

Modelo de turbulencia del viento basado en períodos de 30 segundos

Orador:

Ricardo Liberato

01. El Origen

02. Fases del proyecto:

- Recopilación de datos cada segundo
- Espectro de la energía eólica: escalas meteorológicas frente a micrometeorológicas
- Obtener la turbulencia de la misma ubicación típica por medio de IT10min e IT30sec
- Modelo de turbulencia del viento basado en períodos de 30 segundos

03. Conclusiones

El Origen

- En 1999, Kintech reconoció que la desviación estándar de 10 minutos estaba influenciada por fenómenos no relacionados con la turbulencia real, principalmente cambios en la velocidad promedio;
- Kintech programó el data logger EOL2020 para medir el promedio de las 20 desviaciones estándar de los períodos de 30 segundos existentes en períodos de 10 minutos;
- En 2009, Kintech empezó un estudio sobre la nueva variable basada en periodos de 30 segundos que se propuso en el pasado;
- Nuestro equipo pudo confirmar que las mediciones de turbulencia de 30 segundos ofrecían nuevos conocimientos e hizo un nuevo modelo de turbulencia basado en un período de 30 segundos.

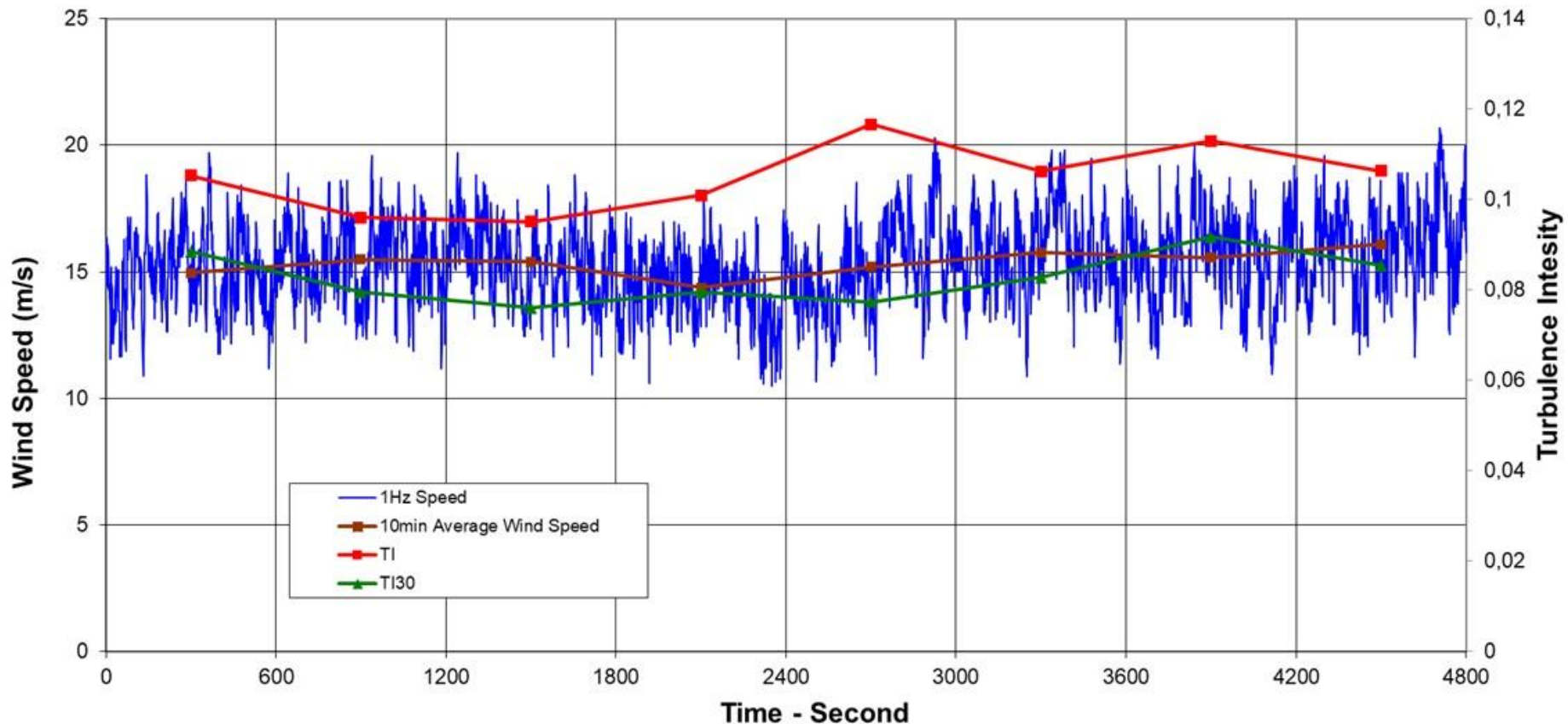
Recopilación de datos cada segundo

Con más de 6 millones de segundos de datos de velocidad del viento, hemos estudiado los fenómenos que afectan al cálculo de la intensidad de la turbulencia, entre ellos:

- Cambios en la velocidad media;
- Vientos de alta frecuencia;
- Vientos de baja frecuencia.

