

Tecnología Geovane para reducir la incertidumbre en las mediciones de dirección del viento: casos reales

WENCESLAO LÓPEZ

Business Development Manager: LATAM



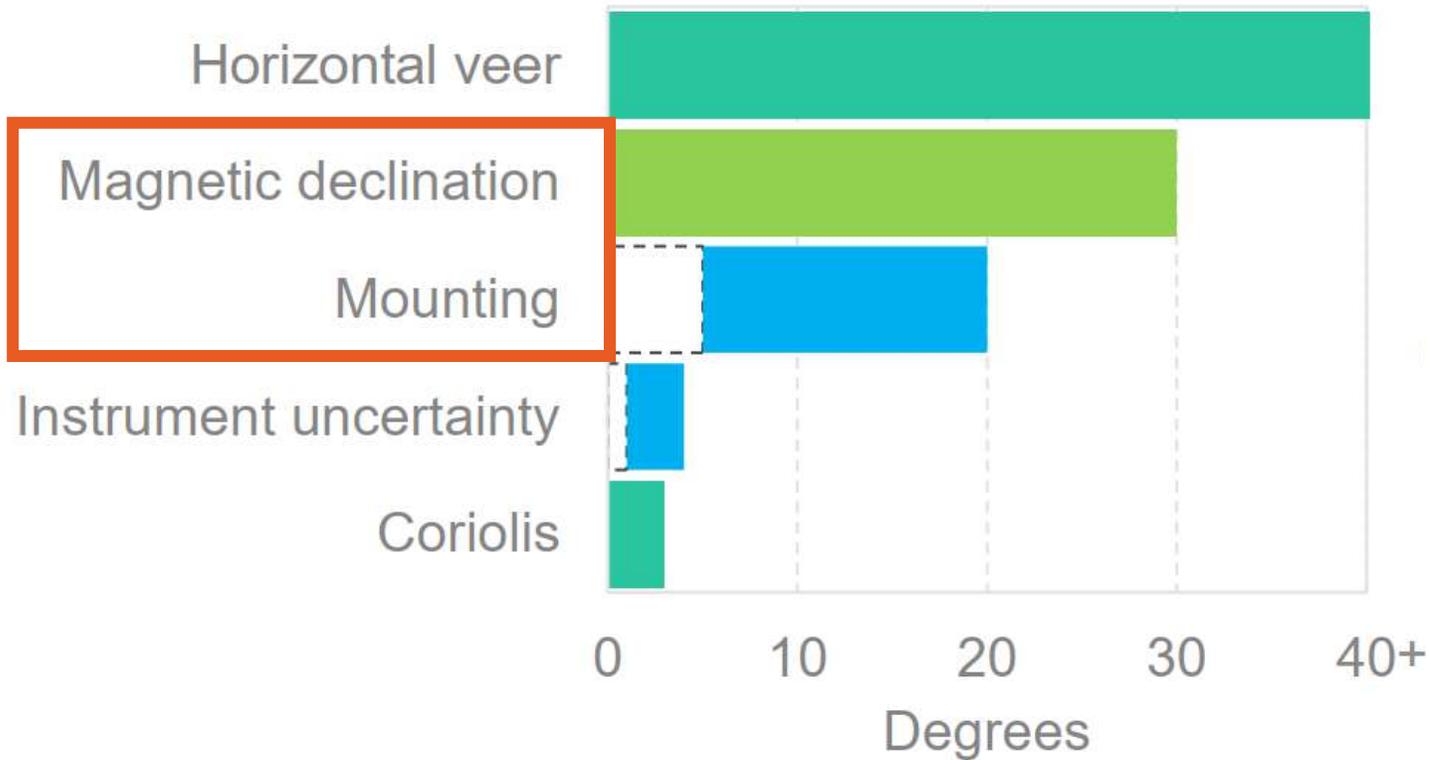
Incertidumbres en la dirección del viento	.01
Tecnología Geovane para orientar veletas	.02
Casos reales de offsets detectados	.03
Impacto económico de un offset de 14°	.04
Ronda de preguntas	.05



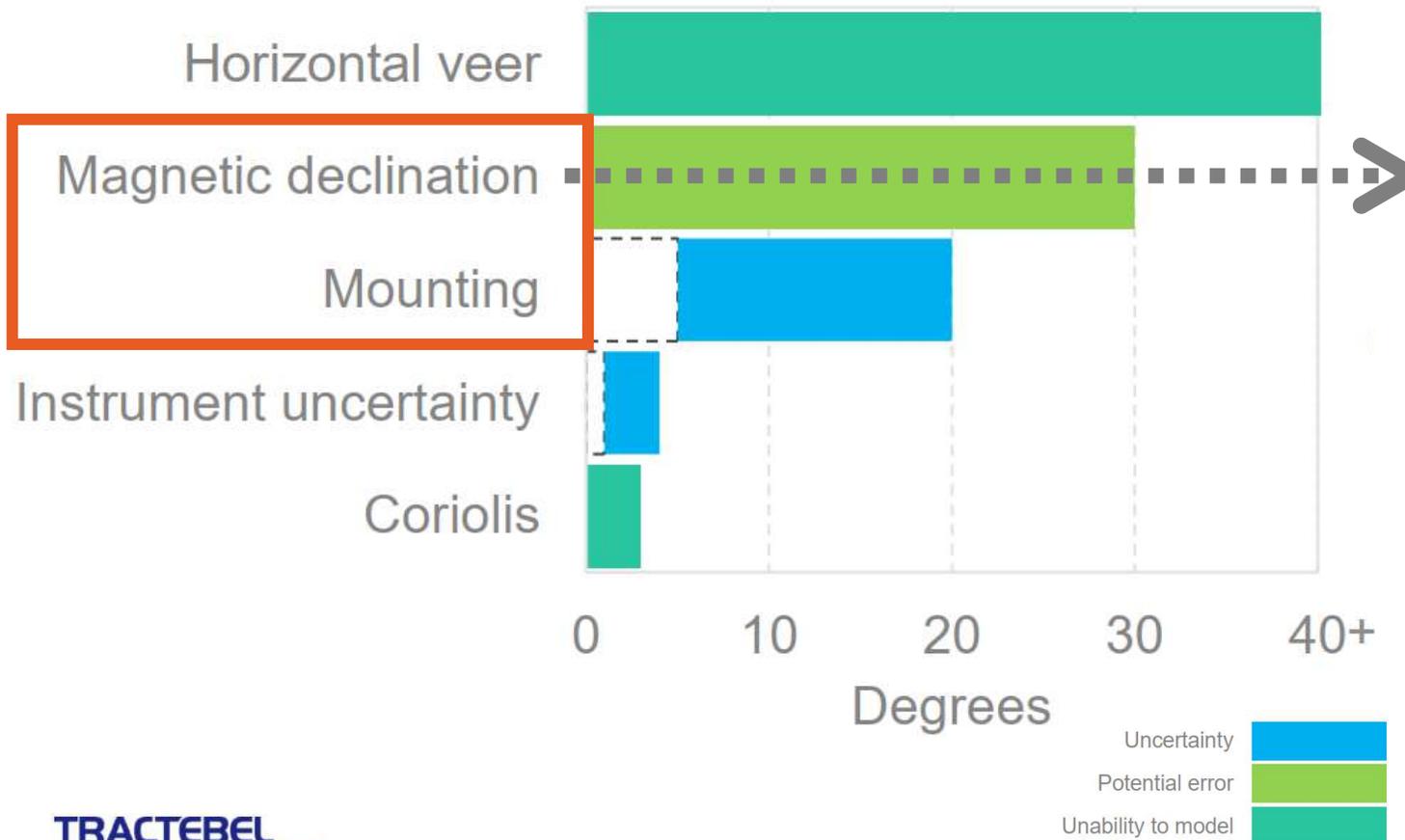
Incertidumbres en la dirección del viento

EL FACTOR HUMANO





- **Incertidumbres en la dirección del viento**
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



Puede alcanzar 25-30° en algunos sitios (en Chile de norte a sur existen 24° de diferencia)

Norte Verdadero vs. Magnético:

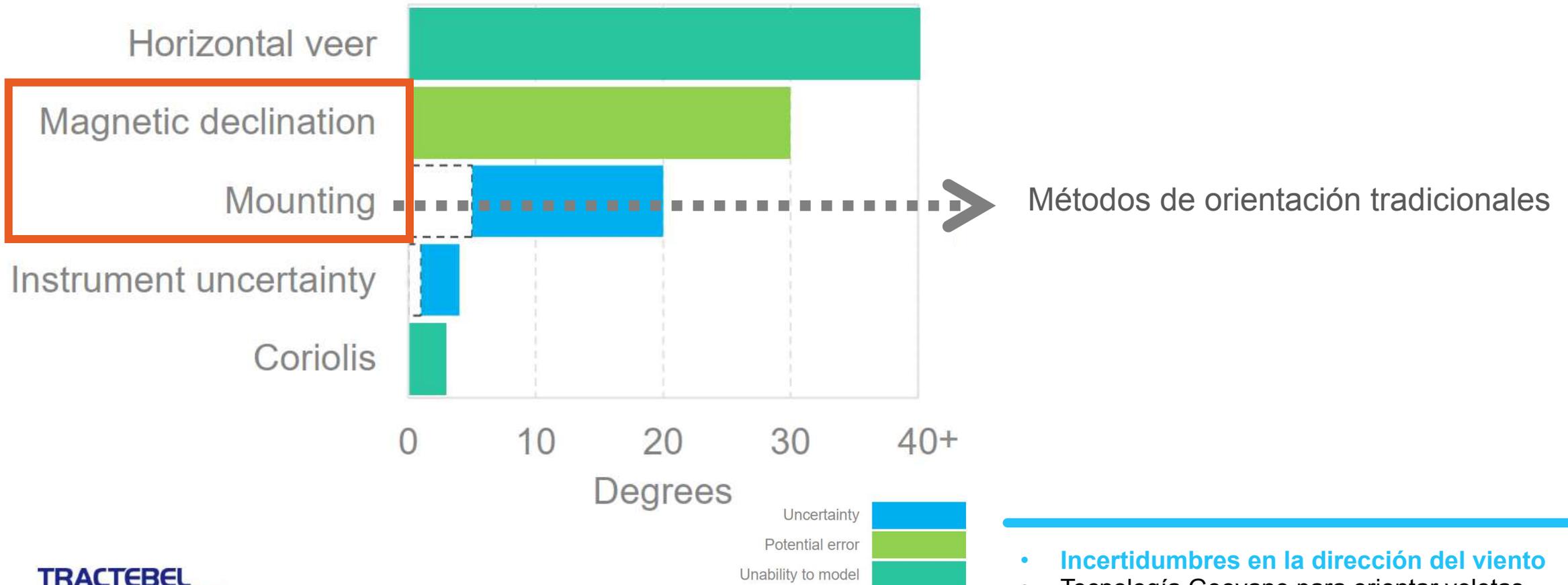
- Propenso a confusión en el análisis.
- No siempre se aclara en los informes de instalación.

Problemas inherentes al magnetismo:

- Cerca del hierro se arruina la medida (torre).



- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



- **Incertidumbres en la dirección del viento**
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

ORIENTACIÓN MANUAL



Imposibilidad de acceder al sensor

- Orientación indirecta: sensor- boom – torre - vientos

Cambios de orientación durante la Campaña

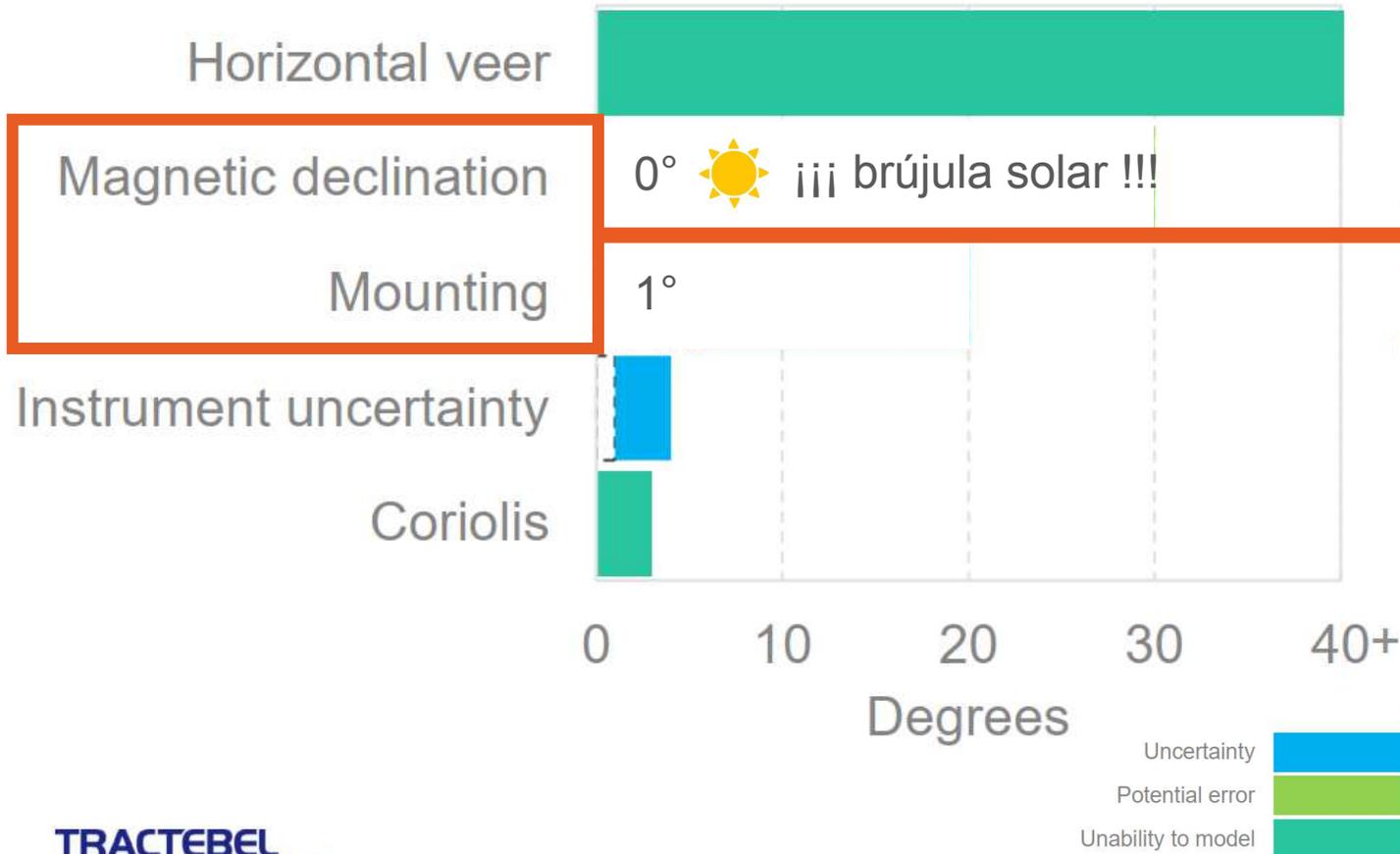
- ¡¡¡ Las torres torsionan !!!
- ¡¡¡ Las veletas se cambian!!!

