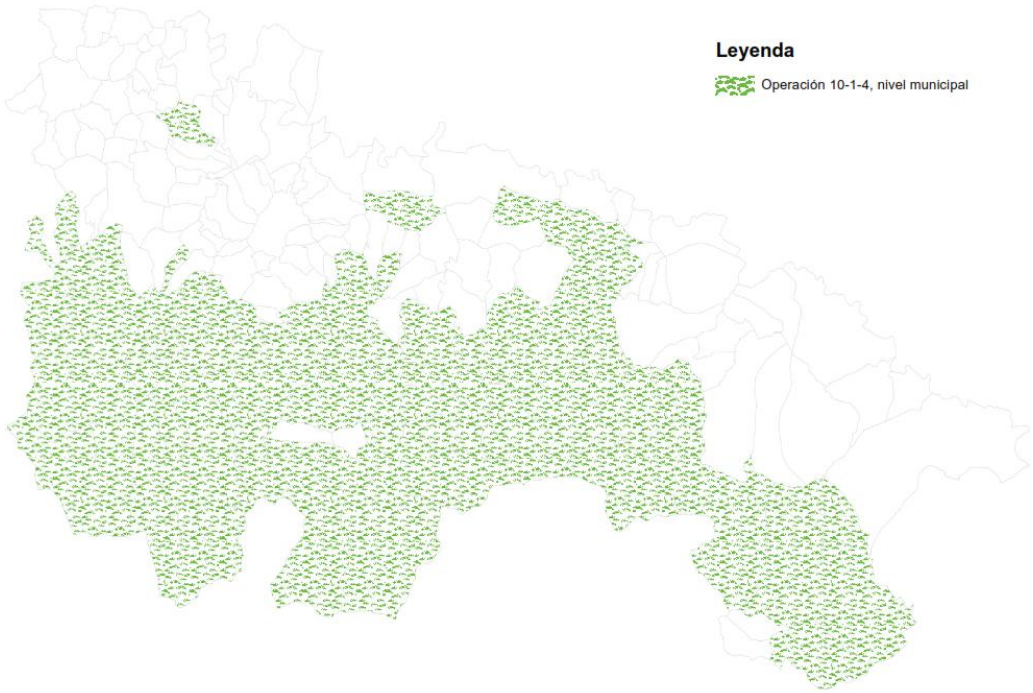


Fuente: Elaboración a partir de los datos de seguimiento de la Medida 10 y 11 del PDR.

Hay que tener en cuenta que **muchos expedientes apoyados por la ayuda de agroambiente y clima de ganadería extensiva (10.1.4),** se localizan en montes de utilidad pública y **no ha sido posible su localización cartográfica a nivel de parcela en el Sigpac**. Por ello, se ha considerado conveniente recopilar **información de esta superficie a nivel municipal** para identificar dónde se puede estar incidiendo positivamente en la conservación del suelo.

La información que a continuación se muestra en el mapa refleja aquella superficie de la operación 10.1.4 que no ha sido posible identificar a nivel parcela en el SIGPAC.

Mapa 3. Superficie a nivel municipal de la operación 10.1.4 en relación con I.13



Fuente: Elaboración a partir de los datos de seguimiento de la Medida 10

Tal y como se ha comentado en el apartado de contexto, **los dos subindicadores de contexto relacionados con la erosión del suelo (ICC42), han sido calculados por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC-Ispra).**

El cálculo de la erosión del suelo, en este caso, se basa en una versión mejorada del modelo de ecuación de pérdida de suelo universal revisada (RUSLE2016), que el JRC-Ispra desarrolló para evaluar la erosión del suelo por el agua a escala regional.

Esta información del ESDAC, también ha permitido estimar la superficie existente a nivel regional en cada categoría de nivel erosivo, que se muestra en la tabla a continuación[2]:

Tabla 1. Superficie de La Rioja por nivel erosivo

Categorías	Superficie (ha)	Pérdidas medias ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)
0 - 0,5	155.194	0,13
0,5 - 1	30.850	0,76
1 -2	69.344	1,50

[2] Cada punto obtenido del mapa de Erosión del suelo por agua (RUSLE2016) se considera que representa 1 ha de superficie. No obstante, a la hora de cruzar este mapa de puntos con los límites de la provincia de La Rioja, sucede que hay puntos cuya superficie total no está dentro del territorio de La Rioja al estar próximos al límite y otros que están fuera de los límites de la provincia pero si tiene superficie en la misma. Por lo que, los datos obtenidos son una estimación y por ello discrepan con el dato de la Comisión del indicador ICC42

2 - 5	131.594	3,28
5 - 10	70.609	6,89
10 - 20	27.379	13,64
20 -50	10.278	28,25
> 50	716	68,13
Total	495.964	3,59

Fuente: Elaboración propia a partir del raster "Erosión del suelo por agua (RUSLE2016)".

Es necesario aclarar que a la hora de procesar la información del ESDAC, han surgido algunas limitaciones técnicas que han desencadenado que el valor obtenido como "Total de pérdidas medias por erosión de La Rioja" (3,59t/ha/año), no coincida exactamente con el que proporciona el propio JRC-Ispra (3,7t/ha/año).

Con esta información de la superficie de La Rioja estratificada por niveles erosivos, y la localización de las ayudas sobre el terreno (M10 y M11 relacionadas con la 4C), ha sido posible estimar una superficie apoyada por el PDR de 14.029,15 ha a nivel de parcela y 47.451,63 ha a nivel municipal, sobre el mapa de erosión de suelo regional de RUSLE2016.

Para valorar la influencia del PDR sobre la erosión, exclusivamente se van a tener en cuenta las ayudas localizables a nivel de parcela, ya que éstas permiten cuantificar la superficie apoyada por el PDR en cada uno de los diferentes niveles erosivos, como se ve a continuación.

Se trata de las operaciones 10.1.1, 10.1.3, 10.1.4, 10.1.6, 10.1.8, 11.1 y 11.2.

Mapa 4. Nivel de erosión (RUSLE2016) en la superficie apoyada en el PDR a nivel de parcela

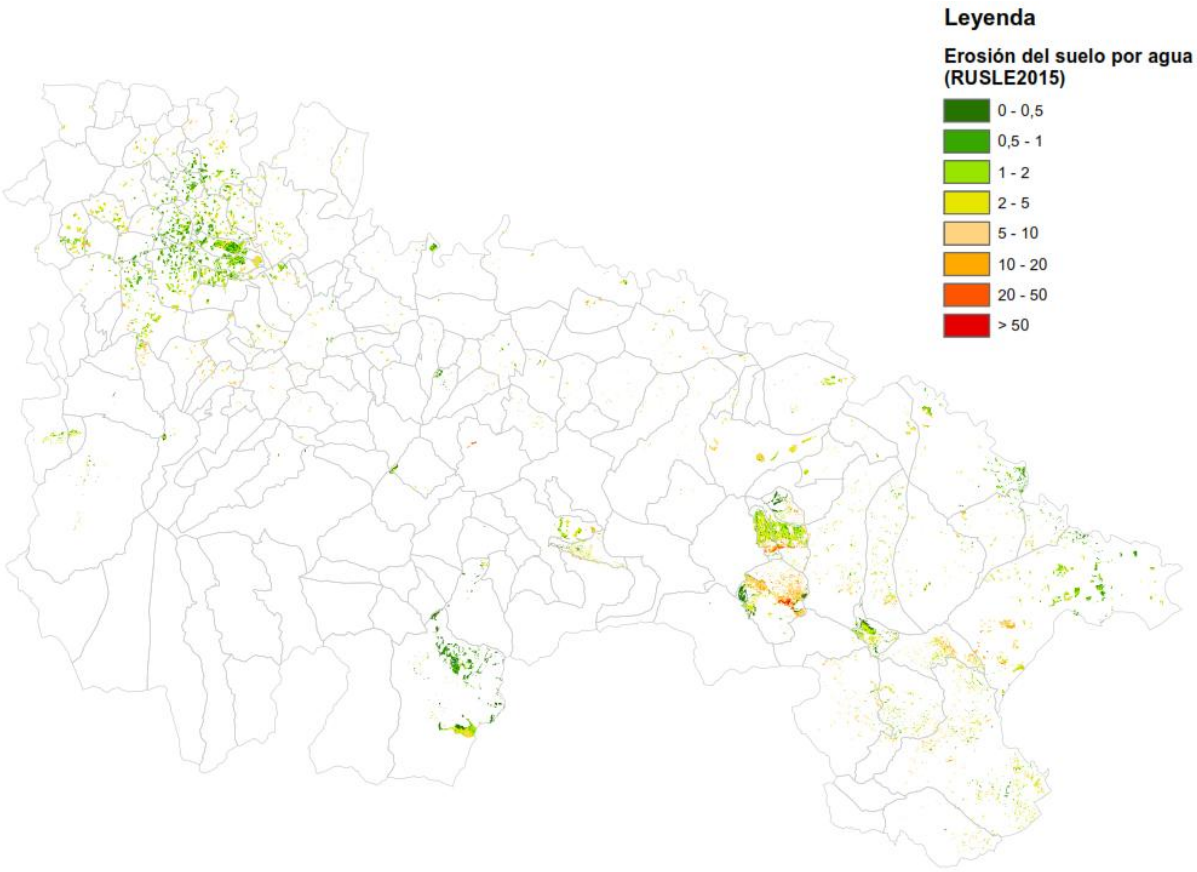


Tabla 2. Superficie apoyada por el PDR a nivel de parcela según cada nivel erosivo.

Categorías	Superficie (ha)	Pérdidas medias ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)
0 - 0,5	1.369,23	0,20

0,5 - 1	1.676,20	0,76
1 -2	2.512,65	1,46
2 - 5	2.918,49	3,20
5 - 10	1.602,86	6,99
10 - 20	643,79	13,06
20 -50	157,01	29,09
> 50	25,08	58,82
Total	10.905,32	3,64

Fuente: Elaboración propia a partir del raster "Erosión del suelo por agua (RUSLE2016)" y de los datos de seguimiento de las medidas.

Cabe reseñar que en alguna de las parcelas de ayuda, no se ha podido registrar el nivel erosivo representativo de la misma. Por lo que la superficie total determinada en cada nivel erosivo (10.905,32ha) no representa el total de la superficie identificada a nivel de parcela de las ayudas agrícolas del PDR (14.029,15ha).

En la tabla a continuación se expone la superficie apoyada por el PDR, según los diferentes niveles erosivos, en función de las combinaciones de las ayudas que han podido ser identificadas a nivel de parcela.

Tabla 3. Superficie según combinaciones de ayudas del PDR a nivel de parcela clasificada por nivel erosivo.

