



Pruebas de estrés de la naturaleza y valor en riesgo

Jaime Andrés Riaño Sánchez



 Jaime.riano@ethifinance.com

 [www.linkedin.com /es/ jaime-riano](https://www.linkedin.com/es/jaime-riano)

Algunos conceptos clave en ecología y biología

- 1 **Biodiversidad** representa la **variabilidad de los organismos vivos** (variación en genes y especies, así como cambios en la abundancia y distribución a lo largo del tiempo y el espacio), **variabilidad de los ecosistemas** (terrestres, acuáticos y marinos) **y sus interacciones** (IPBES ¹, 2022).

Los principales **impulsores de la pérdida de biodiversidad**, (también definidos como **presiones**) son :

1. **Destrucción y artificialización** de entornos naturales
2. **Sobreexplotación** de recursos naturales y tráfico ilegal
3. **Cambio climático**
4. **Contaminación** de océanos, agua dulce, suelo y aire
5. **Introducción** de **especies invasoras** especies exóticas

El **53% del PIB mundial**, unos 58 billones de dólares, depende moderada o altamente de la naturaleza ²

La **pérdida de biodiversidad** se ubica entre los **tres principales riesgos económicos mundiales** (WEF, 2022), con pérdidas de PIB proyectadas de **USD 10 billones para 2050**.

En 2022, el **4,3% de las carteras de las instituciones financieras** en Francia dependían en gran medida de la biodiversidad.

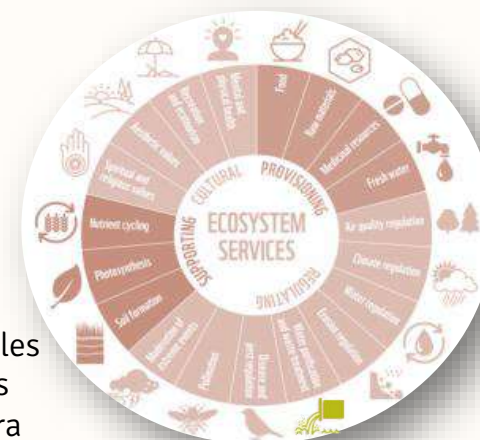
- 2 **El capital natural** se refiere a las reservas mundiales **de activos naturales** que componen los ecosistemas. (incluyendo geología, suelo, aire, agua y organismos vivos).

 **Biodiversidad (o especies)** es uno de los activos capitales que componen los ecosistemas. Representa uno de los componentes bióticos de los ecosistemas.



- 3 Los servicios ecosistémicos son **funciones proporcionadas por los ecosistemas** cuyos beneficios **sustentan** nuestra sociedad y bienestar general (de donde deriva el concepto de dependencia de la naturaleza).

 Los **servicios de purificación de agua (regulación)** implican procesos naturales que eliminan sustancias nocivas de las aguas superficiales y subterráneas para mantener la calidad del agua.



¹ Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas

² PwC 2023

³ Clasificación internacional común de los servicios ecosistémicos

De los activos de capital natural a la economía global

Las reservas mundiales de recursos naturales incluyen la **geología, el suelo, el aire, el agua y todos los seres vivos**. Es de este capital natural que los seres humanos obtenemos una amplia gama de servicios, a menudo denominados servicios ecosistémicos, que hacen posible la vida humana.

VALOR

58 billones de dólares en 2023

Beneficio social y corporativo

Beneficios monetarios derivados de los flujos de capital natural



La producción de **arroz de Camarga** en el sur de Francia **depende** de la calidad del agua de los humedales. La producción total del sector es de 70 millones de euros anuales.



FLUJOS

Biótico y abiótico

Servicios ecosistémicos

Flujo de beneficios derivados del capital natural (principalmente biótico)



EXISTENCIAS DE ACTIVOS

A través del cual existe la biodiversidad

Activos de capital natural

Stock de activos (abióticos y bióticos).



Pruebas de estrés climático y natural

- A medida que las actividades humanas se intensifican, degradando las condiciones ambientales, las instituciones financieras están bajo una presión cada vez mayor **para evaluar el impacto del cambio ambiental en sus carteras** y prepararse para **los riesgos relacionados con el clima y la naturaleza**.
- Varios tipos de efectos están relacionados con los cambios ambientales:
 - **Los activos físicos** (por ejemplo, bienes inmuebles, infraestructuras, fábricas) pueden verse dañados por **mayores riesgos climáticos**
 - **Los activos de producción** (por ejemplo, las empresas) pueden perder capacidades de producción relacionadas con **mayores riesgos climáticos** y **menores activos de capital natural y servicios** que ingresan a sus procesos de producción
- En esta presentación nos centraremos en el último punto y trataremos de responder a la pregunta:

¿Cómo cambian las métricas crediticias (PD, LGD, VaR) con la degradación de los activos de capital natural?