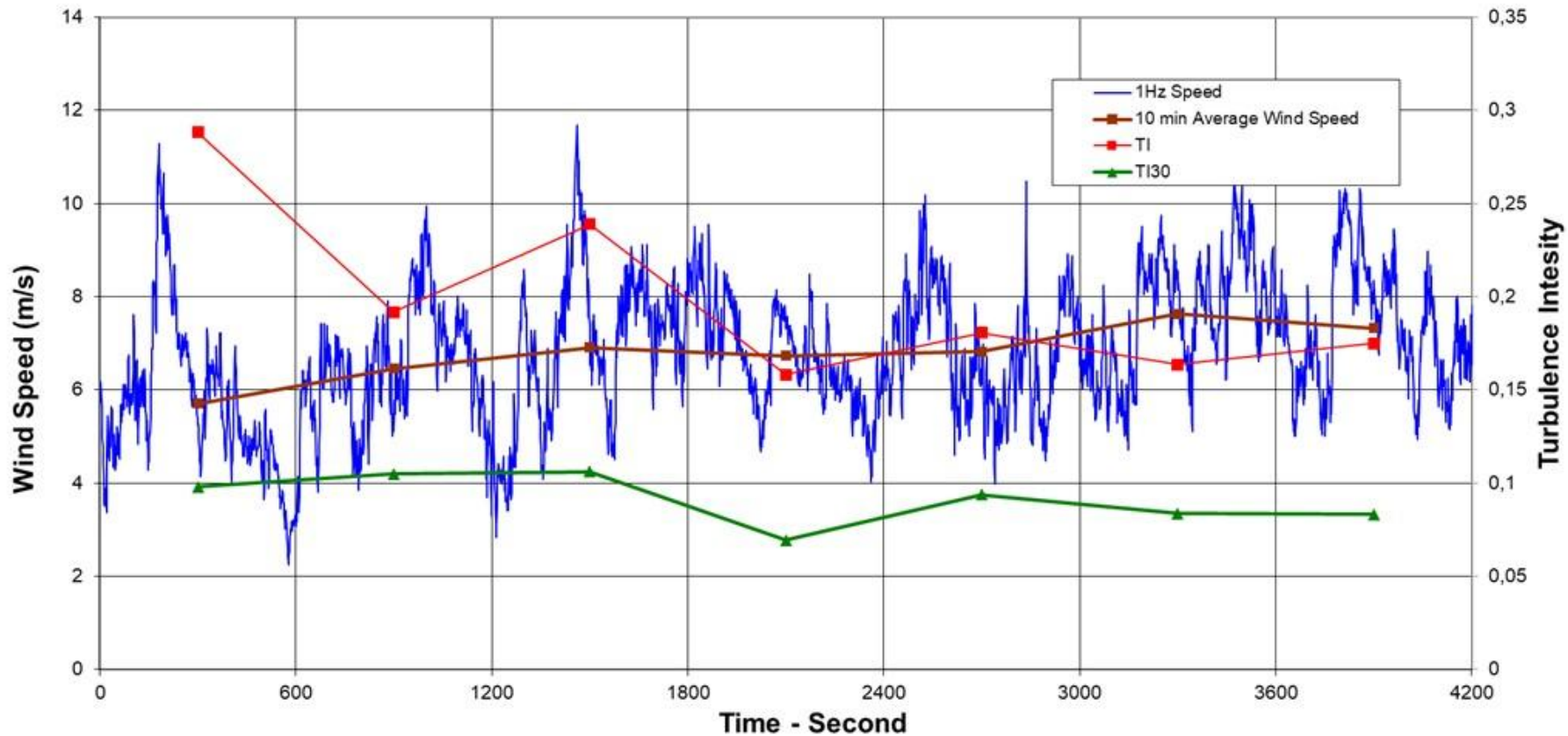
Recopilación de datos cada segundo: Vientos de alta frecuencia

$$RATIO = \frac{TI_{10min}}{TI_{30}} \quad \Downarrow$$



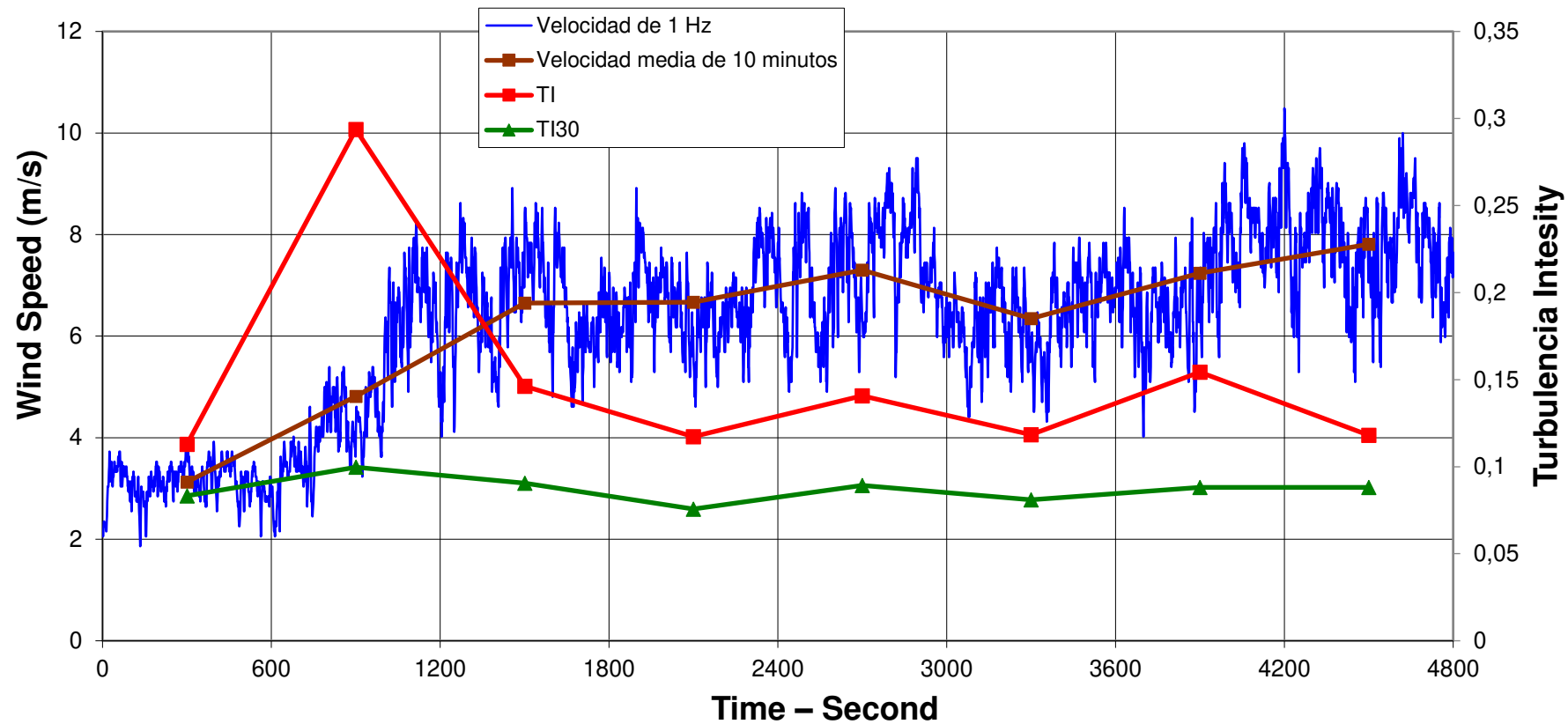
Recopilación de datos cada segundo: Vientos de baja frecuencia