Medidas del PDR	Superficie en cada Nivel de Erosión							
	0 - 0,5	0,5 - 1	1 -2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	20 -50	> 50
10.1.1	20,92	41,71	110,43	236,94	176,54	62,98	6,44	0,53
10.1.1 y 11.2	4,65	11,23	19,83	54,34	43,74	11,28	1,25	0,00
10.1.1, 11.1 y 11.2	3,48	4,98	21,64	69,36	50,41	25,76	3,92	0,00
10.1.1, 10.1.8, 11.1 y 11.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,99	4,47
10.1.3	529,03	1.076,49	1.331,11	1.099,98	501,60	121,12	14,10	0,00
10.1.6	2,25	8,02	18,30	46,20	36,66	7,65	1,68	0,00
10.1.6 y 10.1.8	0,00	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
10.1.6 y 11.2	0,00	0,00	1,08	17,36	5,50	9,24	0,00	0,00
10.1.6, 10.1.8 y 11.2	0,00	0,00	0,00	2,49	2,55	0,00	0,00	0,00
10.1.8	0,62	11,34	47,45	95,51	61,50	33,03	7,54	0,00
10.1.8 y 11.1	0,00	0,00	0,45	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
10.1.8 y 11.2	0,00	0,18	0,88	3,09	0,75	0,00	0,00	0,00
10.1.8, 11.1 y 11.2	0,00	0,79	2,43	1,05	2,79	0,69	0,21	0,00
10.1.4	725,98	394,23	664,63	889,65	483,94	286,48	94,43	20,08
11.1	11,97	12,68	37,44	61,44	51,68	15,46	0,00	0,00
11.1 y 11.2	13,71	32,20	117,97	165,68	97,68	42,36	12,77	0,00
11.2	56,62	82,35	139,01	173,59	87,52	27,74	7,68	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla, en el primer nivel (0-0,5) (RUSLE2016), las medidas del PDR que predominan son **las ayudas 10.1.3 y 10.1.4** que representan el 91,7% de la superficie identificada.

Estas dos ayudas **tienen un alto peso en la superficie de todos los niveles erosivos por encima del 70%,** excepto en los rangos del 20 a 50 donde es mayor la relevancia de las ayudas de agricultura ecológica y la combinación de la misma con otras ayudas de agroambiente y clima. El peso de las medidas 10.1.3 y 10.1.4 también disminuye al 61% (caso de nivel erosivo 5-10). En el nivel superior (>50), la ayuda 10.1.3 no tiene ninguna relevancia.

Se constata que **más del 50% de la superficie apoyada por las medidas 10.1.3 y 10.1.4, se concentra en los tres primeros niveles de menor erosión**. Al considerar el cuarto nivel de erosión, el porcentaje asciende a 86% en la medida 10.1.3 y al 75% en la 10.1.4.

Destacar en **la operación 10.1.3 el cultivo de remolacha**, que aunque principalmente se localiza en zonas de bajo nivel erosivo, presenta un compromiso adicional "Uso de Máquinas limpiadoras para remolacha".

En relación con este compromiso, el equipo evaluador ha observado una **sinergia con la medida de modernización de explotaciones (4.1.2)**. En la visita a campo de la **cooperativa que adquirió una máquina limpiadora**, se constató que la utilización de esta maquinaria **disminuía la tierra adherida al cultivo** y en opinión del encuestado se evitaba perder **una media de entre 6-15 toneladas por hectárea al cosechar.**

Por lo tanto, tomando como referencia el valor mínimo considerado (6 T/ha), **se puede aproximar que en las 1.198,04ha de media que se apoyan en la operación 10.1.3, que cumplen este compromiso adicional se han evitado unas pérdidas de 7.188,24 T/año.**

Para estimar el efecto sobre la disminución en las tasas de erosión en las zonas agrícolas se van a estudiar las medidas (10.1.1, 10.1.3, 10.1.4, 10.1.6 y 11), se ha utilizado el modelo RUSLE, según se ha implementado por el INES, del Ministerio de Medio Ambiente. En el caso de la 10.1.4, con los datos del INES no ha sido posible cuantificar el efecto de esta medida.

Modelo RUSLE

El modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada) permite estimar la pérdida que se ocasionan en el suelo, a partir del cálculo de los distintos factores que intervienen en el proceso erosivo.

La ecuación básica de este modelo para la estimación de las pérdidas medias de suelo como consecuencia de la erosión hídrica laminar y en regueros, es la siguiente:

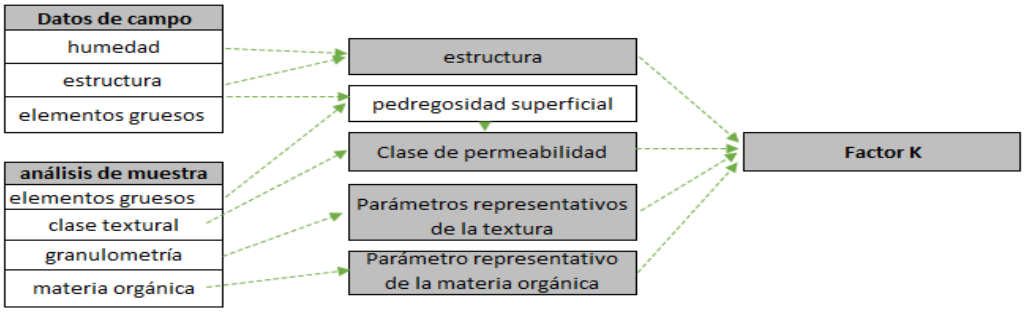
$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde:

A = Pérdidas de suelo por unidad de superficie para el periodo considerado.

R= Factor lluvia (índice de erosión pluvial). Es el número de unidades del índice de erosión (E x I30) en el período considerado, donde E es la energía cinética de una precipitación determinada e I30 es la intensidad máxima en 30 minutos de la misma. El índice de erosión es una medida de la fuerza erosiva de una precipitación determinada.

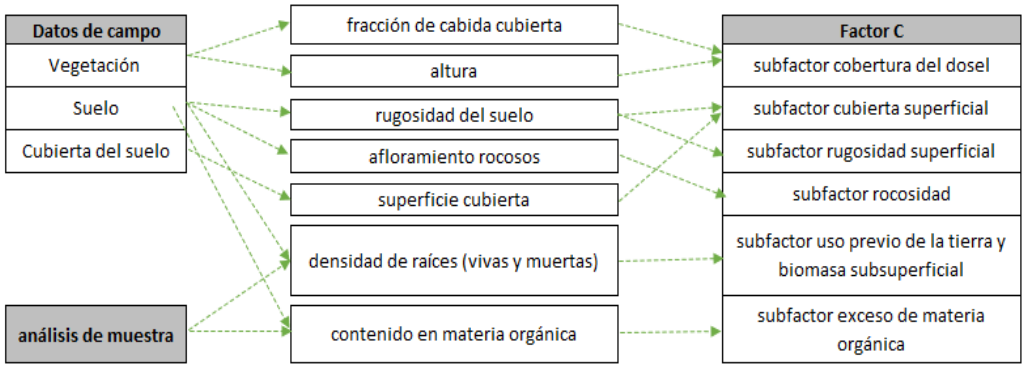
K= Factor de erosionabilidad del suelo. Es el valor de las pérdidas de suelo por unidad del índice de erosión pluvial, para un suelo determinado en barbecho continuo, con una pendiente del 9% y una longitud de ladera de 22,1 m.



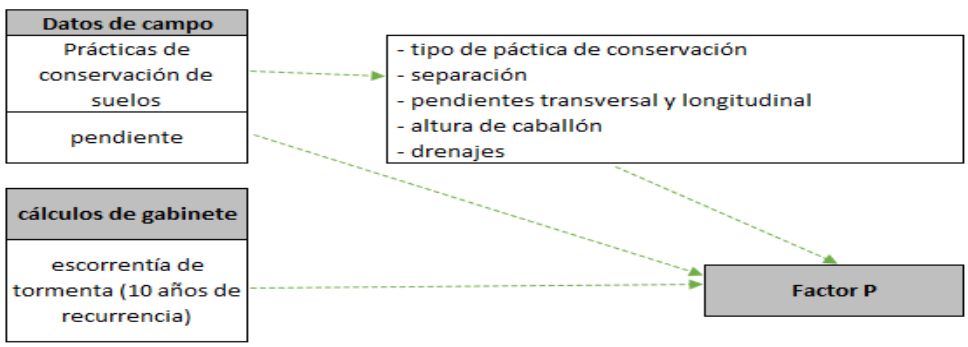
L = Factor de longitud de ladera. Es la relación entre la pérdida de suelo para una longitud de ladera determinada y la pérdida para la longitud de 22,1 m del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.

S = Factor de pendiente. Es la relación entre las pérdidas para una pendiente determinada y las pérdidas para una pendiente del 9% del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.

C = Factor cubierta y manejo. Es la relación entre las pérdidas de suelo en un terreno cultivado en condiciones específicas o con determinada vegetación natural, y las pérdidas correspondientes de un suelo en barbecho continuo.



P = Factor de prácticas de conservación del suelo. Es la relación entre las pérdidas de suelo con el cultivo a nivel, en fajas, en terraza, en bancales o con drenaje superficial, y las pérdidas de suelo correspondientes a labor en línea de máxima pendiente.



La metodología de cálculo de los factores del modelo RUSLE ha sido adaptada en el caso del Inventario Nacional de Erosión de Suelo (INES). Se describe a continuación de forma resumida:

- **Factor R,** se establece de forma independientemente a partir de los datos pluviométricos de estaciones meteorológicas seleccionadas.

- **Factor K,** se basa fundamentalmente en los resultados de los análisis de muestra de suelo por parte de un laboratorio. Además, se tiene en cuenta datos de la estructura del terreno, entre otros aspectos de la superficie de estudio.

- **Factor LS,** se determina de forma independiente a partir de un modelo digital de elevación. Integra los dos factores de geometría del terreno.

- **El factor C,** el procedimiento de cálculo varía según se trate de cubiertas forestales permanentes o de cubiertas agrícolas variables a lo largo de un ciclo de cultivo.

En las cubiertas agrícolas: el proceso desarrollado por el INES comienza por conocer de primera mano los siguientes aspectos de los cultivos: información sobre las labores de cultivo, altura y fracción de cabida cubierta del cultivos en cada periodo de su ciclo, rotaciones, tratamiento de los residuos de cultivo, método de riego, entre otros aspectos de la realidad agrícola. Para ello, realiza entrevistas a técnicos de las oficinas comarcales agrarias. Por otro lado, un especialista agrícola del INES recopila la información del punto de partida de la superficie de estudio.

- **Factor P,** las principales prácticas de conservación del suelo que se tienen en cuenta a la hora de realizar el cálculo de este factor son: cultivo a nivel, cultivo en terraza, cultivo en bancales, cultivo en faja y drenaje. A continuación, se presenta las diferentes compromisos y la información recogida en de los controles y visitas a campo para estimar la erosión.

Como se ha comentado, las medidas del PDR que se van a estudiar para la estimación del indicador I13.1 son la operación 10.1.1, 10.1.3, 10.1.4, 10.1.6 y M11.

Tabla 4. Información sobre los compromisos de las medidas y las técnicas implementadas en la mismas.

