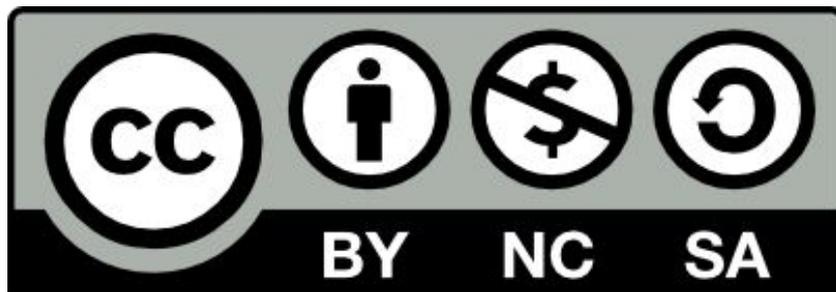


Este trabajo tiene licencia bajo CC BY-NC-SA 4.0.

Para ver una copia de esta licencia, visite:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Para materiales traducidos, le sugerimos dar crédito al autor(es) original y a (los) traductor(es).



Postprocesamiento de datos EC, intercambio y más...

Dario Papale

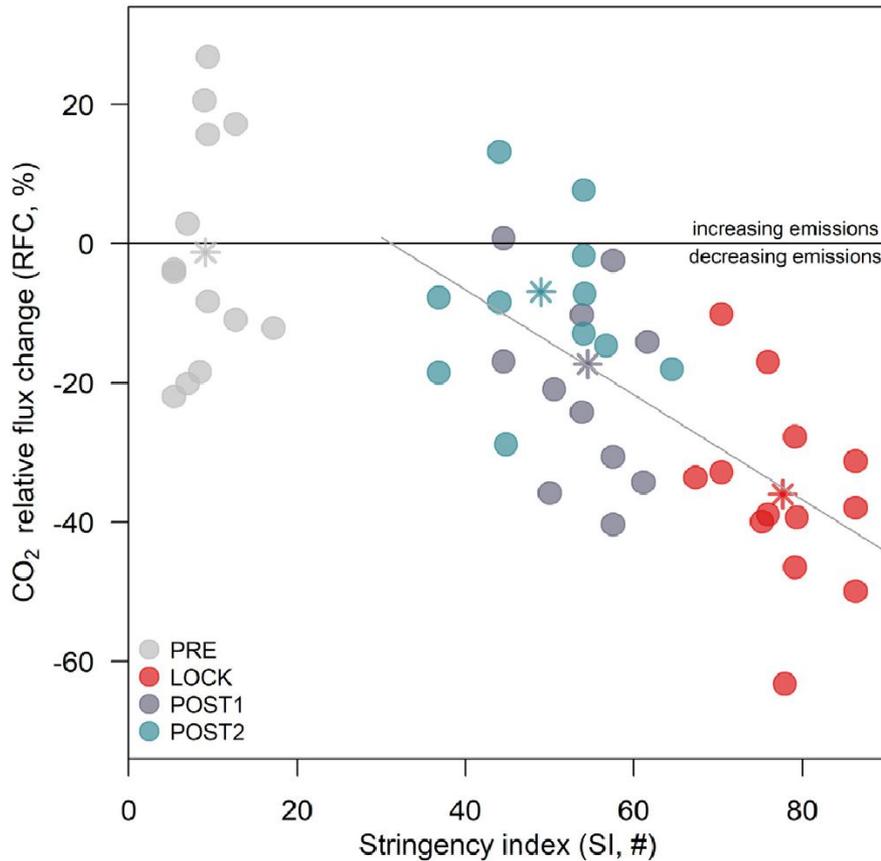
*University of Tuscia – Viterbo, Italy
ICOS - Ecosystem Thematic Center*

darpap@unitus.it

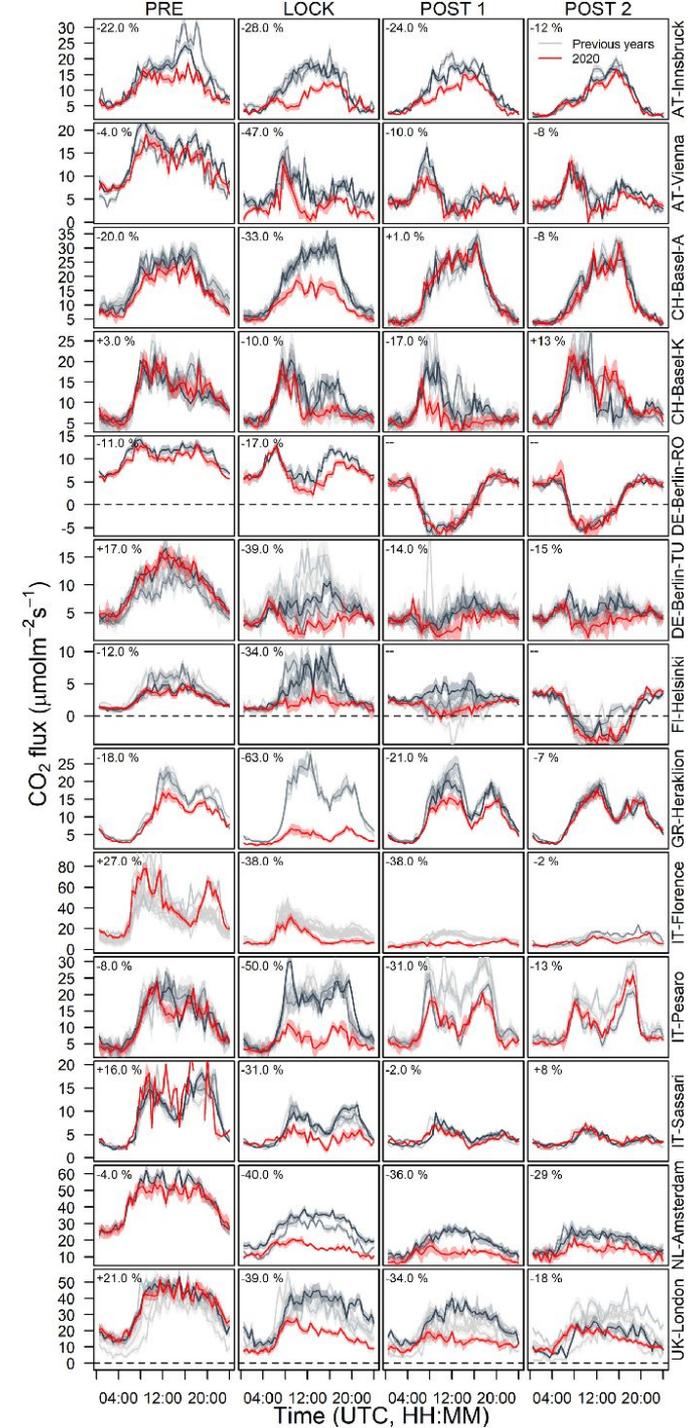
Traducido por Ana Maria Restrepo Acevedo y Jorge Perez-Quezada
(anarestrepo@utexas.edu, jorgepq@uchile.cl)



EC se puede aplicar sobre diferentes superficies (por ejemplo, urbanas)



Nicolini et al. 2022



Estrategia de filtrado QA-QC

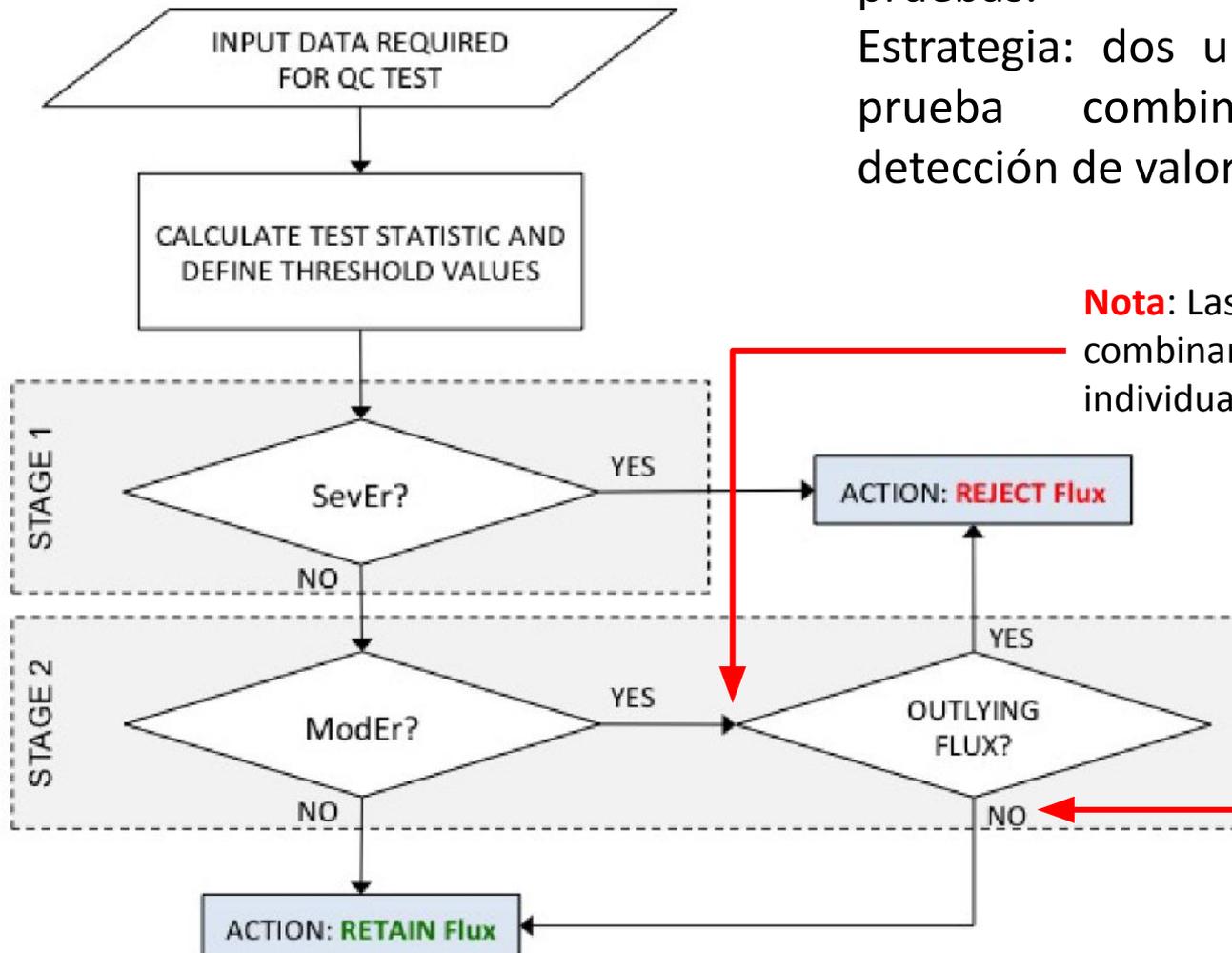
Un buen filtrado de datos es fundamental para la calidad del producto final. El QAQC objetivo es complejo pero necesario y aprovecha al máximo los metadatos, indicadores de instrumentos, indicadores de estado y pruebas estadísticas.

Tipos de Error	Prueba (<i>ejemplos</i>)
<u>Integridad de los datos sin procesar (raw)</u> (brechas, diagnóstico de los instrumentos, sectores de viento, etc.)	% de registros no disponibles
<u>Problemas instrumentales no detectados por el diagnóstico.</u> ejm: <ul style="list-style-type: none">- Resolución de señal (dígitos limitados)- Ausencia de mediciones (valor fijo continuo)- Presencia de picos- Discontinuidades (saltos en los datos)	Pruebas estadísticas (por ejemplo, Kurtosis)
<u>Infracción de condiciones estacionarias.</u>	Foken and Wichura (1996), Mahrt (1998)
<u>Falta de condiciones de turbulencia bien desarrolladas.</u>	Foken and Wichura (1996)
<u>Idoneidad del procedimiento de corrección espectral.</u>	Magnitud del factor de corrección espectral

QA-QC estrategia de filtrado

El filtrado de la calidad de los datos debe ser eficiente, reproducible y flexible para adaptarse a nuevas pruebas.

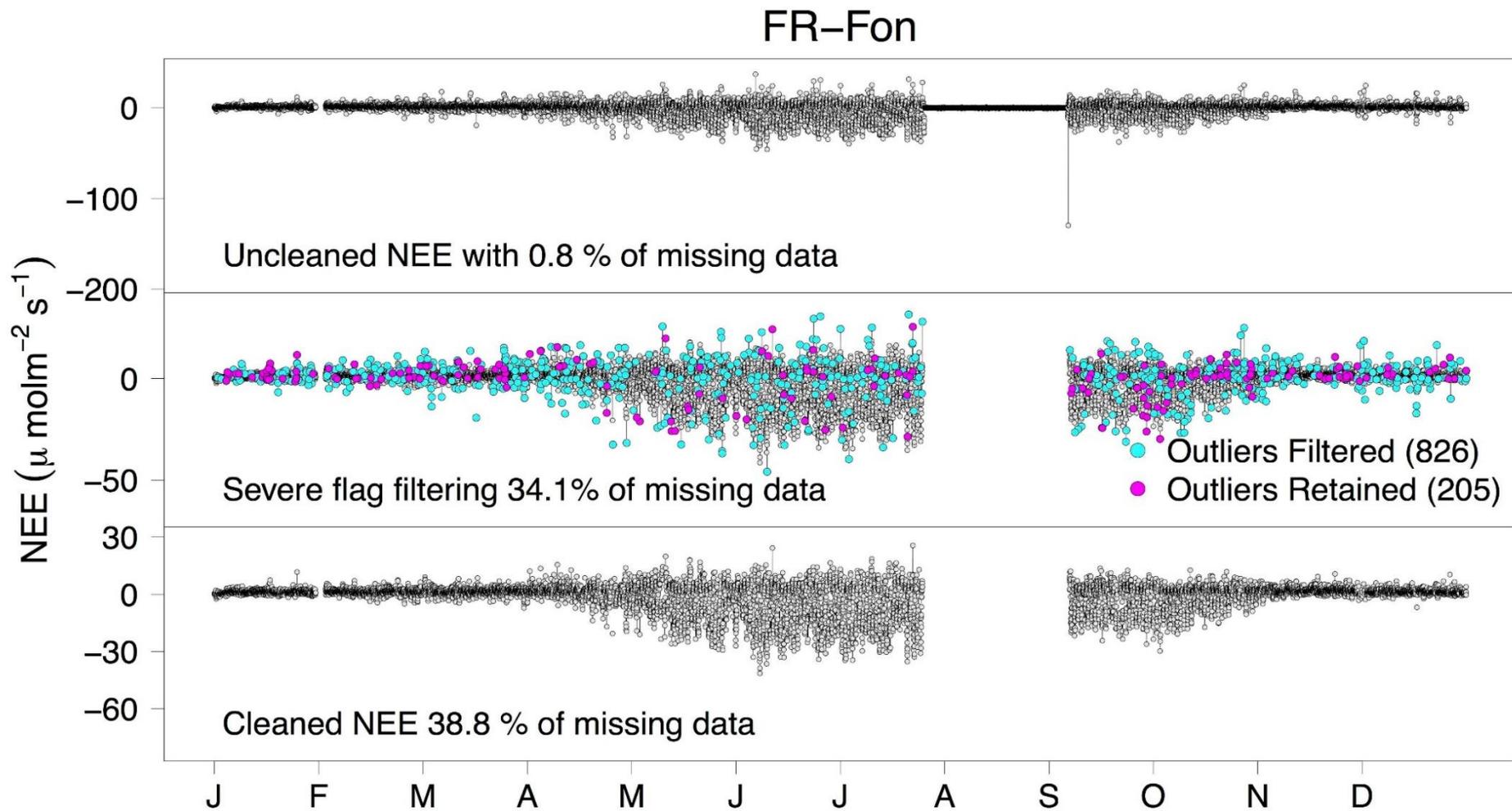
Estrategia: dos umbrales para cada prueba combinados con una detección de valores atípicos.



Nota: Las 'flags' moderadas no se combinan. Son tratadas individualmente.

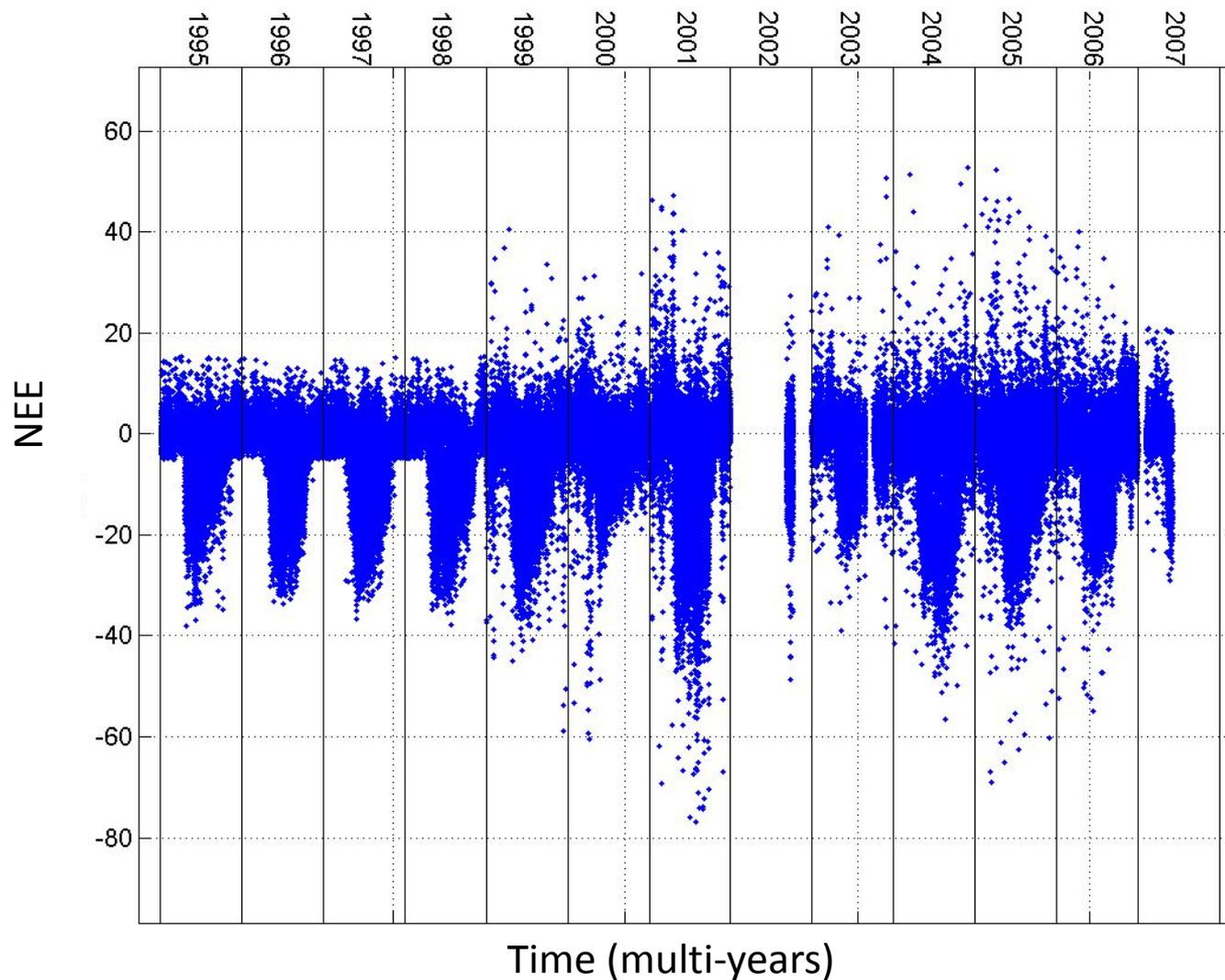
Nota: si es atípico pero sin 'flags', se retiene