$$RATIO = \frac{TI_{10min}}{TI_{30}} \quad \uparrow \uparrow$$

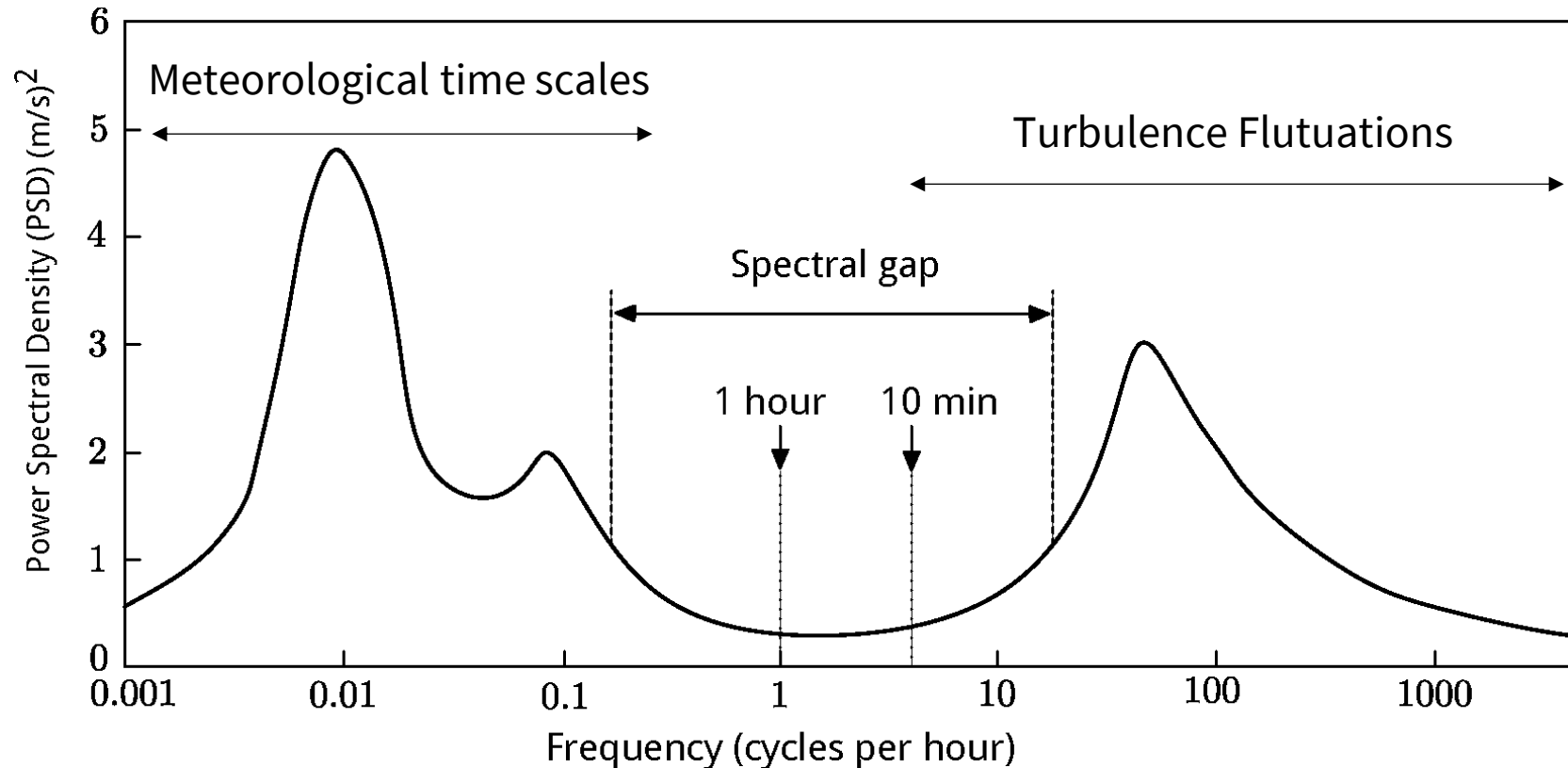


Recopilación de datos cada segundo: cambios en la velocidad media

$$RATIO = \frac{TI_{10min}}{TI_{30}} \uparrow \uparrow$$



Espectro de la energía eólica: escalas meteorológicas frente a micrometeorológicas



Espectro estimado por Van der Hoven - POWER SPECTRUM OF HORIZONTAL WIND SPEED
IN THE FREQUENCY RANGE FROM 0.0007 TO 900 CYCLES PER HOUR (Apr-1957)

Obtener la turbulencia de la misma ubicación típica por medio de IT_{10min} e IT_{30sec}

