

# AGUA Y BOSQUES PLANTADOS

*ROLANDO RODRÍGUEZ LEIVA*  
*M.Sc. Recursos Naturales*  
*Dr. Ciencias Forestales*  
*FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES*  
*UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN*

*Concepción, MAYO 2015*

Introducción. Los conceptos a presentar son:

- a) Efecto de bosques plantados en la escorrentía superficial.
- b) Consumo de agua por bosques plantados.
- c) Impacto de los bosques plantados en los caudales de estiaje.
- d) Manejo de cauces.

## LIMITACIONES EN ESTUDIOS DE LA HIDROLOGÍA DE BOSQUES PLANTADOS:

- El comportamiento hidrológico de la cuenca y como se afecta el balance hídrico depende de las características de los suelos, topografía clima y uso de la tierra .
- Ha sido aceptado razonablemente que el efecto de las masas boscosas en el régimen hídrico varía con los diferentes ambientes, clima y tipos de vegetación.
- El efecto de las plantaciones en el régimen hidrológico son específicas del sitio. No se pueden extrapolar los resultados a otras cuencas.

# LIMITACIONES EN LA ESCALA DE ANÁLISIS:

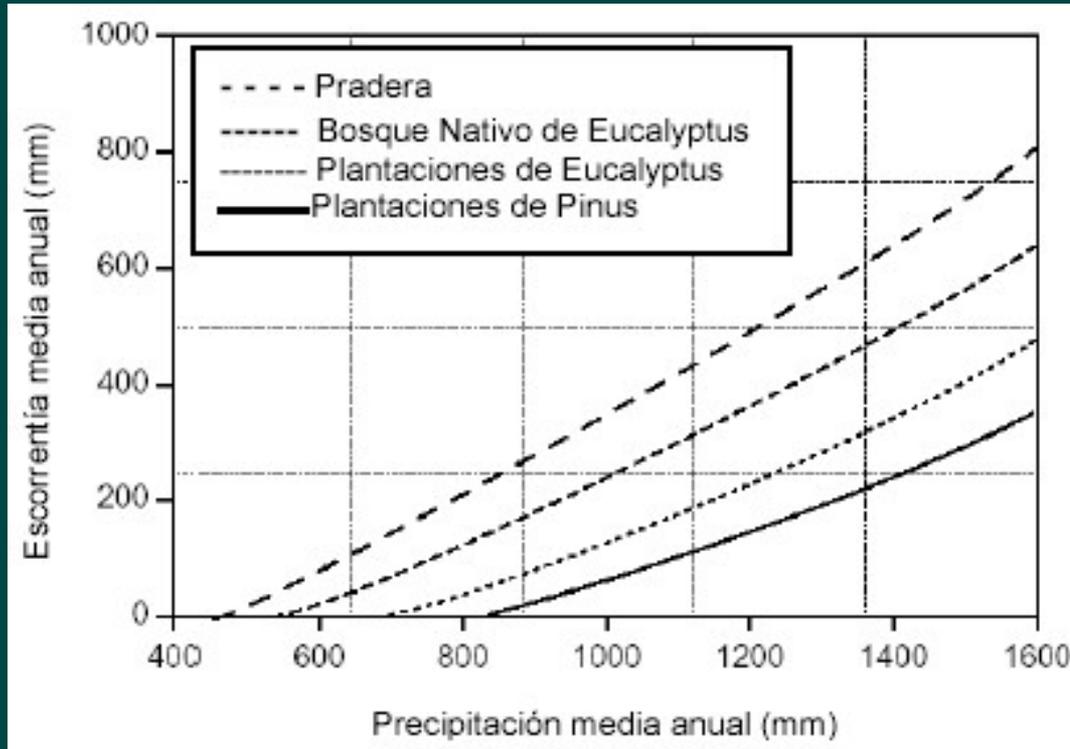
Impacto del uso de la tierra sobre variables hidrológicas, según tamaño de la cuenca.