QA-QC estrategia de filtrado

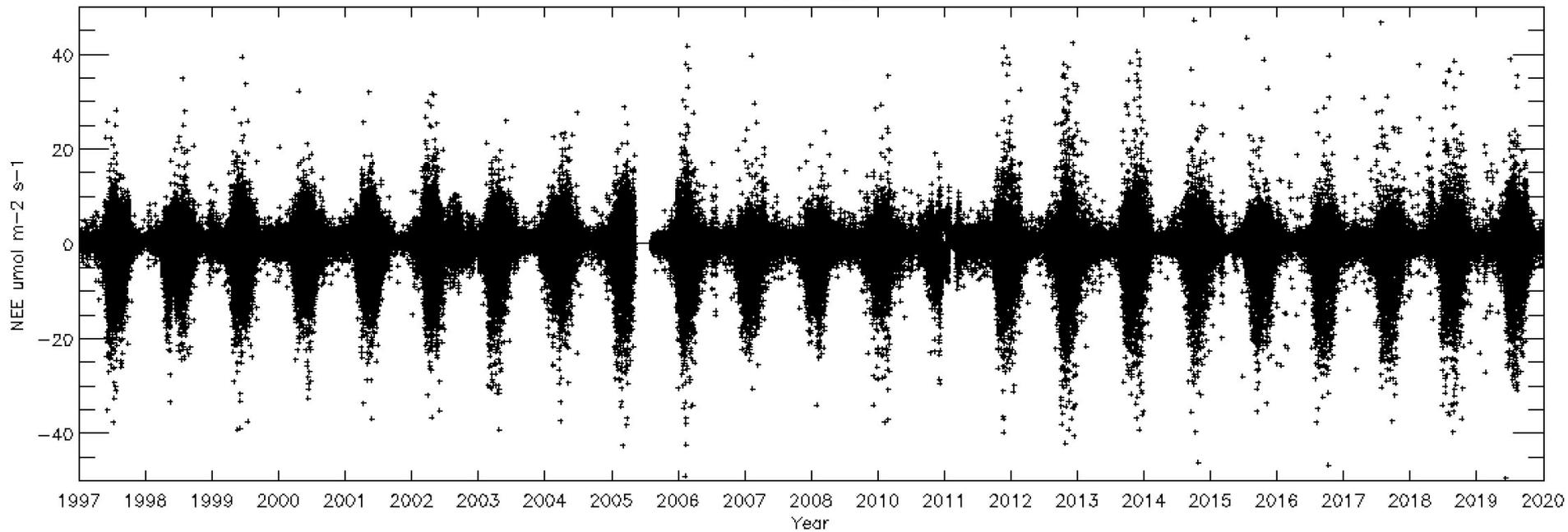


Heterogeneidad en las series de tiempo

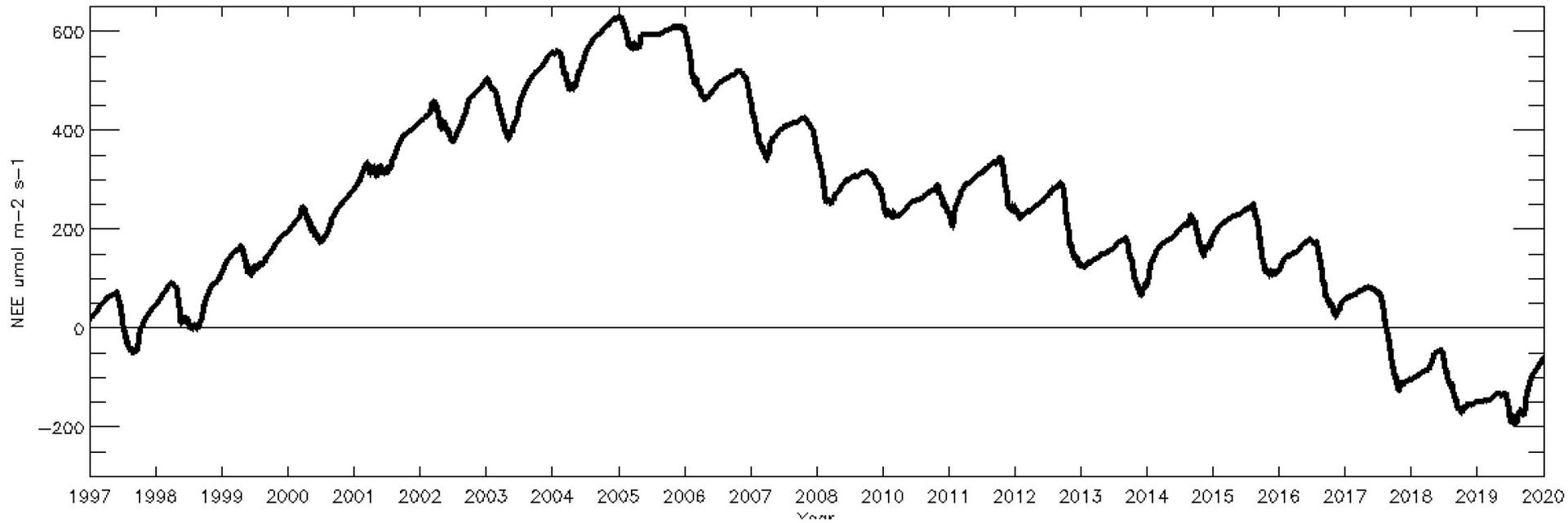
¿Variabilidad real del ecosistema? ¿Cambio de sensores o configuración? ¿Diferente procesamiento o control de calidad?



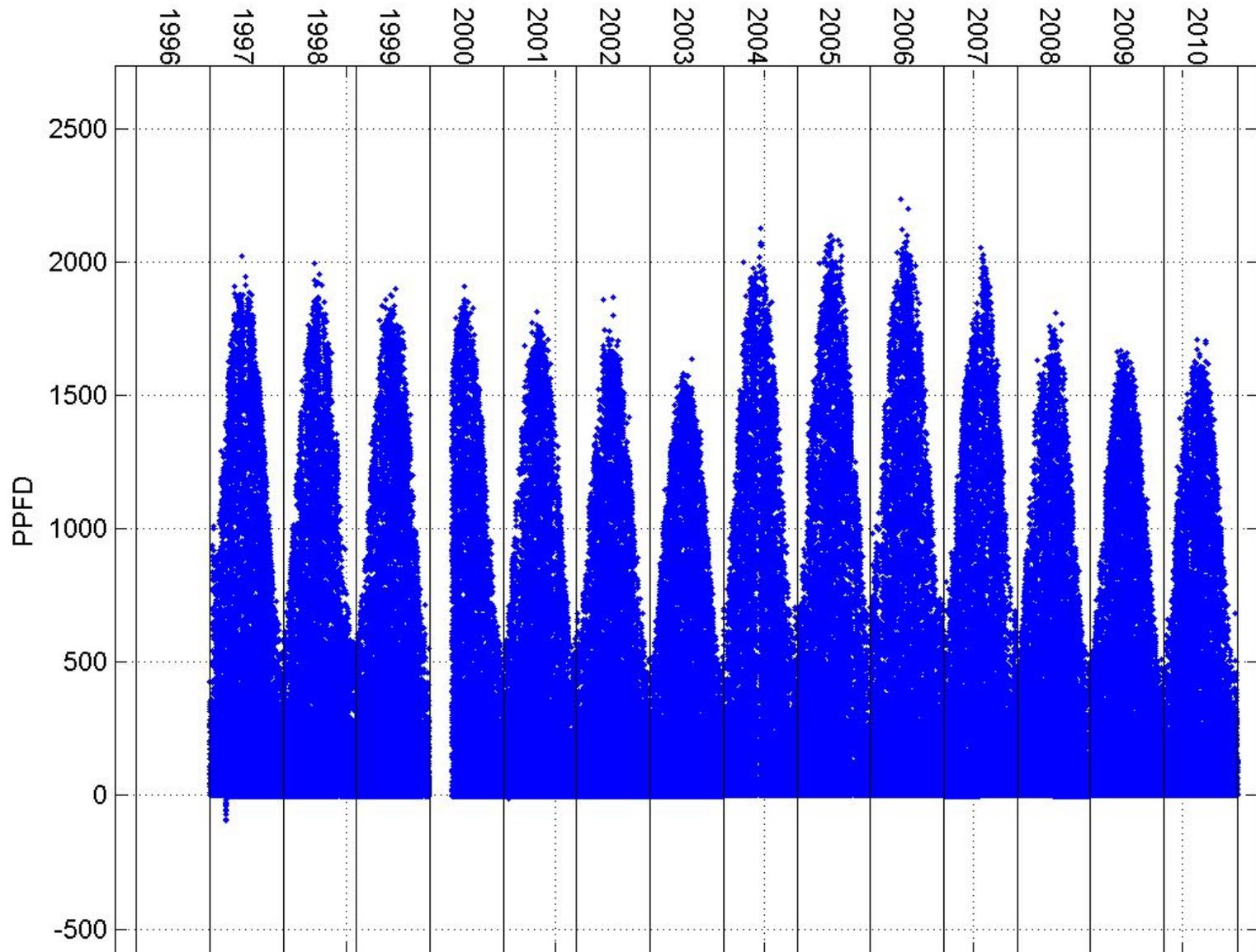
Park Falls



Park Falls



No te olvides de la calidad del sensor meteorológico...



Los flujos de Eddy Covariance

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + \left(\overline{u \frac{\partial c}{\partial x}} + \overline{v \frac{\partial c}{\partial y}} + \overline{w \frac{\partial c}{\partial z}} \right) + \left(\overline{u' \frac{\partial c'}{\partial x}} + \overline{v' \frac{\partial c'}{\partial y}} + \overline{w' \frac{\partial c'}{\partial z}} \right) = \bar{S} - \gamma \bar{c}$$

The diagram shows the above equation with several terms circled and crossed out. A red circle highlights $\frac{\partial \bar{c}}{\partial t}$. A green circle highlights the entire second term in parentheses, with a red 'X' over each of its three sub-terms. Another green circle highlights the entire third term in parentheses, with a red 'X' over each of its three sub-terms. A blue circle highlights \bar{S} . An orange circle highlights $\gamma \bar{c}$. Red arrows point from the boxes below to these circled terms.

Evolución en el tiempo de la concentración

Advección por transporte turbulento

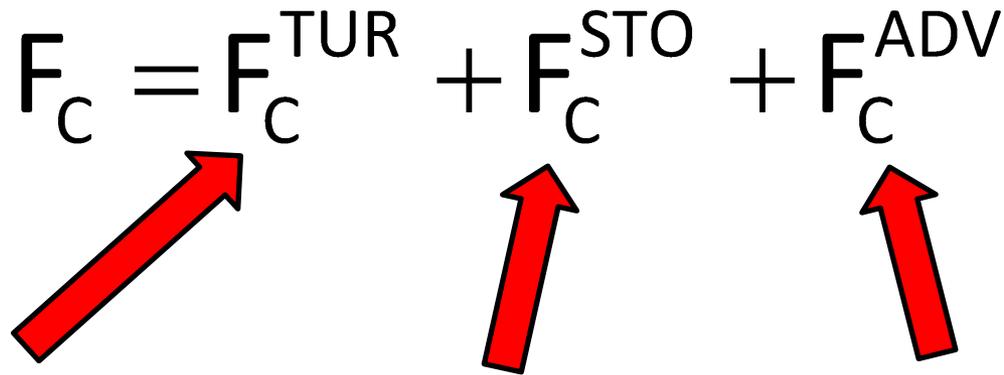
Difusión molecular media

Advección por transporte no turbulento

Flujo Neto

1. La difusión molecular es menor en el régimen de transporte turbulento.
2. Las variaciones horizontales de la concentración media pueden despreciarse
3. La velocidad vertical media es casi cero.
4. La turbulencia es homogénea en las diferentes direcciones horizontales.

Cálculo del intercambio neto de ecosistemas

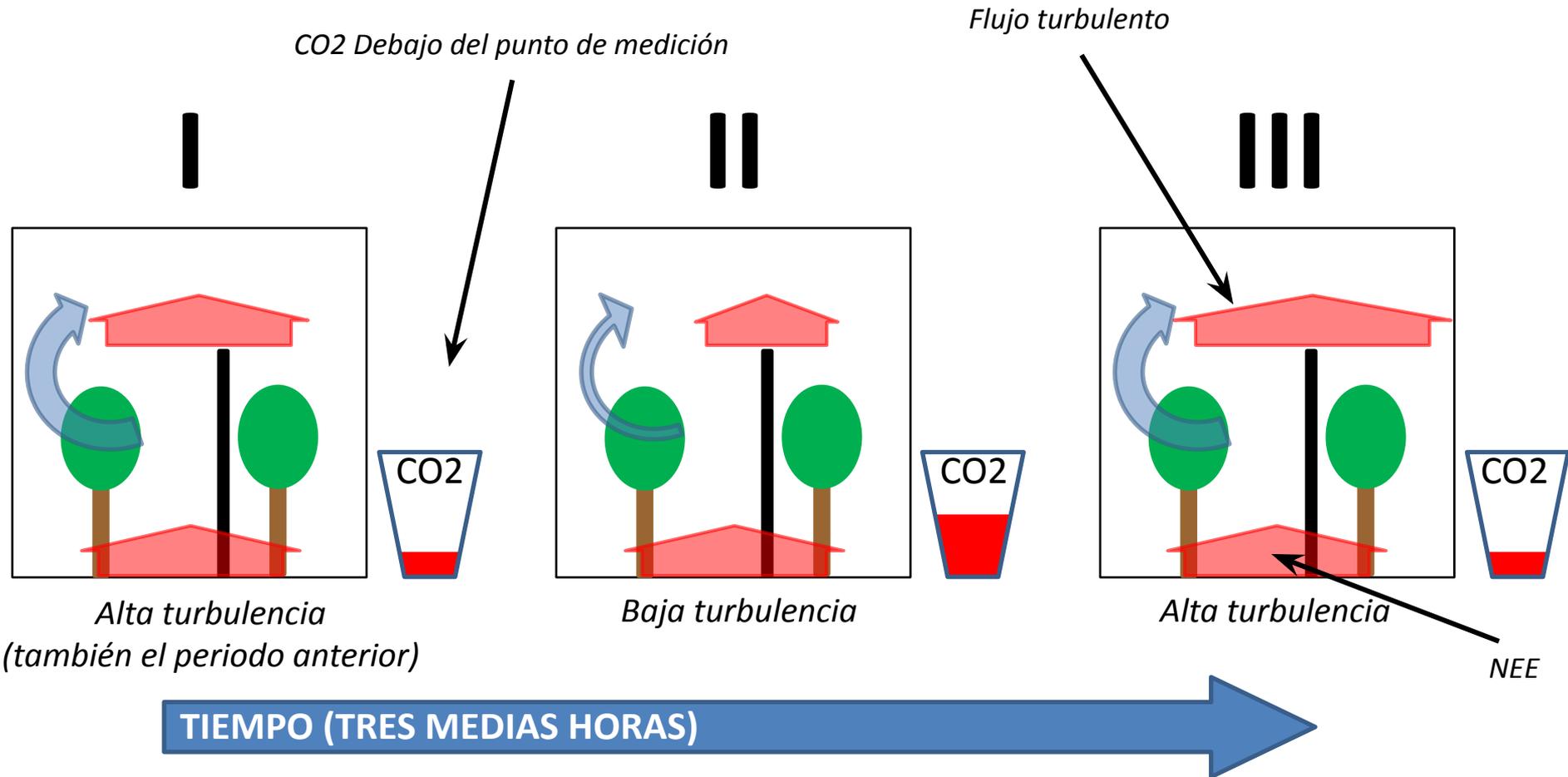
$$F_C = F_C^{\text{TUR}} + F_C^{\text{STO}} + F_C^{\text{ADV}}$$


Flujos turbulentos
Medido por el sistema Eddy covariance

Almacenamiento
Medido mediante sistemas adicionales (perfil)

Advección
Difícil de medir.
Requiere correcciones

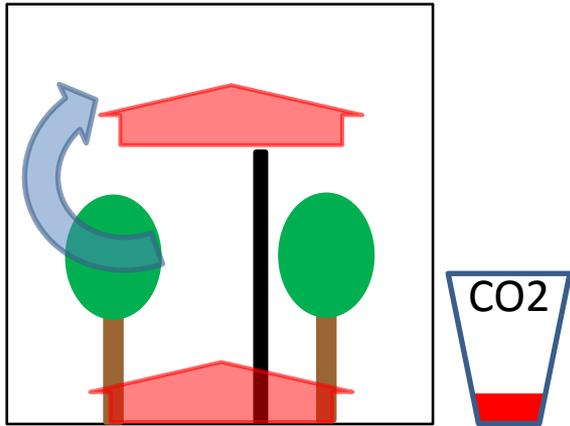
ALMACENAMIENTO (Sc) ejemplo: nocturno, verano.



Todos los ejemplos de aquí serán sobre CO₂.

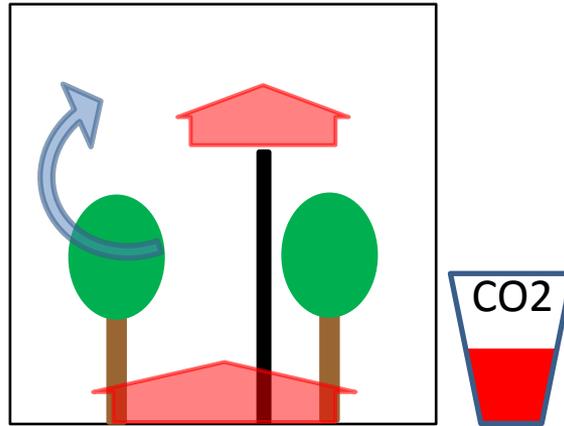
ALMACENAMIENTO (S_c) ejemplo: nocturno, verano.

I



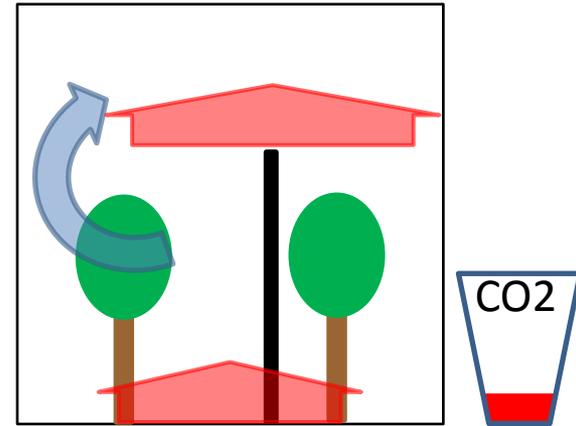
Alta turbulencia
(también el periodo anterior)

II



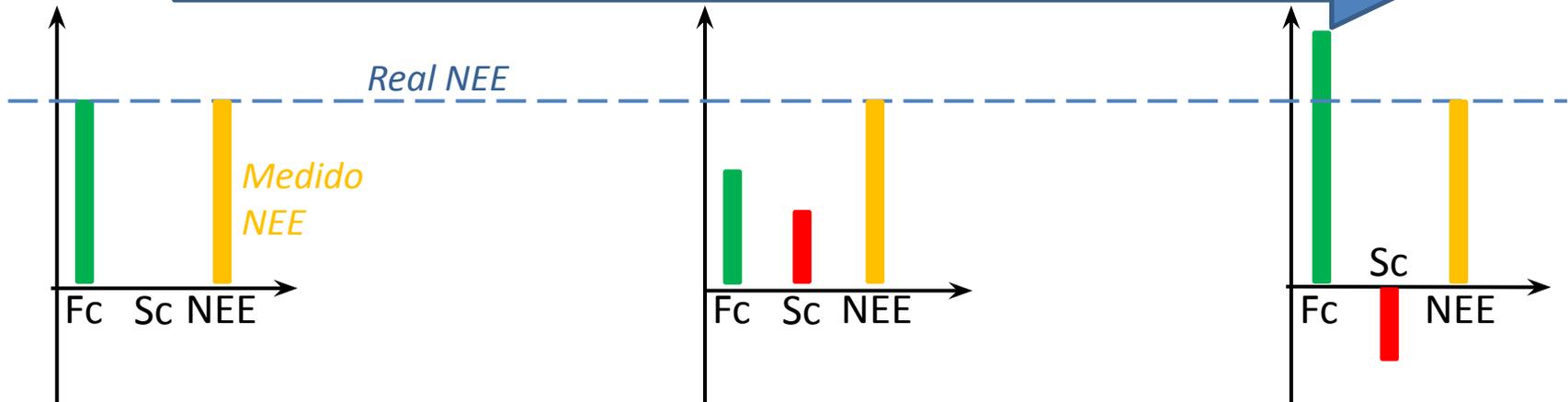
Baja turbulencia

III



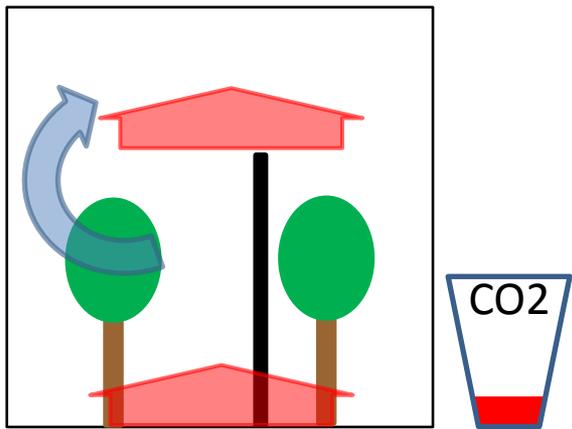
Alta turbulencia

TIEMPO (TRES MEDIAS HORAS)



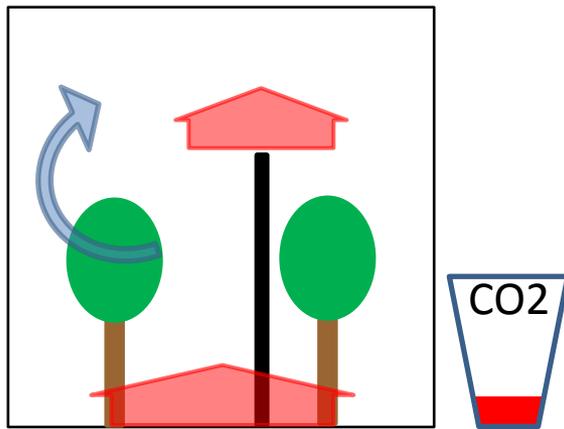
ADVECTION example: nighttime, summer.