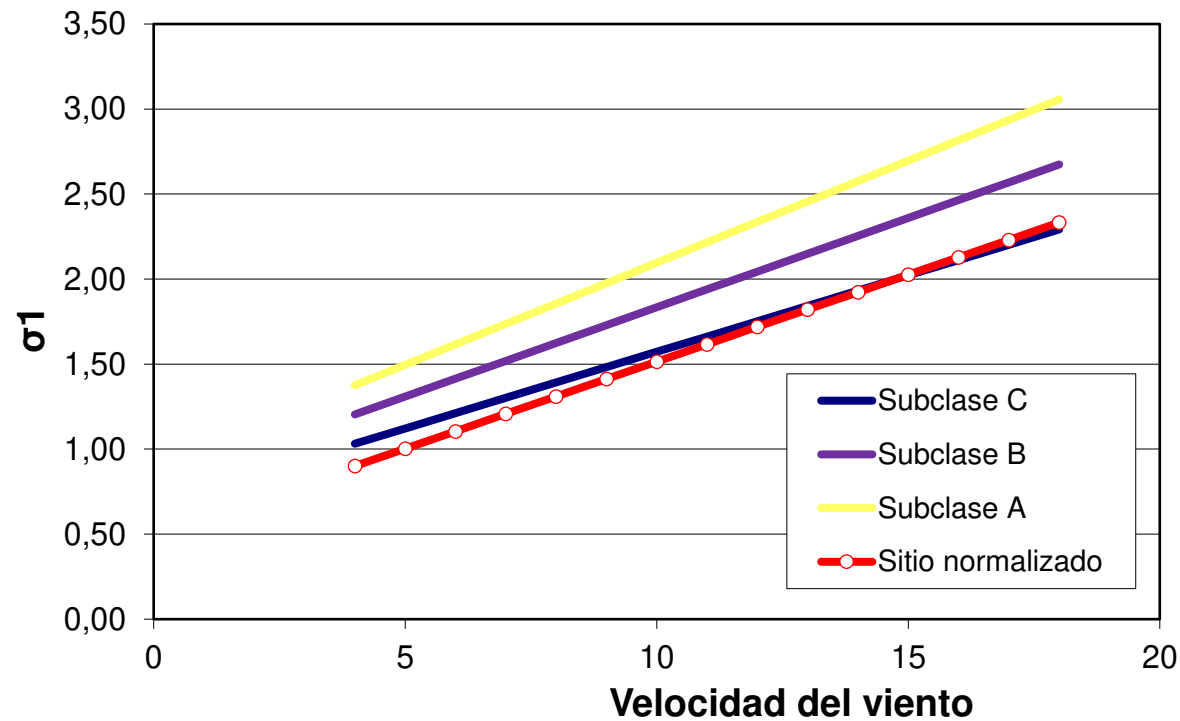
Más de 100 sitios reales.

Realizando el mismo procedimiento en todos ellos:

- Eliminación de datos erróneos;
- Estudio de los parámetros característicos del viento:
 - Estudio de la rosa de los vientos;
 - Estudio temporal de parámetros estadísticos;
 - Estudio de desviaciones estándar;
 - Estudio de las intensidades de turbulencia.

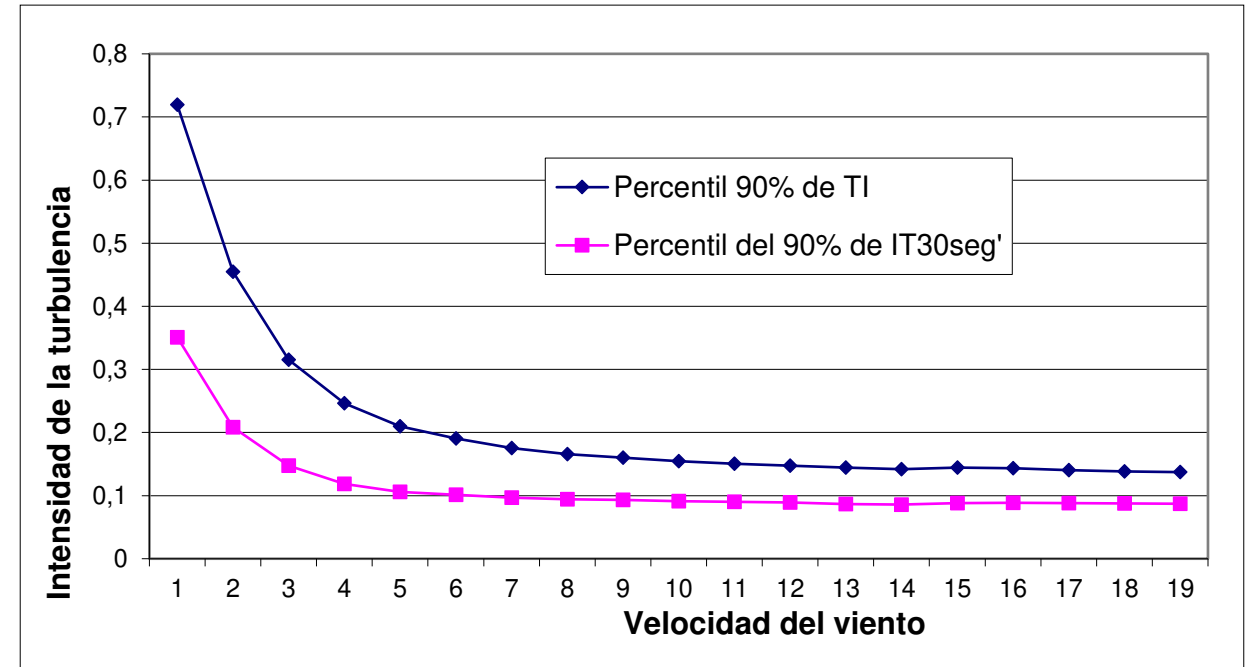
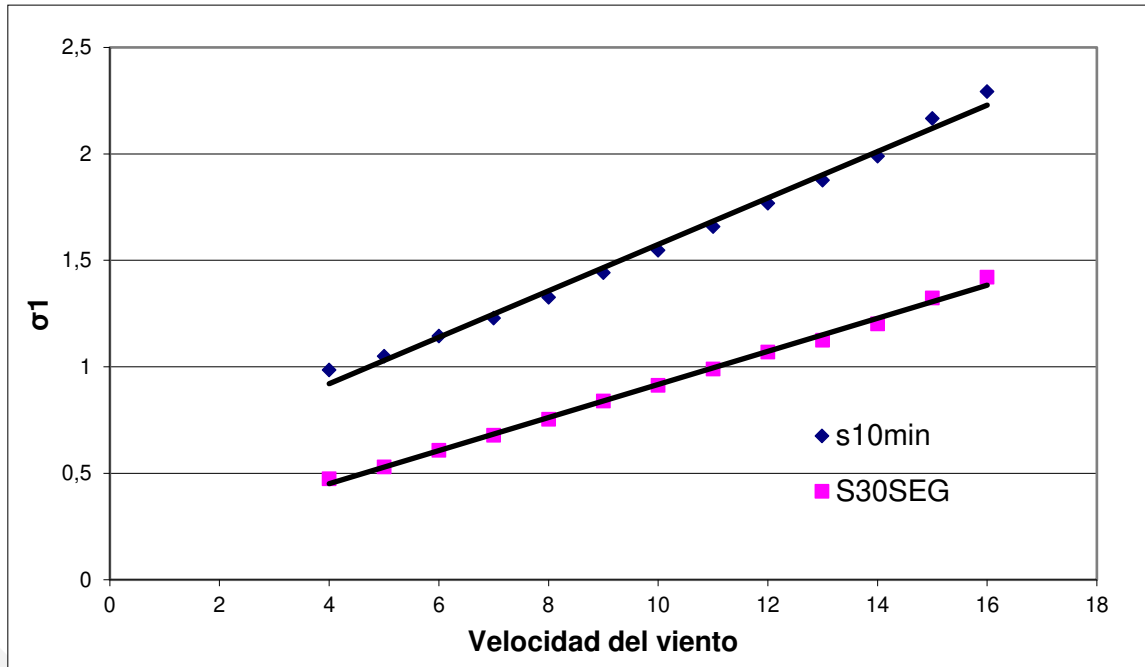
Obtener la turbulencia de la misma ubicación típica por medio de IT_{10min} e IT_{30sec}