Variable	Tamaño de la cuenca (ha)						
	0,1	1	10	100	1.000	10.000	100.000
<b>Caudal medio anual</b>	X	X	X	X	O	O	O
<b>Caudal máximo</b>	X	X	X	X	O	O	O
<b>Flujo base</b>	X	X	X	X	O	O	O
<b>Recarga agua subterránea</b>	X	X	X	X	O	O	O
<b>Carga de sedimentos</b>	X	X	X	X	O	O	O
<b>Salinidad</b>	X	X	X	X	X	X	X
<b>Régimen térmico</b>	X	X	O	O	O	O	O

X es  
impacto  
observado

O no se han  
observado  
impactos.

## Efecto de las plantaciones en la escorrentía superficial



Robert Vertessy. 2000. Impacts of Plantations Forestry on Catchment Runoff. Plantations. In: Farm Forestry and Water. RIRDC Publication 01/20.

*¡En pequeñas cuencas es difícil detectar cambios en la producción de agua cuando se ha forestado menos del 20% de la cuenca!*

a. La figura muestra que las reducciones en la escorrentía media anual son mayores en la medida que aumentan los niveles de precipitación.

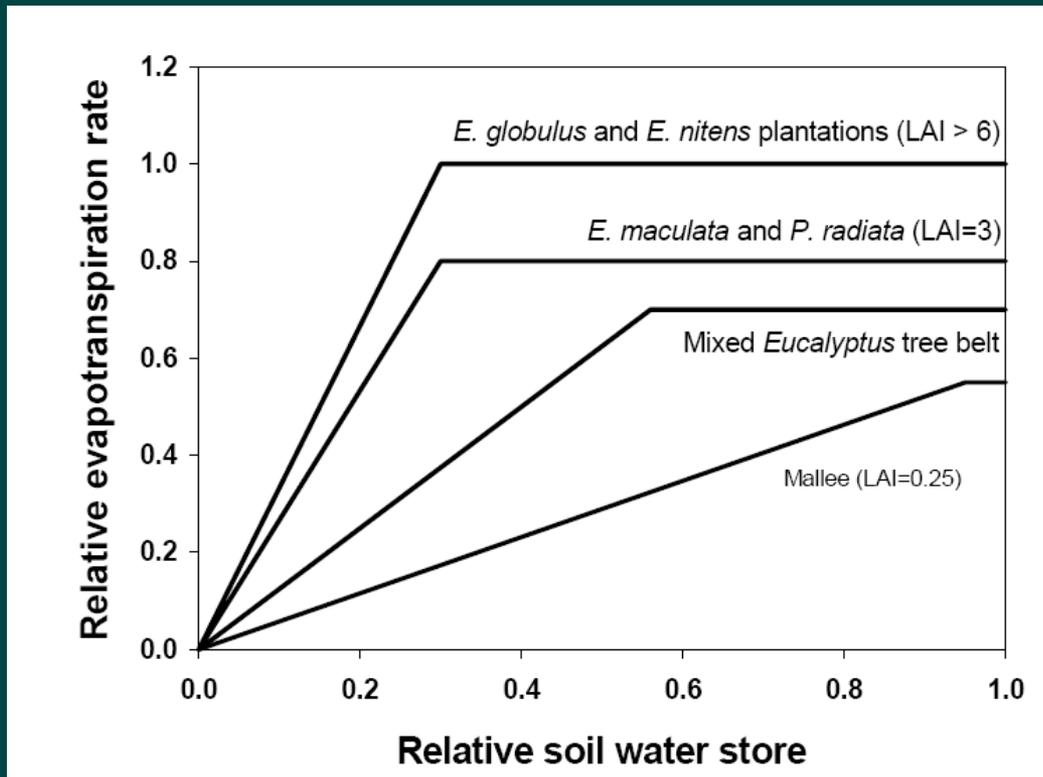
b. Los bosques plantados con *Pinus* presentan un mayor impacto en la escorrentía que *Eucalyptus*.

c) La reducción de la escorrentía que se presenta después de establecido el bosque plantado, es generalmente proporcional al porcentaje de cobertura arbórea.