FACTOR HUMANO

- Sin repetibilidad entre emplazamientos
- Las condiciones meteorológicas dificultan cualquier trabajo en campo

• Incertidumbres en la dirección del viento

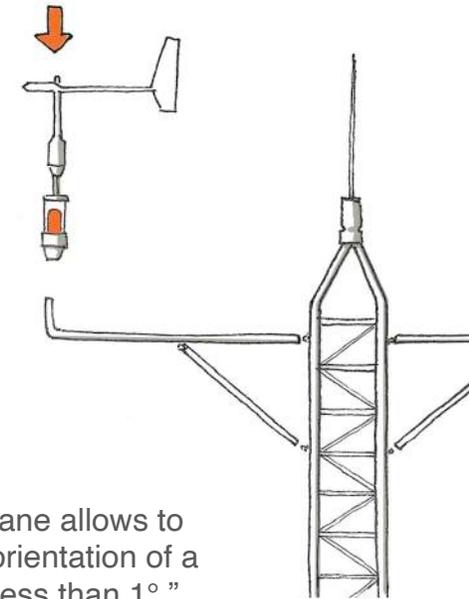
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



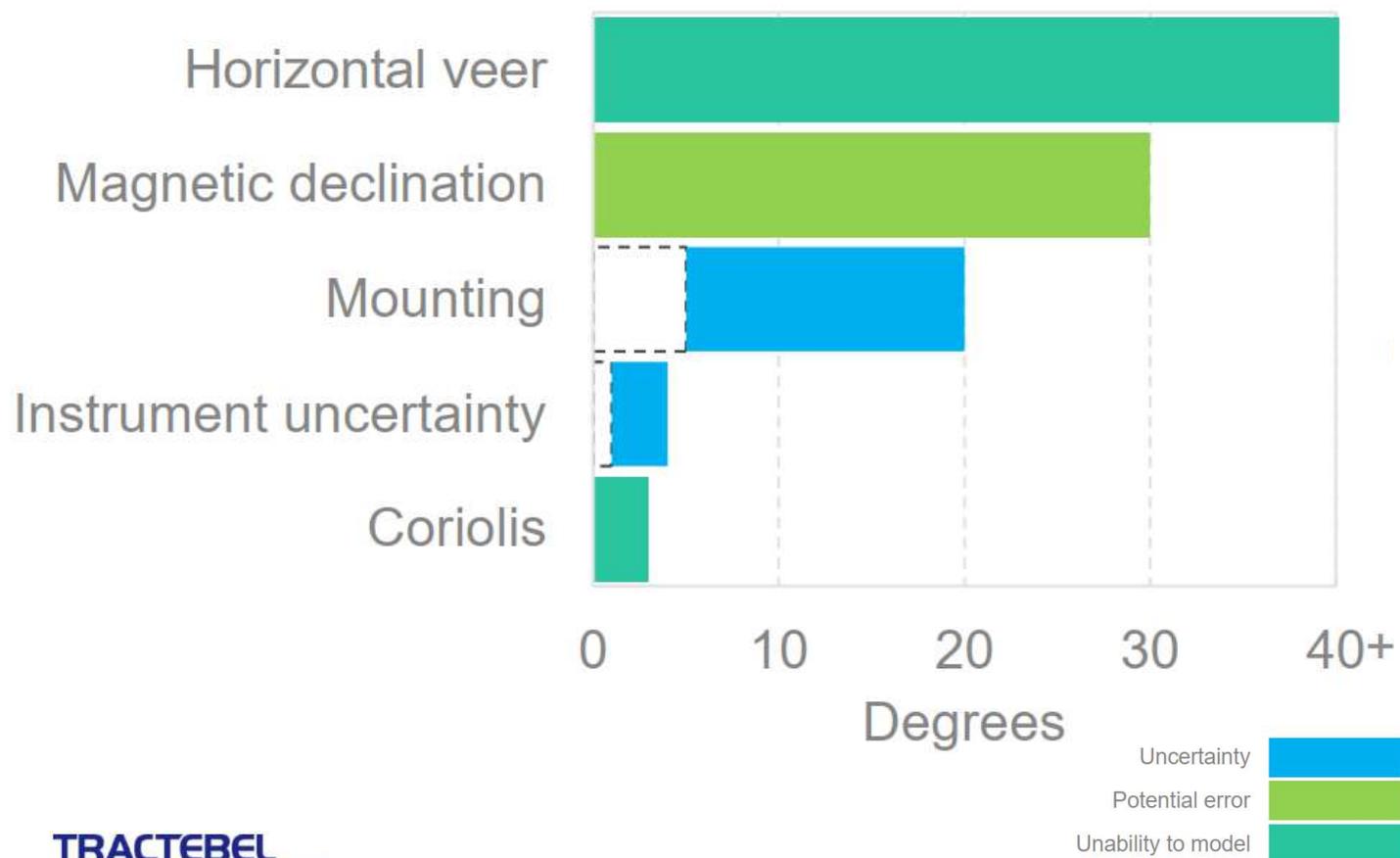
^
geovane



“ Our tests prove that the Geovane allows to consistently determine the true orientation of a wind vane with an uncertainty less than 1° ”

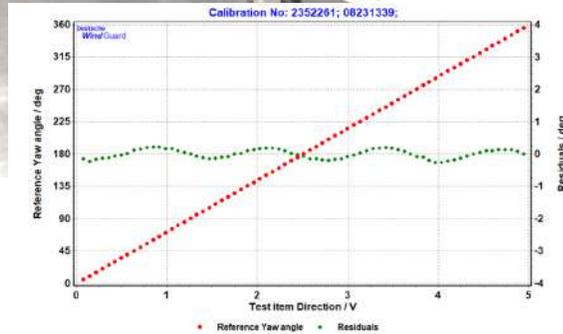


- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



La incertidumbre asociada a la orientación del sensor es entre **10 y 20 veces** superior a la precisión del propio sensor

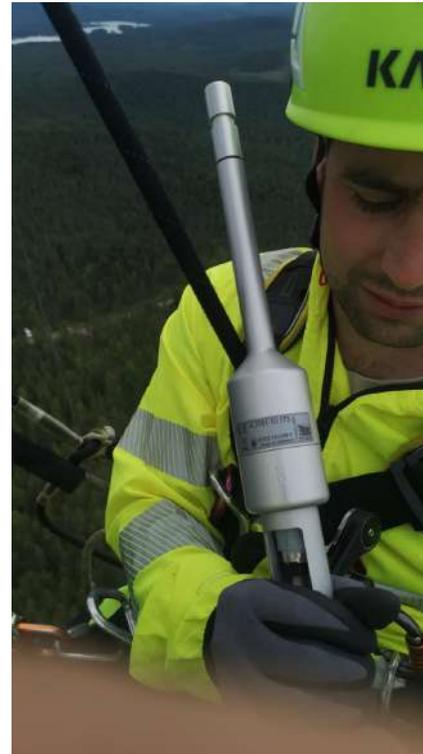
- **Incertidumbres en la dirección del viento**
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



calibración

irrelevante (control de calidad)

$\approx 1^\circ$



instalación

crucial

10° a 20°

La incertidumbre asociada a la orientación del sensor es entre **10 y 20 veces** superior a la precisión del propio sensor



- **Incertidumbres en la dirección del viento**
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

Perfectly aligned wind vanes with zero offset between them in no way means either of the wind vanes is correctly aligned towards True North. What's more, despite the common misconception, adding more wind vanes does NOT resolve this issue.



- **Incertidumbres en la dirección del viento**
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



IEC 61400-12-1

Edition 2.0 2017-03

**INTERNATIONAL
STANDARD**

measnet



**EVALUATION OF
SITE-SPECIFIC WIND
CONDITIONS**

Topic	Uncertainty Component
Measurement	Wind speed
	Anemometer classification according to IEC 61400-12-1 [4]
	Anemometer calibration
	Measurement set-up (mast influences)
	Data logger (resolution)
	Quality of correction method applied
	Wind direction
	Direction sensor characteristics
	Measurement set-up (mast influences, accuracy of north gap orientation, in-situ comparison)
	Quality of correction method applied
	Remote sensing
	Verification test
	Sensitivity on environmental conditions
Variation of wind conditions across probe volume or uncertainty of respective corrections	
Alignment of RSD	
Control mast deviations / 2 nd verification test	
Availability of raw data	
Data quality (signal to noise ratio, possible fixed echoes (SODAR))	
Representativeness of measurement period: duration and availability with respect to seasonal and diurnal variation	

- **Incertidumbres en la dirección del viento**
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