El sitio estandar se creó en base a más de 100 sitios reales:



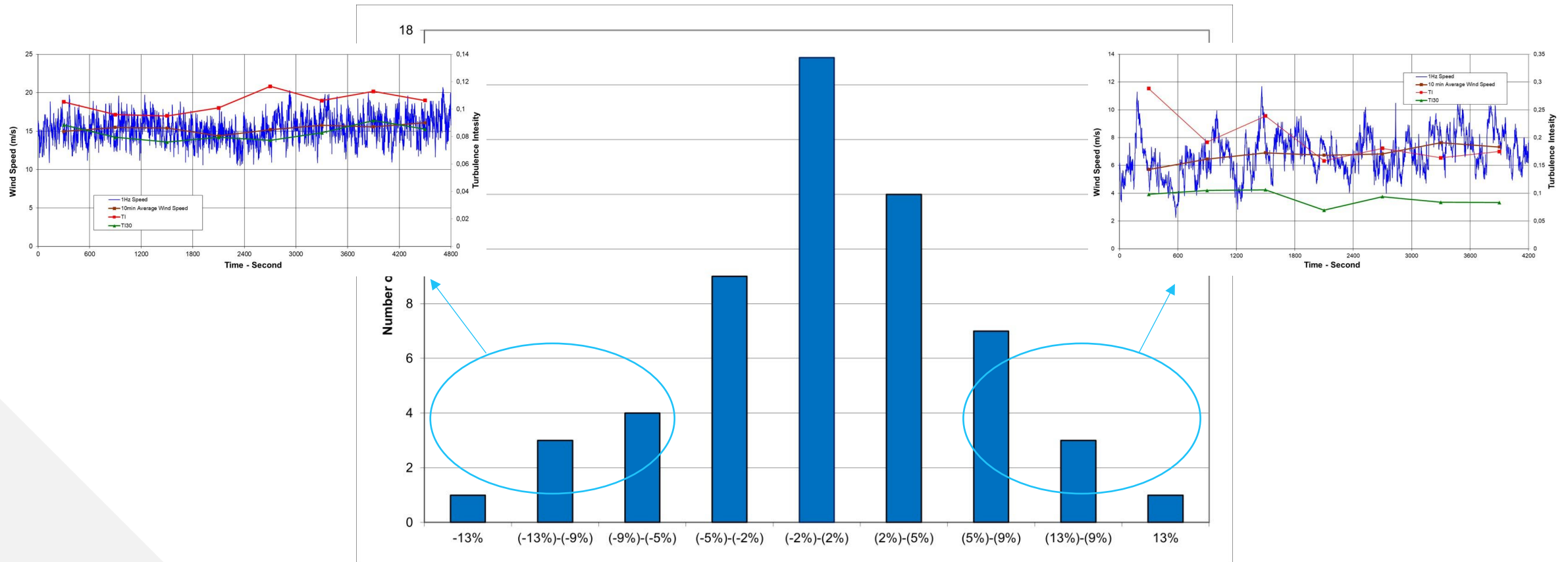
Obtener la turbulencia de la misma ubicación típica por medio de IT_{10min} e IT_{30sec}

Intensidad de turbulencia del sitio estandar:



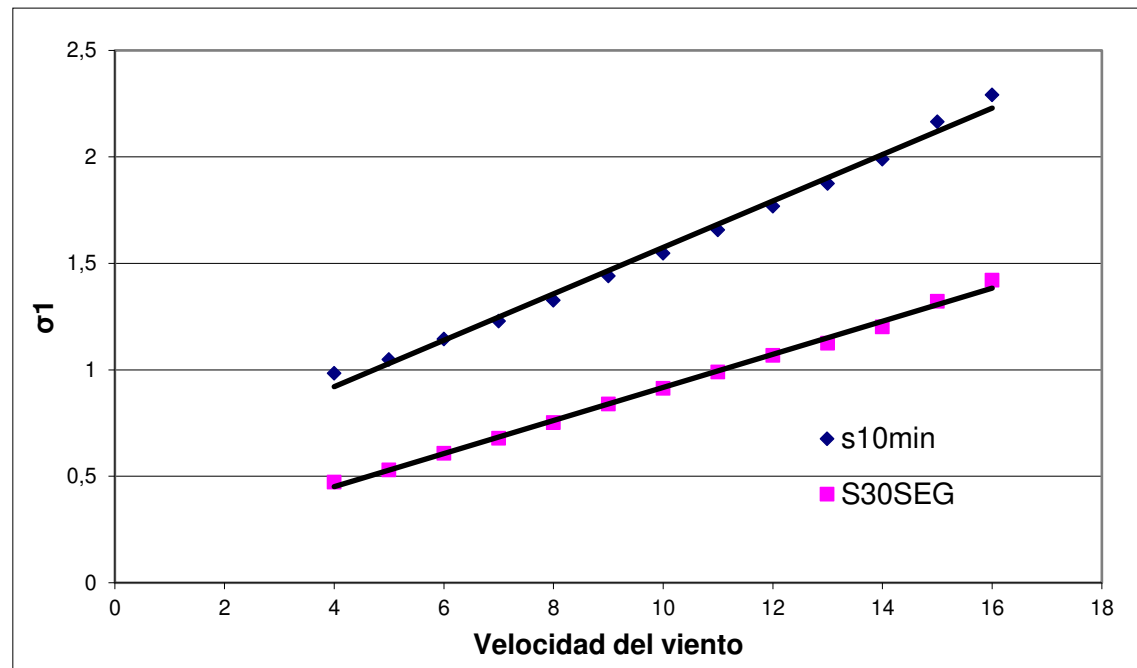
Obtener la turbulencia de la misma ubicación típica por medio de IT_{10min} e IT_{30sec}