Medida/ submedida/ Operación	Requisitos	Compromiso	Controles (Gestor) Encuestas
10.1.1	• estén cultivadas de leñosos de secano, **almendro, nogal y olivar**, se encuentren localizadas sobre laderas con una **pendiente** superior **al 8%** según la referencia del SIGPAC, o bien en terrazas y bancales. No se considerarán superficies elegibles las parcelas con sistemas de producción en intensivo. • La densidad mínima será de 80 árboles/ha y la superficie mínima por parcela agrícola de 0,10 hectáreas	• No se podrán emplear aperos de vertedera y gradas de disco que volteen y alteren la estructura natural del suelo. • Se deberá evitar la invasión de las malas hierbas que denoten falta de mantenimiento de la parcela, mediante procedimientos mecánicos o con pastoreo de ganado. • Se conservarán los taludes con vegetación no utilizando pesticidas ni herbicidas.	
10.1.3 frutales pepita y hueso		• Aporte mínimo de 30 t/ha de compost (estiércoles o sustrato de setas o champiñones) al menos en 2 veces en el periodo de 5 años • Triturar e incorporar restos de poda • Utilizar técnicas de lucha biológica (adicional)	• **Visita:** Peral PI, olivo AE; viñedo AE, viñedo convencional, almendro convencional (sin ayuda PI) En peral es normal dejar cubierta vegetal entre las calles y triturar los restos de poda En almendro superintensivo si se deja la cubierta vegetal en la calle pero en convencional se laborea toda la superficie.
10.1.3 Hortícolas al aire libre		• Establecimiento de alternativas y rotaciones (ver documento "Rotaciones de cultivo") • Enterrar restos de cosecha en remolacha y hortícolas	
10.1.3 patata		• Establecimiento de alternativas y rotaciones (ver documento "Rotaciones de cultivo") • Ampliar la rotación un año más en patata y zanahoria (adicional)	• **Visita:** Patata PI**,** lo normal en la zona es que se haga rotación 1 año patata o Guisante o Remolacha 3 años rota con cereal. El enterrado de residuos se viene haciendo desde hace tiempo. La influencia de la PI es más en la aplicación de los fitosanitarios. El enterrado de restos de poda ya son prácticas habituales en la zona.
10.1.3 remolacha		• Establecimiento de alternativas y rotaciones (ver documento "Rotaciones de cultivo") • enterrar restos de cosecha en remolacha y hortícolas • Uso de máquinas limpiadoras en la recolección de la remolacha (adicional)	
10.1.3 Alcachofa		• Implantar en el primer cultivo de la alcachofa una leguminosa como mejorante del suelo, pudiendo utilizarla como abono en verde, previo a la nueva implantación de alcachofa • Picado y enterrado de restos de cosecha	
10.1.4		• Realizar pastoreo extensivo durante al menos 150 días al año • Respetar carga ganadera: 0,2 - 1,4 UGM/ha.	

Medida/ submedida/ Operación	Requisitos	Compromiso	Controles (Gestor) Encuestas
10.1.6	Las parcelas elegibles están inscritas en el Registro de **Viñedo** de La Rioja, como mínimo tiene una superficie de 0,5 ha y una **pendiente** superior al **5% e inferior al 15% según l**a referencia del SIGPAC	• Cubierta vegetal viva sembrada o espontánea que tendrá una anchura mínima de 1,5 metros e incorporará los restos de la poda. • Esta cubierta vegetal podrá ser controlada, a principios de la primavera y con carácter previo a la brotación del viñedo. Mediante siega mecánica o pastoreo de ganado, no permitiéndose el uso de herbicidas • Los restos de la cubierta segada, permanecerán obligatoriamente sobre el terreno a modo de mulching hasta la conclusión de la vendimia	controles de esta operación reflejan que el 100% de las superficies controladas presenta una cubierta vegetal entre las líneas de cultivo, lo normal es que sea sembrada de cereal • **Visita viñedo y cereal convencional. En la viña** no se deja cubierta vegetal entre las líneas, solo en terrenos más fértiles se deja cubierta en el cultivo. Es muy normal que los agricultores piquen los sarmientos de la viña y lo incorporen al terreno. En Briones nadie deja cubierta pero todos incorporan los restos de poda. • **Visita: Viñedo y peral convencional**: En toda la superficie tritura los restos de poda (viña y peral) y se incorporan en el suelo. 3 hectáreas de viña tienen con cubierta vegetal en las parcelas de regadío desde hace 17 años. La cubierta vegetal, es para competir con la viña y que esta no tenga una gran crecimiento vegetativo y así mejorar la calidad de la uva. Tiene una superficie total de viña de 25 ha.
11.1 y 11.2 Herbáceos de secano			**Datos de controles:** • Garbanzos alubias, caparrón y cebada, realiza rotaciones, y labranza de conservación, incorpora los restos de las cosechas. Realiza abonados de (biofer) en la alubia no en el cereal.
11.1 y 11.2 Herbáceos de regadío			
11.1 y 11.2 Hortícolas aire libre o bajo plásticos			• Visita: Patata y herbáceos labranza de conservación, rotaciones, tiene hileras de árboles en la parcelas, conservación de hábitat adventicia. Estiércol de cabra para compostaje, compostaje para la patata. **Datos de controles:** • Abono en verde, labranza de conservación, tiene hileras de árboles en, aporta estiércol de ovino, realiza rotaciones de cultivo y hace acolchados. • Restos de cosechas las incorpora. Abonado orgánico. Planta veza para incorporar. Labranza de conservación. Compostaje de estiércol de ovino con los restos de cosechas. • Hortícolas en terrazas, labranza de conservación, y vegetación espontánea deshierbado manual y mecánico. Aporta estiércol de ovino y utiliza preparados biodinamicos (3 ha)

Medida/ submedida/ Operación	Requisitos	Compromiso	Controles (Gestor) Encuestas
11.1 y 11.2 Olivar			Lo normal es que el olivo este en parcelas con pendiente, las hay en todos los rangos de pendientes) **Datos de los controles** • Olivar en ecológico, se deja aromáticas en los bordes. Labranza de conservaciones y vegetación espontanea además incorporan los restos de poda labra menos profundo que en convencional, pero si suelen hacerlo • Dejan restos de poda , labranza de conservación, dejan algo de vegetación espontanea, utilizan preparados de biodinámica • Vegetación espontanea aportes de restos de poda • Abonado orgánico con Pelet y otros compuestos. Deja cubierta vegetal • patata y herbáceos. Incorpora paja de cebada a las parcelas de olivo, abono en verde, labranza de conservación, rotaciones, tiene hileras de árboles en la parcelas, conservación de hábitat adventicia. Estiércol de cabra para compostaje, compostaje para la patata. Pastoreo en la superficie de almendros (ovino). • En 4 expedientes más Labranza superficial

Medida/ submedida/ Operación	Requisitos	Compromiso	Controles (Gestor) Encuestas
11.1 y 11.2 Viñedo			Lo normal es que la viña este en parcelas con pendiente, las hay en todos los rangos de pendientes **Datos de los controles AE** • Viñedo en ecológico labra menos profundo que en convencional, pero si suelen hacerlo • Vegetación espontanea • Labra para incorporar los abonos, vegetación espontánea, incorpora los restos de poda. Siega la cubierta vegetal (cubierta de avena). Utiliza compostaje y estiércol de bovino **Convencional** • En la viña no se deja cubierta vegetal entre las líneas, solo en terrenos más fértiles se deja cubierta en el cultivo. • Ya incorporaba los residuos de poda • viñedo convencional En cuanto a la cubierta vegetal, en ecológico si se deja cubierta vegetal (siembra cereal entre las calles), pero también se hace esto en otras parcelas de convencional para regular el crecimiento del cultivo. • En toda la superficie se pica los restos de sarmiento • Viñedo convencional: tritura los restos de poda y se incorporan en el suelo. 3 hectáreas de viña tienen con cubierta vegetal, es para competir con la viña y que esta no tenga una gran crecimiento vegetativo. Tiene sup. de viña de 25 ha.

Medida/ submedida/ Operación	Requisitos	Compromiso	Controles (Gestor) Encuestas
11.1 y 11.2 Frutales pepita y hueso			Lo normal es que estén en llano. En Peral es normal dejar cubierta vegetal entre las líneas en convencional. Así pueden entrar a tratar los árboles en todos cuando lo consideran necesario. La Mayor diferencia entre el convencional y la Producción integrada y ecológico son la cantidad de tratamientos que se realizan en convencional. **Datos de controles AE** • Deja cubierta vegetal espontanea • Preparación de microorganismos para el suelo (Melazas, harinas…) para frutales y viñedo. Lo normal es que dejen la cubierta espontanea deshierbado. • Vegetación espontanea, aplicar materia orgánica (en Pelet) no labra la vegetación • Cerezo, siembra en el contorno especies florales, abono en verde (semilla propias en las calles), labranza de conservación, y aporta restos de poda. Aporta preparados de biodinámica (levadura de pan, ceniza activas….) microorganismos para el compostaje que realiza y mantillo de champiñón • Manzano y viñedo. Labranza de conservación. Aporte de restos de cosechas. Abonado orgánico de pelet y cubierta espontanea.
11.1 y 11.2 Frutos Secos (almendro)			• Almendro, pase de cultivador (3 pases) labranza de conservación. Vegetación espontanea , no se abona • Labranza pase de cultivador • Labranza superficial • Labranza pase de cultivador(2)No se abonan • Labranza pase de cultivador (2) , aporte de PhylGreen (abonado) • Compost orgánico peletizado (mo 69% +Soo3 1,5% +Mg 2,15%)
11.1 y 11.2 **Ganadería**		Carga ganadera de entre 0,2 y 2 UGM/Ha	

Fuente: Elaboración propia, información de las medidas del PDR, de las encuestas y visitas realizadas y de los controles de campo.

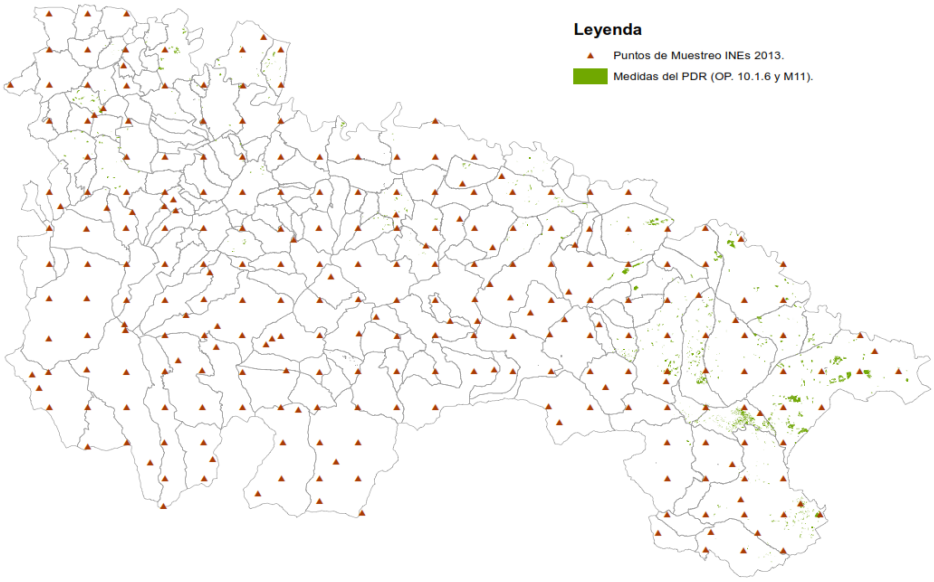
Por otro lado, reseñar que la resistencia de los suelos a la erosión está estrechamente ligada a la influencia estabilizadora de la materia orgánica (ver el indicador I12) y el uso de cobertura vegetal sobre el suelo. Así en los estudios a largo plazo (20 años) se observa que los suelos bajo manejo ecológico presentaron pérdidas de suelo un 75% menos en comparación con el valor máximo de tolerancia estimado para la zona, mientras que en los suelos fertilizados convencionalmente se registró una tasa de pérdida de suelo tres veces superior al valor de tolerancia máximo (Gomiero et al., 2011).