Descripción general de las pruebas de estrés “naturaleza”



Escenarios de cambios globales de las condiciones ambientales



Riesgos prospectivos **geolocalizados** e **integridad de la naturaleza**



Carteras y activos con información **geosectorial**

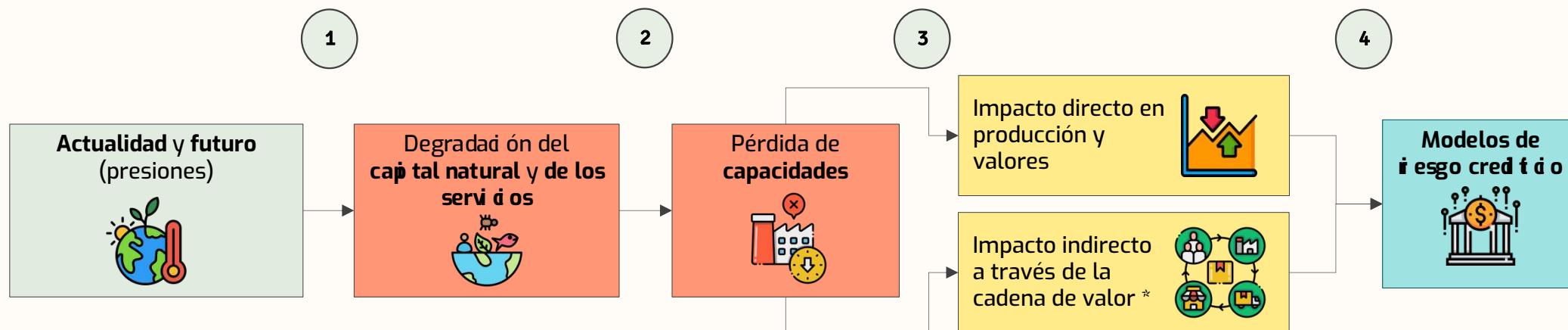


Evaluación de los **daños físicos** o **pérdidas económicas**



Evaluación de la **riesgo crediticio** y **cambios de valor**

Prueba de estrés a partir de trayectorias de integridad de la naturaleza



Los riesgos medioambientales asociados con la degradación del capital natural debido a las presiones antropogénicas (uso del suelo, contaminación, caza , etc.) requieren canales de transmisión específicos. Dividimos estos canales de transmisión en cuatro etapas principales.

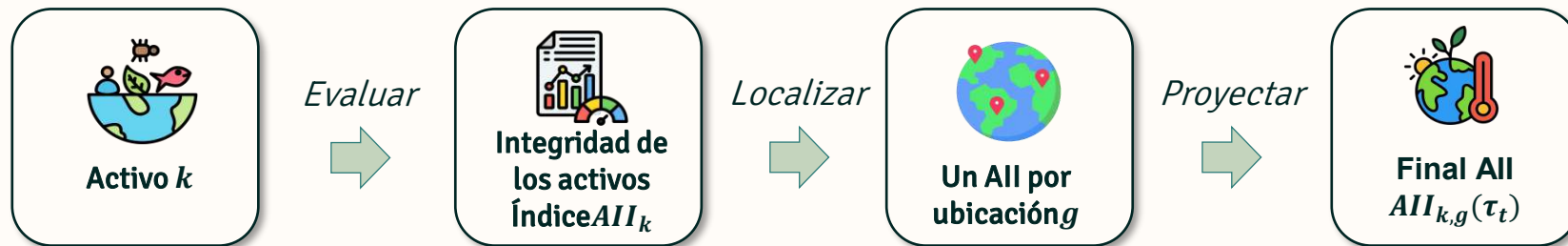
- 1 Los escenarios** se utilizan para proyectar la **degradación de los activos naturales en mapas de riesgo**.
- La **degradación del capital natural** tiene un efecto sobre la actividad económica a través de la **dependencia de la producción a los servicios ecosistémicos**.
- La **pérdida de capacidad de producción puede ser directa o indirecta** a través de la cadena de valor de la economía (modelos insumo-producto).
- Pérdida total de producción es **transformada en pérdidas financieras** y se utiliza como insumo en **el modelo de riesgo de crédito** (PD, LGD, RWA).