I



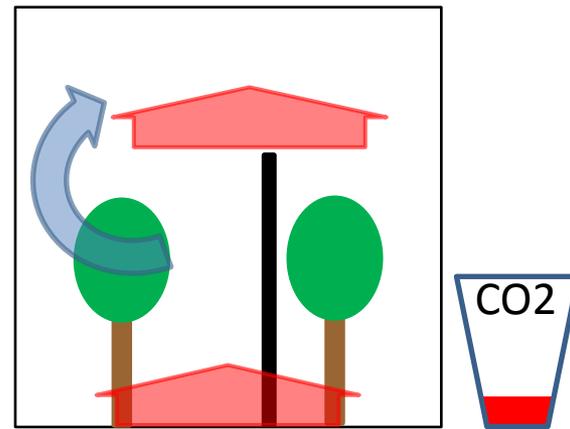
*Alta turbulencia
(también el periodo anterior)*

II



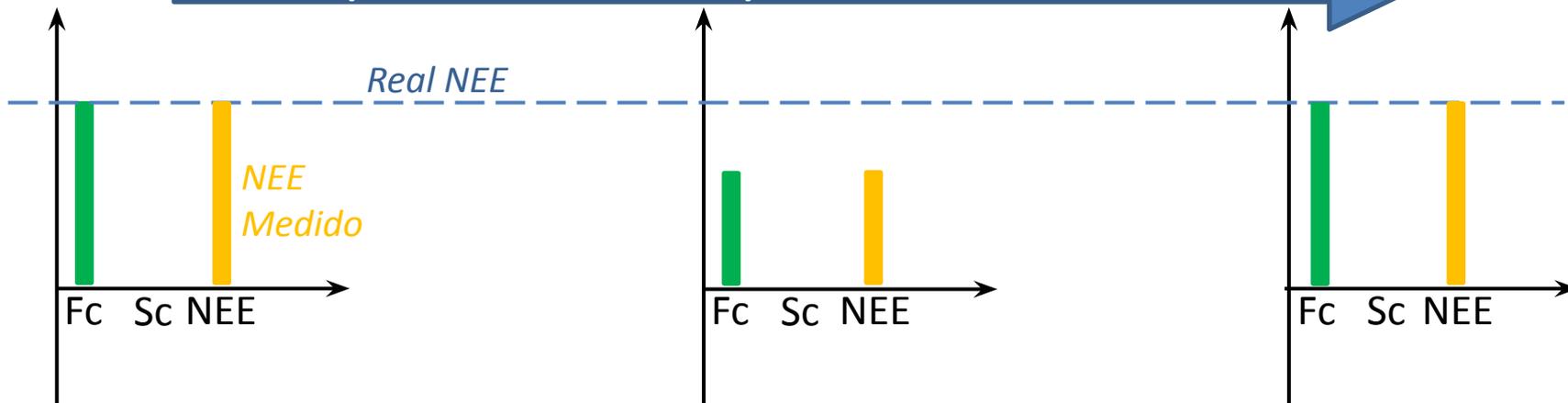
Baja turbulencia

III



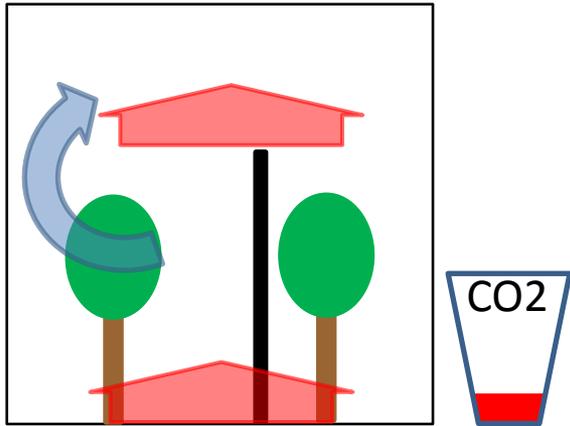
Alta turbulencia

TIEMPO (TRES MEDIAS HORAS)



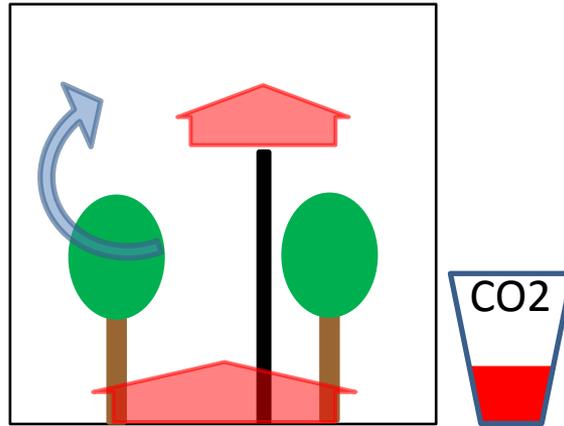
ALMACENAMIENTO + ADVECCIÓN ejemplo: nocturno, verano.

I



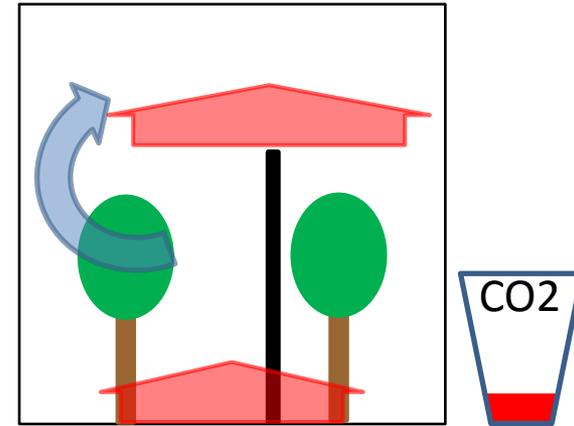
Alta turbulencia
(también el periodo anterior)

II



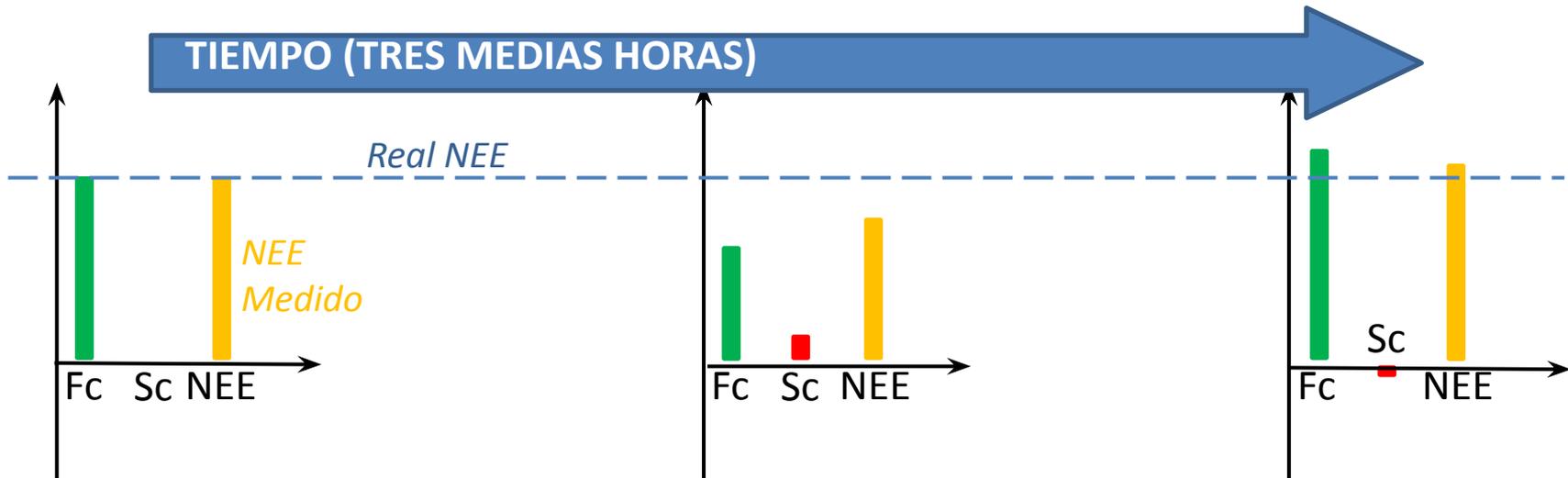
Baja turbulencia

III

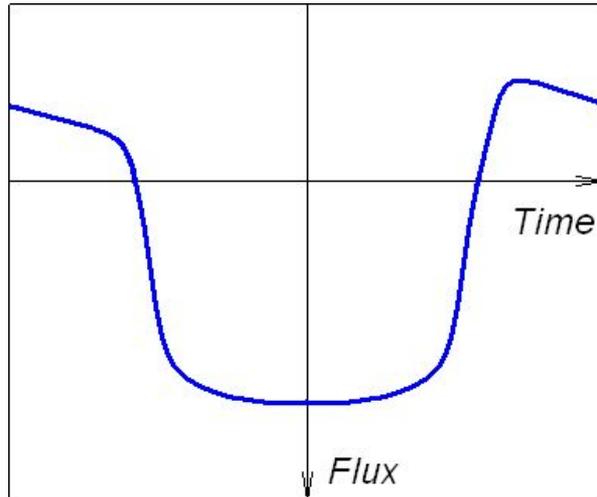


Alta turbulencia

TIEMPO (TRES MEDIAS HORAS)



Efectos del almacenamiento y la advección sobre el patrón diurno.



Evolución esperada del flujo biótico de un ecosistema con vegetación fotosintéticamente activa

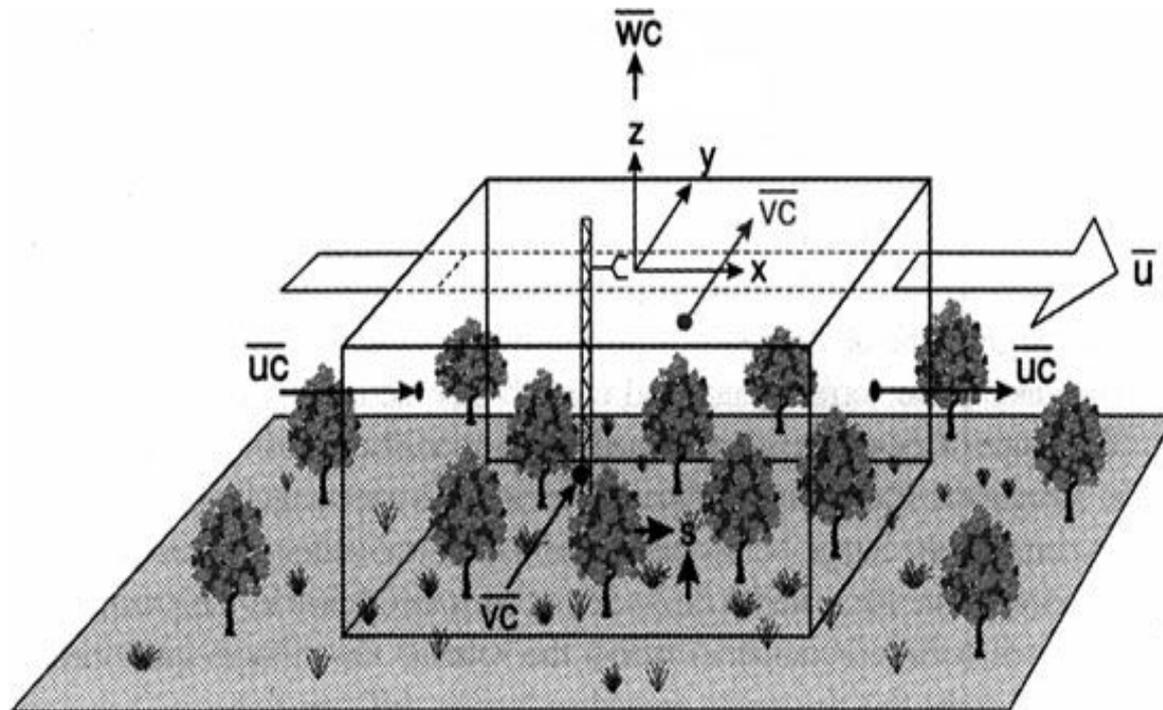
Sólo advección: el CO₂ respirado durante la noche es evacuado mediante transporte no turbulento. Respiración subestimada, no hay compensación.

Sólo almacenamiento: si durante la noche las turbulencias disminuyen, los flujos se subestiman y el almacenamiento aumenta. Las superficies rojas y verdes compensan (¡en una escala de tiempo diaria!)

Situación real en la mayoría de los casos: tanto el almacenamiento como el transporte no turbulento están presentes (las superficies roja y verde no compensan).

Medición de almacenamiento

Necesitamos medir las variaciones de concentración de CO₂ dentro de nuestra caja de referencia (Sc)

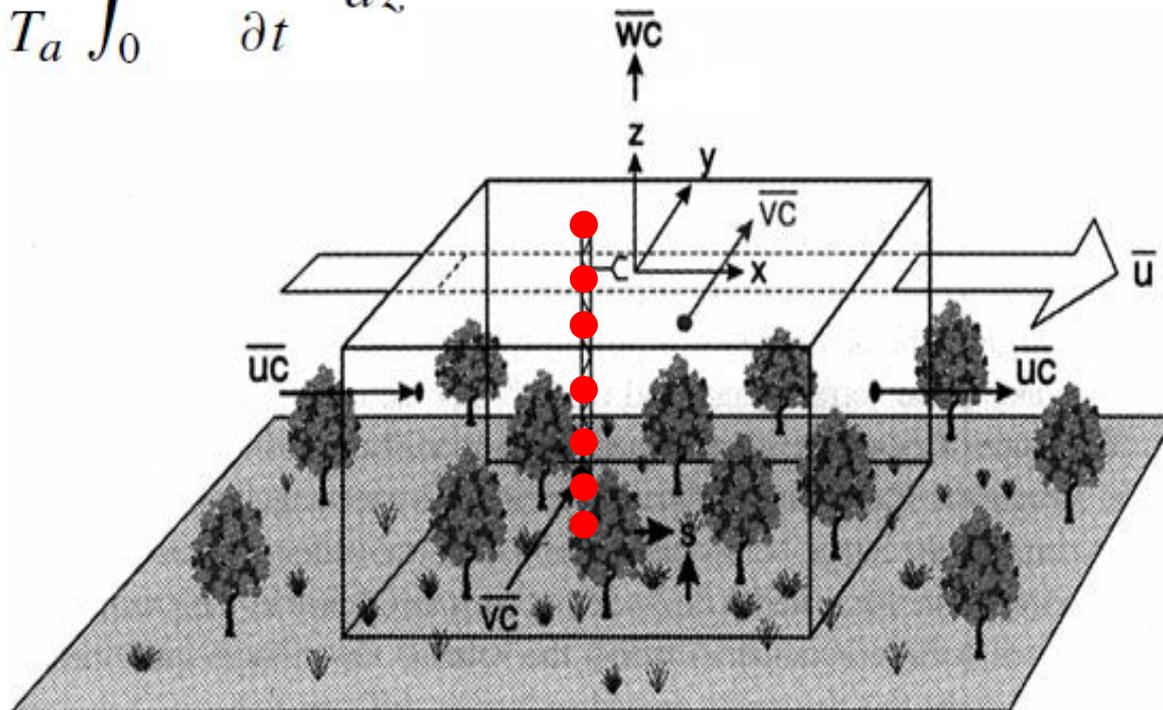


(Finnigan et al. 2003)

Medición de almacenamiento

Generalmente se calcula utilizando un perfil vertical de 5 o más puntos de medición de concentración en torres (distribución logarítmica, más densa cerca del suelo).

$$S_c = \frac{P_a}{R \cdot T_a} \int_0^h \frac{\partial c(z)}{\partial t} dz$$



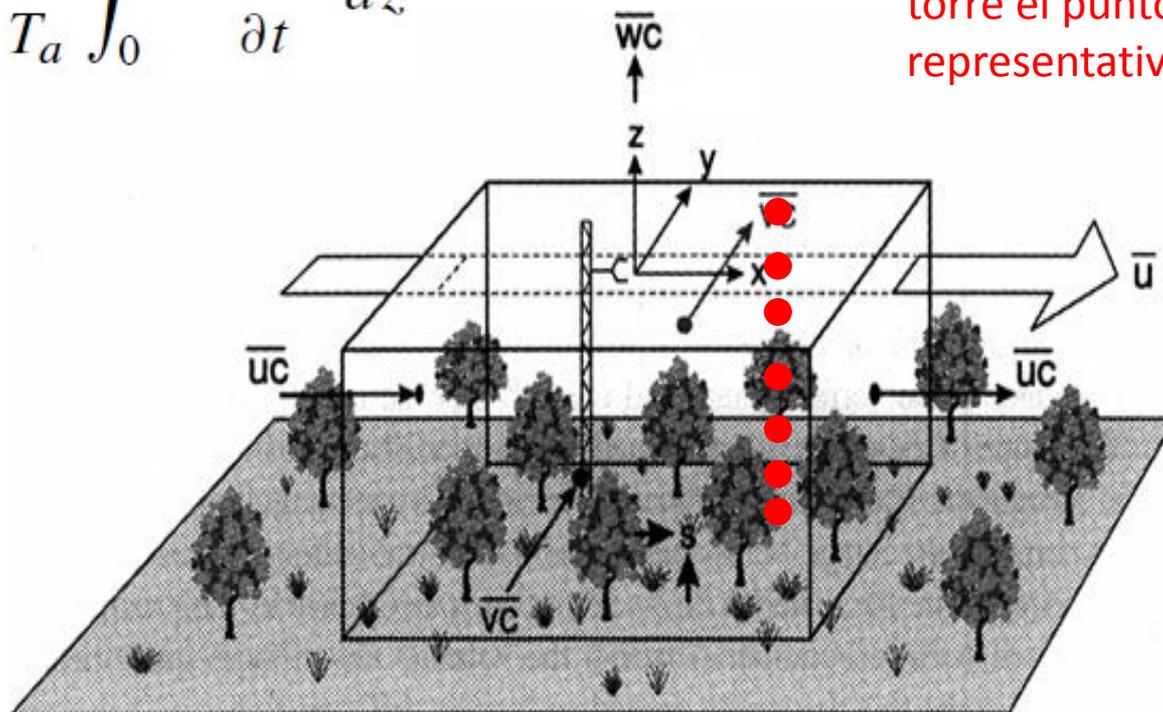
(Finnigan et al. 2003)

Medición de almacenamiento

Generalmente se calcula utilizando un perfil vertical de 5 o más puntos de medición de concentración en torres (distribución logarítmica, más densa cerca del suelo).

$$S_c = \frac{P_a}{R \cdot T_a} \int_0^h \frac{\partial c(z)}{\partial t} dz$$

¿Pero es la posición de la torre el punto más representativo?



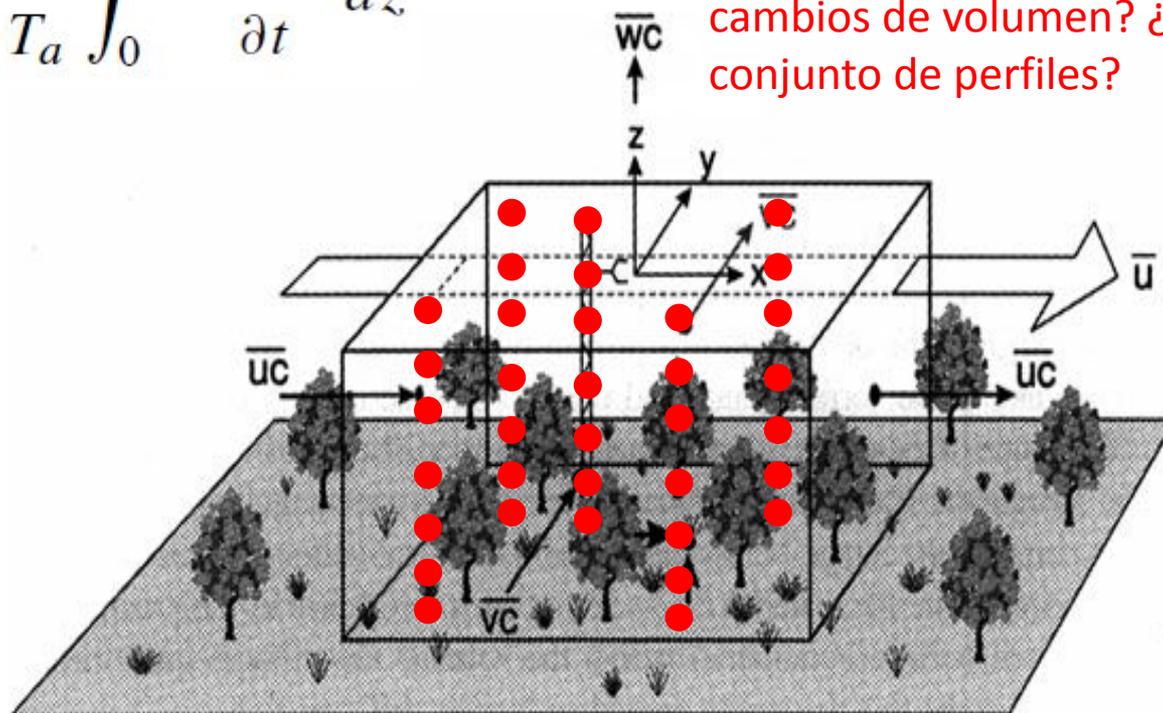
(Finnigan et al. 2003)

Medición de almacenamiento

Generalmente se calcula utilizando un perfil vertical de 5 o más puntos de medición de concentración en torres (distribución logarítmica, más densa cerca del suelo).

$$S_c = \frac{P_a}{R \cdot T_a} \int_0^h \frac{\partial c(z)}{\partial t} dz$$

¿Y existe un “punto representativo” donde un perfil vertical explique los cambios de volumen? ¿Necesitamos un conjunto de perfiles?