## La transpiración del follaje:

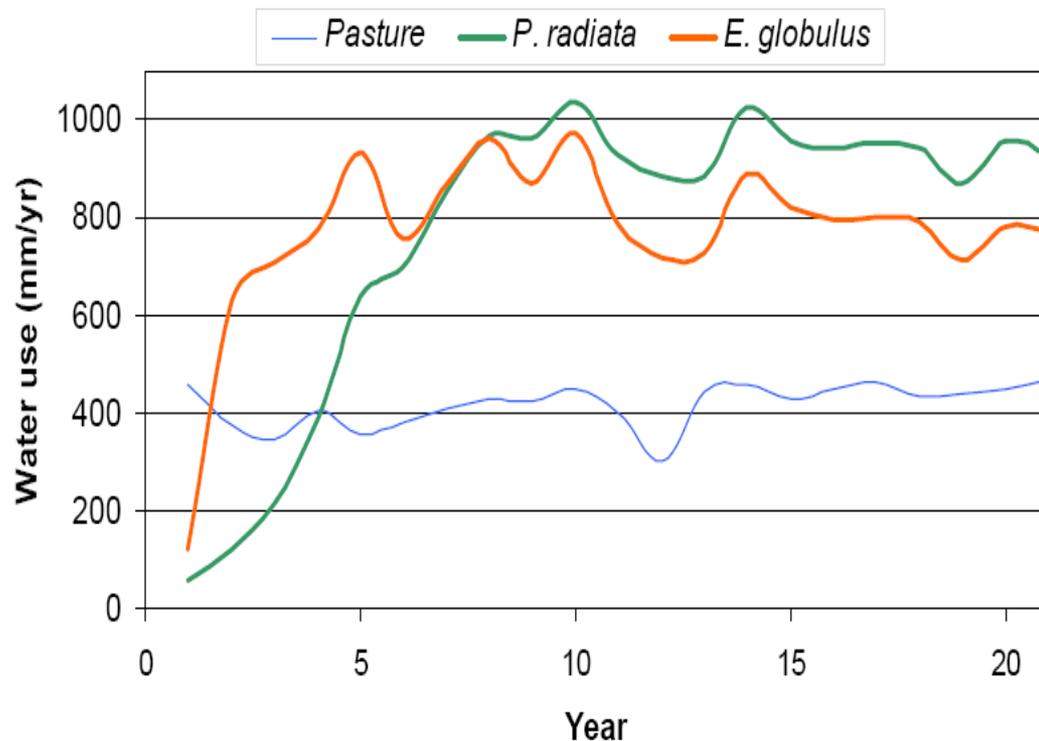
¡Existen diferencias significativas entre los patrones de consumo de agua y especies arbóreas!



La figura ilustra que con altos contenidos de humedad en el suelo algunos rodales transpirarán a la máxima tasa posible como es el caso de *Eucalyptus*.

Sin embargo, *Pinus radiata* transpira entre el 55 y 80% de la máxima tasa posible.