* Generalmente , ya que No conocemos la cadena de valor exacta de cada uno individual empresa , utilizamos un enfoque geosectorial escala para riesgos indirectos .

Degradación de los activos naturales localizados en los mapas de riesgo

El **capital natural (biótico)** es un conjunto de activos ambientales como:

- **Atmósfera** : regula el clima, proporciona aire respirable y sustenta los sistemas climáticos esenciales para la vida.
- **Hábitats** : sustentan la biodiversidad, ofreciendo refugio y recursos para diversas especies al tiempo que apoyan el equilibrio ecológico.
- **Suelo** : sustenta la agricultura, filtra el agua y almacena carbono, contribuyendo a la producción de alimentos y a la regulación del clima.
- **Especies** : mantienen las funciones del ecosistema, promueven la diversidad genética y proporcionan beneficios culturales, medicinales y económicos.
- **Agua** : activo capital crucial para sustentar la vida, habilitar ecosistemas, apoyar la agricultura e impulsar las actividades económicas.



La **tasa de degradación** para **activos k** Ubicado en **g** siguiendo el **escenario τ** proyectado en el **tiempo t** es anotado

$$\sigma_{k,g}(\tau_t) := \frac{AII_{k,g}(\tau_t)}{AII_{k,g}(\tau_0)} - 1$$

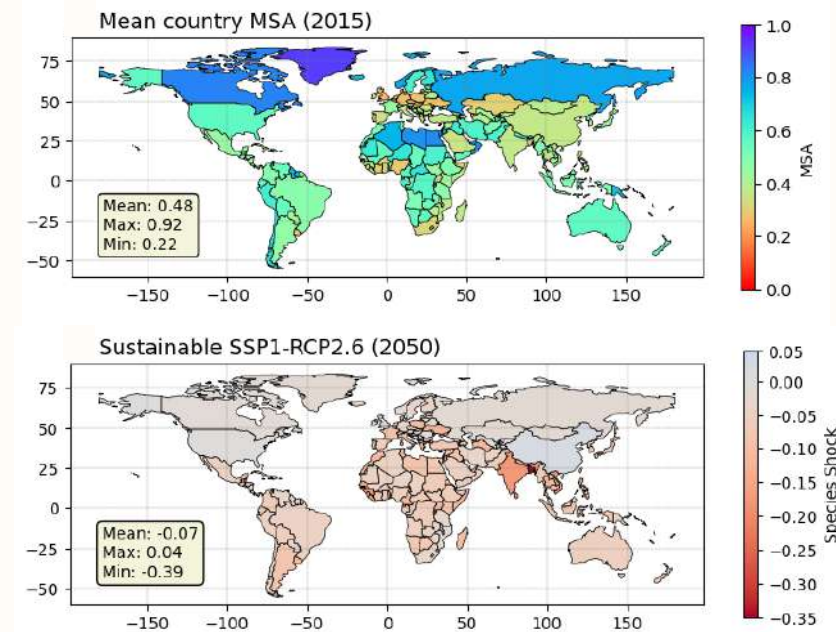
Degradación del activo de capital “especie”

Abundancia media de especies o MSA

El MSA (y otros indicadores de activos bióticos) se pueden **agregar** a diferentes **escalas espaciales**, incluidos los niveles **nacional** y **regional**:



Agregación a nivel de país



$$\sigma_{k,g}(\tau_t) = \frac{AII_{k,g}(\tau_t)}{AII_{k,g}(\tau_0)} - 1$$

- Las economías más fuertes del mundo harán un esfuerzo significativo para detener la tasa de desaparición de especies
- El resto del mundo hará un esfuerzo importante para detener el ritmo de pérdida; los esfuerzos estarán impulsados por políticas locales (por ejemplo, India) y el crecimiento económico.

Dependencia de los sectores económicos de los activos naturales



2

1 Dependencia de la producción a los servicios



La **dependencia de los servicios ecosistémicos** Se refiere a la dependencia de las actividades humanas, las comunidades y las economías de los beneficios que brindan los ecosistemas naturales. La puntuación también la proporciona ENCORE* y aquí. reescalado en $[0, 1]$.