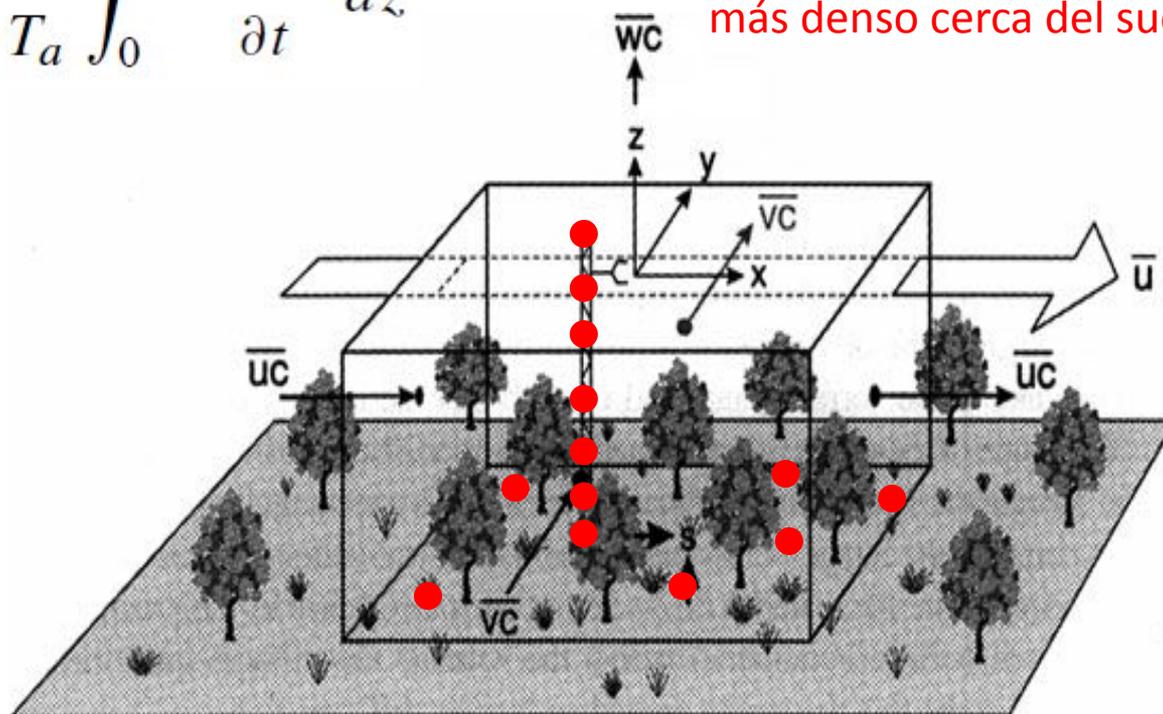
(Finnigan et al. 2003)

Medición de almacenamiento

Generalmente se calcula utilizando un perfil vertical de 5 o más puntos de medición de concentración en torres (distribución logarítmica, más densa cerca del suelo).

$$S_c = \frac{P_a}{R \cdot T_a} \int_0^h \frac{\partial c(z)}{\partial t} dz$$

O puede ser una solución de compromiso con un muestreo espacial más denso cerca del suelo...



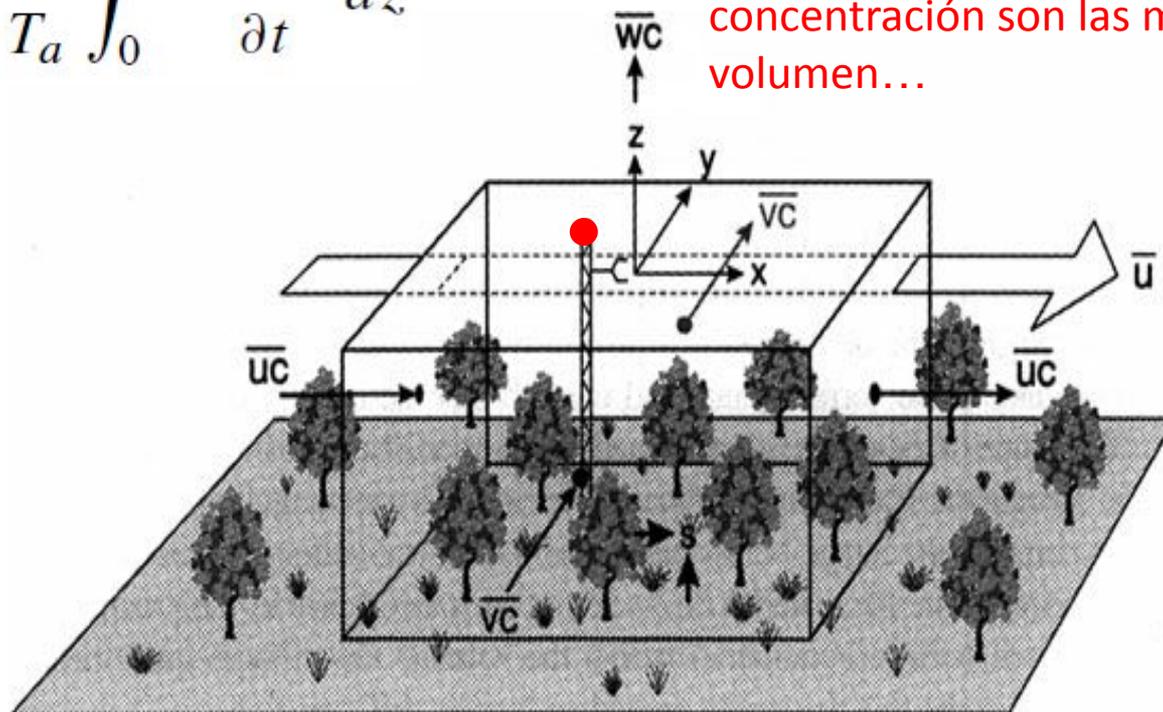
(Finnigan et al. 2003)

Medición de almacenamiento

Generalmente se calcula utilizando un perfil vertical de 5 o más puntos de medición de concentración en torres (distribución logarítmica, más densa cerca del suelo).

$$S_c = \frac{P_a}{R \cdot T_a} \int_0^h \frac{\partial c(z)}{\partial t} dz$$

O muy fácilmente solo un punto y asumimos que las variaciones de concentración son las mismas en el volumen...

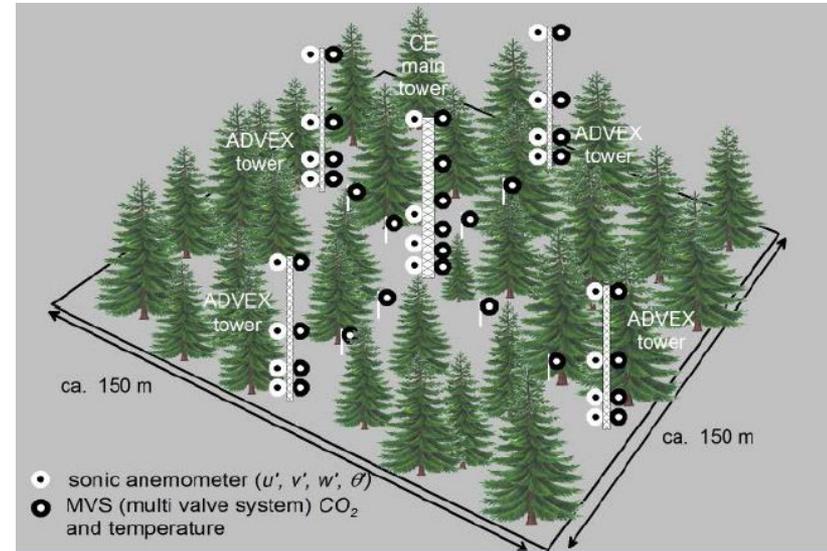


(Finnigan et al. 2003)

Medición de almacenamiento - Análisis

ADVEX dataset

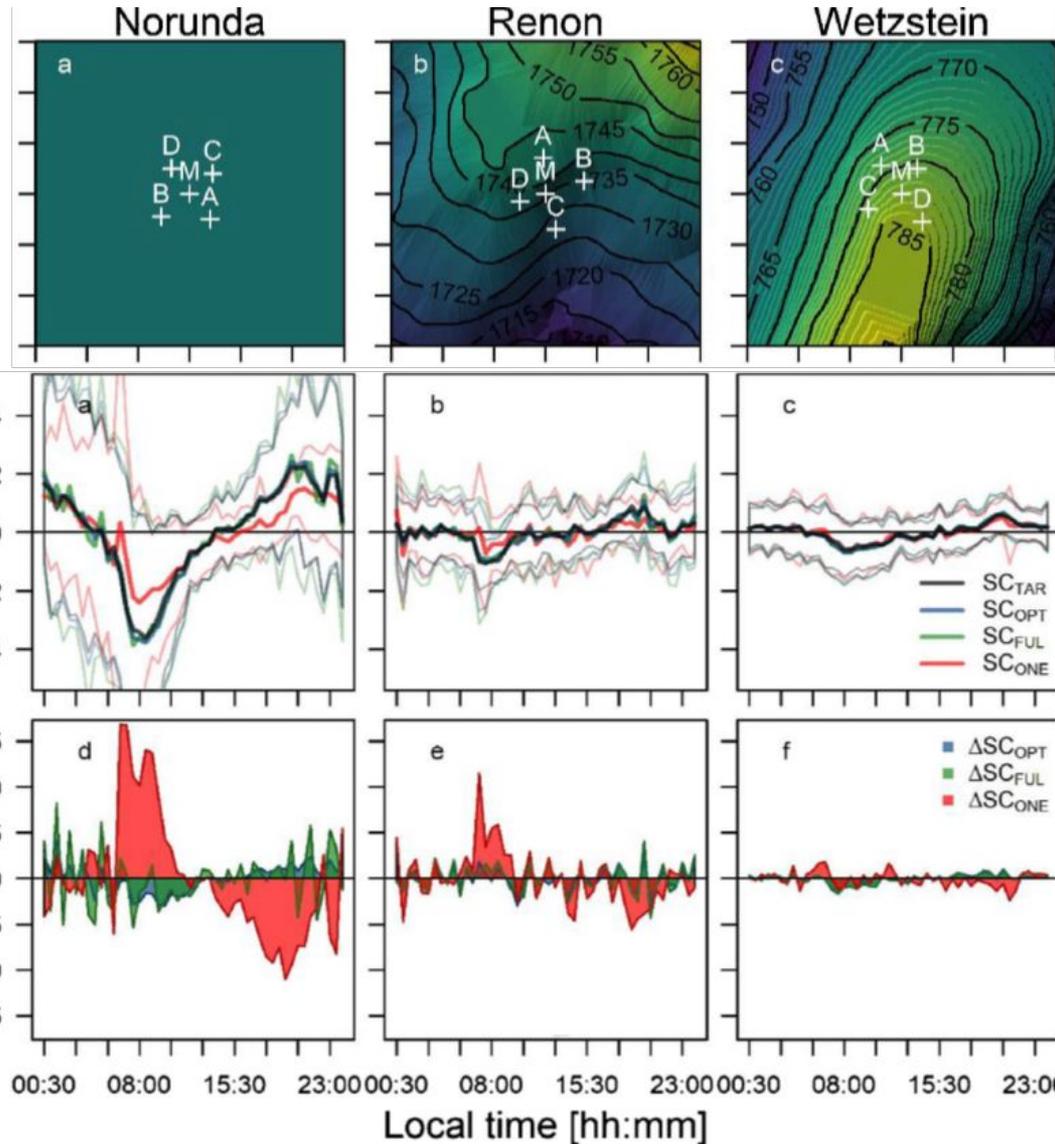
May-June 2006



Tres sitios con múltiples torres (para medir la advección, ver más adelante), todas con perfiles verticales y horizontales de CO₂

Estrategia de medición del flujo de almacenamiento

¿Qué importancia tiene medir correctamente el flujo de almacenamiento? ¿Y cuál es el mejor compromiso de configuración?



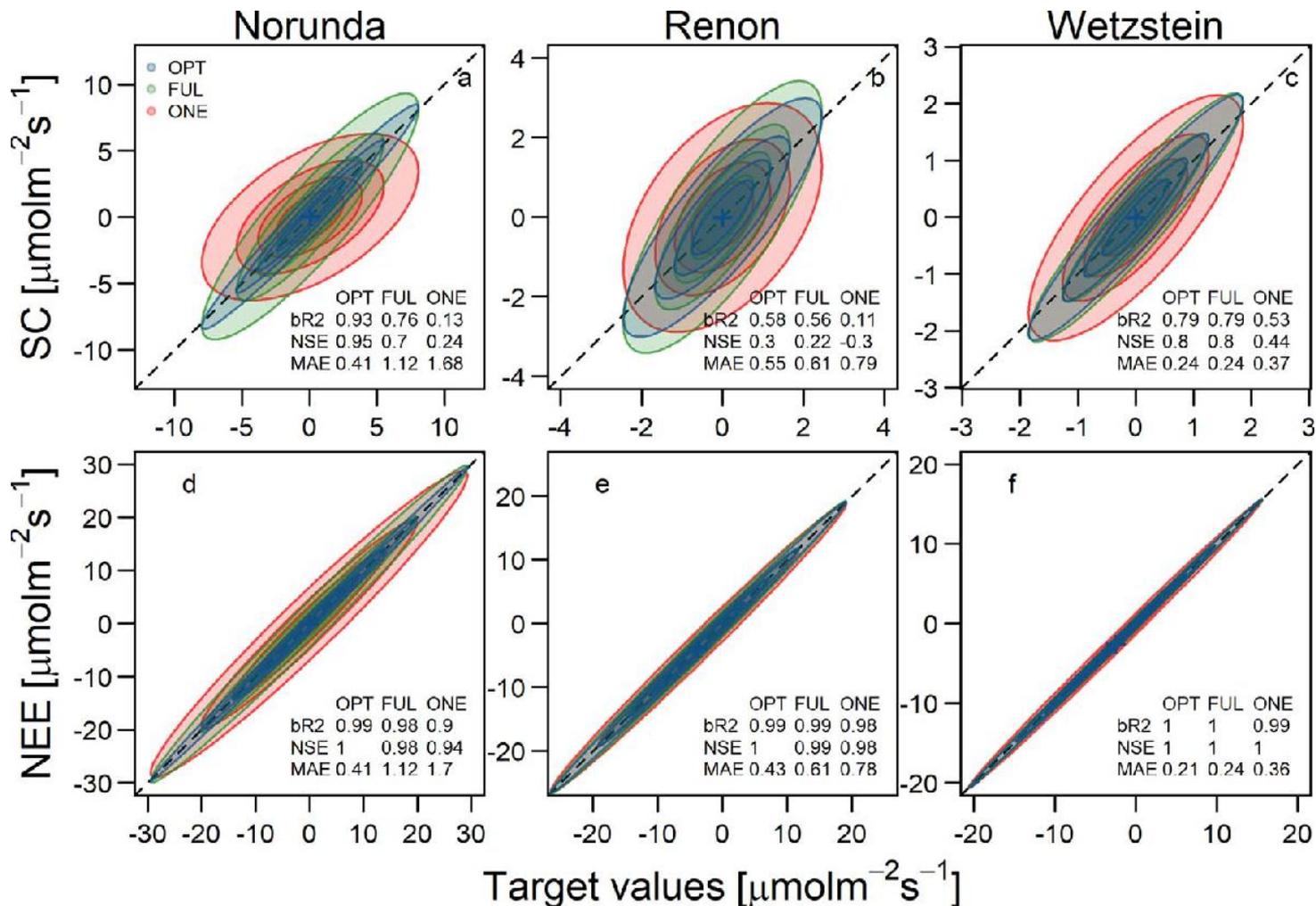
- = 5 perfiles para 5 niveles
- = 1 perfil + 4 puntos de terreno
- = 1 perfil
- = Sin perfil, un solo punto

Estrategia de medición del flujo de almacenamiento

■ = 1 perfil + 4 puntos de terreno

■ = 1 perfil

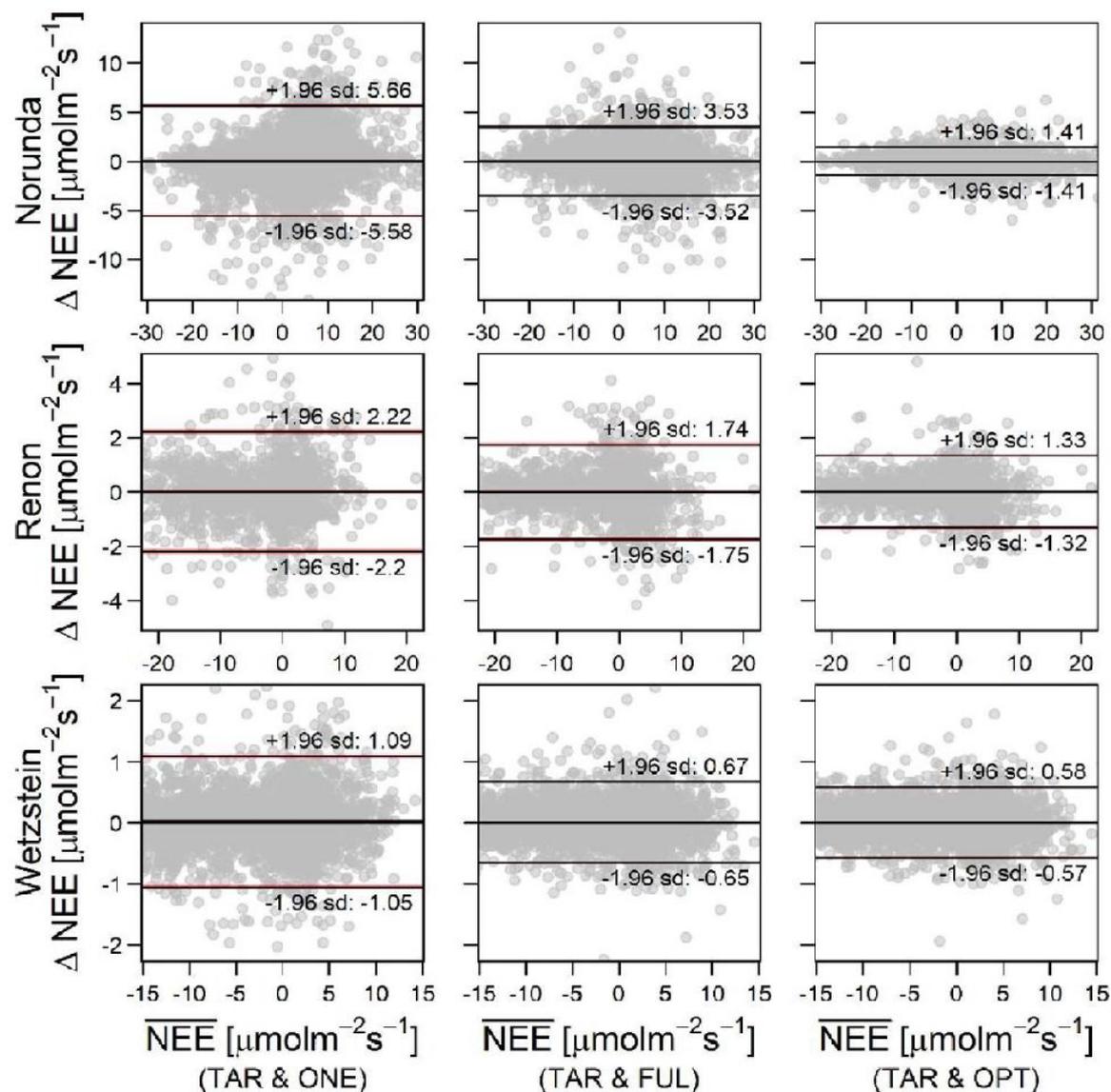
■ = Sin perfil, un solo punto



Estrategia de medición del flujo de almacenamiento

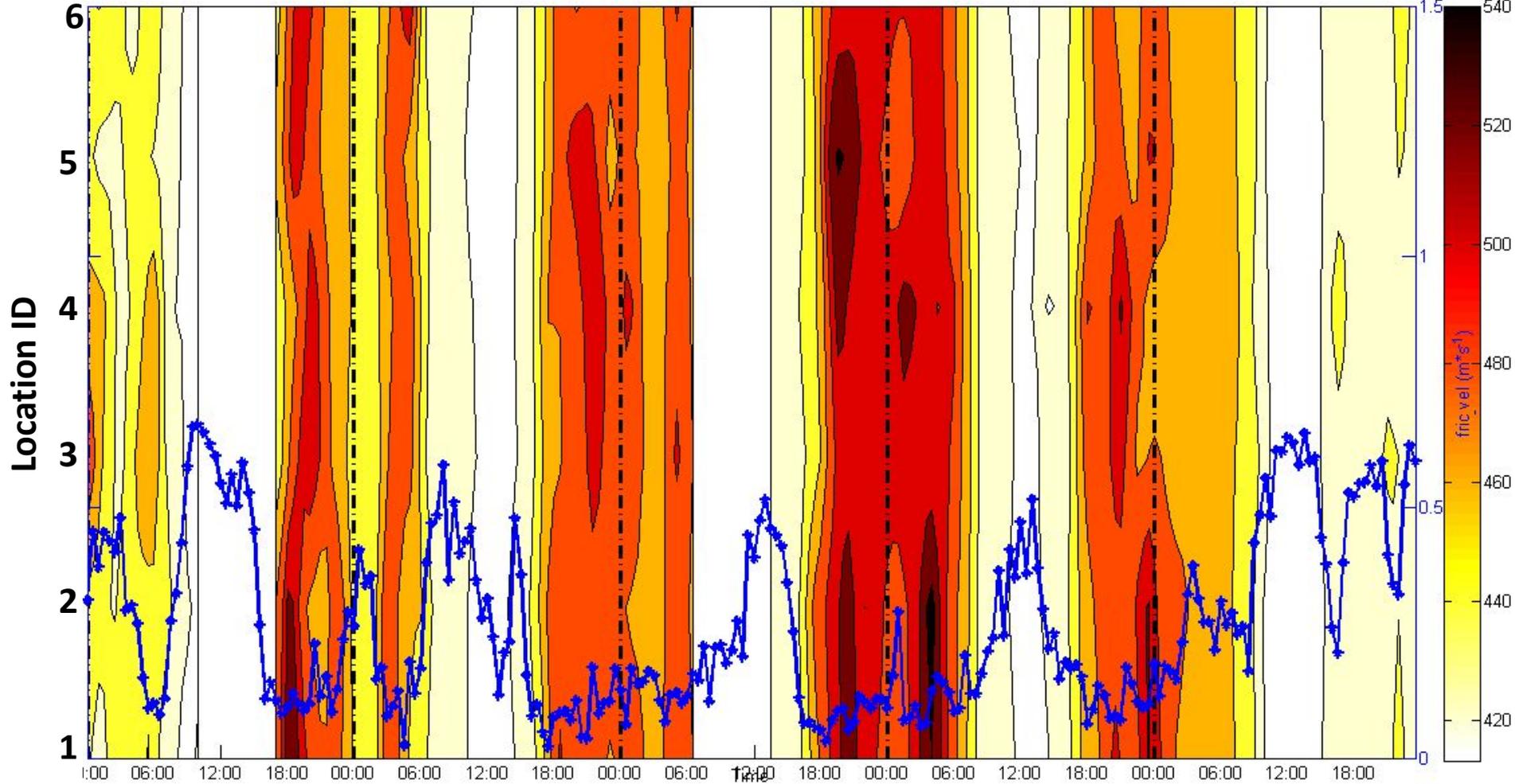
No es tan malo como se podría esperar, pero se necesita un perfil...