## Efecto de las plantaciones en el consumo de agua

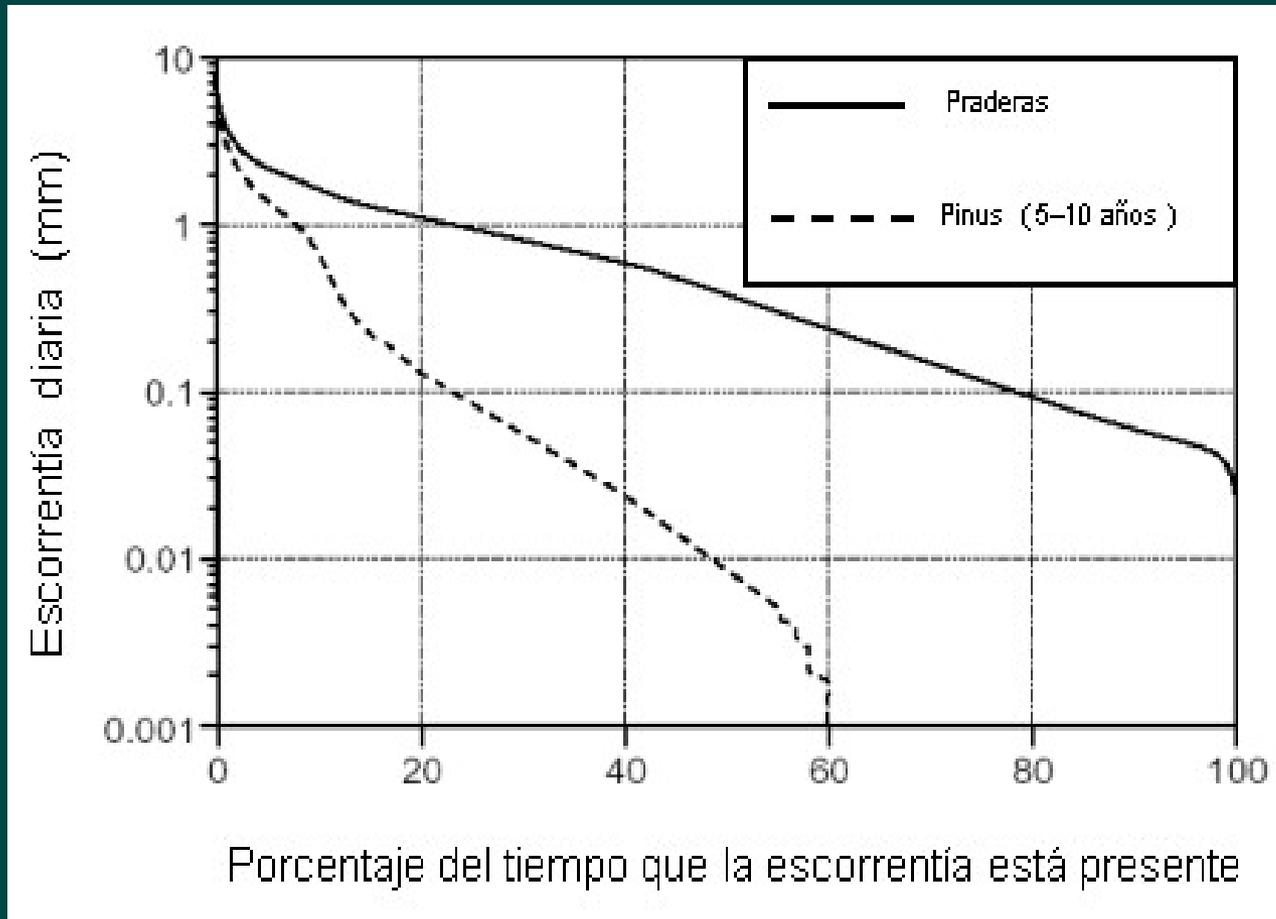


La tendencia al uso del agua es mayor en las praderas que en bosques plantados de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, en los primeros 4 años.

En los primeros años de establecido el bosque plantado *E. globulus* consume una mayor cantidad de agua que el bosque plantado de *P. radiata*, principalmente porque el área foliar y la transpiración del follaje es mayor.

En general las magnitudes de consumo de agua en bosques plantados de *E. globulus* están en el orden de los 800 mm, en tanto que en *P. radiata* alrededor de los 900 mm (Holmes y Sinclair, 1986; Battaglia y Sands, 1997; Zhang et al., 1999; Feikema et al., 2006).

## Efecto de las plantaciones en los caudales de estiaje



Dos Consideraciones:

a) El flujo base depende fundamentalmente de la función reguladora del suelo.

b) La figura muestra que la cuenca totalmente plantada (*Pinus radiata*), el agua está presente solo el 60% del tiempo, en cambio en la pradera el agua está presente todo el año.