Tomamos nota $DS_s^{(e)}$ la puntuación de dependencia entre **sector económico s** y **servicio ecosistémico e** .

2 Dependencia de los servicios ecosistémicos de los activos



Los servicios ecosistémicos son los beneficios derivados de los recursos naturales. Para cada uno, se encuentra en ENCORE* una relación de puntuación, yendo de **sin dependencia** (puntuación 0) a **dependencia muy alta** (puntuación 5).

Tomamos nota $\delta(k, e)$ la dependencia entre **activo natural k** y **servicio ecosistémico e** .

El índice de dependencia entre un **sector económicos** y un **activo natural k** es entonces

$$DS_s(k) = \sum_e \frac{\delta(k, e) \times DS_s^{(e)}}{\sum_e \delta(k, e)}$$

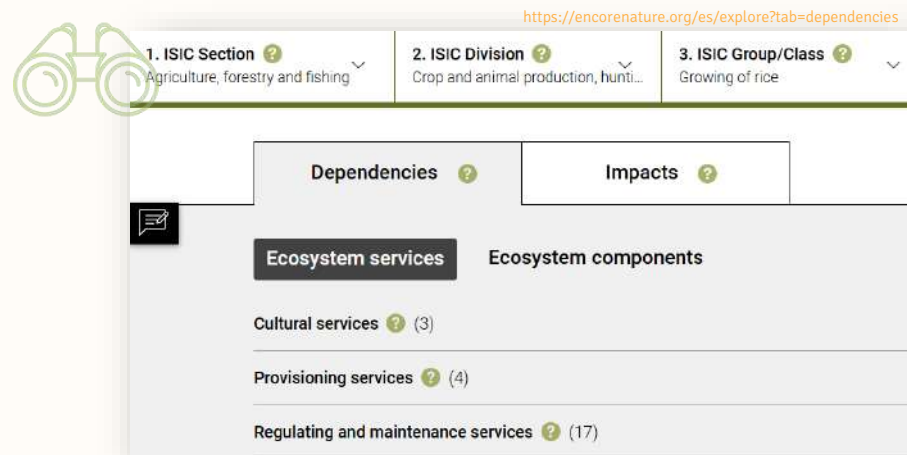
Observamos que el **uso de una escala lineal** para transformar una puntuación cualitativa (0-5) en una puntuación cuantitativa **es una Limitación de todas las metodologías que lo hacen, incluida esta**. A falta de una hipótesis mejor, la aplicamos aquí.

* <https://encorenature.org/es>

ENCORE para las dependencias de los servicios ecosistémicos y los activos naturales

ENCORE Explorando las oportunidades, riesgos y exposición del capital natural

Puntajes de dependencia: ¿Qué tan afectada se vería una actividad económica si el ecosistema dejara de proporcionar el servicio o beneficio ecosistémico, o si se interrumpiera la provisión de estos?



Servicio de regulación y mantenimiento

Servicio de purificación de agua

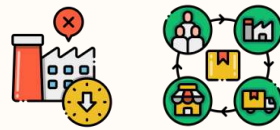
El cultivo de arroz **depende en gran medida** de los servicios ecosistémicos de purificación del agua para garantizar la calidad de la producción, la disponibilidad de agua para la producción y reducir el impacto de la agricultura en la calidad del agua.

5 $DS_s^{(e)}$

Dependencias de los activos de capital natural biótico



Pérdida total de producción relacionada con la degradación de los activos naturales



3

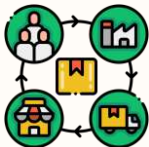
1 Pérdida directa de capacidades de producción



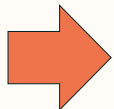
Considerando que **el sector económico s ubicado en g** depende de los ecosistemas para producir, asumimos una pérdida de capacidades de producción relacionada con la **degradación de los activos k** Proyectado con **escenario τ_t** .

Tomamos nota $\Delta_{(g,s)}^k(\tau_t) := \sigma_{(k,g)}(\tau_t) \times DS_s(k)$ la **pérdida directa de capacidades de producción**.

2 Pérdida total de capacidades de producción



Utilizamos **el marco del modelo Leontief para difundir** la pérdida directa a **toda la cadena de valor geosectorial de la economía**. La **ecuación demanda -producción $x = A \cdot x + y$** poder ser modificado mediante la introducción de la pérdida de producción Δ^k .