¿Existen situaciones en las que se pueda evitar?



Magnitud de almacenamiento y turbulencia.

OCT_16-20_horizontal_CO2



Evolución de la concentración durante 5 días en 6 localidades a lo largo de un transecto. En azul u^*

data: S. Sabbatini and H. van Asperen

Medición de advección...

Como se dijo, los datos de ADVEX se recopilaban para intentar medir y cuantificar directamente la advección, pero fue imposible debido a la gran dispersión (error aleatorio).



Agricultural and Forest Meteorology 150 (2010) 655–664

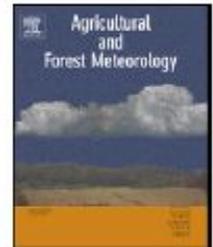
Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural and Forest Meteorology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agrformet



ELSEVIER



Direct advection measurements do not help to solve the night-time CO₂ closure problem: Evidence from three different forests

M. Aubinet^{a,*}, C. Feigenwinter^{a,b}, B. Heinesch^a, C. Bernhofer^c, E. Canepa^d, A. Lindroth^e,
L. Montagnani^{f,g}, C. Rebmann^h, P. Sedlakⁱ, E. Van Gorsel^j

Advección y filtrado Ustar.

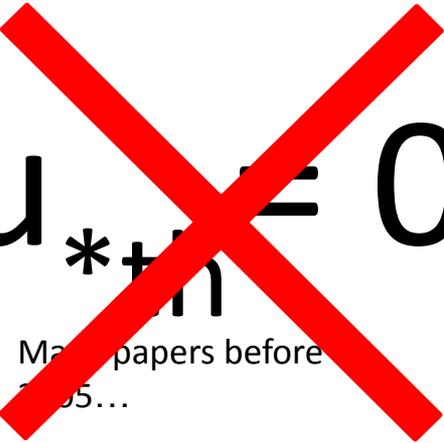
El método más utilizado y consolidado para tomar en consideración la componente de advección en los flujos es el filtrado ustar (aunque todavía es controvertido).

La idea general es identificar los datos que se ven potencialmente afectados por fenómenos de advección relevantes, eliminarlos y llenar los vacíos (si es necesario) en una etapa posterior.

Ustar es de hecho una variable que indica el nivel de turbulencia, entonces:

mayor ustar → mayor turbulence → mayores flujos turbulentos → menores flujos de advección

Necesitamos identificar un umbral de ustar que pueda usarse para definir los datos que debemos eliminar (todos los datos adquiridos cuando $ustar < ustar_threshold$)


$$u_{*th} = 0.2$$

Many papers before
2005...

El umbral de Ustar es específico del sitio, a menudo específico del año y debe estimarse a partir de los datos.

cálculo del umbral ustar

Supuestos generales e ideas:

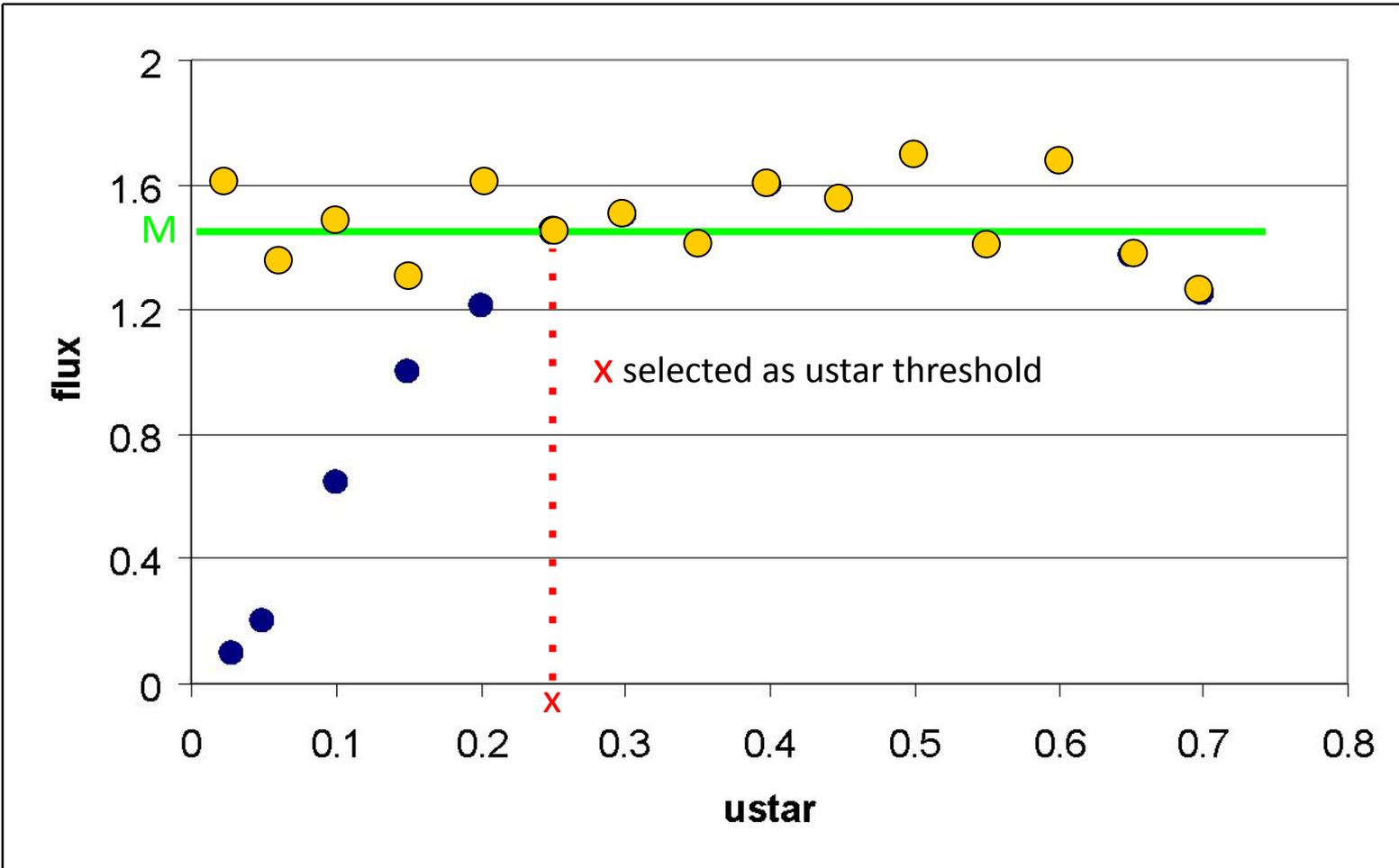
1. Durante la noche...
2. ...si la turbulencia es suficiente...
3. ...la respiración de los ecosistemas está controlada principalmente por la temperatura y el tiempo...
4. ...por lo que la turbulencia (ustar) no debería afectar la respiración...
5. ... Si hay advección, la respiración y el ustar ya no son independientes...
6. ...para que podamos comprobar la dependencia respiración-ustar

cálculo del umbral ustar

Supuestos generales e ideas:

1. Durante la noche...
 - **Seleccione solo datos nocturnos**
2. ...si la turbulencia es suficiente...
 - **USTAR**
3. ...la respiración de los ecosistemas está controlada principalmente por la temperatura y el tiempo...
 - **NEE para temperatura similar y estación similar**
4. ...por lo que la turbulencia (ustar) no debería afectar la respiración...
 - **NEE constante respecto a USTAR**
5. ... Si hay advección, la respiración y el ustar ya no son independientes...
 - **Relación directa USTAR-NEE**
6. ...para que podamos comprobar la dependencia respiración-ustar
 - **Encuentre dónde (qué USTAR) NEE se independiza**

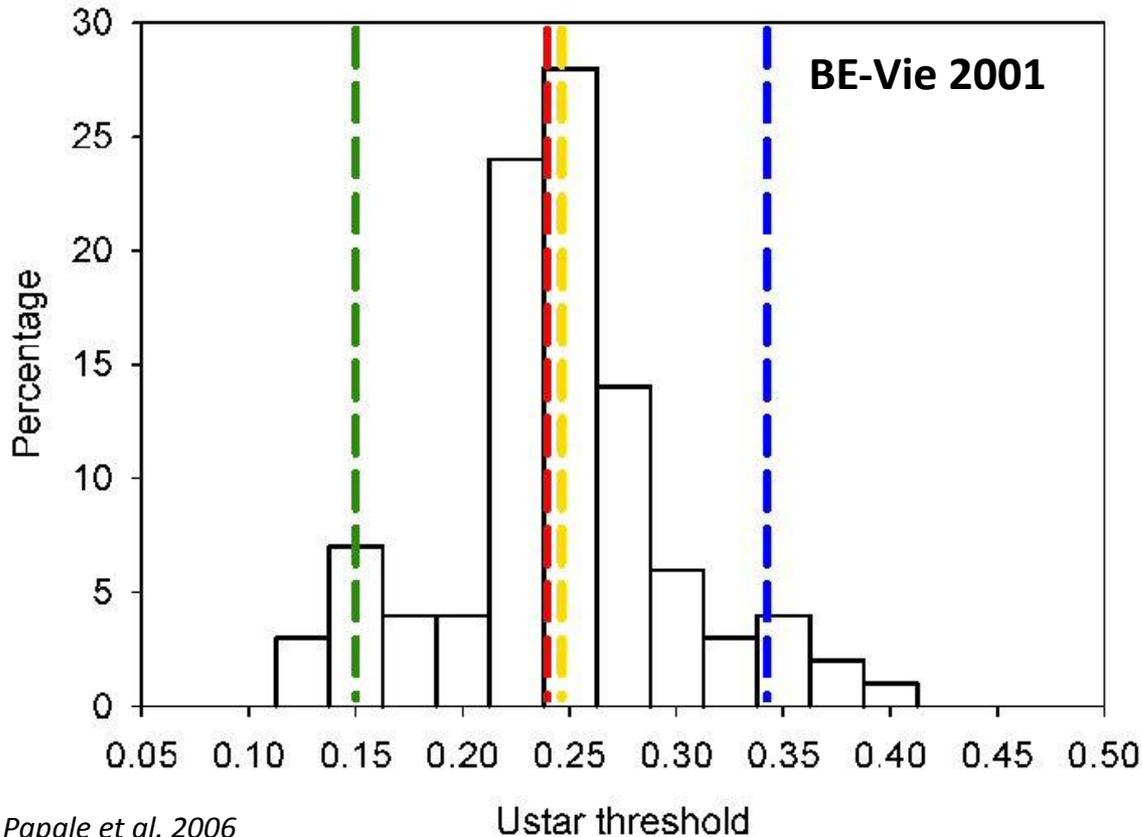
Selección de umbral de Ustar



Se puede realizar manualmente, aunque es mejor utilizar métodos objetivos, reproducibles y automáticos. Existen diferentes métodos (por ejemplo, Reichstein et al. 2005, Gu et al. 2005, Papale et al. 2007, Barr et al. 2010, Pastorello et al. 2020)

Incertidumbre del umbral de Ustar

Lo que también es importante es estimar una incertidumbre en el umbral encontrado. La técnica de bootstrapping es una opción que se puede utilizar.

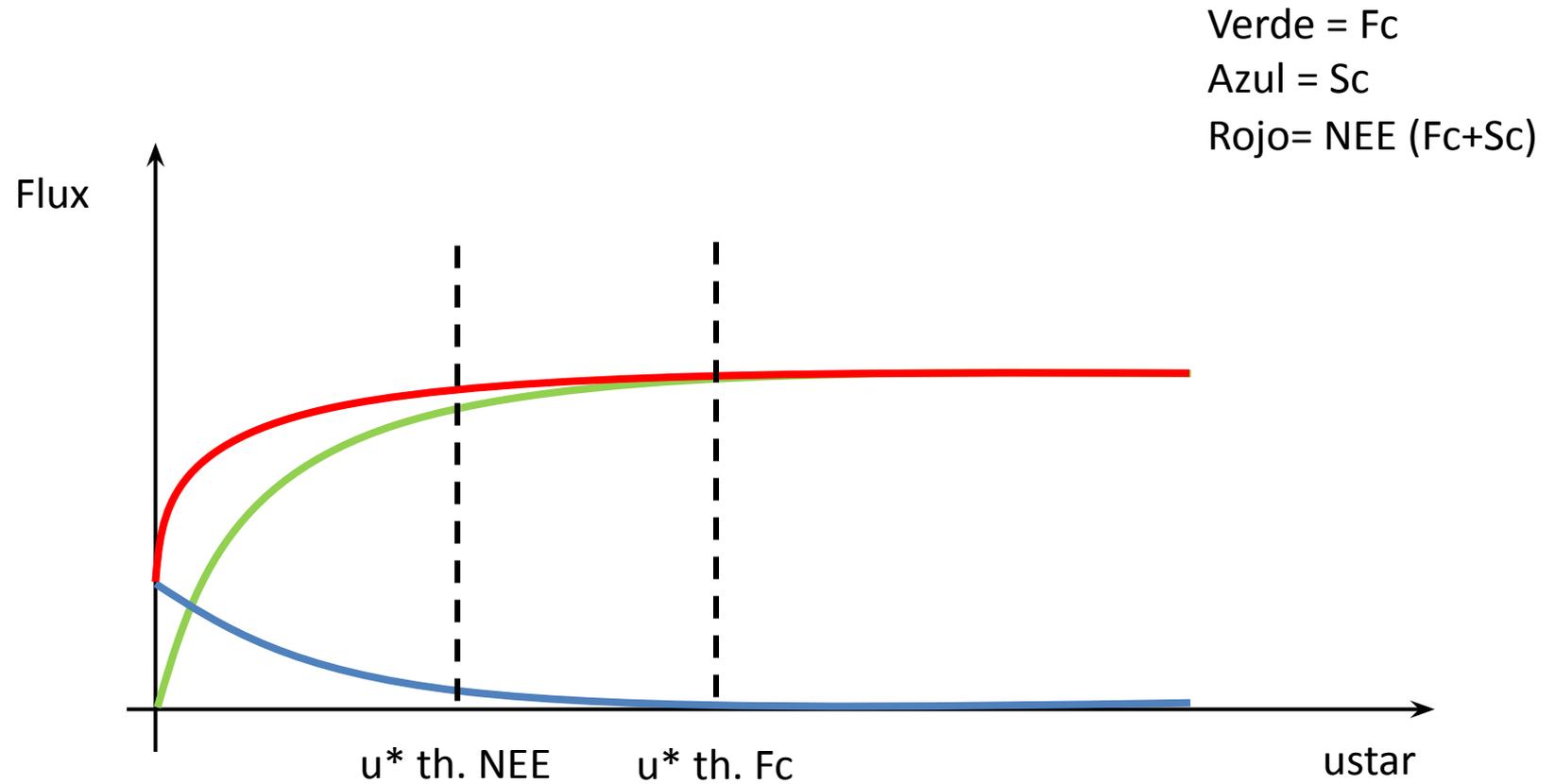


Papale et al. 2006

En el bootstrapping, se repite el análisis varias veces utilizando diferentes conjuntos de datos de bootstrapping : en cada paso del bootstrapping, el conjunto de datos completo se muestrea N veces (donde N = longitud del conjunto de datos), donde cada media hora se puede extraer varias veces.

Se seleccionan percentiles del 5%, mediana y 95% como umbrales u^* para evaluar las incertidumbres.

Umbral de almacenamiento y ustar



Entonces, primero la corrección de almacenamiento, luego el cálculo del umbral $ustar$.

Gap-filling de series de tiempo de flujos

Para que quede claro: gap-filling (llenar huecos) significa imputación, estimación de un valor faltante para obtener una serie de datos sin huecos.

A menudo se utiliza la palabra gap-filling para indicar todo el posprocesamiento de datos: esto no es correcto.

Gap-filling de series de tiempo de flujos

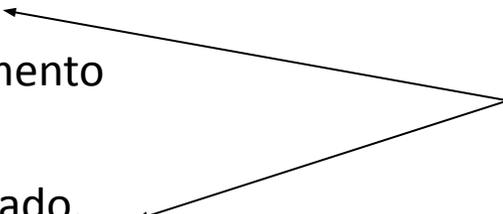
El filtrado Ustar elimina datos, a veces también una gran cantidad de datos. Estas lagunas se suman a otros periodos de datos faltantes causados por diferentes motivos.

¿Qué métodos para gap-filling están disponibles? ¿Necesito algo complejo?

¿De dónde vienen los huecos en los datos?

- Problemas de energía
- Problemas con el instrumento
- Calibraciones
- Pruebas de calidad y filtrado.

**NO DISTRIBUIDO
ALEATORIAMENTE**



Por esta razón no podemos simplemente calcular el promedio del período de integración.

Necesitamos otros métodos

Necesitamos llenar los 'huecos' en los datos?

Gap Filling No siempre es necesario, pero sí cuando necesitamos integrar a escalas diarias-anales.

APLICACION	GAPFILLING?
Relaciones funcionales	NO
Balances	SI
Parametrización de modelos	SI (si diario) / NO (si cada media hora)
Validación de modelos	SI/NO (resolución de tiempo de salida)
...	...

Cuales metodos de gap filling están disponibles?

NLR: regresiones no lineales

Basado en ecuaciones no lineales parametrizadas que expresan relaciones (semi)empíricas entre el flujo NEE y variables ambientales como la temperatura y la luz.

Normalmente una ecuación para GPP y una ecuación para Reco, parametrizadas utilizando los datos disponibles.

$$f(T) = \rho_1 \rho_2^{((1/T_{\text{ref}})-(1/T))} \quad \text{Arrhenius}$$

$$\text{GPP} = f(\text{PPFD}) = \frac{\beta_1 \text{PPFD}}{\text{PPFD} + \beta_2} \quad \text{Michaelis - Menten}$$

$$f(T) = \varphi_1 e^{\varphi_2/(\varphi_3-T)} \quad \text{Lloyd - Taylor}$$

$$f(T) = \frac{\alpha_1}{1 + e^{\alpha_2(\alpha_3-T)}} \quad \text{Logistic (Chen et al 1999)}$$

El parámetro de regresión puede ser constante durante períodos que varían de uno a dos meses.

$$f(D') = \gamma_1 + \gamma_2 \sin(D') + \gamma_3 \cos(D') + \gamma_4 \sin(2D') + \gamma_5 \sin(2D')$$

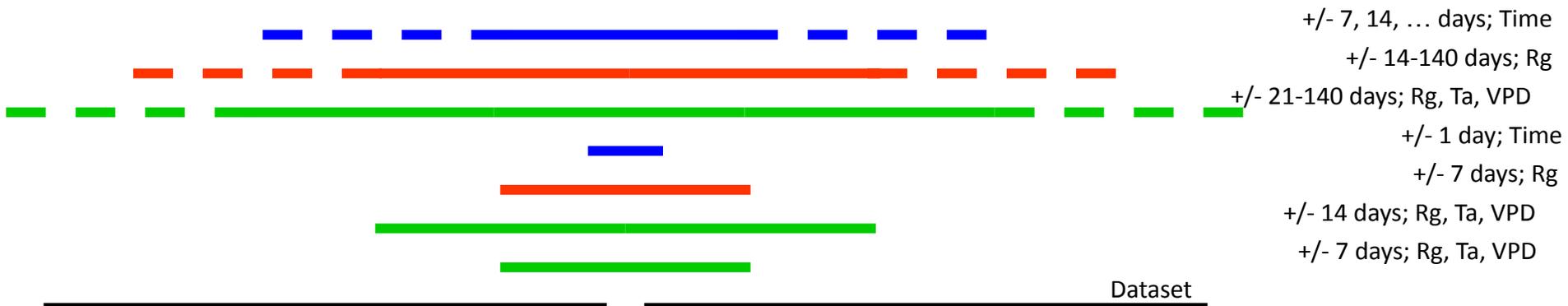
Seasonal dependence Second-order Fourier function (Hollinger et al 2004). $D'=2\pi \times \text{DoY}/366$

Cuales metodos de gap filling están disponibles?