Tecnología Geovane para orientar veletas

EN BUSCA DEL NORTE VERDADERO



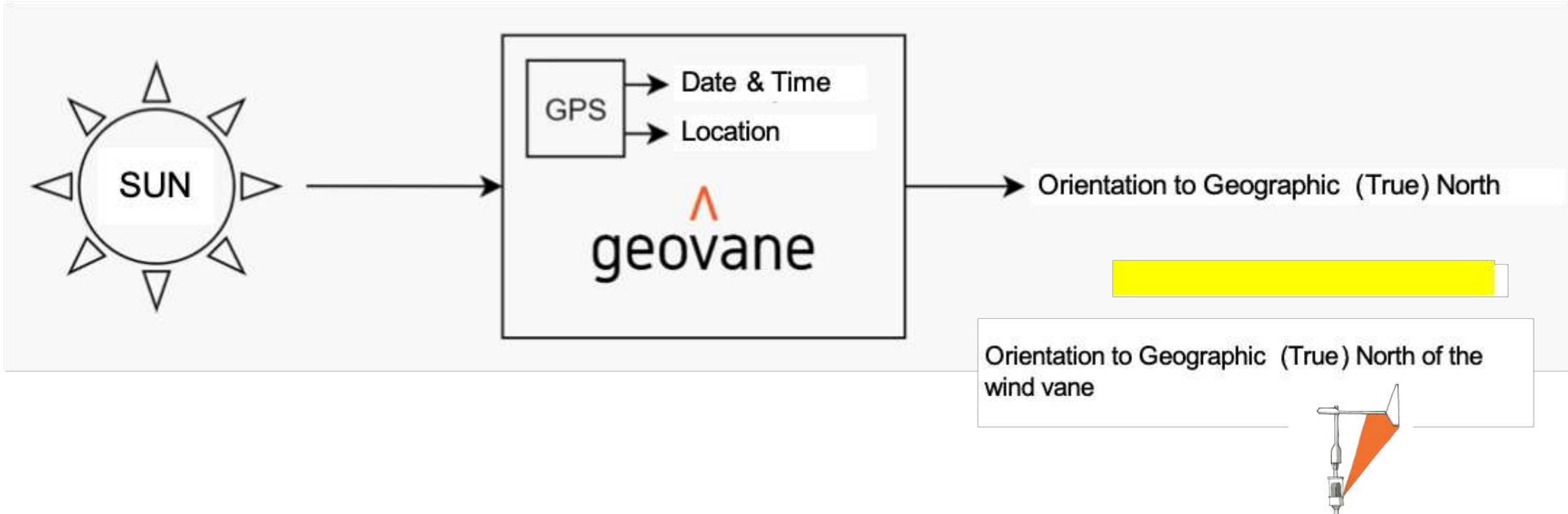


^
geovane :

Una **brújula solar** diseñada por Kintech Engineering para obtener con precisión la orientación geográfica (Norte Verdadero) del dispositivo que tiene acoplado: veleta, LiDAR...

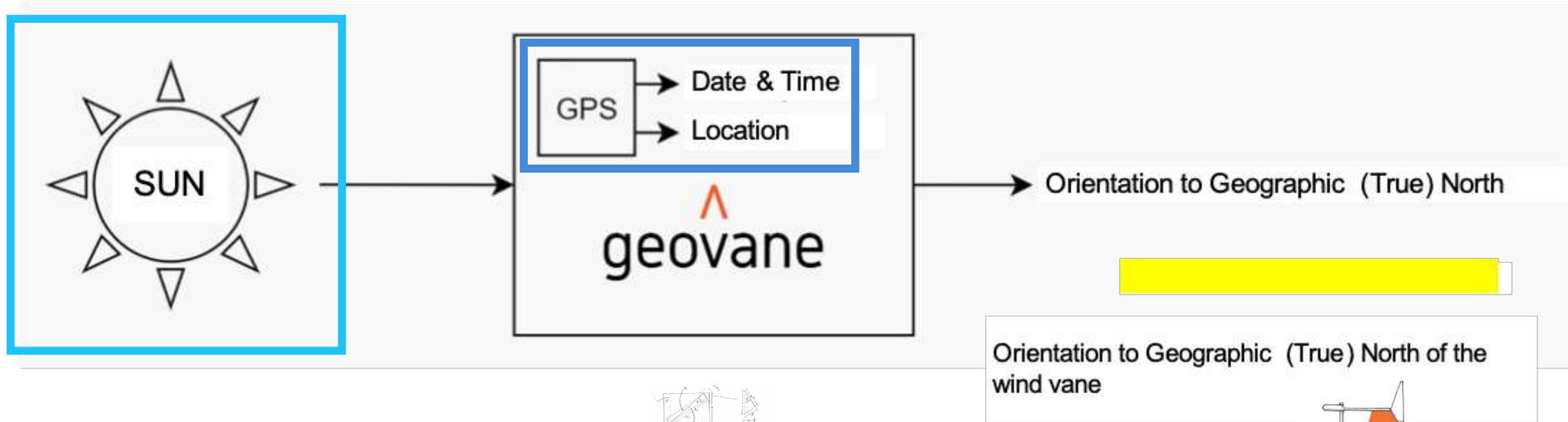


- Incertidumbres en la dirección del viento
- **Tecnología Geovane para orientar veletas**
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



brújula solar electrónica

- Incertidumbres en la dirección del viento
- **Tecnología Geovane para orientar veletas**
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

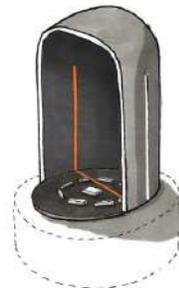
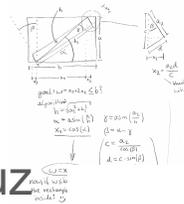


Ψ = acimut calculado → ecuaciones solares

A_m = acimut medido → rendijas y sensores de luz

θ = orientación al Norte Verdadero

$$\theta = \Psi - A_m$$

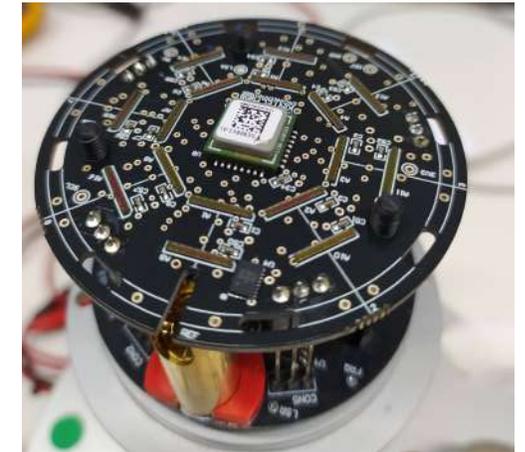
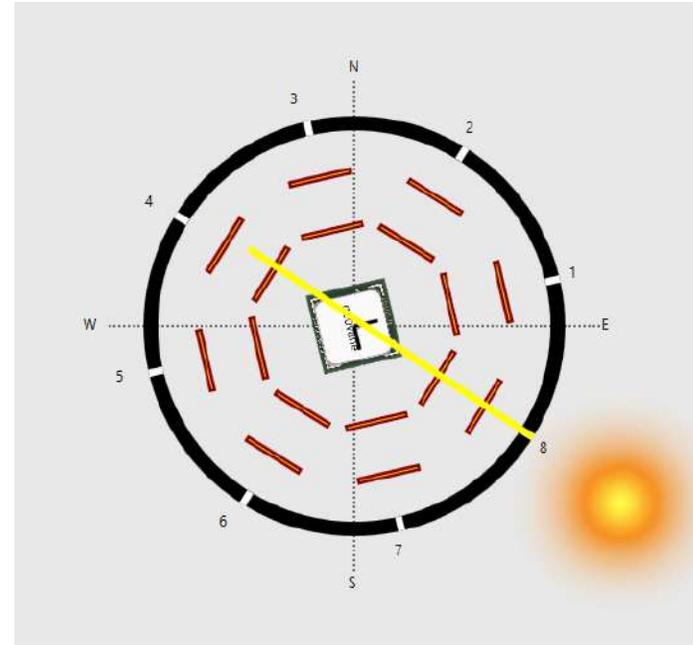
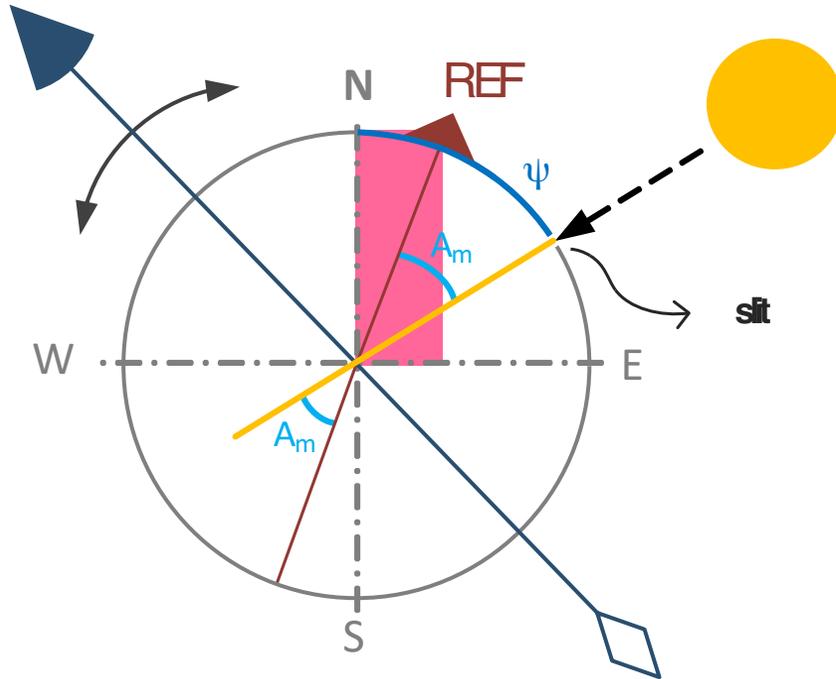