## Efectos en los caudales de estiaje

La forestación tiene los mayores impactos sobre la escorrentía absoluta en áreas de altos niveles de precipitaciones. Sin embargo, la mayor reducción proporcional se presenta en las áreas de bajos niveles de precipitación.

El número de días con caudales de estiaje, probablemente disminuye después de la forestación. La forestación completa de las cabeceras de pequeñas cuencas (< 100 has), con una media anual de precipitación de hasta 900 mm:

¡El caudal de estiaje puede disminuir desde un rango a 163–225 días por año considerado normal, a 0–50 días de flujo por año como es el caso en Nueva Zelanda!

Una advertencia. El caudal base es fuertemente dependiente de las propiedades del suelo. Si los bosques plantados se han establecido en suelos degradados (decapitados), podría atribuirse erróneamente al bosque plantado un efecto de la degradación del suelo.

¡Habría que investigar la posibilidad que haya una interacción de la superficie plantada de la cuenca y el suelo degradado!

## Principios y orientaciones que minimizan el impacto de las plantaciones en el régimen hidrológico

- Es relevante la proporción del área de la cuenca en que se deben establecer los bosques plantados. Se debe promover el establecimiento de plantaciones sólo de proporción de la superficie de la cuenca (Parsons, et al., 2007).
- Localización altitudinal de bosques plantados en la cuenca. En general, la posición topográfica en que se ubica el bosque plantado puede influir en la reducción de la escorrentía. Es recomendable establecer los bosques plantados en los sectores altos de las cuencas y distribuirlos en rodales pequeños (Parsons, et al., 2007).
- Efecto de la distribución de las clases de edades de los bosques plantados en la cuenca. Una cuenca que presente un rango de clases de edad de bosques plantados, implicará que el impacto hidrológico puede disminuir significativamente (Scott et al., 1998; Vertessy et al., 2002).
- ¡Es lo que sucede en la práctica en la Región del Biobío!

Efecto de la densidad del rodal en el régimen hidrológico. Puesto que se ha observado que a mayor densidad, mayor será el consumo de agua, resulta aconsejable que a nivel de cuenca los rodales sean intervenidos sistemáticamente mediante raleos, para incrementar el rendimiento hídrico de la cuenca (Keenan et al., 2006; Parsons et al., 2007).

Efecto de la productividad de bosques plantados en el ciclo hidrológico. La variabilidad en la productividad de los sitios también puede afectar la magnitud y cambios del régimen hidrológico. Con un manejo adecuado del suelo y la nutrición es posible incrementar la madera del fuste más que el follaje, reduciendo el efecto de la fertilización en la evapotranspiración (Nambiar, 1990).

## Una Reflexión Sobre la Protección de Cauces

Una herramienta básica de manejo de cauces lo constituye la exclusión de la vegetación alrededor de los cauces o zonas buffer, ya que, evita la alteración ambiental como consecuencia de diversos usos de la tierra (Bren, 2005)

- i) Proteger los cauces de las alteraciones ambientales asociadas a las operaciones forestales.
- ii) Evitar la infiltración de cualquier elemento contaminante provenientes del agua de escorrentía.
- iii) La protección de los cauces por el exceso de escorrentía superficial ricos en nitrógeno o fósforo, que aunque no está relacionado con las operaciones silvícolas, lo está con actividades agrícolas.
- iv) Protección de los cauces de la energía proveniente de la radiación directa que puede calentar el agua, reducir el oxígeno o pérdida del ambiente biótico del cauce.
- v) Protección de los cauces de la luz directa y si el cauce es lo suficientemente ancho de la luz difusa.
- vi) Brindar potencialmente refugio a la fauna producida por las alteraciones ambientales de la cosecha de bosques.