Obtenemos $x = (1 + \Delta^k)[A \cdot x + y] \Leftrightarrow x(\Delta^k) = (I - A(\Delta^k))^{-1} y$

dónde $A(\Delta) = \begin{cases} A_{ij} \text{ if } i \neq j \\ A_{ii} + \frac{\Delta_i}{1 + \Delta_i} \end{cases} \rightarrow \text{Permite obtener una pérdida de producción * de } R_{(g,s)}^k(\tau_t) = \frac{x(\Delta_{(g,s)}^k(\tau_t))}{x_{(g,s)}}$

* Con este Indicador, se puede calcular un VaR de naturaleza genérica con modelo de flujo de caja descontado futuro (DCF), como en el caso del VaR climático.



De las pérdidas totales de producción a las métricas crediticias

1

Sistémico crédito modelado



Merton- Vasicek El modelo supone que la **solvencia** $X^{(b)}$ de cualquier **empresa prestataria** b con **calificación** r es impulsado por un **factor sistémico** Z y un **factor específico** $\epsilon^{(b)}$, siguiendo un proceso estocástico $X^{(b)} = \sqrt{\rho}Z + \sqrt{1-\rho}\epsilon^{(b)}$.

Podemos calcular la probabilidad de incumplimiento $\mathbb{P}(X^{(b)} \leq L_r) := f(Z, L_r) = \Phi\left(\frac{L_r - \sqrt{\rho}Z}{\sqrt{1-\rho}}\right)$.

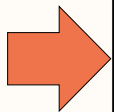
2

Estresante PD con degradación



Utilizando un **modelo econométrico ad hoc** que relacione los factores Z con **la producción y las ganancias** (calibrado a partir de datos históricos), en igualdad de condiciones (supuesto fuerte), **destacamos las PD con degradación natural de activos**, para cada **calificación** r .

La **nuevo PD para una empresa con calificación** r , **sector** s , cuya actividad es **Ubicado en la región** g , sufriendo la degradación de **los activos** k bajo **escenario** τ_t en el **momento** t es $f\left(Z\left(R_{(g,s)}^k(\tau_t)\right), L_r\right)$.



Una vez que recibe una descarga de DP relacionado con la degradación de la naturaleza, se puede usar un **modelo PD-LGD** [1] para estimar un **shock de LGD natural**. Las fórmulas de Basilea ayudan a... Encontrar un **crédito natural VaR** y **RWA**.

Resultados ilustrativos sobre España



Considerando una cartera bancaria compuesta por **actividades económicas españolas**, los principales sectores de la economía española presentarían los **siguientes impactos de riesgo de crédito** (para un horizonte de 2025 a 2050 y para el escenario más optimista vs pesimista).