Número de ubicaciones en cada rango para la diferencia entre la relación de ubicación real y la relación estandar para el contenedor de 15 m/s:



Obtener la turbulencia de la misma ubicación típica por medio de IT_{10min} e IT_{30sec}

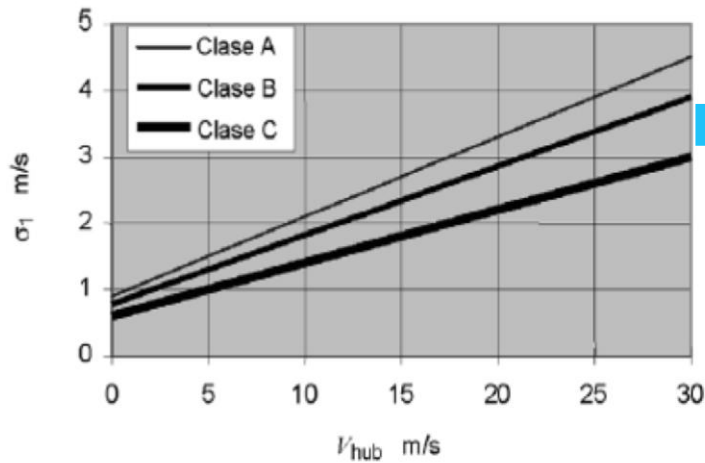
$$\text{Estandar Ratio} = 1,4605 * \text{Velocidad} + 2,6314$$



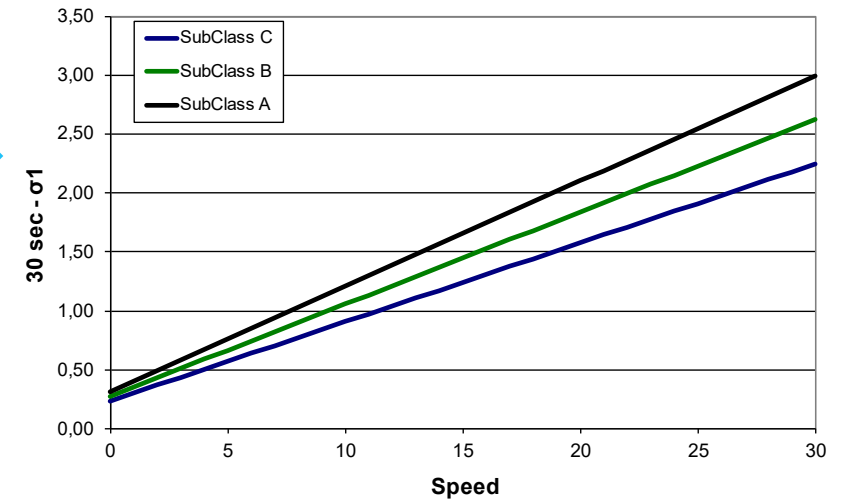
Modelo de turbulencia del viento basado en períodos de 30 segundos