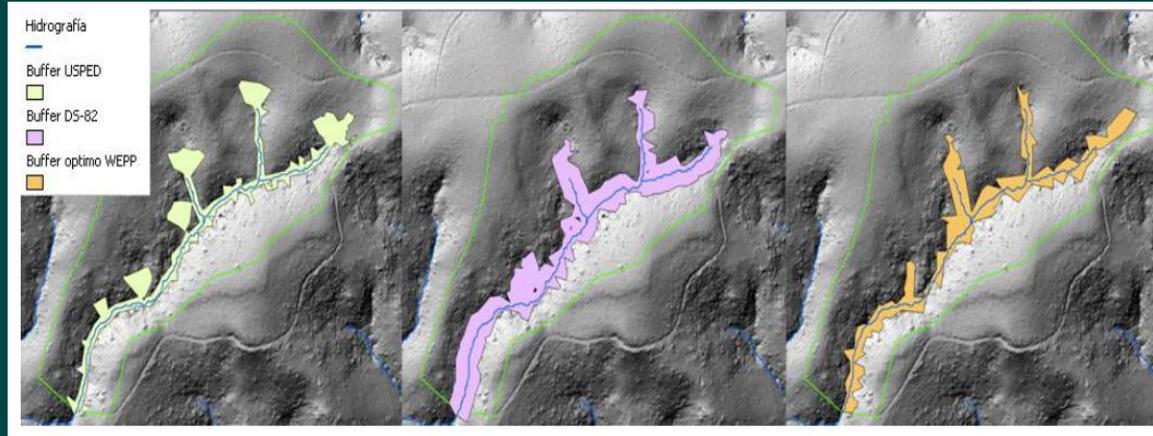
**EL CRITERIO DE PROTECCIÓN DE CAUCES TRADICIONAL, HA SIDO FIJAR UN ANCHO DE PROTECCIÓN**

Los objetivos diversos: Rango de anchos de protección de cauces recomendados o requeridos por distintos países por ejemplo, el uso de herbicidas y pesticidas.

País	Rango (m)	Fuente
Argentina	50m - o 1.5 veces el ancho del cauce	Comunicación Personal
Australia-Tasmania	10-60	For. Comm. Of Tasmania
Australia-Victoria	10-40	Dept Nat. Resour. Environ
Brasil	30	Kellison, 1995
Canadá-British Columbia	20-100	Ministry of Forests, BC
Nueva Zelanda	30-300	Kellison, 1995
Sudáfrica	20/100	Kellison, 1995
USA	8/91	Blinn and Kilgore, 2001

Aunque inicialmente la protección de cauces sólo estaba relacionada con la protección de la calidad de las aguas, actualmente se reconoce su importancia para la conservación de la biodiversidad y la protección de las zonas riparias.

l) Criterio Hidrológico. Se utiliza para fijar el ancho de una franja protectora: Modelos de erosión (USLE) o Predicción de producción de sedimentos (WEPP)



Ramírez de Arellano, P. 2010. Determinación de distancias óptimas para protección de cauces con bosque nativo utilizando modelos de predicción de sedimentos en SIG. Fondo de Investigación de la Ley de Bosque Nativo.  
[http://www.conaf.cl/wpcontent/files\\_mf/1370531676Proyecto0412010\\_PRamirezdeArellano\\_Bioforest.pdf](http://www.conaf.cl/wpcontent/files_mf/1370531676Proyecto0412010_PRamirezdeArellano_Bioforest.pdf)

## Limitantes:

- Considera la erosión para condiciones de flujo laminar. Omite el régimen de flujo turbulento. Esto es relevante porque la producción de sedimentos es determinada por la red de caminos utilizados durante la cosecha.
- Las variables estimadas en terreno o en parcelas y particularmente del suelo, no necesariamente pueden ser aplicadas a la superficie total de la cuenca o replicables en laboratorio.
- Omite la dinámica de tendencia al equilibrio del cauce.

II) Criterio Ecológico: Es necesario observar la calidad de la vegetación de cauces: sucesión ecológica, composición y estructura.