No obstante, a partir de la información recogida de las medidas del PDR, se va a **considerar que los factores de la fórmula se mantienen constantes en la superficie comprometida, y que principalmente solo se produce una variación significativa en el factor C (cultivo y manejo)**.

No se va a considerar para la estimación del I13.1, la variación de la erosión relacionada con el aumento potencial de la Materia orgánica que presentan ciertas operaciones de la medida 10 y la medida 11. Es decir, solo se va a tener en cuenta la variación de las pérdidas medias de suelo por erosión asociadas a la implantación de la cubierta vegetal en los cultivos así como a la variación asociada al laboreo de conservación y a la rotación de cultivos.

Partiendo de la información recogida por el INES, en los 258 puntos muestreados en La Rioja, y con la información de las medidas del PDR estudiadas se van a determinar aquellas parcelas para el análisis. La estimación de este indicador se va a realizar teniendo en cuenta la información inicial de la superficie y la situación final al implementar la medida (diferencia antes y después).

Mapa 5. Puntos de muestro del INES y actuaciones del PDR (M10.1 y M11)



Fuente: INES y datos de seguimiento de las medidas

Tabla 5. Punto de muestro del INES estudiados en relación con los compromisos de las medidas implementadas en el PDR

Punto de muestro	Antes de la implementación del PDR			Después de la implementación		
	Labores	Factor C	Pérdidas de suelo (tn/ha año)	Labores	Factor C	Pérdidas de suelo (tn/ha año)
26008 (viñedo en pendiente 5-10%)	Laboreo con 5 labores de cultivador/año a 15 cm de profundidad	0,47604503	14,4371458	Cubierta vegetal temporal con siembra en Febrero y siega en Junio. Se hace una labor en Enero para incorporar restos de poda Octubre (viñedo) – Junio (siega cubierta) SI de 1,5 m de ancho. Afecta al 75% de la calle	0,14736197	4,46908602
26008 (viñedo en pendiente 5-10%)	Laboreo con 5 labores de cultivador/año a 15 cm de profundidad	0,47604503	14,4371458	Laboreo con 5 labores de cultivador/año a 10 cm de profundidad	0,46676705	14,1557697
26044 (viñedo en pendiente 5-10%)	Laboreo con 4 labores de cultivador/año a 15 cm de profundidad	0,409796	25,54748799	Cubierta vegetal temporal con siembra en Febrero y siega en Junio. Se hace una labor en Enero para incorporar restos de poda Octubre (viñedo) – Junio (siega cubierta) Si de 1,5 m de ancho. Afecta al 75% de la calle	0,13643	8,505314318
26189 (Almendro en pendiente 5-10%)	Laboreo con 3 labores de cultivador/año a 20-15 cm de profundidad	0,04742776	0,92999203	Laboreo con 3 labores de cultivador/año a 10 cm de profundidad	0,04739912	0,9294305
26147 (Frutales regadío (cerezo) pendiente <5%)	Laboreo con 4 labores de cultivador/año a 20-15 cm de profundidad	0,19230404	8,03181955	Laboreo con 4 labores de cultivador/año a 10 cm de profundidad	0,19196839	8,01780043
26918 (Frutal regadío (peral) Pendiente <5%)	Cubierta permanente controlada con 4 desbroces mecánicos	0,140343	0,09570307	Cubierta permanente controlada con 4 desbroces mecánicos	0,140343	0,09570307
26952 (Olivar en pendiente 5-10%)	Laboreo con 2 labores de cultivador/año a 20-15 cm de profundidad	0,20576212	5,40645499	Laboreo con 2 labores de cultivador/año a 10 cm de profundidad	0,20556488	5,40127253

Punto de muestro	Antes de la implementación del PDR			Después de la implementación		
	Labores	Factor C	Pérdidas de suelo (tn/ha año)	Labores	Factor C	Pérdidas de suelo (tn/ha año)
26020 (Cultivos herbáceos y Hortícolas, con < 5% de pendiente)	Se parte de una rotación habitual en la zona de Trigo/Remolacha, que se va a repetir durante 5 años para poder compararse con la de la medida. Se han dado las labores típicas de la zona con vertederas y cultivadores y a las profundidades de 20 y 15 cm. También se ha considerado que los restos de cereal se han empacado (suele ser habitual en la zona).	0,12873395	1,12972	Una de las rotaciones existentes en la medida: Remolacha/Trigo/Guisante/Remolacha/Trigo. Labores menos profundas (se han sustituido las vertederas por cultivadores) y el empacado del cereal se ha sustituido por un picado de restos para su posterior incorporación.	0,08734285	0,76649

Fuente: Elaboración propia, punto de muestreo del INES e información de las medidas y de las encuestas y visitas realizadas.

De la tabla anterior se desprende que el laboreo de conservación en olivar, almendro y frutales de regadío produce un efecto positivo en el factor C, que se ve reflejado en la disminución de las pérdidas medias por erosión de suelo en los puntos muestreados.

También las rotaciones establecidas para los cultivos herbáceos de la medida agroambiente y clima de Técnicas de producción agrícola sostenible (10.1.3), presenta una variación en el factor C que contribuye a la reducción de las pérdidas medias por erosión en ese punto.

Por último, el establecimiento de cubiertas vegetales que fomenta y favorece las medidas del PDR, induce una mejorar en el factor C que reduce las perdidas, excepto en el caso de frutales de regadío (peral), donde la información recogida en el punto de muestreo antes de la implementación del PDR ya reflejaba esta técnica, lo que fue confirmado en la visitas y controles consultados, viendo que es habitual dejar cubierta en este cultivo.

En la siguiente tabla recogen las pérdidas medias de erosión del suelo antes y después de la aplicación de las prácticas del PDR determinadas en los diferentes puntos muestreados.

Tabla 6. Variación de las pérdidas de suelo de las medidas agrícolas en la superficie estudiada.

Grupo			Superficie de cultivo (ha)	Punto de muestreo	Pérdidas de suelo medias, antes del PDR ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	Pérdidas de suelo medias después del PDR ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	Variación Pérdidas medias por ha ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)
Uso de suelo agrícola	M10.1.1 y M11 Olivar		638,16	26952	5,40645499	5,40127253	0,00518246
	M10.1.1 y M11 Almendro		1581,32	26189	0,92999203	0,9294305	0,00056153
	M10.1.3 y M11 cultivos herbáceos y Hortícolas (rotación)		4589,19	26020	1,12972	0,76649	0,36323
	M10.1.3 y M11 Frutales		92,68	26147	8,03181955	8,01780043	0,01401912
			834,08	26918	0,09570307	0,09570307	0
	10.1.6 viñedo en pendiente		125,19	26008 y 26044	19,9923169	6,48720017	13,50511673
	M11 Viñedo	Con cubierta	141,94	26008 y 26044	19,9923169	13,50511673	13,50511673
		Laboreo	417,77	26008	14,4371458	0,2813761	0,2813761

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos de las tablas anteriores, se estima la pérdida de suelo de toda la superficie estudiada (8.420,33 ha) para este indicador, como la variación de las pérdidas medias de suelo en los puntos consultados del INES, multiplicadas por sus superficies correspondientes (ver Tabla 6), estimándose una **reducción de 5.397,64 t $año^{-1}$ de pérdida de suelo por erosión por agua** en la superficie apoyada en el PDR.

Por tanto, de media la superficie afectada por la implementación de las medidas del PDR presenta una reducción media de **0,64 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$.**

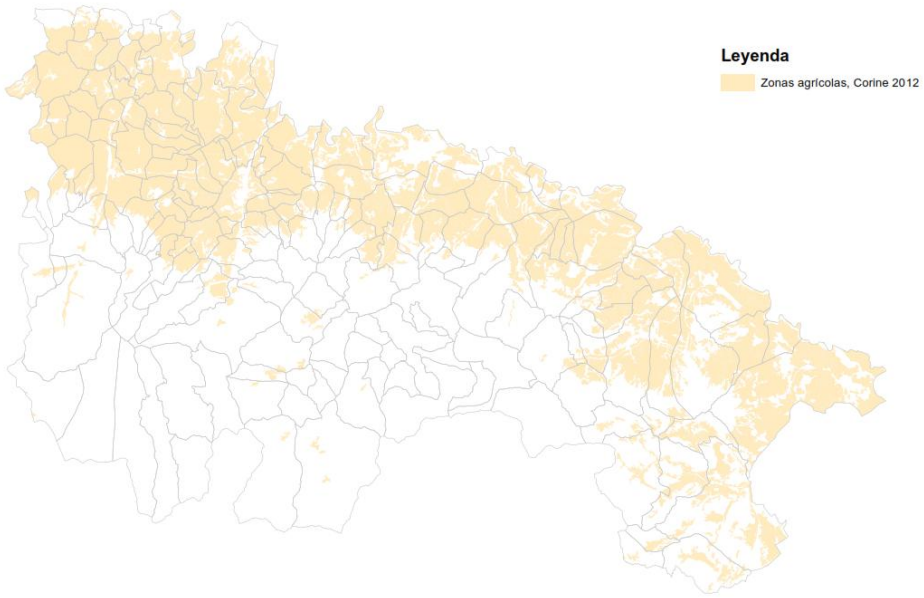
Subindicador I13.2 Superficie agrícola estimada afectada por una determinada tasa de erosión del suelo por el agua

Prosigue el análisis con la **estimación del subindicador I13.2 Superficie agrícola estimada afectada por una determinada tasa de erosión del suelo por el agua.**

Atendiendo al documento "Context indicators" el área total de tierra agrícola considerada para el Indicador de Común de Contexto 42, ha sido la que se han identificado como "áreas de cultivos herbáceos y permanentes", pastizales y pastizales permanentes, dentro de las categorías de Corine Land Cover de (CLC) 2006.

Teniendo en cuenta esta información y actualizando los datos del Corine a 2012, la superficie de estudio para el indicador de impacto 13.2, se va a circunscribir a las zonas identificadas en el Corine como "2-zonas agrícolas".

Mapa 6. Zonas agrícolas determinadas en Corine Land Cover (CLC) 2012[3].