LUT/MDS/SPM : Look-up Tables (tablas de consulta)

En una tabla de consulta, los datos de NEE se agrupan por variables como la luz y la temperatura que presentan condiciones meteorológicas similares, de modo que se pueda "buscar" un valor de NEE faltante con condiciones meteorológicas similares.

Los LUT estándar se basan en intervalos fijos, pero existen métodos mejorados como el muestreo de distribución marginal (MDS), donde el LUT se construye alrededor de la brecha con una dimensión y variables que tampoco son fijas.



MDV: Variación diurna media

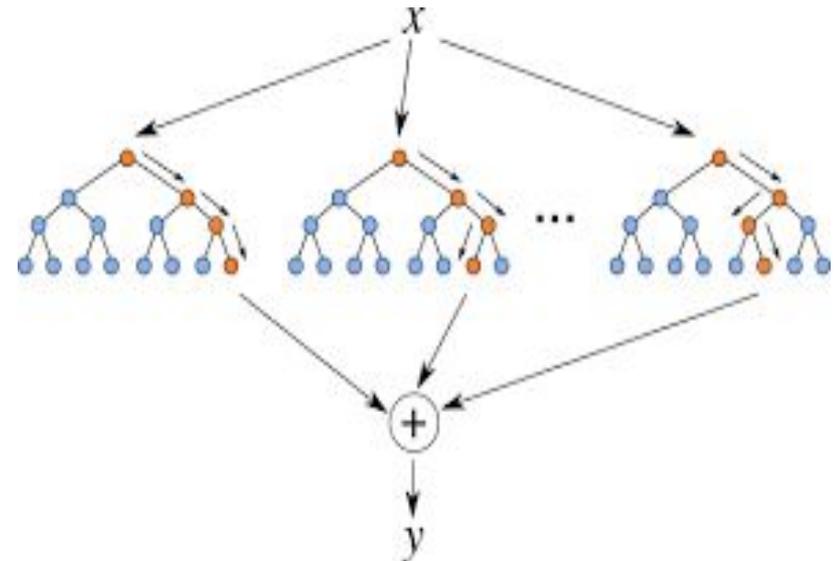
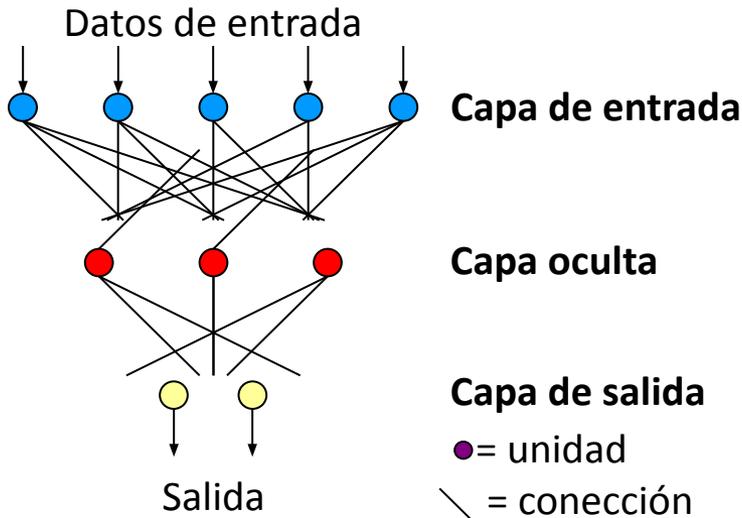
Técnica de interpolación donde el valor NEE faltante se reemplaza con el valor promedio de los días adyacentes exactamente a esa hora del día.

Cuales metodos de gap filling están disponibles?

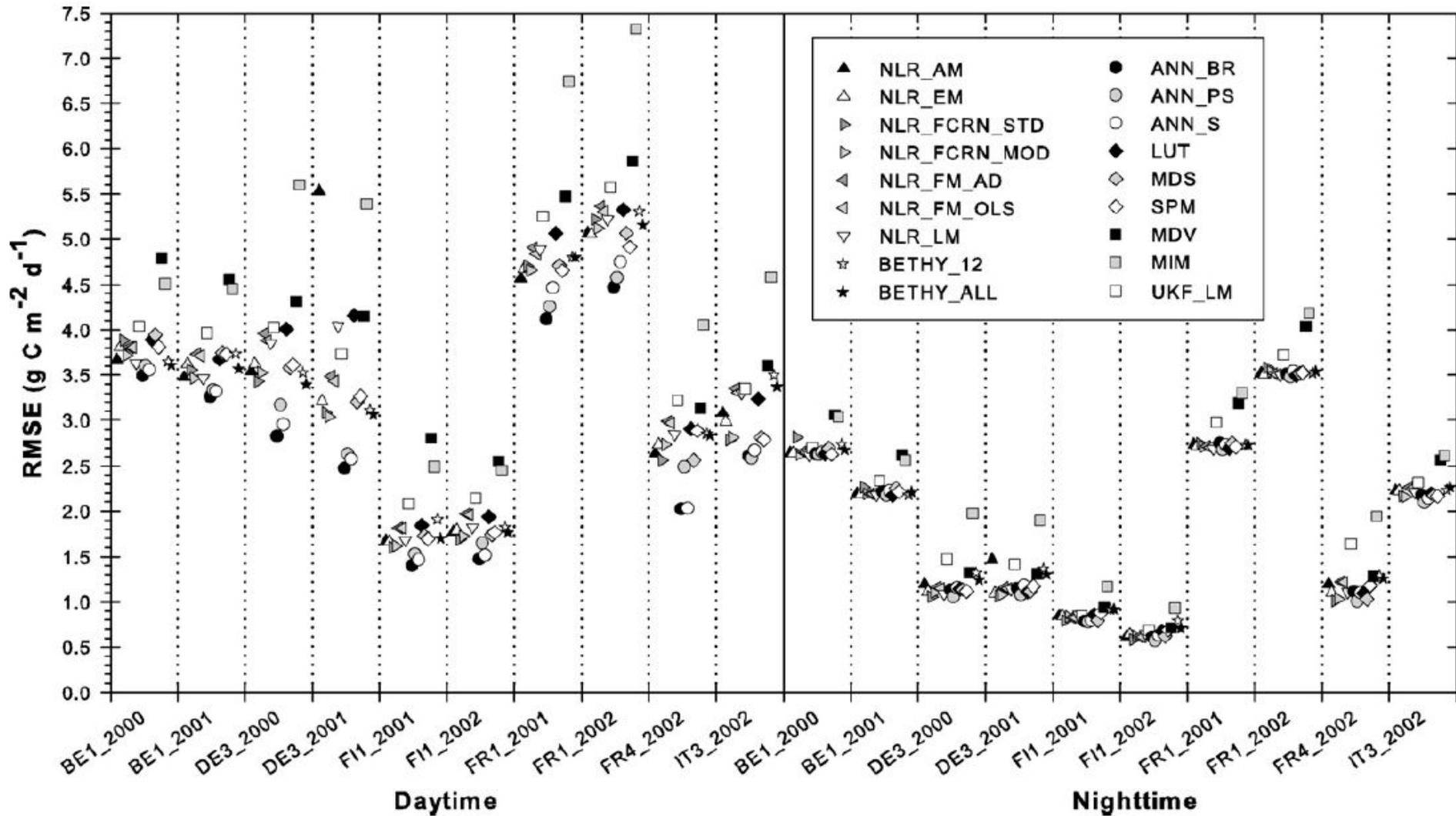
Machine learning

El aprendizaje automático son herramientas estadísticas, altamente flexibles y no lineales que se pueden utilizar para reproducir relaciones complejas desconocidas entre los forzantes y el objetivo (siempre que se seleccionen los forzantes correctos).

Se basan en conjuntos de datos de entrenamiento (con forzantes y variables objetivo) que se utilizan para parametrizar los modelos. Las redes neuronales artificiales y los bosques aleatorios son dos ejemplos de herramientas de aprendizaje automático muy utilizadas.

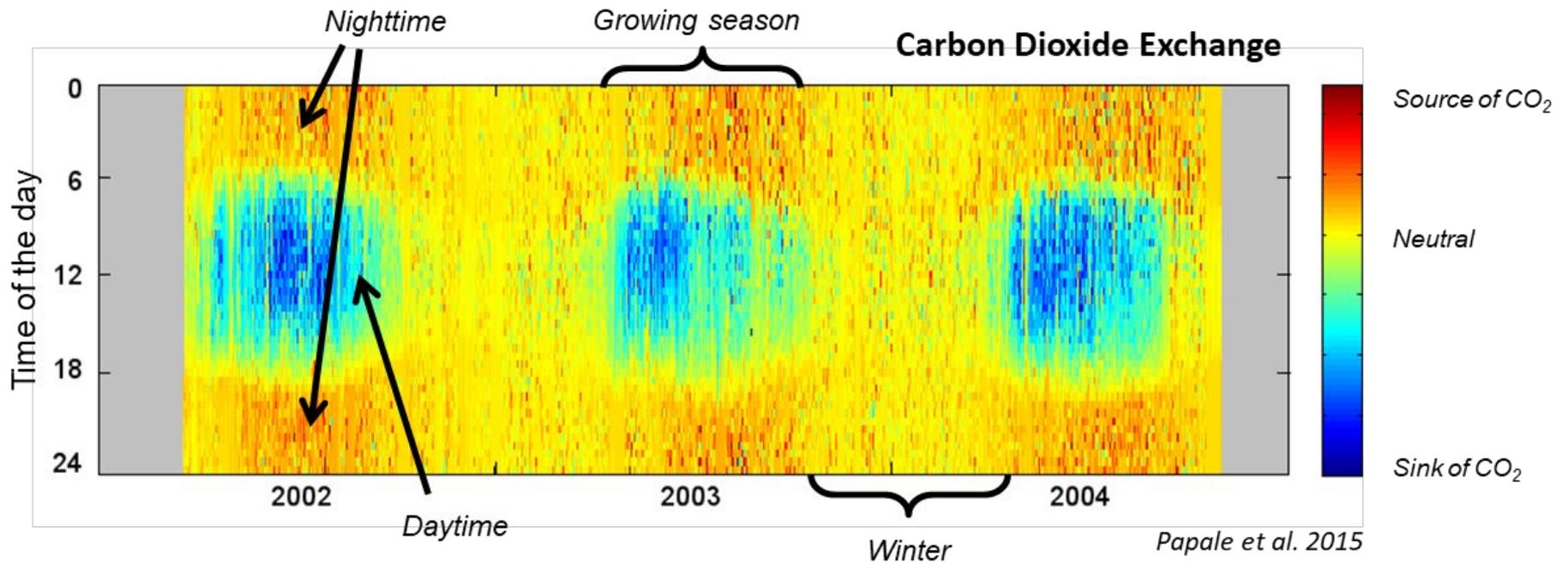


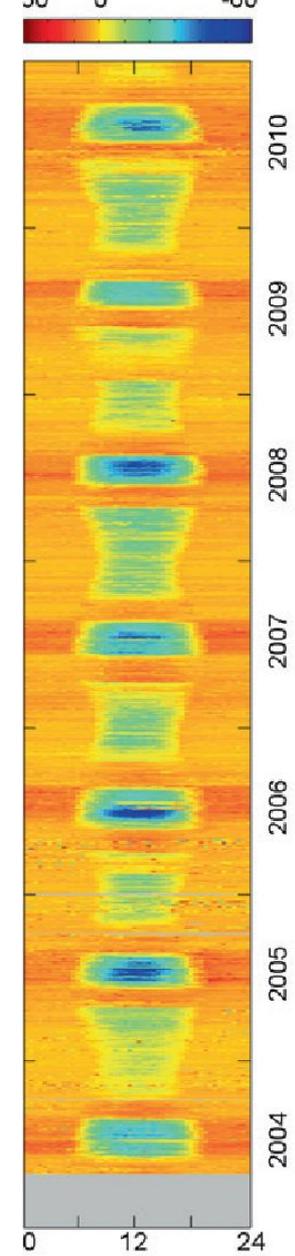
Gap Filling: la comparación de cómo llenar “huecos” (15 métodos diferentes)



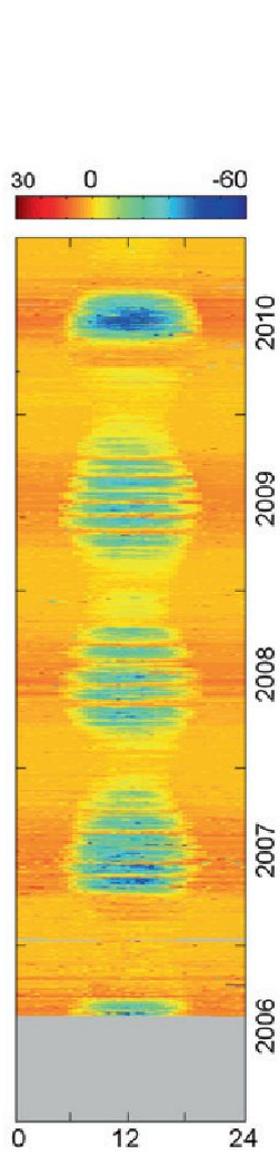
RMSE para diferentes sitios y diferentes métodos (50 escenarios)

Las tramas de huellas dactilares

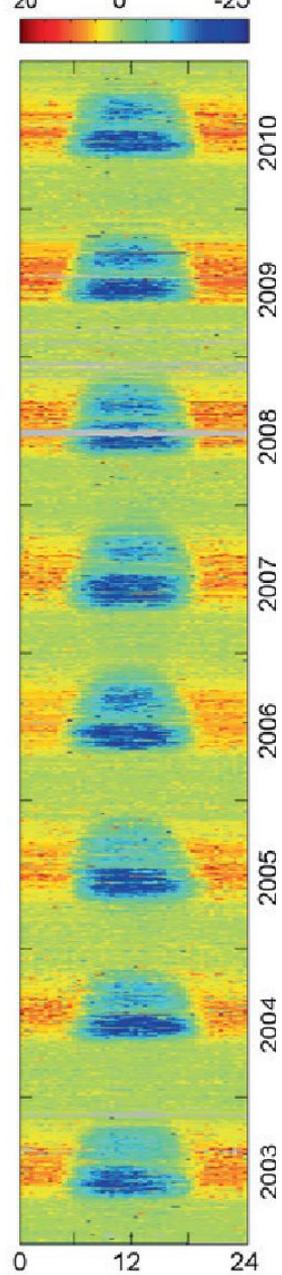




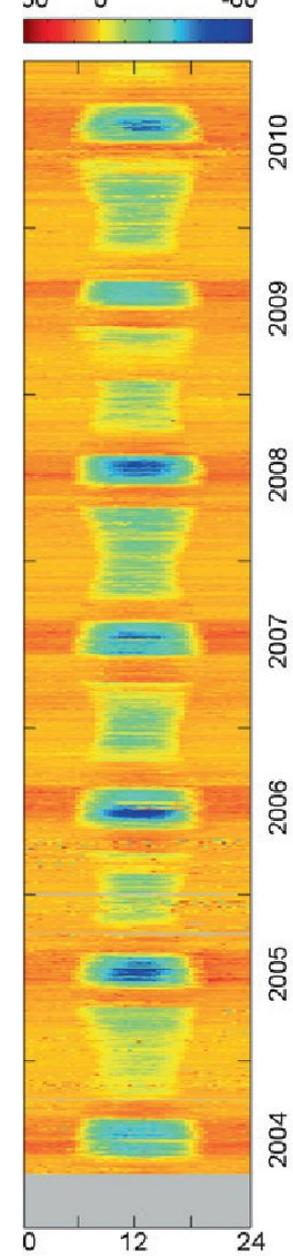
IT-BCi



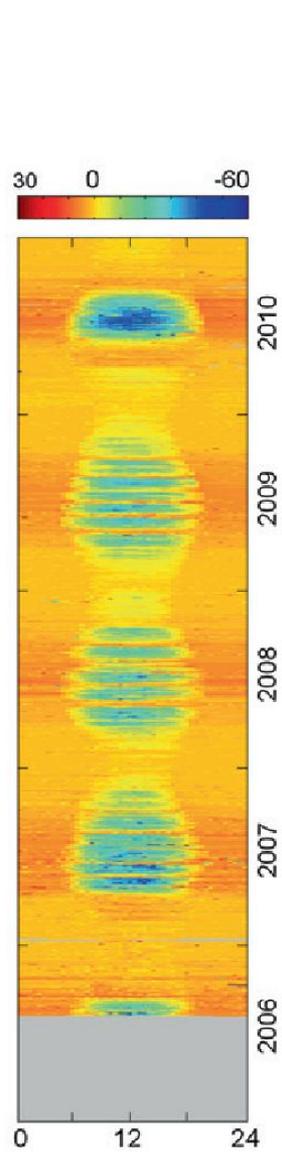
IT-Be2



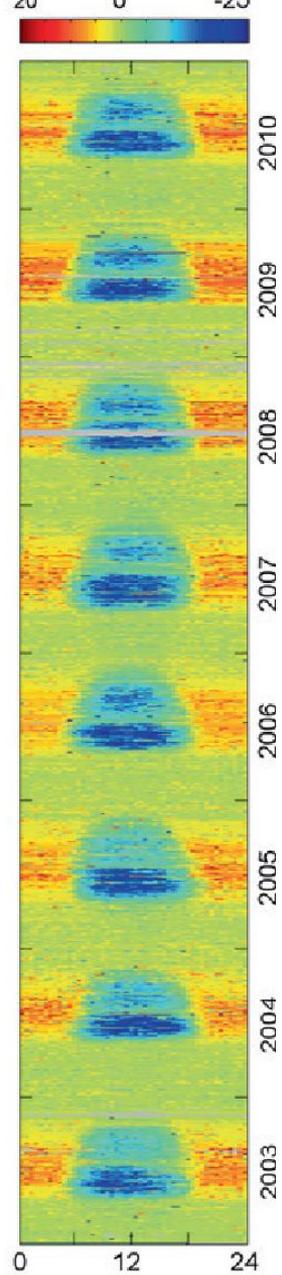
IT-MBo



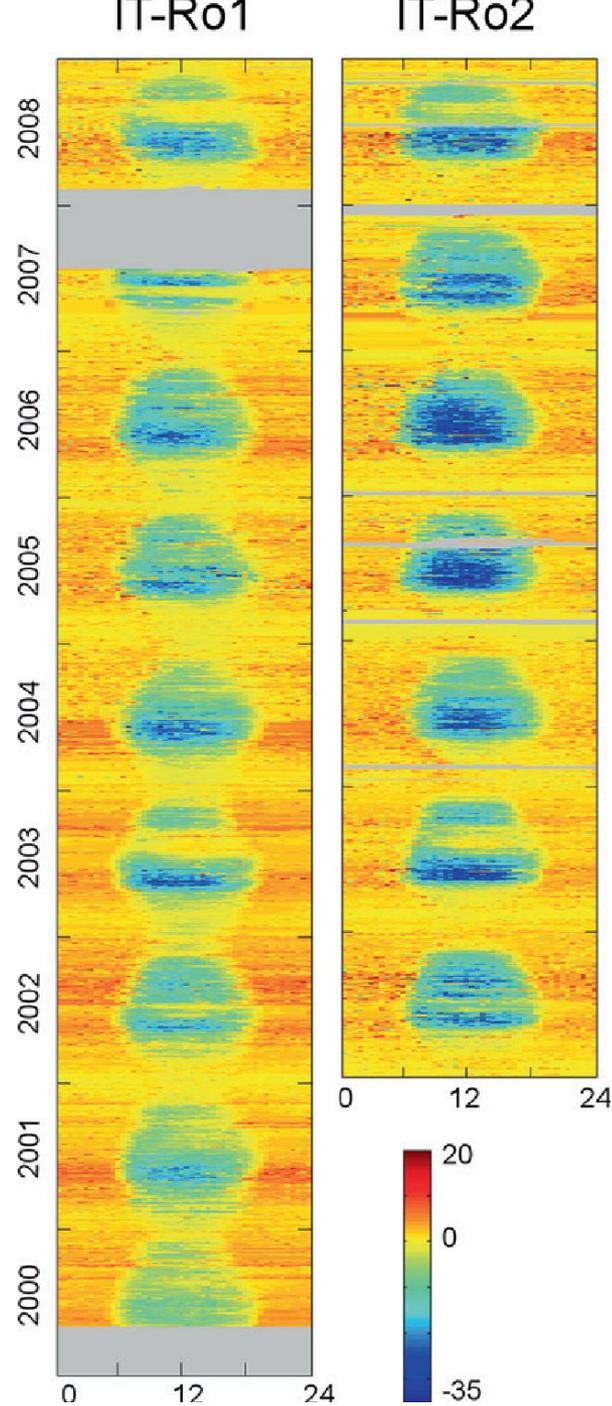
IT-BCi



IT-Be2



IT-MBo



IT-Ro1

IT-Ro2

Fraccionamiento (Partición)

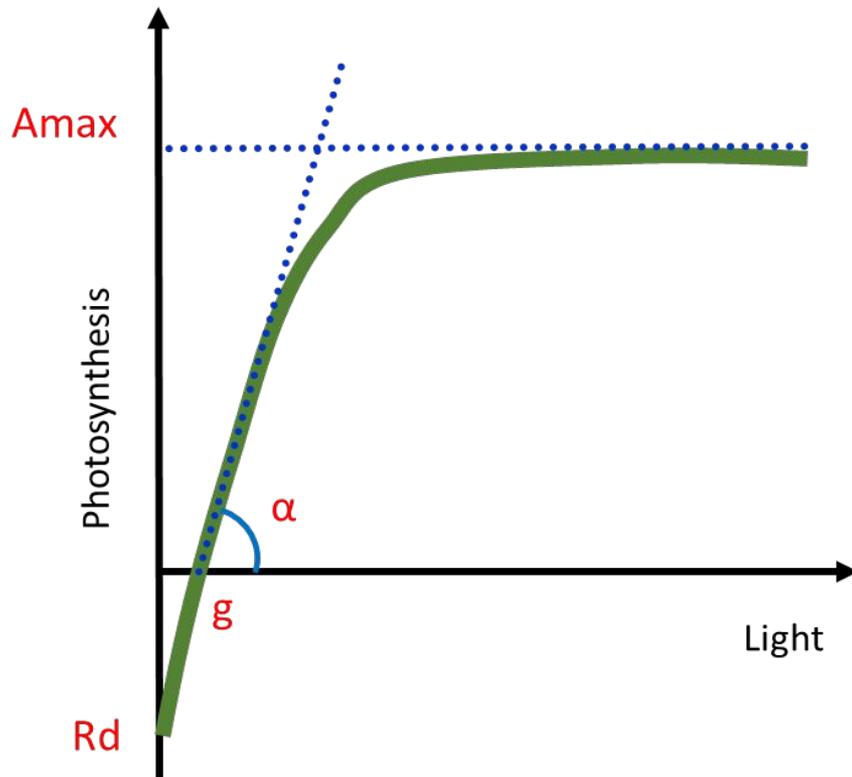
Estimación de RECO y GPP con Eddy Covariance

Con eddy covariance estamos midiendo NEE, pero utilizando métodos de partición es posible evaluar también los dos componentes principales, la fotosíntesis bruta (GPP) y la respiración del ecosistema (RECO).