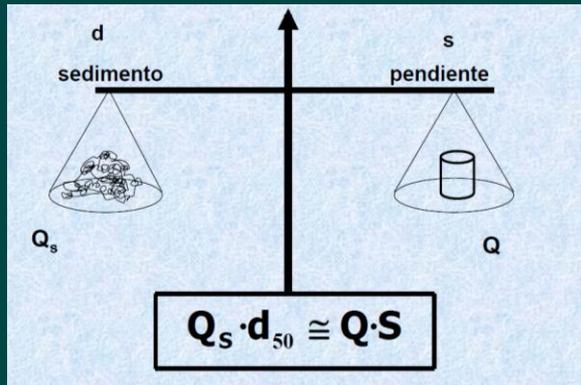
### Un ejemplo: El Modelo Español del Índice QBR

Se basa en el registro *in situ* del grado de cobertura vegetal, estructura de la vegetación, calidad de la cubierta vegetal y grado de naturalidad del canal fluvial y lo compara con el ambiente prístino de la vegetación ribereña.

#### Limitantes:

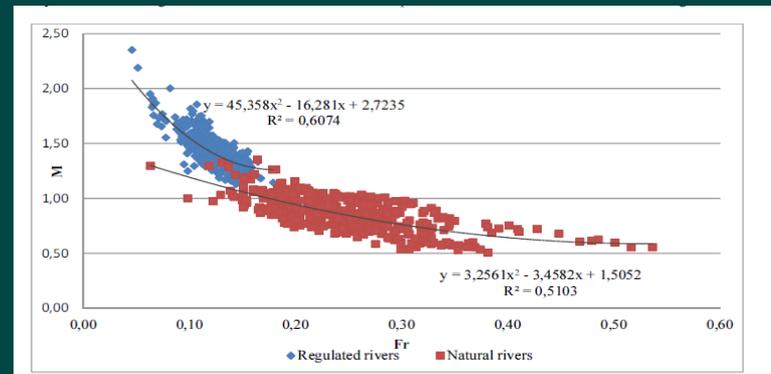
- a) Considera como referencia solo el grado de conservación *in situ* y en estado prístino de la vegetación. En muchos casos, usos pasados de la tierra pudieran haber deteriorado la vegetación ribereña.
- b) Considera el caudal solo en régimen subcrítico, lo que muy rara vez se da en la naturaleza de nuestro país. En períodos de alta intensidad de lluvia, el régimen pasa a supercrítico. Esta dinámica es fundamental para muchos procesos biológicos (en períodos de crecidas para regeneración natural o la provisión de sedimentos para la fauna ictiocola)
- c) Omite la dinámica de tendencia al equilibrio del cauce.
- d) Como evaluamos la restauración de la vegetación ribereña para que cumpla con los objetivos de conectividad, reducción y mitigación de amenazas (DGA, 2004).

### III) Criterio Hidráulico: El Concepto de Dinámica de Equilibrio de Cauces. Balance de Lane (1955)



El equilibrio se basa en las tasas de erosión, transporte y sedimentación. Este equilibrio, puede ser alterado por distintas causas: naturales o antrópicas.

De la noción de equilibrio se basa el concepto de estabilidad del cauce: el río o estero gasta la menor cantidad de energía para los procesos de transporte y sedimentación: Número de Froude y Estabilidad.



Vaikasas et al., 2014. Riverbed stability assesment under european conditions. Environmental engeneering. <http://enviro.ugtu.lt>

Relación entre el N° de Froude y al Estabilidad en ríos Naturales y Regulados en Europa.

Limitantes:

- a) Información en cuencas pequeñas.
- b) Impacto del uso de la tierra en la dinámica de equilibrio del cauce.  $\longrightarrow$

Es necesario dar una nueva mirada a la protección de cauces:

- a) Concordar objetivos
- b) Concordar criterios más allá del ancho

¡MUCHAS GRACIAS!