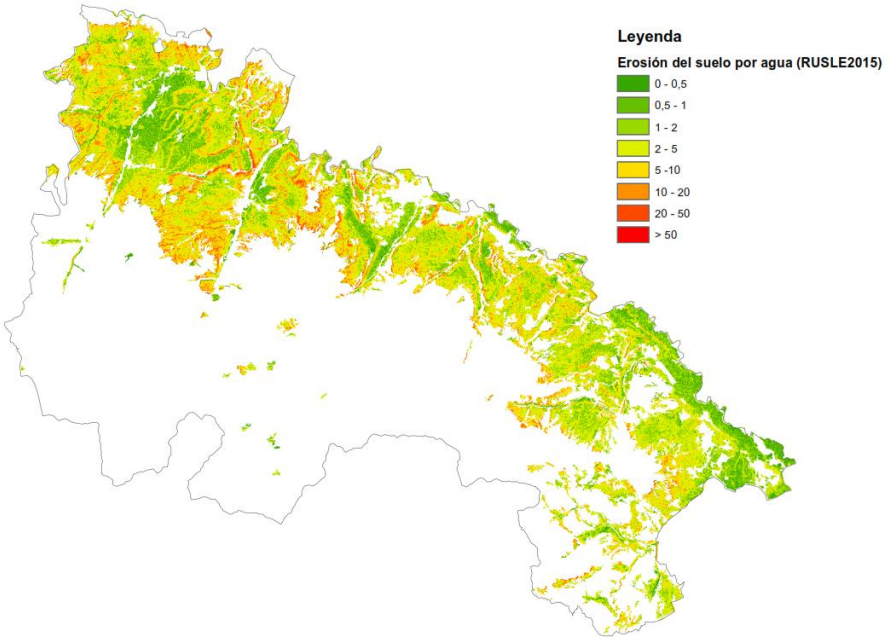
Fuente: Ministerio de Fomento "Centro Nacional de Información Geográfica", Corine Land Cover (CLC) 2012.

Según lo indicado en el ICC42, la superficie agraria con tasa de erosión moderada y severa afecta a un 9,47% de la superficie agraria regional (20.051 ha).

En el siguiente mapa se refleja la superficie agraria de La Rioja según la información del Corine y los niveles de erosión del mapa de erosión del Suelo por agua (RUSLE 2016).

[3] Se utiliza los datos de Corine 2012, ya que los últimos datos disponibles de indicador I.13.2 se refieren al año 2016, como se recoge en la información de contexto.

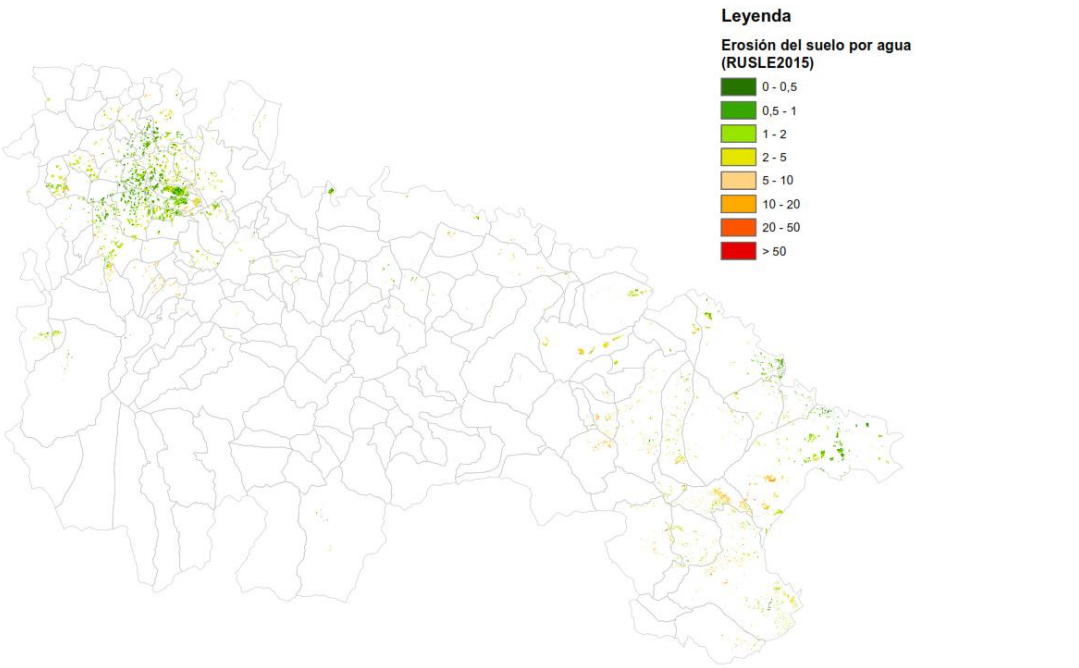
Mapa 7. Niveles de erosión del suelo por agua en las zonas agrícolas



Fuente: Ministerio de Fomento, Centro Nacional de Información Geográfica, "Corine 2012" y European Soil Data Centre (ESDAC), Erosión del suelo por agua (RUSLE 2016)"

Al superponer esta información con la superficie de ayuda del PDR a nivel de parcela, se puede determinar cuáles son los datos de erosión del suelo estimados en el modelo RUSLE2016 de las parcelas apoyadas en las medidas del PDR, que están incluidas en el área total de tierra agrícola considerada para el I13.2.

Mapa 8. Erosión del suelo por agua (RUSLE2016)" en la superficie agraria apoyada en el PDR



Fuente: European Soil Data Centre (ESDAC), Erosión del suelo por agua (RUSLE2016)". Corine Land Cover (CLC) 2012 "zona agrícola" y datos de seguimiento de las medidas del PDR.

Si se considera que cada uno de los puntos del "Raster" (matriz de datos) del mapa Erosión del suelo por agua (RUSLE2016) representa 1 ha de superficie, se puede estimar la superficie de cada uno de los niveles erosivos donde las medidas del PDR están incidiendo.

Tabla 7. Superficie apoyada por el PDR por niveles erosivos y pérdidas asociadas

Categorías	Superficie ha	Pérdidas medias (t·ha^{-1} ·año^{-1})
0 - 0,5	517	0,32
0,5 - 1	1.371	0,76
1 -2	2.123	1,44
2 - 5	2.282	3,23
5 - 10	1.130	6,92
10 - 20	388	13,14
20 -50	57	25,79
> 50	1	51,08

Fuente: Elaboración propia a partir del raster "Erosión del suelo por agua (RUSLE2016)".

El indicador ICC 13.2, proporciona una indicación de las áreas afectadas por una cierta tasa de erosión del suelo (moderada a severa, ej. > 11 t / ha / año en la definición de la OCDE).

La superficie identificada en el mapa de las zonas agrícolas de La Rioja que tiene un nivel erosivo superior a 11 t/ha/año asciende a 15.066 ha (cifra que difiere de la superficie indicada en el ICC42=20.051ha), de las cuales en 357 ha se están desarrollando actuaciones apoyadas por el PDR. Es decir, 2,37% de la superficie agrícola con nivel de erosión moderado y severo está afectado por actuaciones del PDR.

A pesar de haber calculado los datos del indicador I13.2, cabe recordar que la superficie agrícola identificada con nivel erosión superior (15.066 ha) no coincide con el valor que se da en el ICC42 (20.051ha).

Por ello, se calcula ahora mediante una regla de tres los valores del indicador I13.2 pero tomando en cuenta la superficie del ICC42(20.051ha).

Por tanto, la superficie apoyada por el PDR que se encuentra en suelo agrícola afectado por niveles de erosión elevados se estima en 475,12 ha, que supone un 0,22% del total de superficie con riesgo de erosión moderada o severa de La Rioja. Este porcentaje se calcula teniendo en cuenta que el total de superficie (20.051ha) suponía según el ICC42 el 9,47% de la superficie total de La Rioja.

Las ayudas del PDR que se implementan en las zonas agrícolas con nivel de erosión moderado y severo son las siguientes:

Tabla 8. Ayudas que inciden en niveles de erosión moderados y severos.

Combinación de ayudas del PDR que inciden en las 375 ha identificada en niveles erosivos moderados y severos	% de superficie
10.1.1 Lucha contra la erosión en medios frágiles; con 11.1 agricultura ecológica	24,34%
10.1.1 Lucha contra la erosión en medios frágiles con 11.2 agricultura ecológica en conversión	13,53%
10.1.6 Gestión sostenible del viñedo, 10.1.8 Mantenimiento de la biodiversidad en viñedo y olivar y 11.2 agricultura ecológica en conversión	1,35%
10.1.6 Gestión sostenible del viñedo y 11.2 agricultura ecológica en conversión	8,61%
10.1.8 Mantenimiento de la biodiversidad en viñedo y olivar, con 11. agricultura ecológica	1,08%
11.agricultura ecológica	51,09%

Fuente: Elaboración propia a partir del raster "Erosión del suelo por agua (RUSLE2016)".

A tenor de los datos, se observa que la medida que más presencia tiene en la superficie apoyada por el PDR en zonas agrícolas con niveles erosivos moderados y severos es la Agricultura ecológica.

Calculo en las medidas del PDR forestales

Al objeto de estimar los efectos sobre la calidad del suelo que ha producido el PDR, y poder dar una respuesta más completa a la pregunta específica de evaluación "¿En qué medida las intervenciones del PDR han apoyado la prevención de la erosión del suelo y la mejora de su gestión?", **el equipo evaluador ha considerado oportuno establecer el indicador de resultado adicional "Pérdida de suelo en superficie forestada".**

Para la medición de este indicador adicional, se ha considerado estimar la **variación de las pérdidas de suelo en la superficie forestal creada de las actuaciones implementadas en la submedida *8.1*** *Ayuda para la reforestación/creación de superficies forestales y* en **la Submedida 8.5:** apoyo a inversiones que aumenten la capacidad de adaptación y el valor medioambiental de los ecosistemas forestales**. No obstante, en la submedida 8.5 no se ha accedido a la información sobre la localización de la superficie limitándose la información a nivel de parcela a la submedida 8.1**

Para la estimación de las pérdidas de suelo, **se ha consultado el Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012 en La Rioja 2003 (INES),** publicado por el Ministerio de Agricultura y Pesca.

Como se ha comentado en la superficie agraria, **la cubierta vegetal y la pendiente, son los únicos factores que se va a considerar en la estimación de la variación de las pérdidas de suelo**. En concreto, el modelo para la estimación del indicador compara la pérdida de suelo antes y después de la forestación en función de la pendiente donde se localice la misma.