Subclass	I_{ref30}
A	0,16
B	0,14
C	0,12

Subclass	I_{ref30}
A	0,1215
B	0,1063
C	0,0912



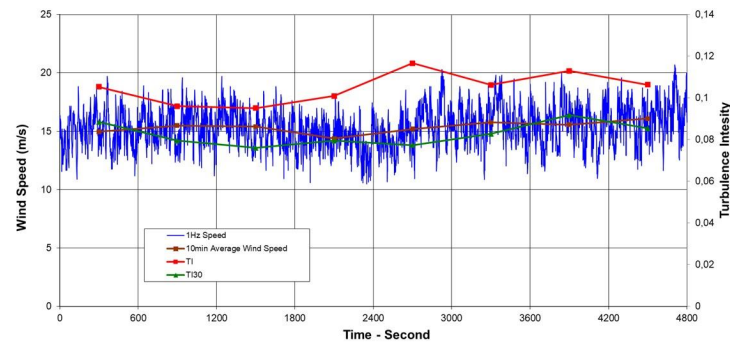
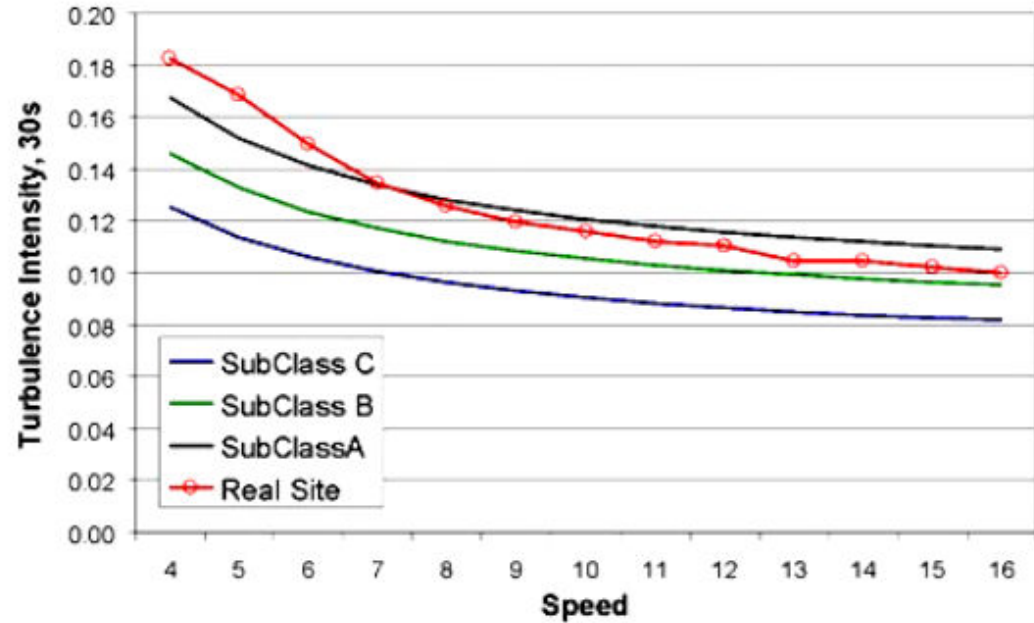
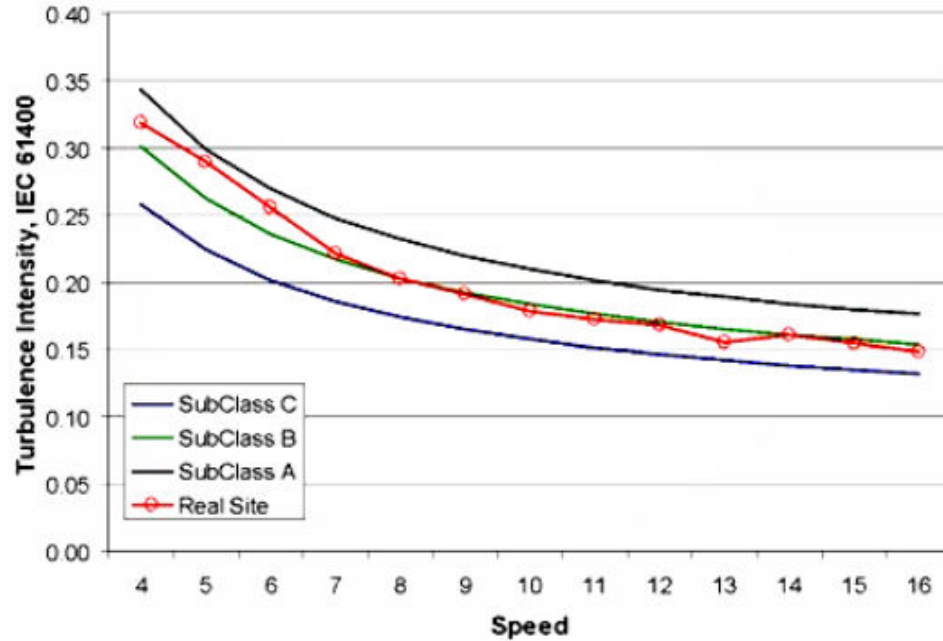
Estandar Ratio = $1,4605 \cdot \text{Velocidad} + 2,6314$



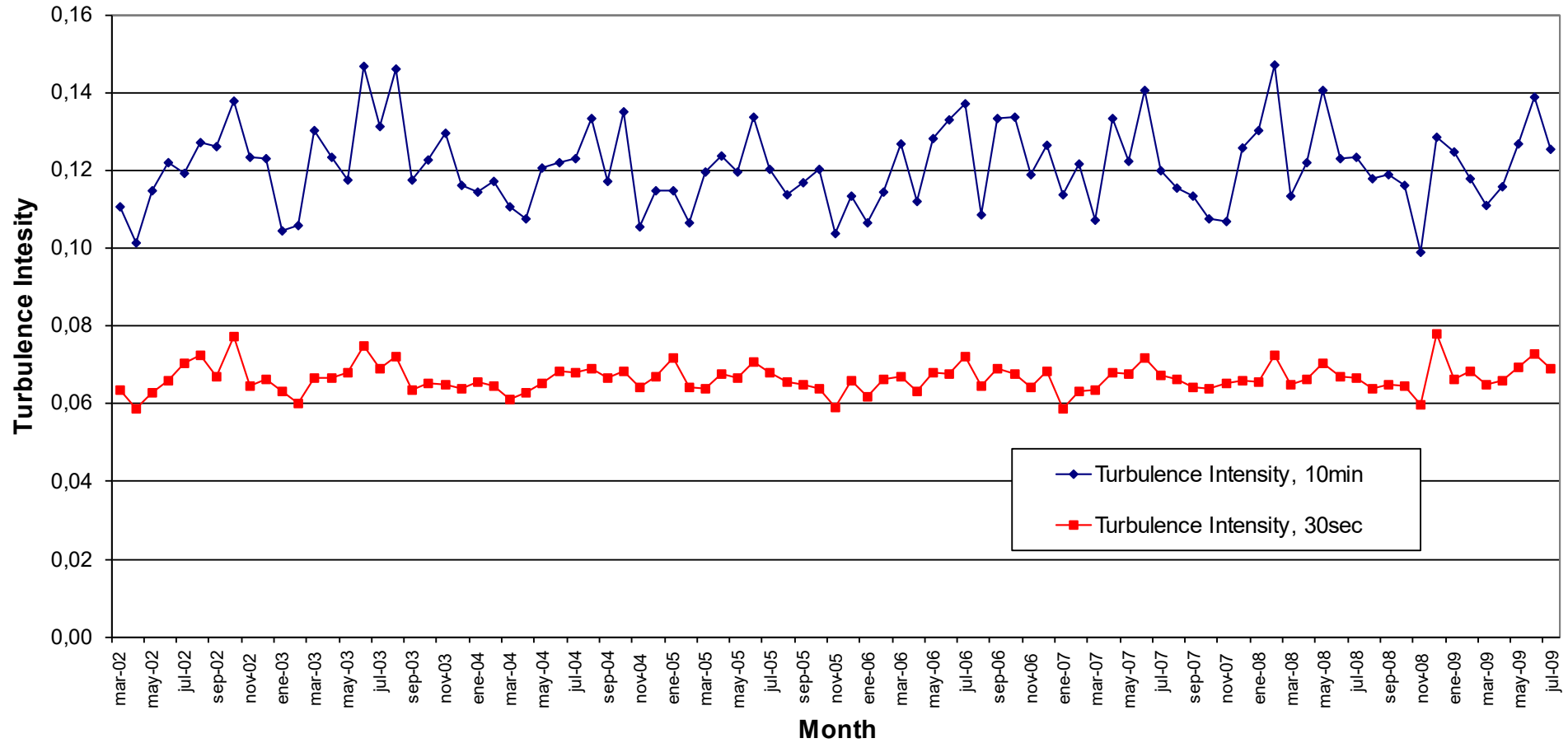
$$\sigma_1 = I_{ref} (0,75 \times V_{hub} + 5,6)$$