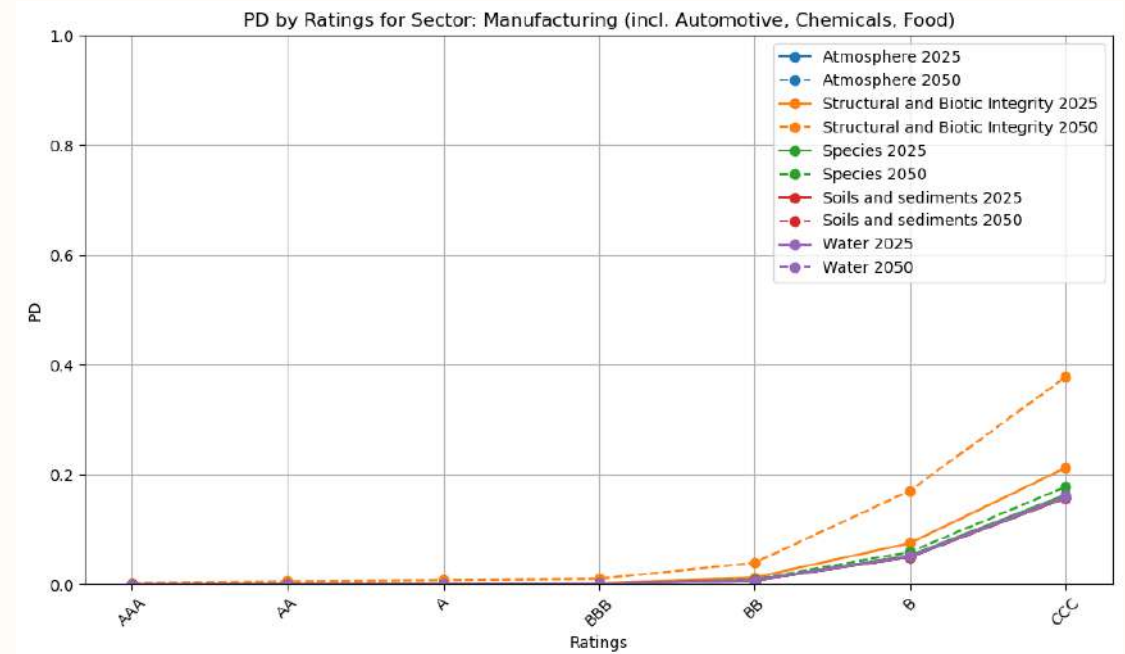
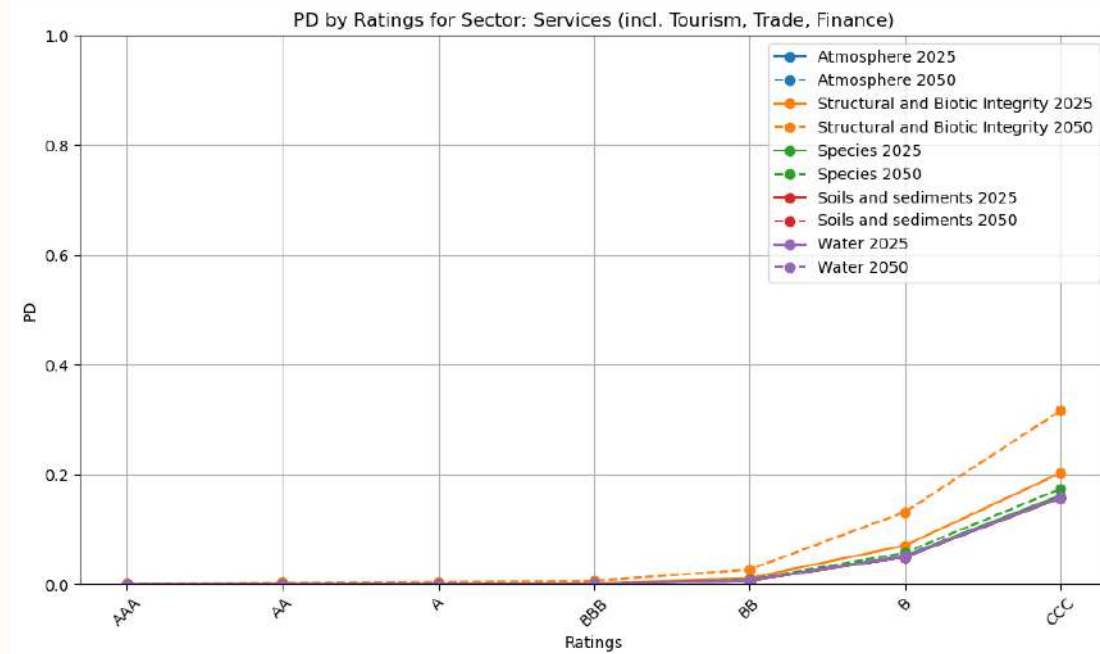
- **Optimista (OPT)** es **SSP1-RCP2.6**: Tomando la Vía Verde , buen desarrollo global y calentamiento por debajo de los 2°C
- **Pesimista (PES)** es **SSP5-CRP8.5**: Tomando la “high road”, buen humano desarrollo, pero calentamiento alrededor de 5°C

	Atmósfera	Hábitats	Suelos	Especies	Agua
Activo	Calidad	Integridad ecorregional	Carbono orgánico en el suelo	Abundancia Media de Especies	Índice de estrés hídrico
Variable	PM2.5 (CMIP5)	EII (Beyer y otros)	SOC (CMIP5)	MSA (GLOBIO)	WS (Aqueduct)