Generalmente se utilizan dos enfoques principales:

- Basado en datos nocturnos, extrapolando el RECO medido de noche al día (Reichstein et al. 2005)
- A partir de datos diurnos, utilizando un modelo de dos componentes de NEE con curva de respuesta a la luz y función exponencial para la respiración (Lasslop et al. 2010)

Fotosíntesis y luz.



Amax = Asimilación Máxima

α = Eficiencia cuántica

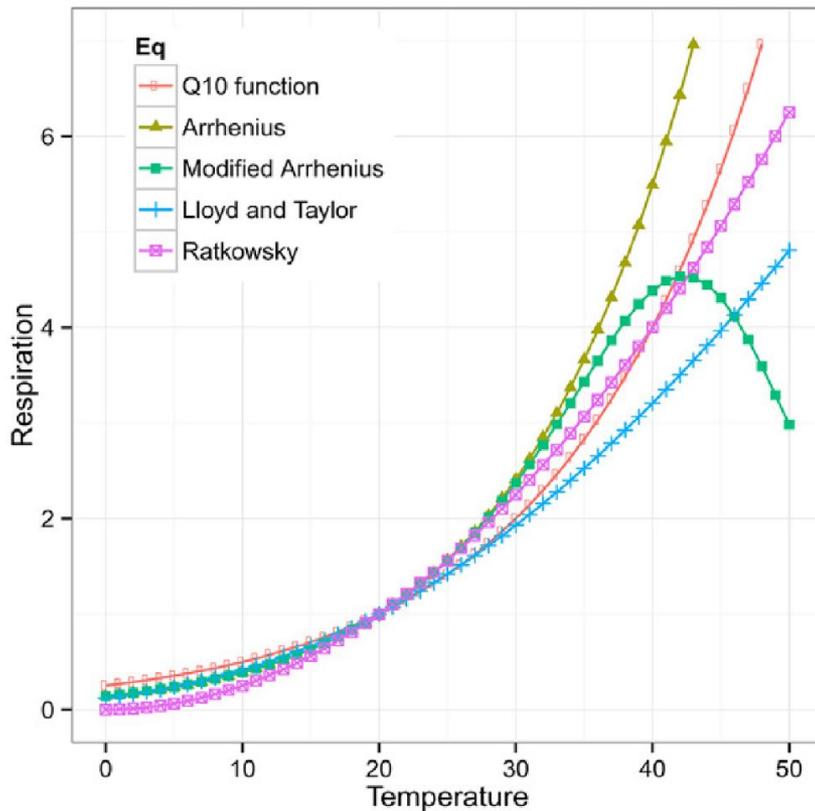
Rd = respiración basal de las hojas

g = punto de compensación

$$Phot = \frac{\alpha * PAR * Amax}{\alpha * PAR + Amax}$$

Michaelis - Menten
1913

Efecto de la temperatura en la respiración.



Diferentes modelos propuestos para la relación temperatura-respiración.

Lloyd and Taylor (1994):

$$R_{\text{eco}} = R_{\text{ref}} e^{E_0(1/(T_{\text{ref}} - T_0) - 1/(T - T_0))}$$

R_{eco} = respiración del ecosistema

R_{ref} = respiración a temperatura de referencia,

T_{ref}

E_0 = energía de activación

T_{ref} = Temperatura de referencia

T_0 = -42.06 °C

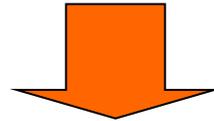
Método nocturno

$$R_{\text{eco}} = R_{\text{ref}} E_0 \left(\frac{1}{(T_{\text{ref}} - T_0)} - \frac{1}{(T - T_0)} \right)$$

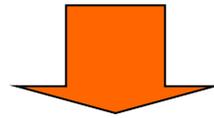
$$T_0 = -46.02 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(Lloyd & Taylor, 1994)

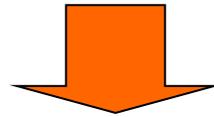
$$T_{\text{ref}} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Mediciones de eddy covariance nocturnas



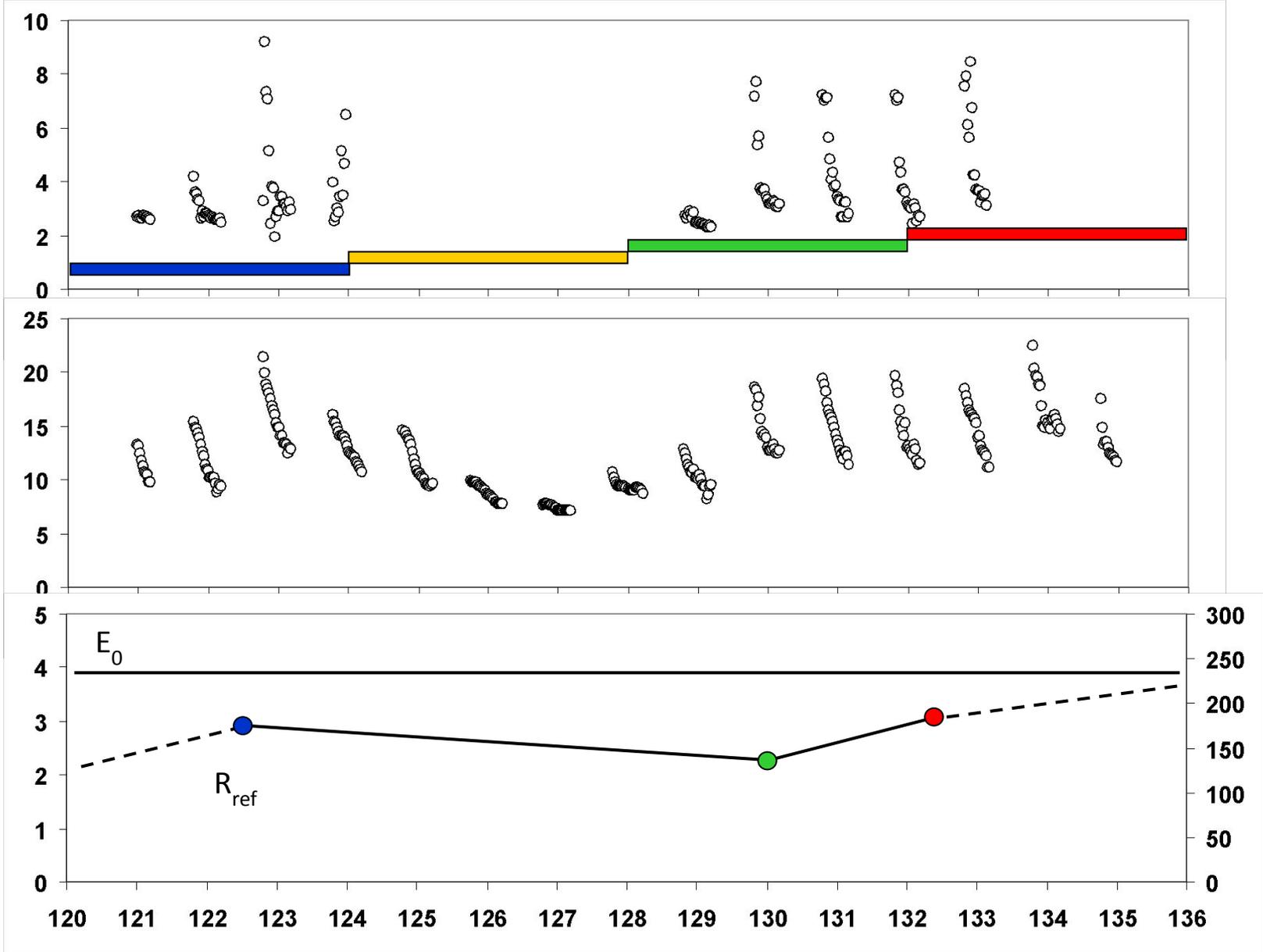
Estimación de E_0 (sensibilidad a la temperatura) y R_{ref}



Primero estima E_0 entonces R_{ref} ambos desde ventanas de tiempo cortas

Método nocturno

Estimación del nivel de respiración independiente de la temperatura R_{ref}



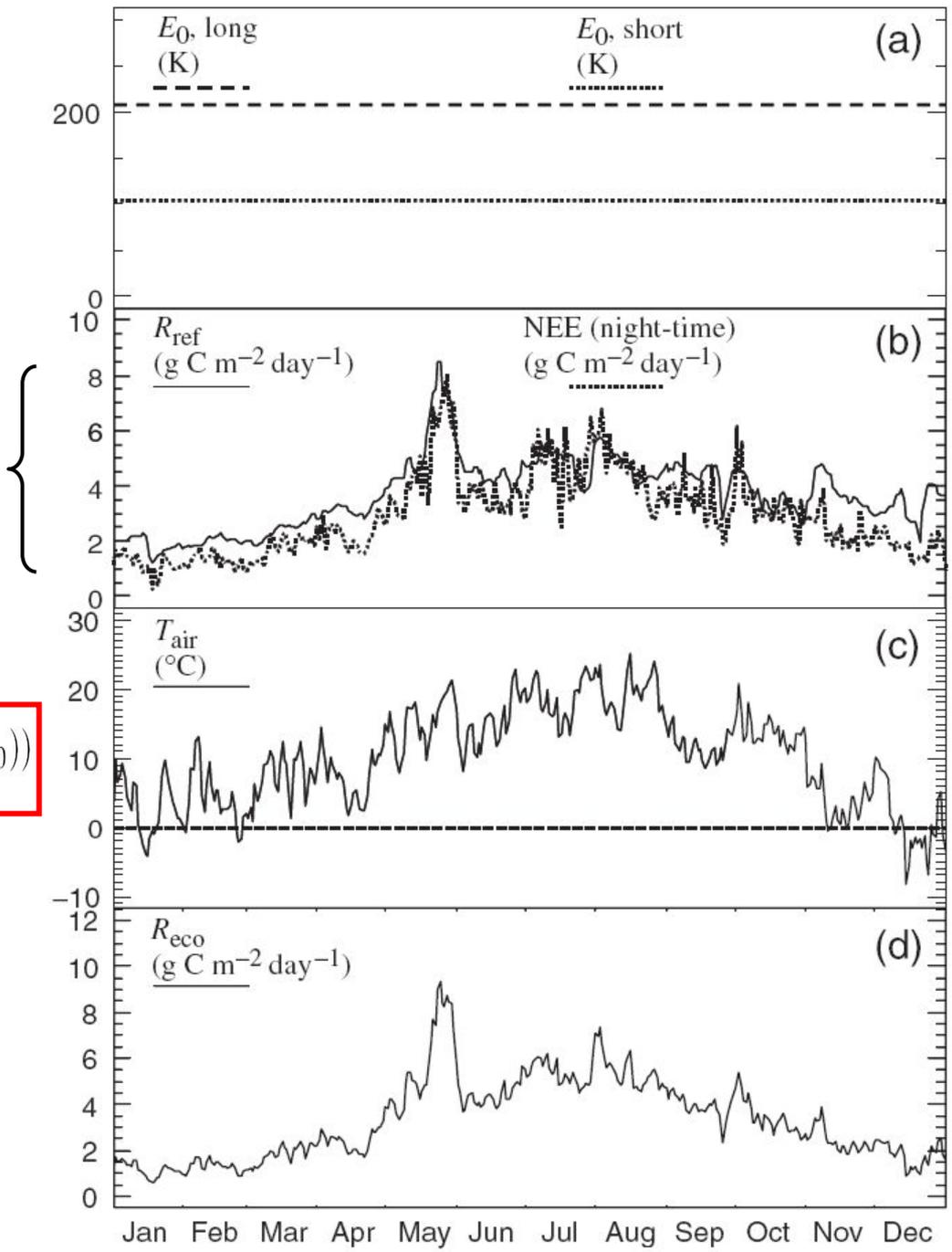
Método nocturno

R_{eco} estimacion

La variación estacional
(fenología, SWC, dinámica microbiana...)

$$R_{eco}(t) = R_{ref}(t) e^{E_0(1/(T_{ref}-T_0) - (1/T_{soil}(t)-T_0))}$$

t = dependiente del tiempo



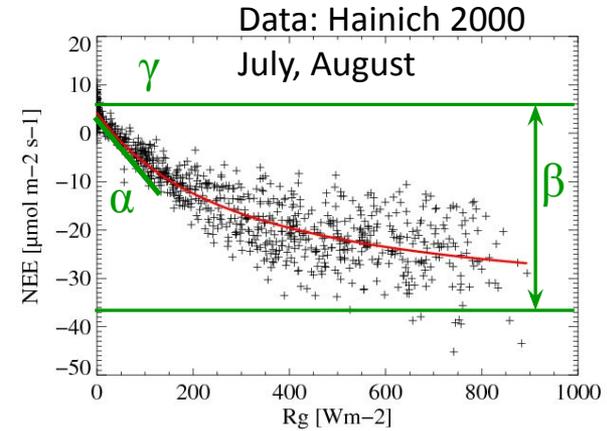
(Reichstein et al., 2005)

Algoritmo de partición basado en el día

$$NEE = -\frac{\alpha\beta R_g}{\alpha R_g + \beta} + r_b \exp\left(E_0 \left(\frac{1}{T_{ref} - T_0} - \frac{1}{T_{obs} - T_0}\right)\right)$$

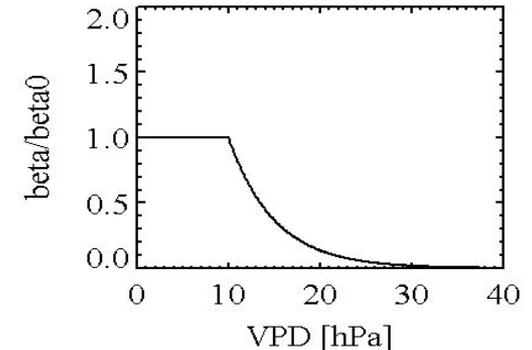
*Función de
respuesta a la luz*

*Lloyd&Taylor Modelo
de respiracion*



Se añade el efecto del estrés hídrico sobre el cierre de los estomas (reducción de la fotosíntesis) variando la absorción máxima de C con VPD ($VPD_0 = 10 \text{ hPa}$)

$$\beta = \begin{cases} \beta_0 \cdot \exp(-k (VPD - VPD_0)) & \text{if } VPD > VPD_0 \\ \beta_0 & \text{otherwise} \end{cases}$$



Hay cinco parámetros para estimar (problema de equifinalidad), E_0 se estima utilizando datos nocturnos y los demás utilizan ventanas móviles de cuatro días con datos diurnos únicamente.

El GPP negativo...

Cuando se utiliza la partición basada en la extrapolación de la respiración nocturna, el GPP se calcula como:

$$\text{GPP} = \text{Reco} - \text{NEE}$$

Ya que durante la noche solo hay respiración.

$$\text{NEE}_{\text{night}} = \text{Reco} \quad \text{and} \quad \text{GPP}_{\text{night}} = 0$$

Sin embargo sucede que

- 1) $\text{NEE}_{\text{night}} > \text{Reco}$ y del cálculo tenemos **GPP durante la noche**
- 2) $\text{Reco} - \text{NEE}_{\text{day}} < 0$ y entonces tenemos **GPP negativo**

¿Qué hacer?

**¡Considere la incertidumbre aleatoria y no filtre los datos,
de lo contrario se introducirá un posible error!**

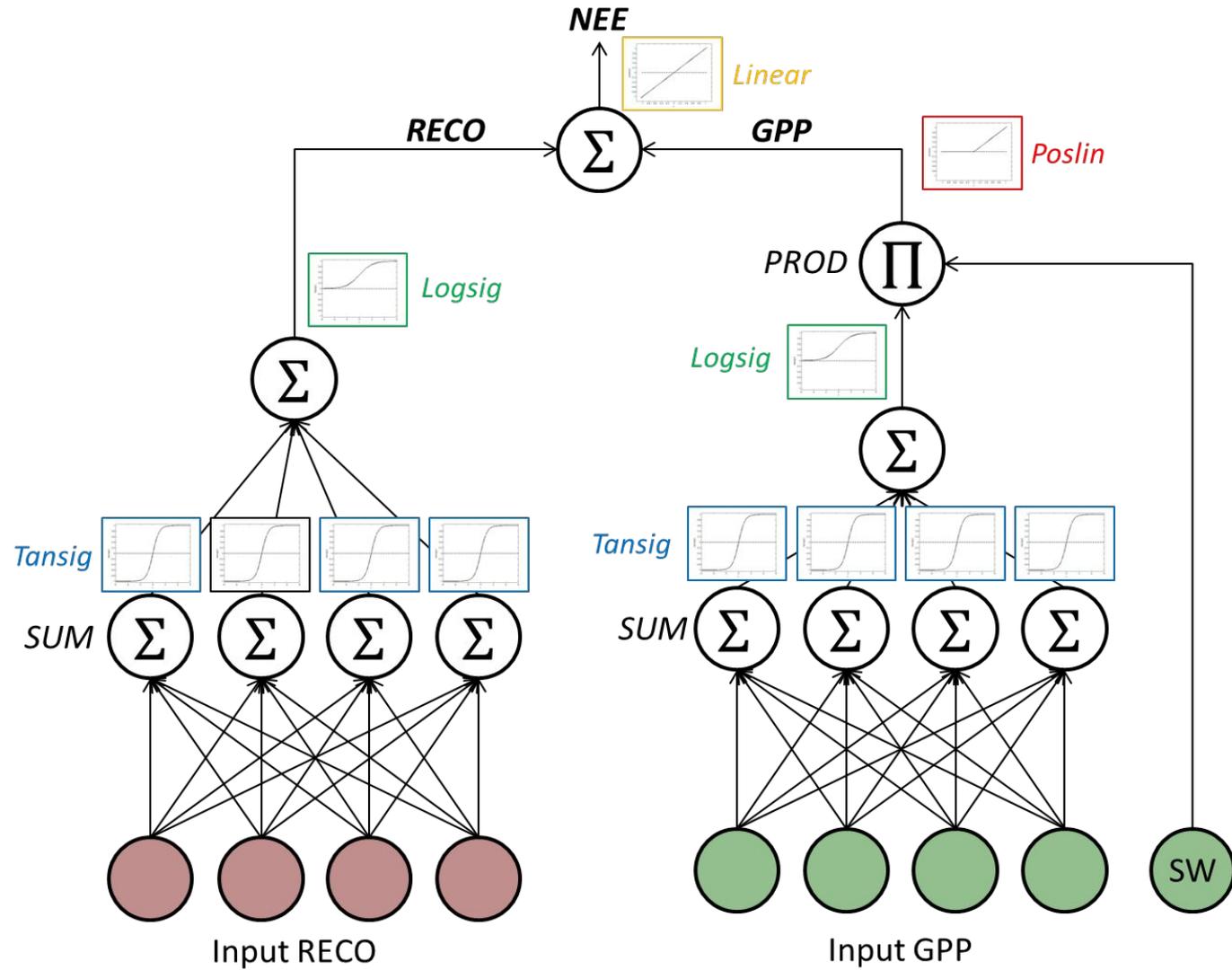
Partición mediante métodos de aprendizaje automático