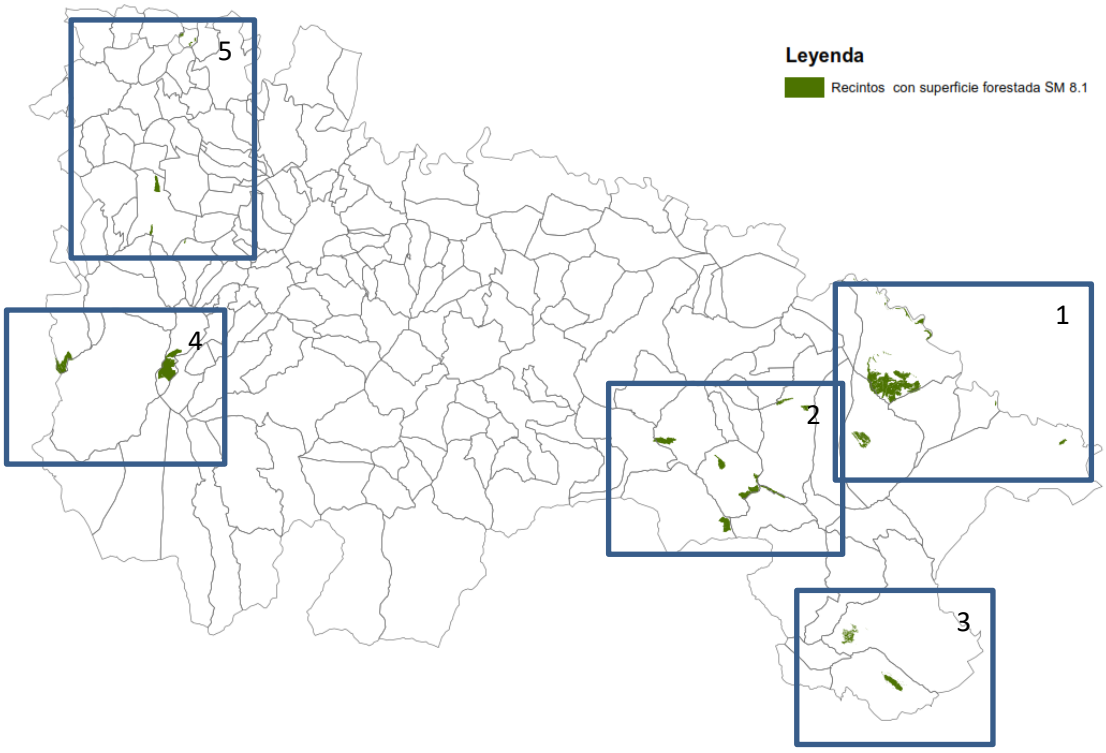
En el INES de La Rioja, se presenta una estimación media de la pérdida de suelo y superficie según la pendiente y la vegetación, por lo que **este indicador se va a calcular como la diferencia de las pérdidas medias de suelo, entre la situación de inicio de las parcelas seleccionadas y la situación después de la forestación, medido en toneladas por año (t año^{-1}).** Utilizando para ello, los datos medios publicados por el INES de pérdida de suelo de la tabla 3.4.9. *pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de formación en terreno forestal desarbolado, para determinar las pérdidas iniciales de la superficie*, y la tabla 3.4.7. *pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de formación en terreno forestal arbolado* para determinar las finales, una vez forestada la superficie.

Para la estimación de las pérdidas de suelo en la superficie forestal creada, **se ha accedido a una muestra de los proyectos de reforestación y a los datos de los expedientes,** con el objeto de identificar las parcelas y recintos donde se va a calcular el indicador. Esta muestra representa el 82% de la superficie forestada durante este periodo de ejecución de la submedida 8.1.

En el siguiente mapa se representa la distribución de los recintos forestados a través de la submedida 8.1. No obstante, en esta representación gráfica se ha tomado como referencia la

parcela del SIGPAC, por lo que en varias ocasiones la superficie representada en el mapa es superior a la superficie forestada realmente. Ya que como se indica en el desarrollo de algunos de los proyectos los recintos forestados son rodales de las parcelas SigPac que se han tomado como referencia cartográfica.

Mapa 9. Superficie forestada a través de la submedida 8.1



Fuente: Elaboración a partir de los datos de seguimiento de la Medida 8.

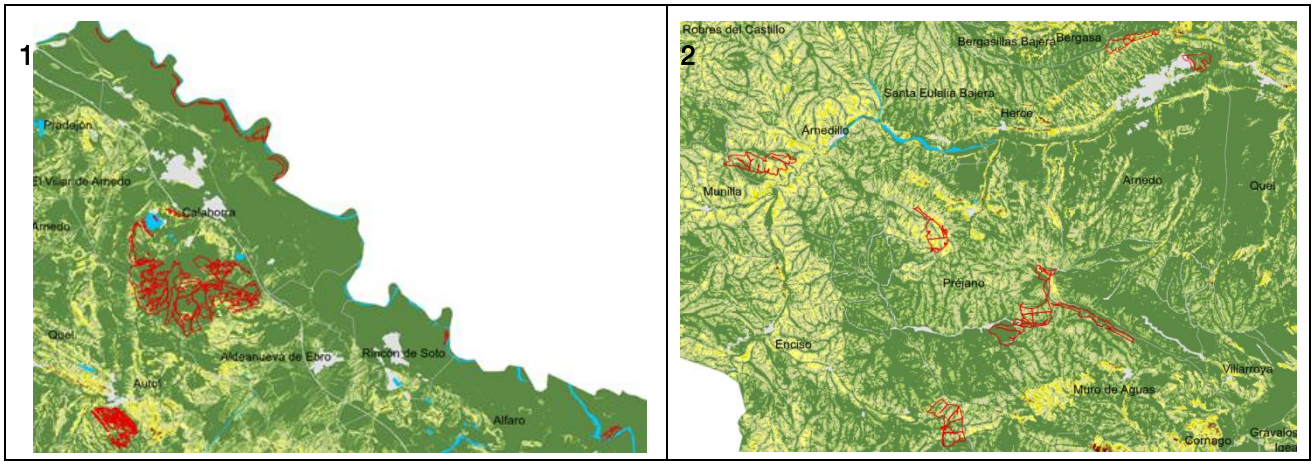
En varios de los proyectos desarrollados durante este periodo, se describe entre los objetivos a alcanzar con la actuación, la reducción del nivel de erosión. Al localizar esta superficie forestada en el mapa de niveles erosivos de laminar y regueros (INES), se puede observar lo siguiente:

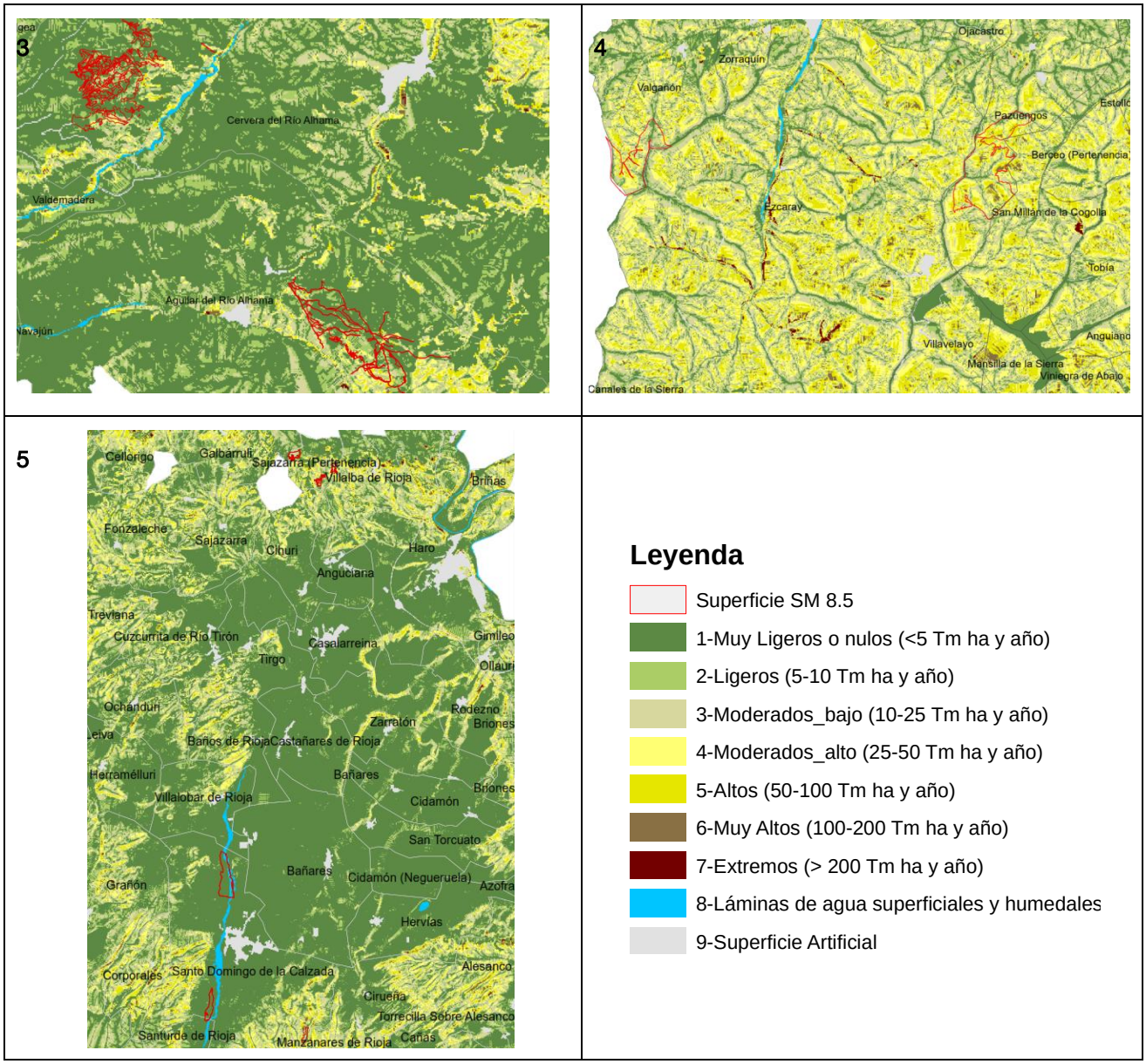
1. La superficie de los municipios de Calahorra, Rincón de Soto y Alfaro, primera imagen, presentan un nivel erosivo muy ligeros o nulos (<5 Tm ha y año), exceptuando alguna pequeña superficie en los recintos del Municipio de Calahorra donde los niveles pueden ser ligeros (5-10 Tm ha y año). En el municipio de Autol la superficie forestada en algunas zonas llega a nivel erosivos moderados (10-50 Tm ha y año) aunque lo más frecuentes es que sean muy ligeros o nulos.
2. En la segunda imagen, los niveles erosivos de la superficie del municipio de Enciso así como la superficie situada en el este del municipio de Prejano y en Arnedo próximo al casco urbano, los niveles erosivos predominantes son ligeros (<10 Tm ha y año) con una pequeña superficie con niveles erosivos moderados-bajos (10-25 Tm ha y año), llegando en algunos casos en el municipio de Enciso a

Moderados-alto (25-50 Tm ha y año). En el caso de la superficie forestada en centro del municipio de Prejano y en Arnedillo, los niveles erosivos predominantes son los moderados con una reducida superficie con un nivel muy ligero o nulo. En la zona norte de Arnedo se localiza una reforestación con terreno más erosivos en alguna zona con riesgo de erosión muy altos.

3. En el municipio de Aguilar de Río Alhama y Cervera de Río Alhama, tercera imagen, los estados erosivos predominantes son los ligeros, teniendo una mayor representatividad los muy ligeros. No obstantes, en algunos casos, la superficie forestada presenta unos niveles erosivos moderado-bajo e incluso moderados altos, estos últimos con muy baja representatividad.
4. La superficie forestada en los municipios de Valgañon y Pazuengo, imagen cuatro, se caracterizan por tener unos niveles erosivos predominantes que van de moderados (10-50 Tm ha y año) a altos (50-100 Tm ha y año), existiendo en Pazuengo, incluso superficie con niveles erosivos muy altos (100-200 Tm ha y año).
5. Los niveles erosivos de la superficie de municipio de Santo domingo de la Calzada, imagen cinco, son muy ligeros o nulos. Mientras que en el Municipio de Sajazarra se presentan también en una menor proporción los niveles moderados, exceptuando el recinto más al oeste donde incluso hay cierta superficie con niveles erosivos altos y extremos, aunque en muy pequeña proporción. En el municipio de Manzares de Rioja, se presenta una superficie reforestación con niveles erosivos moderados, e incluso en alguna pequeña zona niveles muy altos.