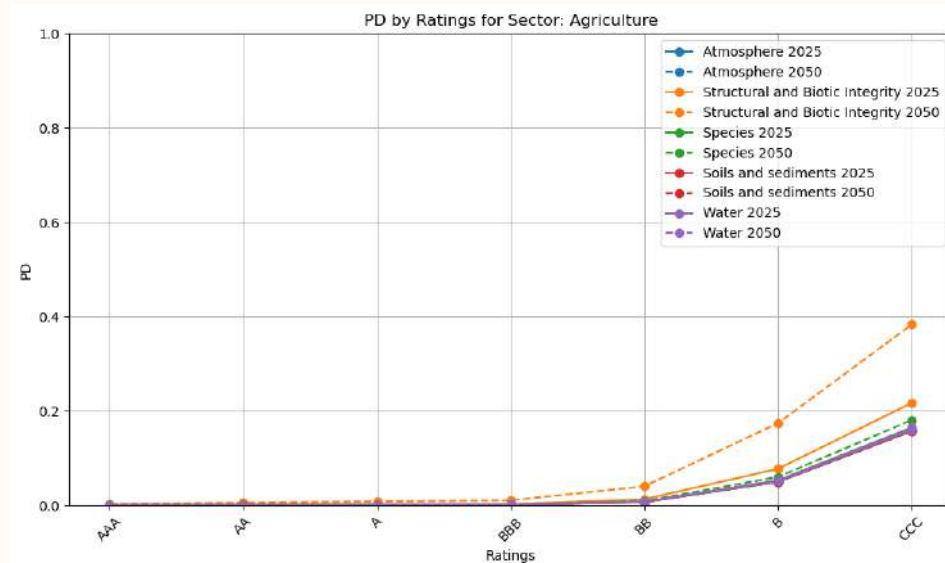
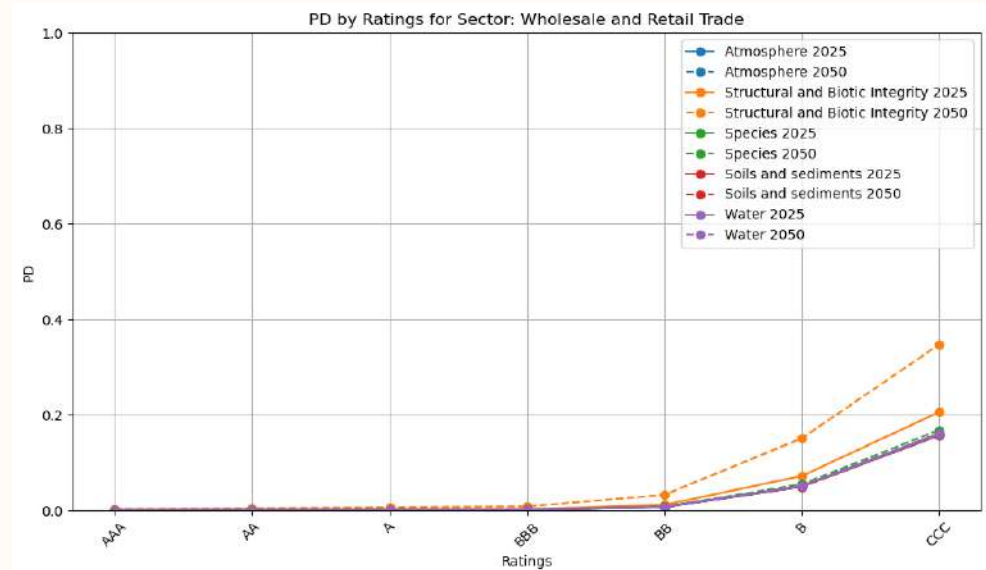
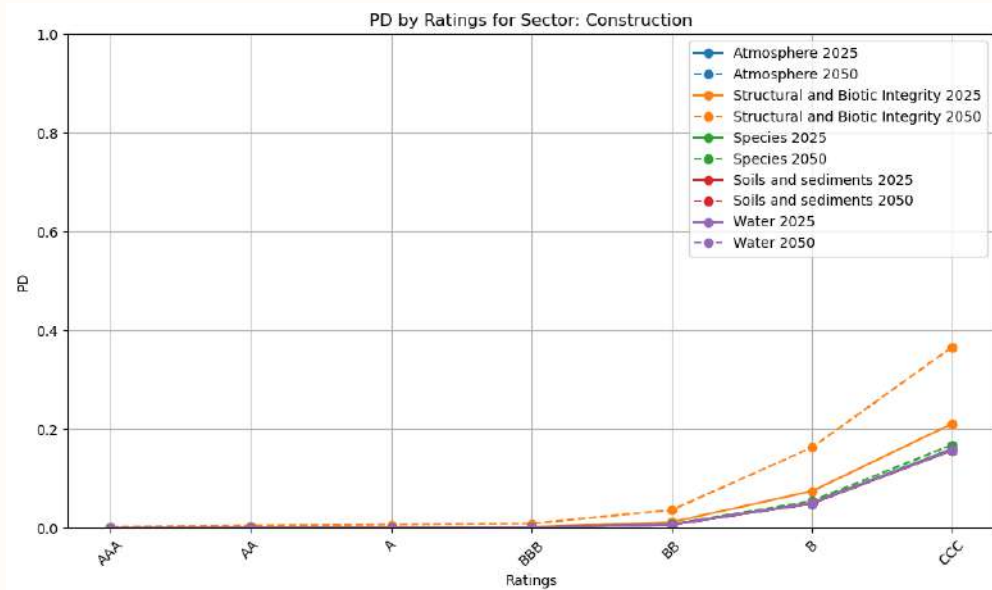
Con los principales sectores ser :