Forzantes RECO :

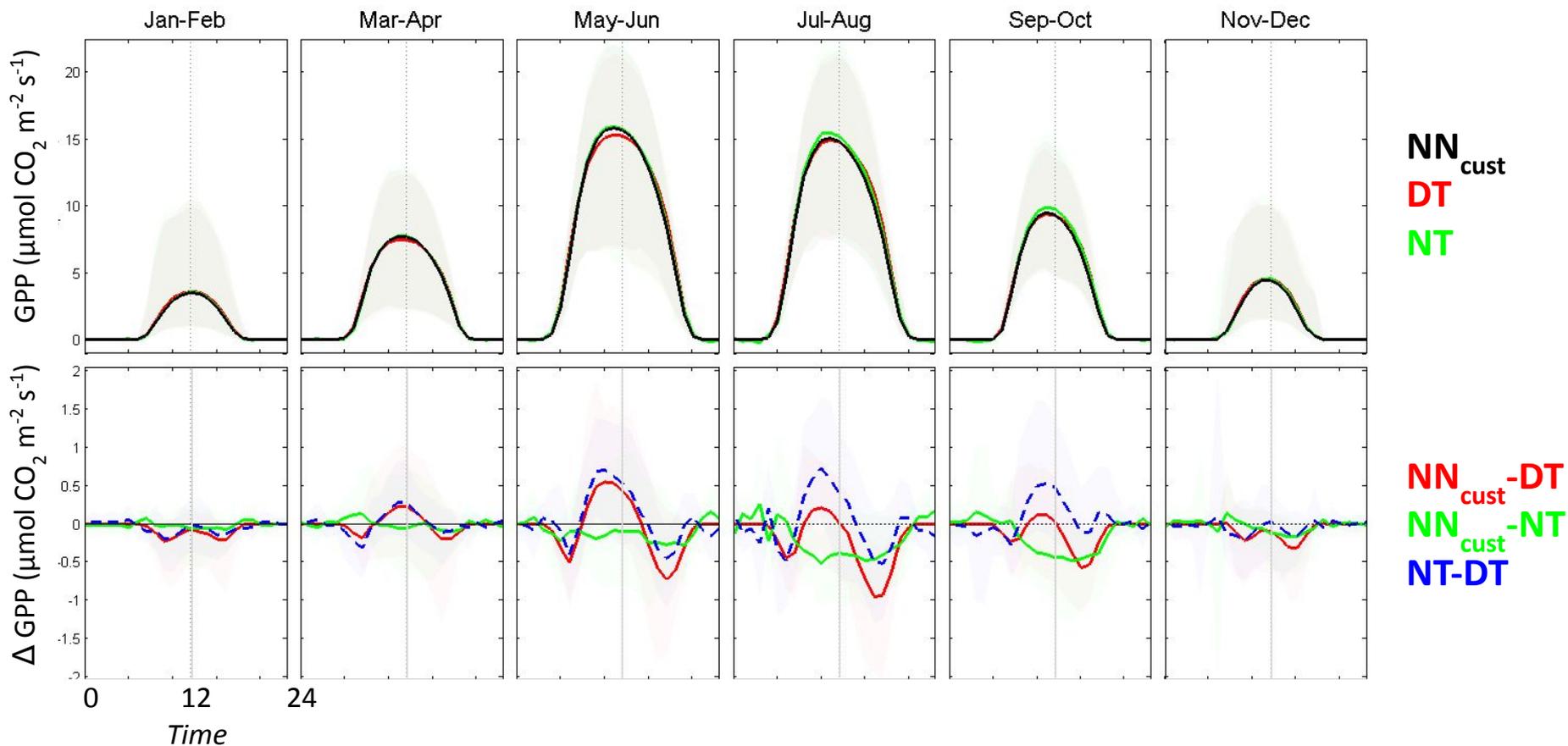
- TA, TS, SWC, WS, WD
- DOY
- Daily NEE_{night} media

Forzantes GPP:

- TA, SWC, WS, WD
- NEE_{day} media diaria
- SW_{POT} (transformada)
- + SW_{IN}

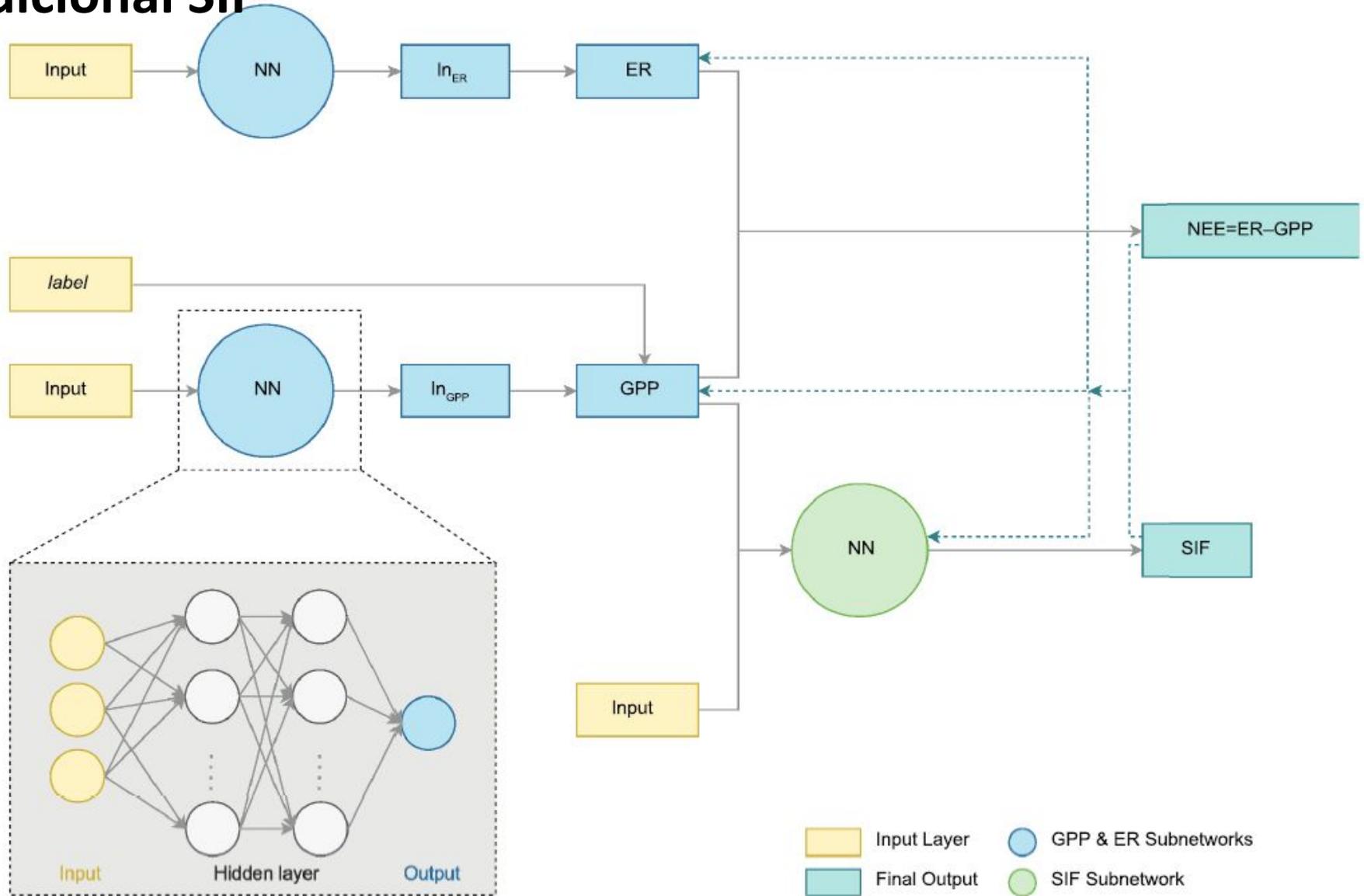


Resultados: concordancia media del ciclo diario GPP



Flujos más altos pronosticados por NT (método noche) y también NN_{cust} en la parte central del día con respecto al método DT (día) opuesto por la tarde (en particular en NN_{cust}): ¿efecto VPD?
Respuesta prescrita para GPP en DT

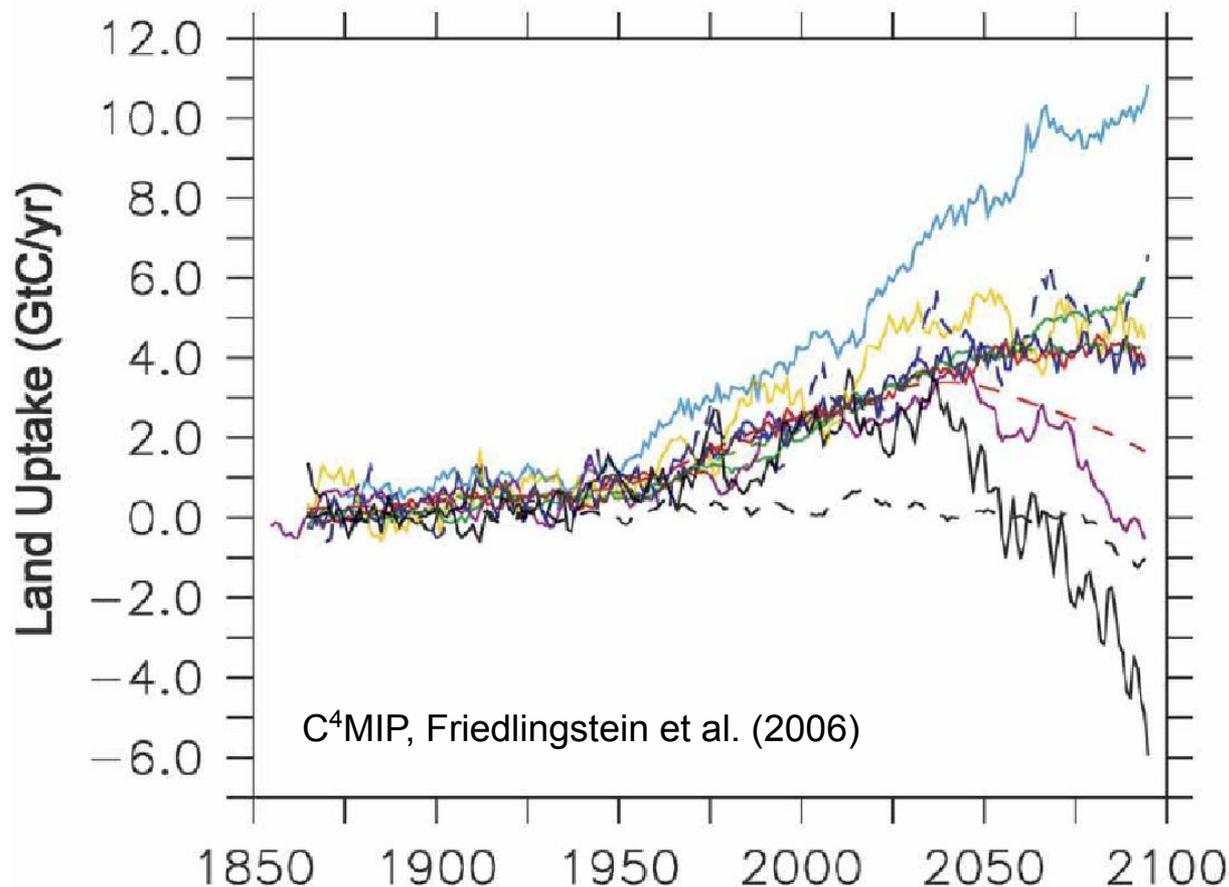
Aprendizaje automático (machine learning) y restricción adicional SIF



Gap-filling and fraccionamiento

¿Qué pasa en caso de manejos,
perturbaciones, heterogeneidad?

Recuerde: la partición es un ejercicio de modelado y los modelos perfectos no existen. La incertidumbre en la partición está en línea con otros modelos y es importante tenerla en cuenta...

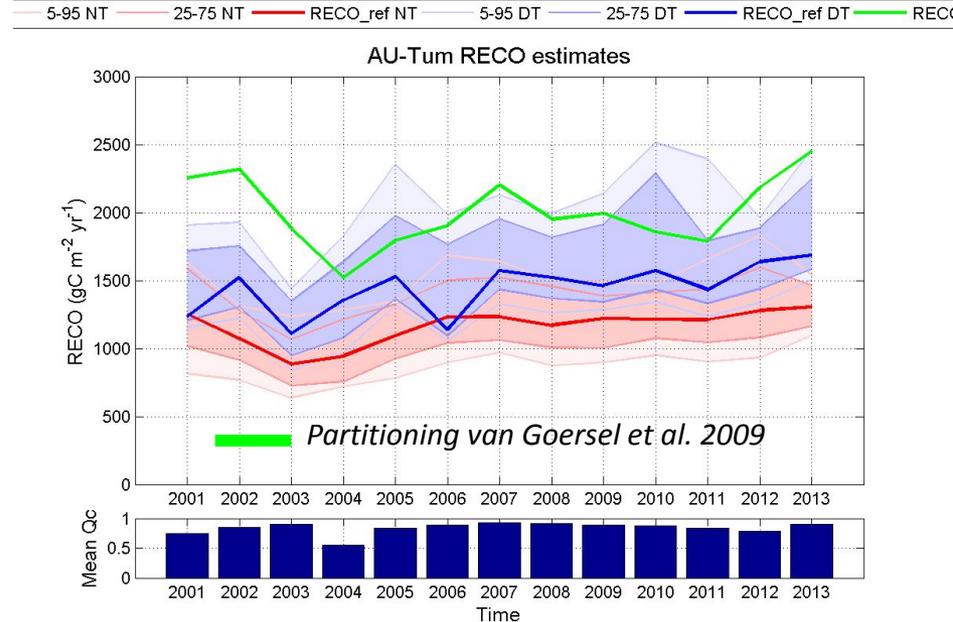
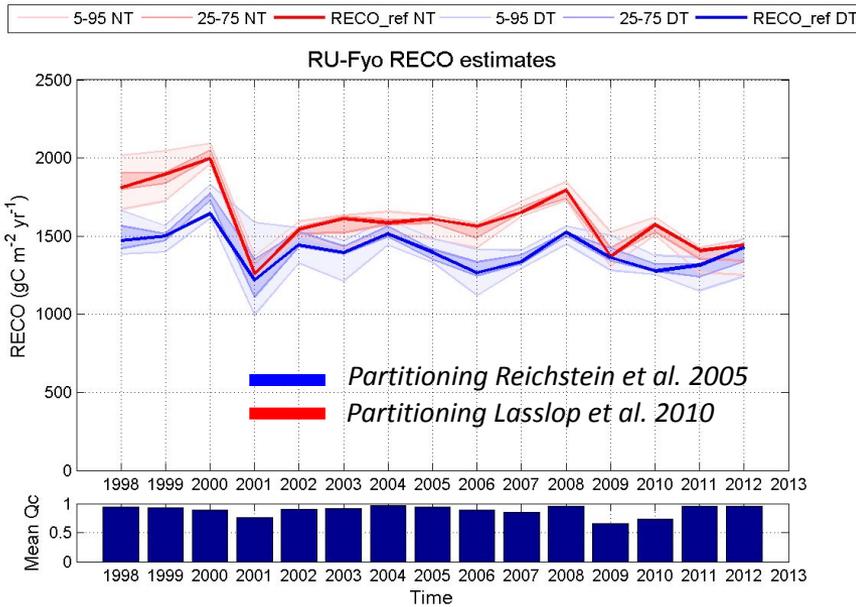
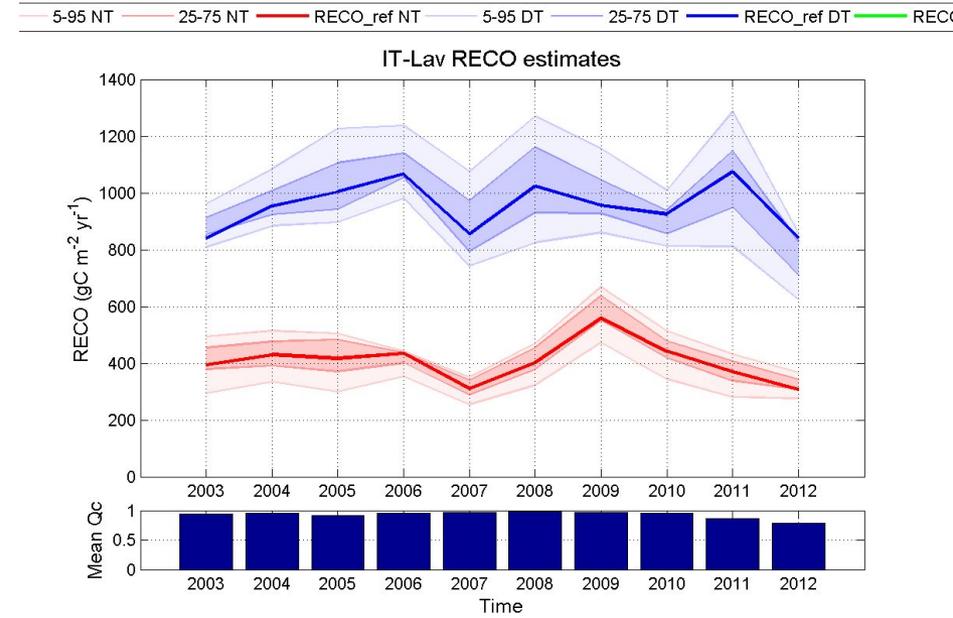
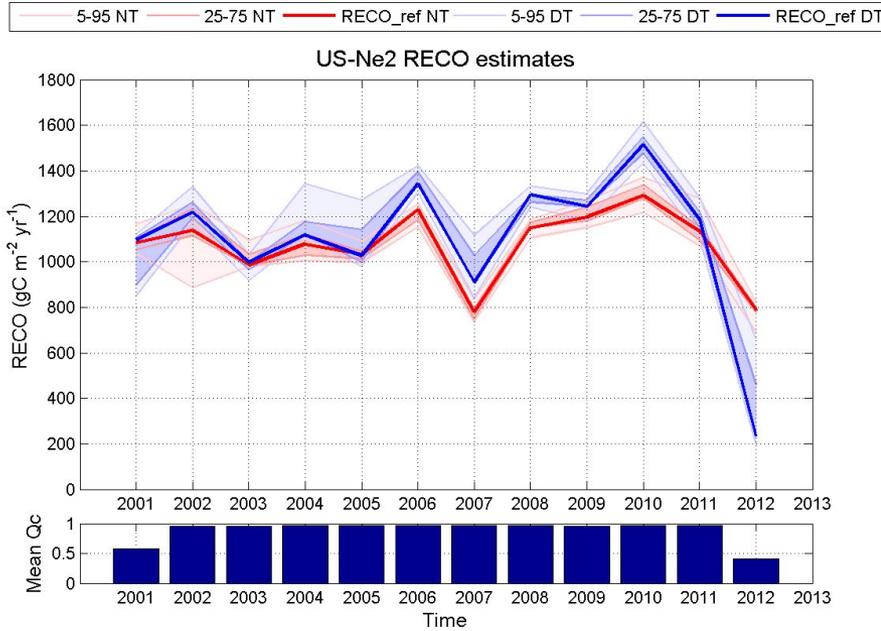


¿Dónde está la incertidumbre?

(una lista no exhaustiva... suponiendo que no haya errores en las mediciones)

- ¿Dónde pongo la torre? -> Ubicación (footprint, huella)
- ¿Qué altura y dirección coloco el sistema? -> footprint
- ¿Qué sensores utilizo? -> instrumentos
- ¿Cómo recopilo los datos? -> configuración
- ¿Cómo calculo los flujos? -> procesamiento de datos sin procesar
- ¿Cómo mido el almacenamiento? -> almacenamiento
- ¿A cuánto asciende la incertidumbre aleatoria? – incertidumbre aleatoria
- ¿Cómo calculo el umbral ustar? -> método ustar
- ¿A cuánto asciende la incertidumbre en ustar? -> umbral ustar
- ¿Qué tan bien filtra ustar nuestra advección -> aplicación ustar?
- ¿Cómo llenar los vacíos en los datos? -> llenado de huecos
- ¿Qué método utilizar para particionar? -> método de partición
-

Nuevo procesamiento NEE y estimación de incertidumbre.



- **COMENTARIOS FINALES SOBRE EL TRATAMIENTO**

- El posprocesamiento es importante y si no siempre se aplica correctamente los resultados podrían ser completamente erróneos
- La calidad de los datos siempre debe comprobarse cuidadosamente, también mediante pruebas de coherencia con variables correlacionadas (por ejemplo, Tair, Tsonic, Tsoil, las radiaciones, Precip y SWC) y analizando toda la serie temporal.
- El filtrado Ustar es una fuente importante de incertidumbre y, por esta razón, se debe prestar especial atención cuando se aplica.
- La partición es un ejercicio de modelado y por esta razón también con una alta incertidumbre.
- La medida del almacenamiento (storage) es importante. Recuerde monitorearlo en su sitio (también para otros gases...)
- El uso de diferentes métodos de partición ayuda a comprender y cuantificar mejor la incertidumbre, en particular el que utiliza datos diferentes (diurnos y nocturnos).