Ilustración 2. Mapas de los niveles erosivos de laminar y regueros de la superficie forestada en la submedida 8.1





Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación “Descarga de Informacion y Cartografía del Inventario Nacional de Erosion de Suelos” y datos de seguimiento de la Medida 8.

A partir de los datos de las parcelas en el Sigpac de 2011-2023, así como de la información de los proyectos de reforestación, se determina tanto la pendiente de las parcelas como el uso del terreno antes de realizar la reforestación. En algunos casos, cuando la superficie forestada es un rodal de una parcela SIGPAC, la información del uso del terreno se ha considerado lo especificado a nivel de parcela o si existe esa información en el proyecto, lo indicado en el mismo. Por otro lado, de la base de datos de gestión de la submedida y de la documentación de los proyectos de reforestación se ha obtenido la información sobre el tipo de reforestación, obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla 9. Datos de las reforestaciones antes y después de la intervención (SM8.1).

Pendiente (%)	Superficie (ha)	Situación antes de la implementación de las medidas	Situación después de la implementación de la medida4
<5	7,56	FO: Forestal	*Populus alba (50%), Populus nigra (50%)* *Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	9,00	PS: Pastizal	*Populus alba (50%), Populus nigra (50%)* *Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	1,30	PS: Pastizal	*Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)*
	0,04	TA: Tierras arables	*Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)*
	0,03	VI: Viña	*Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)*
	0,70	TA: Tierras arables	*Quercus ilex mic. Trufa*
5-10	10,67	PR: Pasto arbustivo	*Pinus halepensis (75 %), Quercus ilex (25%)* *Pinus halepensis (50%), Quercus ilex(25%), Otras frondosas (25%)* *Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus ilex (25%)*
	0,24	PR: Pasto arbustivo	*Populus alba (40%), Populus nigra (30%), Fraxinus angustifolia (10%), Prunus avium (10%), Tamarix gallica (10%)* *Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	5,21	FO: Forestal	*Populus alba (50%), Populus nigra (50%)* *Populus alba (40%), Populus nigra (30%), Fraxinus angustifolia (10%), Prunus avium (10%), Tamarix gallica (10%)* *Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	0,02	FO: Forestal	*Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus faginea (25%)*
	1,18	FY: Frutales	*Pinus halepensis (75 %), Quercus ilex (25%)*
	6,08	PA: Pasto con arbolado	*Pinus halepensis (75 %) Quercus ilex (25%)* *Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)*
	0,06	PA: Pasto con arbolado	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	0,84	PS: Pastizal	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	11,11	TA: Tierras arables	*Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)* *Pinus halepensis (75 %), Quercus ilex (25%)* *Pinus pinea (70%9, P. halepensis (10%), Quercus ilex (15%), Tamarix gallica (5%)*
	0,23	TA: Tierras arables	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	1,08	TA: Tierras arables	*Quercus ilex mic. Trufa*
10-20	74,49	PR: Pasto arbustivo	*Mixto* *Pinus halepensis (75 %), Quercus ilex (25%)* *Quercus faginea (60%), Pinus pinaster (40%)* *Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)*
	0,58	PR: Pasto arbustivo	*Pinus halepensis (100%)* *Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	1,30	PR: Pasto arbustivo	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)* *Quercus ilex (78%), Q. faginea (11%), Q. coccifera (11%)*
	0,04	FY: Frutales	*Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	0,05	FY: Frutales	*Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus faginea (25%)* *Pinus pinea (70%9, P. halepensis (10%), Quercus ilex (15%), Tamarix gallica (5%)*
	0,15	OV: Olivar	*Pinus halepensis (100%)*
	0,40	FS: Frutos secos	*Pinus halepensis (100%)*
	11,81	PA: Pasto con arbolado	*Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)*
	0,44	PA: Pasto con arbolado	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
	1,52	PS: Pastizal	*Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)*
	0,36	PS: Pastizal	*Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	8,35	TA: Tierras arables	*Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)*
	0,50	TA: Tierras arables	*Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	2,39	FO: Forestal	*Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus ilex (25%)*
	2,95	FO: Forestal	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*

[4] Los datos de porcentaje de cada especie, reflejan el peso respecto al total de pies de arbolado forestados en la parcela de estudio.

Pendiente (%)	Superficie (ha)	Situación antes de la implementación de las medidas	Situación después de la implementación de la medida4
20-30	80,30	PR: Pasto arbustivo	*Mixto* *Pinus halepensis (75 %), Quercus ilex (25%)* *Quercus faginea (60%), Pinus pinaster (40%)* *Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)* *P. pinea (12,1%), Q. faginea (30,3%), Q. ilex (55,5%), Q. coccifera (2.1%)*
	6,78	PR: Pasto arbustivo	*Pseudotsuga menziesii (100%)* *Pinus halepensis 100%* *Pinus pinaster (50%), Pinus nigra (50 %)*
	0,03	PS: Pastizal	*Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	0,35	PS: Pastizal	*Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus faginea (25%)* *Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus ilex (25%)*
	96,74	PA: Pasto con arbolado	*Pinus halepensis (75 %) Quercus ilex (25%)* *Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus halepensis(50%),Quercus ilex(25%)Otras frondosas (25%)*
	1,57	PA: Pasto con arbolado	*Quercus ilex (78%), Q. faginea (11%), Q. coccifera (11%)* *Quercus ilex mic. Trufa*
	9,74	FY: Frutales FS: Frutos secos	*Pinus halepensis (100%)* *Pinus pinaster (50%), Pinus nigra (50 %)*
	0,29	FY: Frutales FS: Frutos secos	Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus faginea (25%) P. pinea (12,1%), Q. faginea (30,3%), Q. ilex (55,5%), Q. coccifera (2.1%)
	0,22	TA: Tierras arables	*Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus ilex (25%)*
	0,04	FO: Forestal	*Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	9,49	FO: Forestal	*Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus faginea (25%)* *Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus ilex (25%)*
	0,69	FO: Forestal	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
30-50	230,99	PR: Pasto arbustivo	*Pinus halepensis (100%)* *Pinus pinaster (100%)* *Pinus pinaster (50%), Pinus nigra (50 %)* *Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	362,10	PR: Pasto arbustivo	*Pinus halepensis (75 %), Quercus ilex (25%)* *Quercus faginea (60%), Pinus pinaster (40%)* *Pinus sylvestris (50%), Fagus sylvatica (50%)* *Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)* *Pinus sylvestris (75%), Quercus petraea (25%)* *Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)* *PINUS PINEA (40%), PINUS HALEPENSIS (40%), QUERCUS ILEX (15%) y otras (5%)* *Pinus halepensis (40%), P. pinea (40%), Quercus ilex (20%)*
	2,13	PR: Pasto arbustivo	*Quercus ilex mic. Trufa* *Quercus faginea (70%), Q. ilex (10%), Acer monspessulanum (10%), Sorbus aria (10%)*
	0,19	PS: Pastizal	*Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)*
	0,02	PS: Pastizal	*Pinus halepensis (50%), Pinus nigra (50%)*
	0,02	PS: Pastizal	*Quercus ilex mic. Trufa*
	7,11	PA: Pasto con arbolado	*Quercus faginea (25%), Quercus ilex (25%), Pinus pinea (25%), Pinus pinaster (25%)*
	3,48	FY: Frutales	*Pinus halepensis (100%)*
	5,66	FY: Frutales FS:Frutos secos	*Pinus halepensis (40%), P. pinea (40%), Quercus ilex (20%)* *Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus faginea (25%)* *P. pinea (12,1%), Q. faginea (30,3%), Q. ilex (55,5%), Q. coccifera (2.1%)*
	0,05	OV: Olivar	*Pinus halepensis (100%)*
	0,06	TA: Tierras arables	*Pinus halepensis (80%), Quercus ilex (20%).*
	40,30	FO: Forestal	*Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus faginea (25%)* *Pinus halepensis (50%), Pinus pinaster (25%), Quercus ilex (25%)*
	0,14	FO: Forestal	*Populus nigra (50%), Tamarix gallica (50%)*
>50	1,89	PR: Pasto arbustivo	Pinus halepensis (50%), Quercus ilex (25%), Otras frondosas (25%)
	37,85	PR: Pasto arbustivo	"Pinus halepensis (100%)

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Información del SIGPAC, base de datos de las medidas y proyectos de reforestación.

Es necesario señalar que el valor de la pendiente del Sigpac se refiere a la totalidad de la superficie de la parcela o recinto identificado, mientras que la zona repoblada en algunos casos es inferior, es decir la superficie donde se realiza la actuación es un rodal o varios rodales de la parcela o recinto SIGPAC. Por tanto, el valor de la pendiente tomada como referencia en el cálculo puede diferir de la pendiente del rodal concreto a forestar. No obstante, debido a que en el INES la pendiente se clasifica por rango se considera poco significativo el desvío causado en la estimación del indicador.

Una vez obtenida la información de los dos factores considerados para la estimación del indicador, y teniendo en cuenta las tablas de pérdidas de suelo y superficie según pendiente y vegetación del INES de La Rioja, para la aplicación del método planteado, se relaciona la información obtenida sobre la vegetación antes y después de la forestación con los códigos del INES de la siguiente forma

Tabla 10. Relación de la vegetación existente en la superficie antes y después) y la clasificación del INES.

CLASIFICACION DE LA VEGETACION OBTENIDA	CLASIFICACIÓN INES
PA: pasto con arbolado	*Matorral con nivel evolutivo alto*
PR: pasto arbustivo	*Matorral-herbazal con nivel evolutivo bajo*
PS: pastizal	*Herbazal con nivel evolutivo medio*
Combinación de coníferas y latifolias	*Forestal arbolado mixto*
Combinación de coníferas	*Forestal arbolado conífera*
Combinación de latifolias	*Forestal arbolado frondosas*
TA: Tierras arables	*Cultivos herbáceos de secano*
FY: Frutales FS: Frutos secos	*Frutales*
OV: Olivar	*Olivar*
VI: Viña	*Viñedo*

Fuente: Elaboración propia,

Reseñar que en alguna de las superficies forestadas, la información del Sigpac del año indica que es superficie forestal, en estos casos se ha considerado que la forestación de esa superficie permite conservar o recupera la situación inicial, es decir la forestación no produce un cambio en el uso del suelo.