Orientation to Geographic (True) North of the wind vane



- Incertidumbres en la dirección del viento
- **Tecnología Geovane para orientar veletas**
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



Ψ = acimut calculado → ecuaciones solares
 A_m = acimut medido → rendijas y sensores de luz
 θ = orientación al Norte Verdadero

$$\theta = \Psi - A_m$$



- Incertidumbres en la dirección del viento
- **Tecnología Geovane para orientar veletas**
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

Métodos de orientación tradicionales

- Procedimiento manual (complejo)
- Factor humano:
 - Sin repetibilidad entre emplazamientos / países
 - Susceptible de error
- Orientación indirecta: vientos – torre – boom - sensor
- Sin seguimiento a lo largo de la campaña
- Problemas inherentes al magnetismo

apuesta por la innovación



Geovane

- Proceso automático
- Máquina:
 - Repetible entre emplazamientos
 - Inmune a equivocaciones
- Orientación directa: sensor
- Monitorizado de manera continua
- Precisión solar

-
- Incertidumbres en la dirección del viento
 - **Tecnología Geovane para orientar veletas**
 - Casos reales de offsets detectados
 - Impacto económico de un offset de 14°
 - Ronda de preguntas



(11) EP 3 324 191 A1

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication: 23.05.2018 Bulletin 2018/21 (51) Int Cl: G01P 13/02 (2008.01) G01P 21/02 (2006.01)

(21) Application number: 16382535.9

(22) Date of filing: 16.11.2016

(84) Designated Contracting States:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Designated Extension States:
BA ME
Designated Validation States:
MA MD

• TALLADA SOUTO, Rafael
E-50004 Zaragoza (ES)
• VÁZQUEZ PULIDO, Iñigo
E-50004 Zaragoza (ES)
• GARCÍA VALLES, Fernando
50009 Zaragoza (ES)

(74) Representative: ABG Patentes, S.L.
Avenida de Burgos, 16D
Edificio Euromor
28036 Madrid (ES)

(71) Applicant: Kintech Ingeniería, S.L.
50004 Zaragoza (ES)

(72) Inventors:
• SANZ CASTILLER, José María
E-50004 Zaragoza (ES)

(54) DEVICE FOR DETERMINING THE ORIENTATION ERROR OF A WIND SENSOR

(57) The present invention is an optoelectronic device for determining the orientation error of a wind sensor, capable of measuring its own orientation and the orientation of the system to which it is attached as a result of the position of the Sun. The invention has a configuration which allows it to be coupled to instruments for measuring wind direction such as wind vanes, ultrasonic anemometers, and remote sensing devices such as SODAR and LIDAR. The device does not physically orient the sensor but rather provides a correction value obtained from the Sun azimuth thereby eliminating any error associated with poor sensor orientation that was either introduced during installation or came about throughout the measurement season, for example, due to the deformation of the bearing structure.

The invention is particularly useful in wind sensors installed in hard-to-access structures such as guyed wind measurement towers, where a correct, orientation error-free installation is not possible.

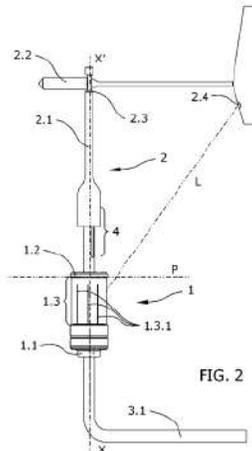


FIG. 2

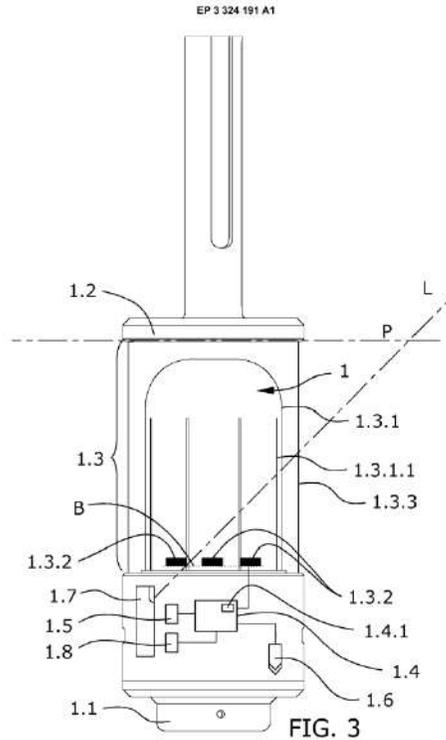


FIG. 3

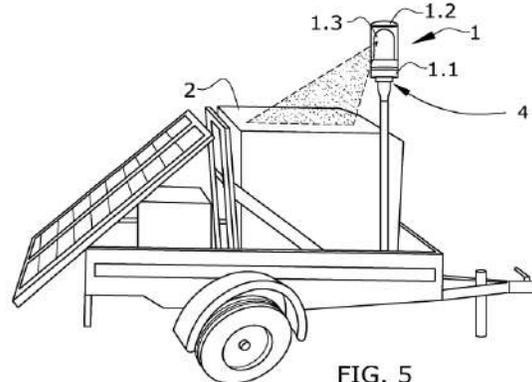


FIG. 5

Por lo tanto...

1. Novedad mundial
2. Actividad inventiva
3. Aplicación industrial

- Incertidumbres en la dirección del viento
- **Tecnología Geovane para orientar veletas**
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

Data Tool

Measured Data | Hourly Data | Daily Data

Date	A2_WD_66_140_05V	A12_DG_66_0_S1A_TN	A2_WD_66_140_05V_ToTrueNorth
09/03/2024 0:00:00	91,800	326,900	58,705
09/03/2024 0:10:00	90,400	326,900	57,298
09/03/2024 0:20:00	73,170	326,900	40,072
09/03/2024 0:30:00	64,030	326,900	30,931
09/03/2024 0:40:00	69,660	326,900	36,556
09/03/2024 0:50:00	93,910	326,900	60,814
09/03/2024 1:00:00	101,650	326,900	68,548
09/03/2024 1:10:00	88,290	326,900	55,189
09/03/2024 1:20:00	81,610	326,900	48,509
09/03/2024 1:30:00	81,610	326,900	48,509
09/03/2024 1:40:00	41,530	326,900	8,431
09/03/2024 1:50:00	43,290	326,900	10,189
09/03/2024 2:00:00	45,400	326,900	12,298
09/03/2024 2:10:00	35,200	326,900	2,103
09/03/2024 2:20:00	41,530	326,900	8,431
09/03/2024 2:30:00	52,080	326,900	18,978
09/03/2024 2:40:00	68,250	326,900	35,150
09/03/2024 2:50:00	77,390	326,900	44,291
09/03/2024 3:00:00	71,410	326,900	38,314
09/03/2024 3:10:00	62,270	326,900	29,173
09/03/2024 3:20:00	62,270	326,900	29,173