1. Servicios (incluidos turismo, comercio y finanzas)
2. Manufactura (incluyendo automoción, productos químicos y alimentos)
3. Construcción
4. Comercio al por mayor y al por menor
5. Agricultura

Resultados ilustrativos sobre España



Resultados ilustrativos sobre España



Resultados ilustrativos de una cartera mundial

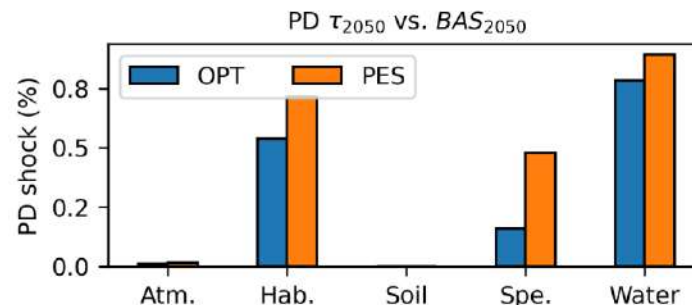
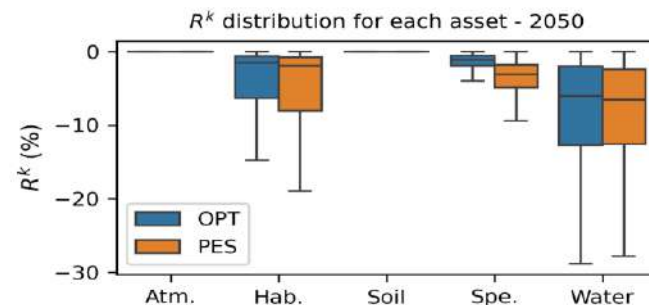
Utilizamos dos escenarios **basados en SSP-RCP *** para proyectar **los índices de integridad de activos (IAA)**:

- **Optimista (OPT)** es **SSP1-RCP2.6**: Tomar el camino verde , buen desarrollo global y calentamiento por debajo de 2°C
- **Pesimista (PES)** es **SSP5-CRP8.5**: Tomando la “high road”, buen ser humano desarrollo, pero calentamiento alrededor de 5°C

Evaluando los con **cinco activos de capital natural** representado por las siguientes cinco All *.

	Atmósfera	Hábitats	Suelos	Especies	Agua
Activo	Calidad	Integridad ecorregional	Carbono orgánico en el suelo	Abundancia Media de Especies	Índice de estrés hídrico
Variable	PM2.5 (CMIP5)	EII (Beyer y otros)	SOC (CMIP5)	MSA (GLOBIO)	WS (Aqueduct)

Utilizamos las **matrices de entrada-salida FIGARO** (proporcionadas por Eurostat)*



- ✓ Observamos que son R^k acumulados , no **anualizados** .
- ✓ La PD inicial media de la cartera es del 2,5%: un aumento de entre el 0,5% y el 0,8% es **enorme en términos de activos ponderados por riesgo adicionales**. para los bancos (para un préstamo corporativo con LGD = 45% y vencimiento = 2,5 años, pasar de PD = 2,5% a 3,0% puede aumentar los cargos de capital en **~10-20%**)
- ✓ Un próximo paso importante sería encontrar una forma de **agregar todas las pérdidas o aumentos en PD asociados con cada activo en una medida de riesgo** .

*Los detalles de las fuentes de datos se dan en el [documento](#).

Jaime Andrés Riaño Sánchez
Ingeniero senior de investigación y consultor

Jaime.riano@ethifinance.com

Artículo disponible en SSRN
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4923237