Teniendo en cuenta las premisas anteriores, a continuación se muestran las tablas con los **resultados obtenidos de pérdidas de suelo ($t \cdot año^{-1}$), que se calculan multiplicando la superficie de cada categoría de la situación inicial y final por las pérdidas medias ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) de las categorías del INES relacionadas.**

Tabla 11. Pérdidas de suelo por erosión previas a la implementación de las actuaciones del PDR

Pendiente (%)	Superficie (ha)	Situación antes de la implementación de las medidas	Pérdidas medias ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	Pérdidas de suelo ($t \cdot año^{-1}$)
<5	6,43	PR: Pasto arbustivo	0,33	2,09
	7,56	FO: Forestal	0,12	0,91
	10,30	PS: Pastizal	0,22	2,27
	0,74	TA: Tierras arables	3,28	2,41

Pendiente (%)	Superficie (ha)	Situación antes de la implementación de las medidas	Pérdidas medias (t·ha^{-1}·año^{-1})	Pérdidas de suelo (t·año^{-1})
	0,03	VI: Viña	4,39	0,12
5-10	10,91	PR: Pasto arbustivo	1,18	12,83
	6,15	PA: Pasto con arbolado	0,55	3,35
	5,23	FO: Forestal	0,66	3,45
	0,84	PS: Pastizal	0,65	0,55
	12,42	TA: Tierras arables	8,41	104,49
	1,18	FY: Frutales	0,74	0,87
10-20	5,34	FO: Forestal	2,81	13,36
	0,49	FY: Frutales FS: Frutos secos	6,96	3,40
	0,15	OV: Olivar	5,31	0,81
	12,25	PA: Pasto con arbolado	1,89	23,14
	76,36	PR: Pasto arbustivo	3,60	275,25
	1,88	PS: Pastizal	1,99	3,74
	8,85	TA: Tierras arables	23,57	208,70
20-30	10,22	FO: Forestal	6,60	48,77
	10,03	FY: Frutales FS: Frutos secos	14,83	148,68
	98,31	PA: Pasto con arbolado	4,51	443,77
	87,07	PR: Pasto arbustivo	7,83	682,17
	0,38	PS: Pastizal	4,47	1,69
	0,22	TA: Tierras arables	58,24	12,54
30-50	40,44	FO: Forestal	14,38	371,59
	3,48	FY: Frutales	23,74	82,59
	5,66	FY: Frutales FS: Frutos secos	23,74	134,39
	0,05	OV: Olivar	20,33	0,97
	7,11	PA: Pasto con arbolado	10,13	72,00
	595,21	PR: Pasto arbustivo	13,76	8.179,41
	0,23	PS: Pastizal	9,62	2,00
	0,06	TA: Tierras arables	94,59	5,77
>50	39,74	PR: Pasto arbustivo	23,66	940,22

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Información del SIGPAC y INES.

Tabla 12. Pérdidas por erosión después de la implementación de las actuaciones del PDR

Pendiente (%)	Superficie (ha)	Situación después de la implementación de la medida	Pérdidas medias (t·ha^{-1}·año^{-1})	Pérdidas de suelo (t·año^{-1})
<5	7,79	Forestal arbolado mixto	0,17	1,32
	17,26	Forestal arbolado frondosas	0,12	2,07
5-10	7,66	Forestal arbolado frondosas	0,66	5,06
	29,07	Forestal arbolado mixto	0,58	16,86
10-20	2,03	Forestal arbolado coníferas	1,97	4,00
	4,69	Forestal arbolado frondosas	2,81	13,17
	98,61	Forestal arbolado mixto	2,12	209,05
20-30	16,59	Forestal arbolado coníferas	4,64	76,96
	2,26	Forestal arbolado frondosas	6,60	14,93

Pendiente (%)	Superficie (ha)	Situación después de la implementación de la medida	Pérdidas medias (t·ha^{-1}·año^{-1})	Pérdidas de suelo (t·año^{-1})
	187,38	Forestal arbolado mixto	4,64	869,42
30-50	234,53	Forestal arbolado coníferas	9,97	2.338,27
	2,29	Forestal arbolado frondosas	14,38	2,35
	415,41	Forestal arbolado mixto	9,17	3.809,35
>50	37,85	Forestal arbolado coníferas	20,61	780,08
	1,89	Forestal arbolado mixto	17,56	33,22

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Información del SIGPAC y INES.

A partir de los datos de las tablas anteriores, se estima la pérdida de suelo de toda la superficie estudiada para este indicador, como **la diferencia entre la estimación de las pérdidas de suelo de todas las superficie antes de la ejecución de la medida y la estimada para toda la superficie después de realizar la forestación**.

Tabla 13. Variación de las pérdidas de suelo, medida forestal estudiada (M8.1).

Grupo	Pérdida de suelo por erosión [t· año^{-1}]
Situación antes de la implementación de las medidas	11.788,33
Situación después de la implementación de las medidas	8.176,12
Diferencia	3.210,35

Fuente: Elaboración propia.

Al dividir la diferencia entre la situación antes de la implementación de la medida se obtiene que **el valor de las pérdidas de suelo se reduce en algo más de 30,64 %, una vez que se realiza la forestación**.

Para cuantificar la variación de las pérdidas de suelo en toda la superficie forestada en la submedida 8.1 y 8.5 así como en la medida leader, se va hacer una ponderación teniendo en cuenta que en las 1.065,31 ha de superficie estudiada hay una variación de 3.210,35 t·año^{-1}, se observa que de media se evita 3,39 **t ha^{-1} año^{-1}**. Por lo tanto, se estima que para el total de **superficie forestada hay una variación de la pérdida de suelo por erosión del agua de 6.671,89 t·año^{-1}.**

Tabla 14. Variación de las pérdidas de suelo, medida forestal (SM8.1 y M8.5) y Leader.

Año	8.1 forestaciones (ha)	8.5 Plantaciones (ha)	19. Leader (plantaciones) (ha)	Coeficiente obtenido en el estudio (t ha^{-1} año^{-1})	En el total de superficie variación en la pérdida de suelo por erosión (t·año^{-1})
2015	0,00	0,00	0,00	3,39	0,00
2016	489,23	0,00	3,00		1.669,03
2017	237,86	0,00	0,00		806,53
2018	253,60	96,51	0,00		1.187,13
2019	115,63	158,88	0,00		930,78
2020	23,34	67,00	0,60		308,37

2021	0,00	2,00	0,00		6,78
2022	14,93	78,37	0,00		316,37
2023	100,00	66,57	0,00		564,80
2024	61,46	185,34	0,00		836,84
2025	0,00	13,35	0,00		45,27
Total	**1.296,05**	**668,02**	**3,6**		**6.671,89**

Fuente: Elaboración propia.

A nivel cuantitativo, la variación de las pérdidas de suelo por erosión de la superficie forestal plantada, constata un efecto positivo en la lucha contra la erosión. Aunque hay que tener en cuenta que el dato obtenido es una previsión a largo plazo, ya que la superficie forestada está en los primeros años de plantación y los datos utilizados del INES, se refieren a unas pérdidas medias de todas las masas arboladas mixtas y coníferas, sin tener en cuenta la fracción de cabida de cubierta actual. Por otro lado, en el momento de la realización de los trabajos y en los primeros años de plantación se produce un aumento de la erosión de estas zonas, derivados de dichos trabajos, que en el cálculo propuesto no se considera.

No obstante, **con los resultados obtenidos se ha puesto de manifiesto que las forestaciones apoyadas por el PDR, tienen un efecto positivo en la reducción de la erosión y conservación de los suelos de La Rioja, pero este efecto será a largo plazo ya que en los primeros años de forestación de la superficie, la tasa de erosión es más elevada produciéndose un riesgo mucho más elevado que el calculado.**

Conclusión

El análisis para estimar los efectos del programa sobre la erosión del suelo se ha basado en los datos de las medidas del PDR de:

- agroambiente y clima
- agricultura ecológica
- ayuda para la reforestación/creación de superficies forestales y la de apoyo a inversiones que aumenten la capacidad de adaptación y el valor medioambiental de los ecosistemas forestales

En la siguiente tabla se presentan los datos de superficie de las diferentes medidas del PDR para la estimación de la **tasa de pérdida de suelo por erosión hídrica (I13.1):**

Tabla 15. Resultado del I13.1 tasa de pérdidas de suelo por erosión hídrica

Grupo		Superficie (ha) [5]	Variación Pérdidas medias por ha ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	Variación total Pérdida de suelo por erosión [$t \cdot año^{-1}$]
Uso de suelo agrícola	M10.1.1, 10.1.3, 10.1.6 y M11	8.420,33	0,64	5.397,64
Uso de suelo forestal	M8.1 Forestación	1.296,05	3,39	6.671,89
	M8.5 Plantaciones	668,02		
	19. Leader	3,60		
Tasa de pérdidas de suelo por erosión hídrica (I13.1)		492.454,56[6]	0,02	12.069,53

Fuente: Elaboración propia

Para estimar la Tasa de pérdidas de suelo por erosión hídrica (I13.1), se ha consultado la superficie erosionable del INES para La Rioja que asciende a 492.454,56 ha.

Teniendo en cuenta dicha superficie y que la variación total de suelo por erosión en La Rioja es de 12.069,53 $t \cdot año^{-1}$, se estima la **variación de pérdida media por hectárea (I13.1) en 0,02 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$. Este dato que representa el 0,74%** de la tasa de pérdida de suelo por erosión hídrica en el periodo en 2012, ICC42 (3,3 toneladas/ha y año para las áreas agrícolas, bosques y áreas semi naturales (excluyendo playas, dunas, llanuras de arena, rocas desnudas, glaciares y nieve perpetua).

Para la determinación del I13.2 **Superficie agrícola afectada por una determinada tasa de erosión del suelo por el agua**, teniendo en cuenta la cobertura del mapa RUSLE2016 y la superficie identificada de las medidas del PDR (M10 y M11), se identifican **las zonas agrícolas de La Rioja** que tienen un nivel erosivo superior a 11 t/ha/año, que ascienden a 357 ha. Es decir, el 2,37% de la superficie agrícola con nivel de erosión moderado y severo está afectado por actuaciones del PDR.

A pesar de haber calculado los datos del indicador I13.2, cabe recordar que la superficie agrícola identificada en La Rioja con nivel erosivo superior a 11 t/ha/año en la metodología utilizada (15.066 ha), no coincide con el valor que se recoge en el ICC42 (20.051ha), existiendo un desvío inicial.

Por ello, se calcula mediante una regla de tres los valores del indicador I13.2 pero tomando en cuenta la superficie del ICC42 (20.051ha) en lugar de las 15.066 ha.

Por tanto, la **superficie apoyada por el PDR que se encuentra en suelo agrícola afectado por niveles de erosión elevados se estima en 475,12 ha**, que representa el 0,22% del total de superficie con riesgo de erosión moderada o severa de La Rioja.

[5] Los datos de superficie de referencia son los datos de seguimiento y gestión de la anualidad 2018de agroambien te , desglosando los datos del indicador de Materia orgánica (I12) por cultivos y evitando posibles solapes entre las medidas.

[6] Superficie erosionable que figura en el INES (https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/6_rioja_tcm30-153807.pdf), documento de referencia para

Este porcentaje se calcula teniendo en cuenta que el total de superficie (20.051ha) suponía según el ICC42 el 9,47%[7] de la superficie total de La Rioja.

La estimación de la influencia del PDR en la superficie agrícola afectada por una determinada tasa de erosión del suelo por el agua, se basa en calcular el % de superficie agraria donde se están realizando compromisos o actuaciones que evitan en cierta medida la erosión de esa superficie. Sin embargo, en ningún momento se ha evaluado si estos cambios en el manejo de la superficie agraria han producido una variación en la tasa de erosión que lleve a clasificar esa superficie en otro rango inferior a los 11 t ha^{-1} $año^{-1}$.

[7] De valor del indicador de contexto I42 del PDR de La Rioja (9,47%), un 0,22% está influenciada por las acciones del PDR, el resto de la superficie 9,25%, no se ha constatado efecto alguno del PDR de La Rioja.