$$\sigma_{1, 30s} = I_{ref30} (0,75 \times V_{hub} + 2,4287)$$

Modelo de turbulencia del viento basado en períodos de 30 segundos



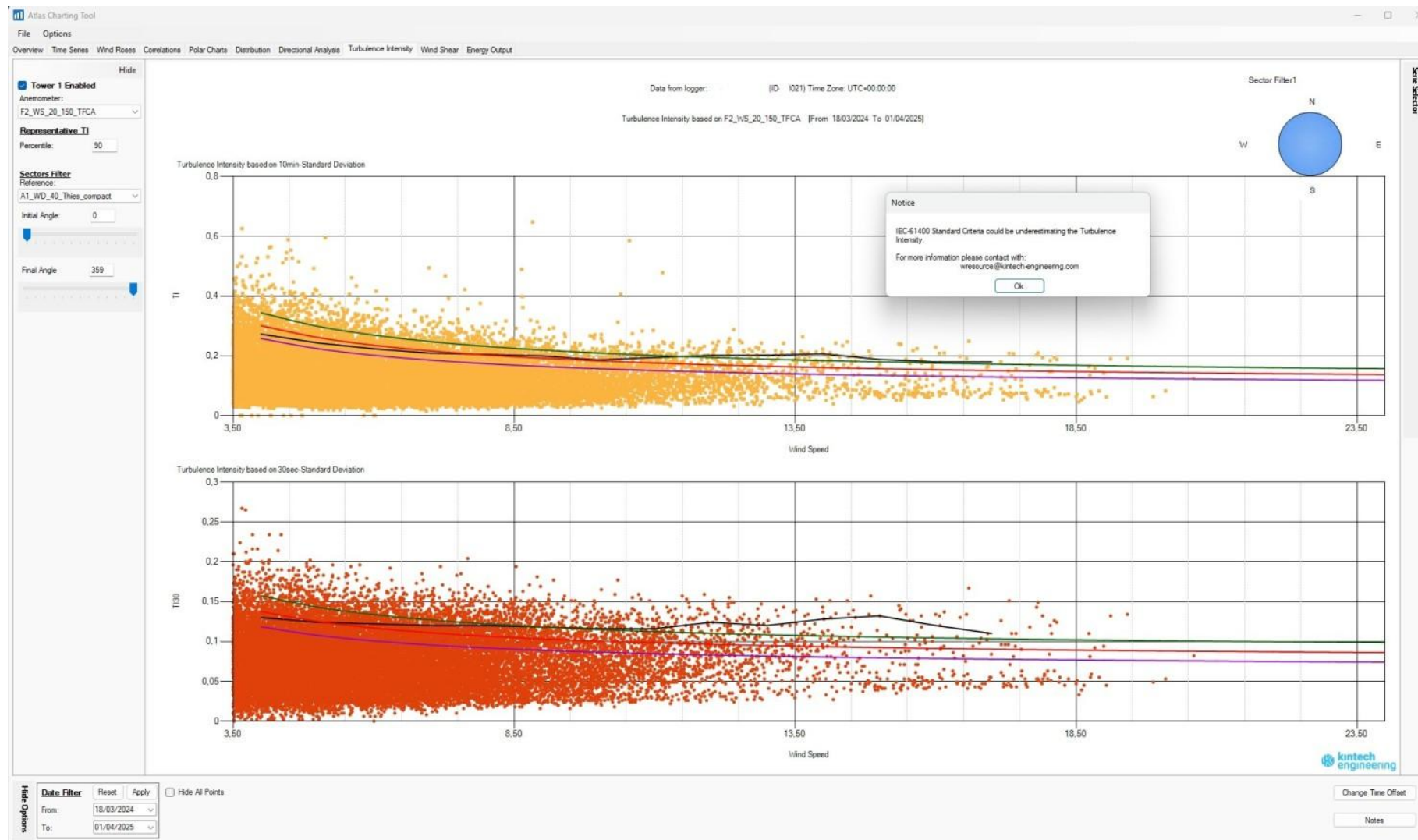
Modelo de turbulencia del viento basado en períodos de 30 segundos



Conclusiones

- La desviación estándar de los períodos de 10 minutos está INFLUENCIADA por fenómenos que no son cargas reales en las turbinas eólicas.
- El modelo de turbulencia basado en períodos de 30 segundos proporciona NUEVA INFORMACIÓN sobre las altas frecuencias de viento que deben ser estudiadas.
- El modelo de turbulencia basado en períodos de 30 segundos es muy CONSTANTE.
- El modelo de turbulencia basado en períodos de 30 segundos puede afectar la elección de la subclase de turbina eólica en el 25% de los sitios.
- El intervalo de 30 segundos se validó como apropiado porque la industria identificó componentes críticos de la frecuencia del viento que ocurren en escalas de tiempo de segundo nivel, las ventanas de 30 segundos capturan suficiente densidad de datos y este marco de tiempo precede a la masa de frecuencia significativa observada alrededor de intervalos de 1 minuto.

Conclusiones



GRACIAS

Orador:

Ricardo Liberato

Ricardo.liberato@kintech-engineering.com