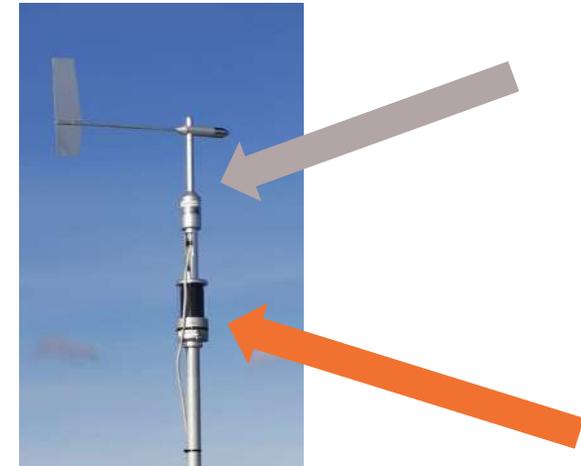
señales de cada sensor, conectadas a canales del logger independientes

postprocesado

DIRECCIÓN DE VIENTO EN CRUDO (VELETA)

+ **ORIENTACIÓN (GEOVANE)**

DIRECCIÓN DE VIENTO REAL (COMBINACIÓN)



- Incertidumbres en la dirección del viento
- **Tecnología Geovane para orientar veletas**
- Casos reales de offsets detectados
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

Casos reales de offsets detectados

...O CÓMO DE BIEN SE ORIENTAN LAS VELETAS



OBJETIVO:

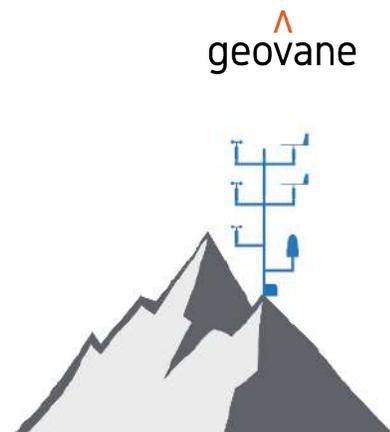
Poner cifras a los errores de orientación de veletas de los métodos tradicionales

METODOLOGÍA:

La orientación del informe de instalación es comparada con la orientación medida por Geovane

NÚMERO DE CASOS:

79 emplazamientos en 14 países



- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- **Casos reales de offsets detectados**
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas

DATOS RECABADOS:

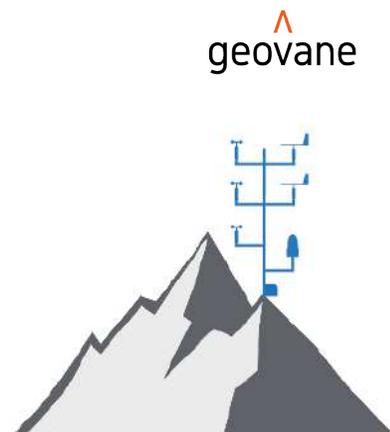
La orientación de la veleta que aparece en el informe de instalación → e.g. 90°

La orientación de la veleta medida por Geovane → e.g. 101,9°

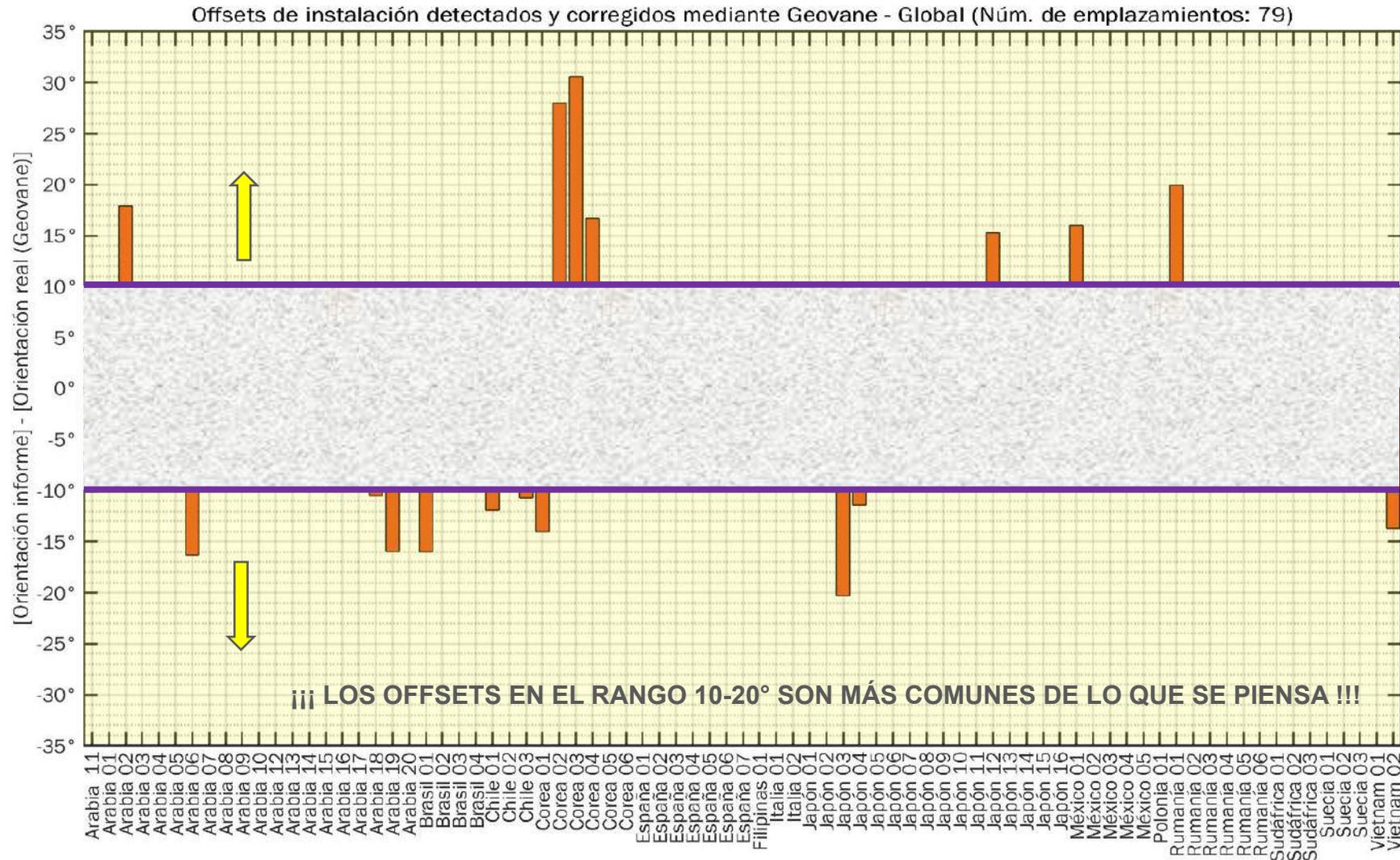
País → e.g. Chile

OFFSET DE INSTALACIÓN:

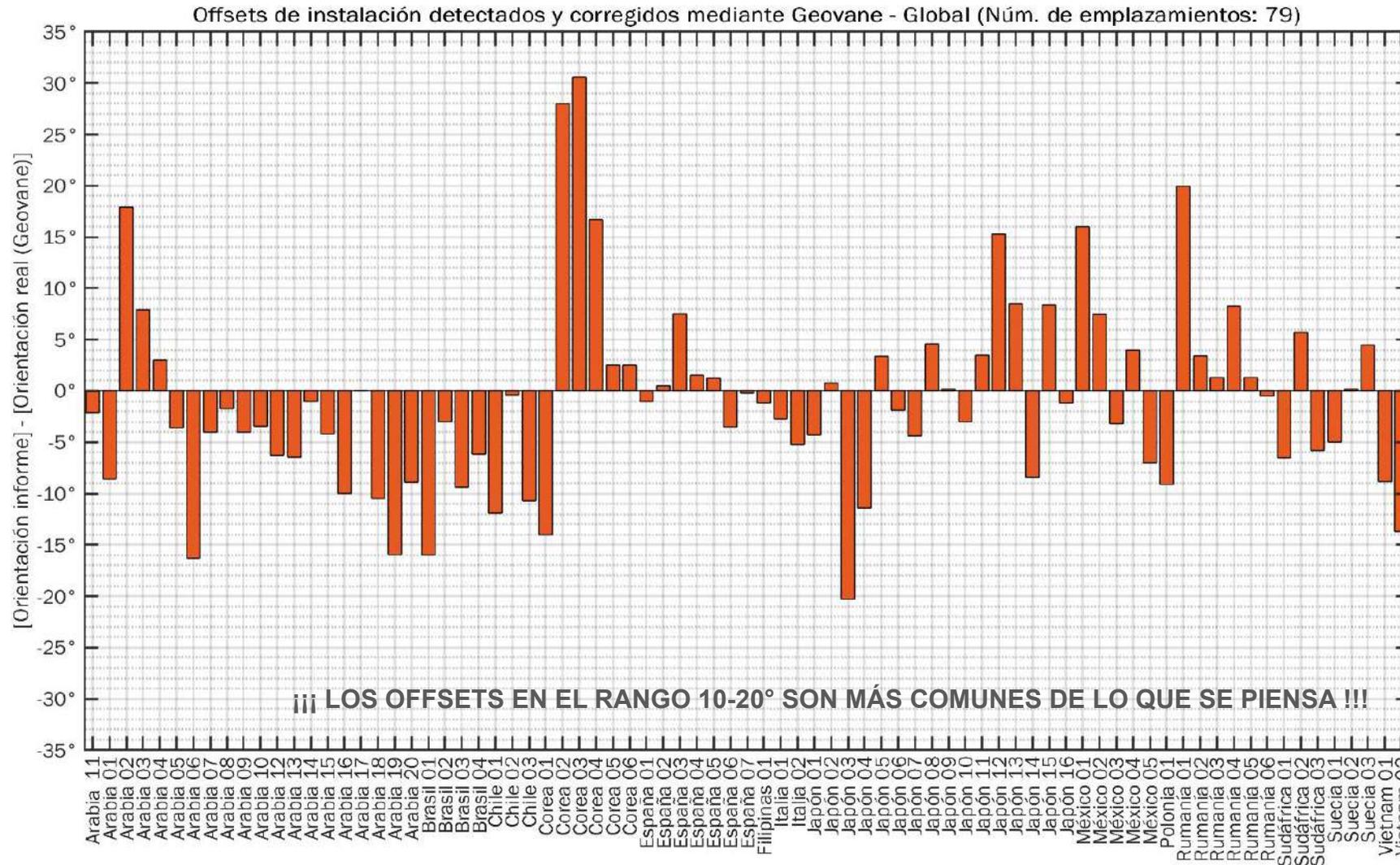
Orientación informe – Orientación real (Geovane) = 90° - 101,9° = **-11,9°** error de orientación
offset de instalación
offset



- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- **Casos reales de offsets detectados**
- Impacto económico de un offset de 14°
- Ronda de preguntas



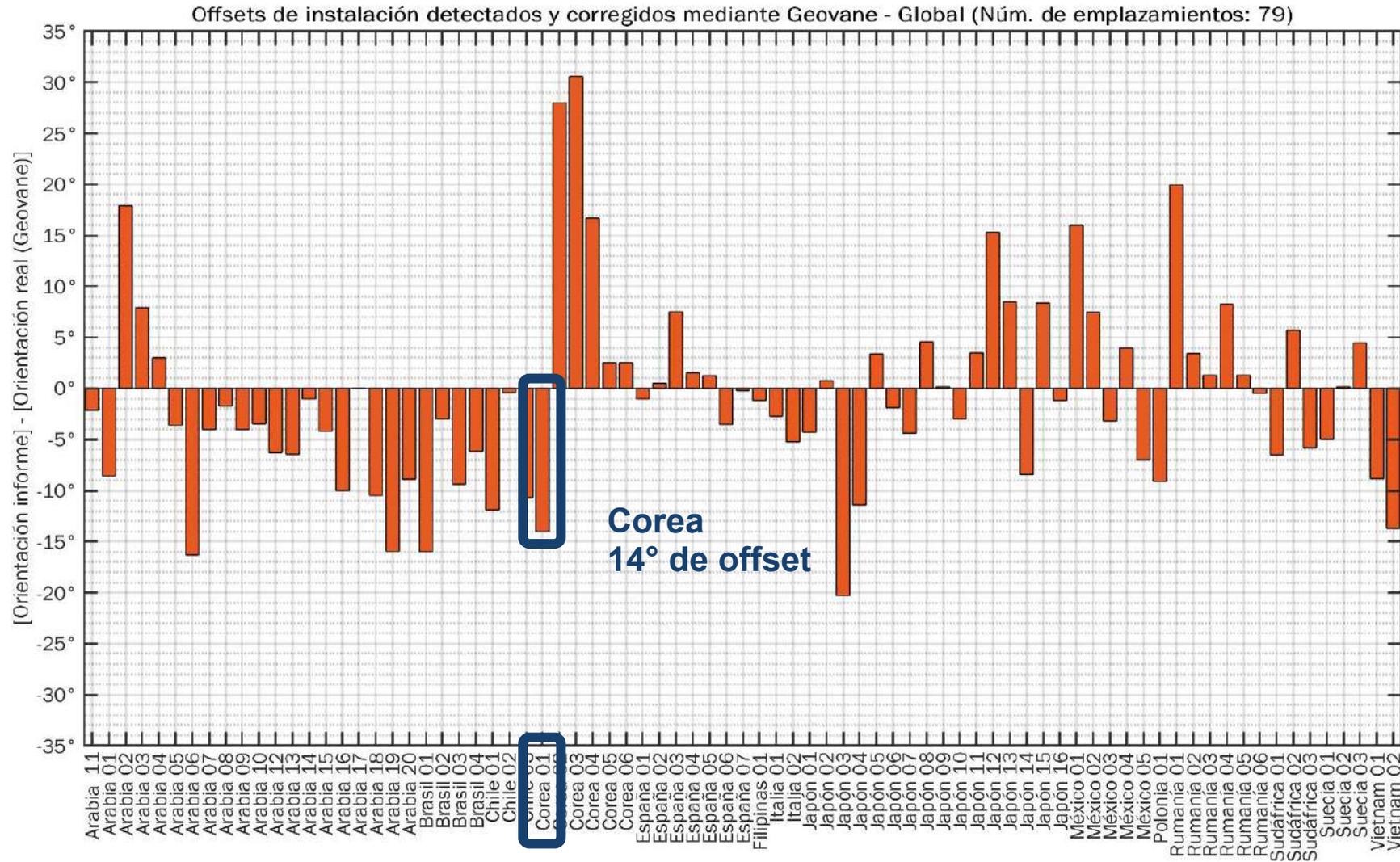
ERROR DE ORIENTACIÓN PROMEDIO: 6,8826° (VALOR ABSOLUTO)



Impacto económico de un offset de 14°

HWASUN, COREA DEL SUR







-
- Incertidumbres en la dirección del viento
 - Tecnología Geovane para orientar veletas
 - Casos reales de offsets detectados
 - **Impacto económico de un offset de 14°**
 - Ronda de preguntas

LOS DESAFÍOS



01 Torre metálica y distorsión magnética

Imposible establecer la orientación magnética *in situ*
Necesario conocer la declinación del emplazamiento

02 Orografía compleja

Imposible tratar de establecer la orientación del brazo a distancia mediante mira telescópica o GPS

03 Equipo de instalación local

Inexperiencia en el sector eólico
Barreras culturales y de idioma que dificultan la implementación de métodos complejos de orientación

04 Emplazamiento remoto

Evitar a toda costa visitas caras e innecesarias
Climatología adversa frecuente en el emplazamiento

- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- **Impacto económico de un offset de 14°**
- Ronda de preguntas



orientación teórica: 196°



informes de instalación



vs.

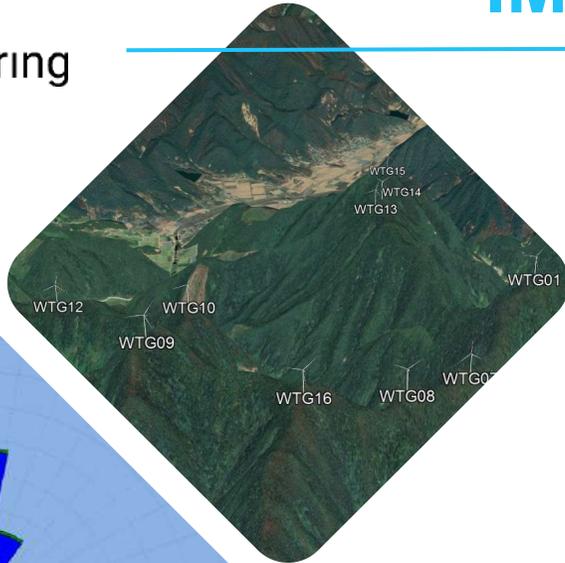


orientación real: 210°


geovane

14° de offset

- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- **Impacto económico de un offset de 14°**
- Ronda de preguntas



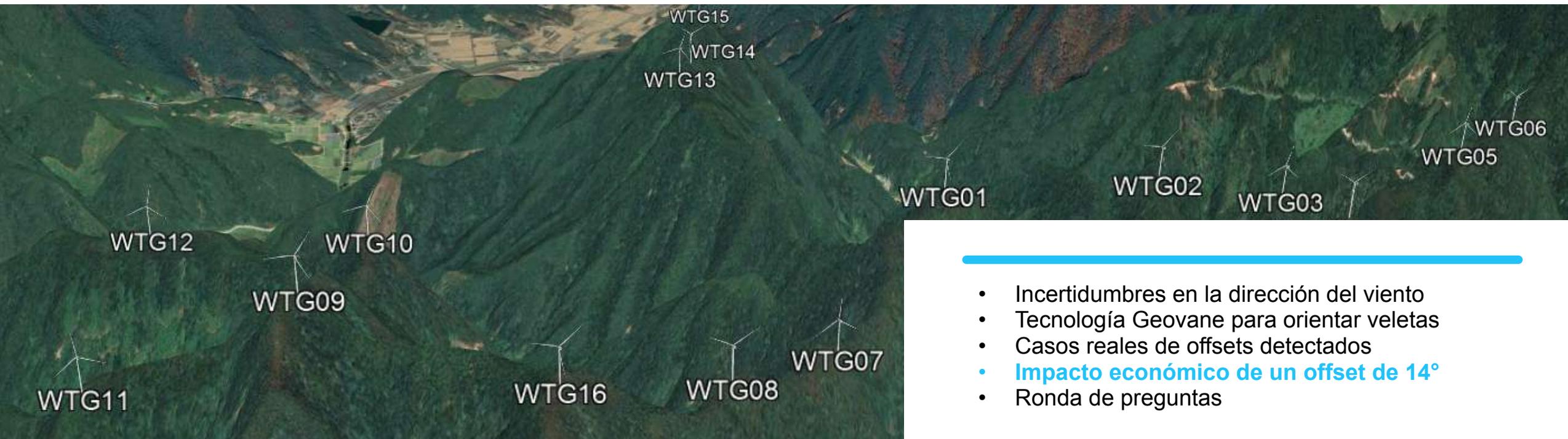
Acerca del micrositing:

- Datos de dirección **sin corregir** (como si no hubiera Geovane)
- Datos de velocidad: anemómetro a 80 m
- Mapa de recurso mediante WindPRO (WAsP)
- Turbina empleada: V136-3,45MW de Vestas (112 m de altura de buje)
- Distancia de 7D en la supuesta dirección predominante del viento
- Distancia de 3D en la dirección perpendicular a la supuesta predominante
- 16 turbinas en el parque (55,2 MW)

1. Se lleva a cabo el **layout** del parque a partir de la rosa de vientos rotada 14° (rosa **con offset**).
2. Se calcula la producción y las pérdidas por estelas con la rosa de vientos real (rosa sin offset).

- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- **Impacto económico de un offset de 14°**
- Ronda de preguntas

Micrositing (no Geovane)	Producción Anual Bruta (MWh/año)	Pérdidas por efecto estela (%)	Producción anual neta (MWh/año)	Factor de capacidad (%)
Expectativa	192.286,1	4,19	184.229,7	38,1
Realidad	190.651,6	4,51	182.053,2	37,65

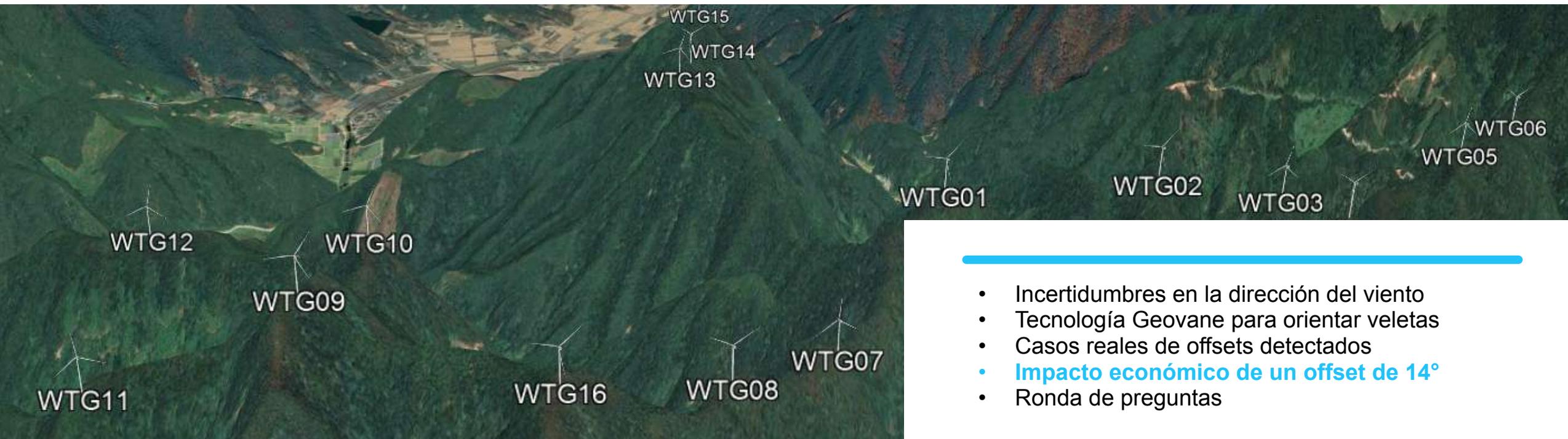


- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- **Impacto económico de un offset de 14°**
- Ronda de preguntas

CONSECUENCIAS EVITADAS GRACIAS A GEOVANE

- **Underperformance** → sobrestimación de la producción anual en 2.176,5 MWh. Incremento del efecto estela en un 0,32%.
- **Fatiga extra de las turbinas** → ↑↑↑ efecto estela + ↑↑↑ turbulencia = ↑↑↑ costes de mantenimiento.
- **Pérdidas económicas** → sobrestimación de los ingresos anuales en 254.650 €/año*.

*considerando 117€/MWh



- Incertidumbres en la dirección del viento
- Tecnología Geovane para orientar veletas
- Casos reales de offsets detectados
- **Impacto económico de un offset de 14°**
- Ronda de preguntas

Ronda de preguntas

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

WENCESLAO LÓPEZ

wenceslao.lopez@kintech-engineering.com



Tecnología Geovane para reducir la incertidumbre en las mediciones de dirección del viento: casos reales

WENCESLAO LÓPEZ

Business Development Manager: LATAM



Tecnología Geovane para reducir la incertidumbre en las mediciones de dirección del viento: casos reales

WENCESLAO LÓPEZ

Business Development Manager: LATAM

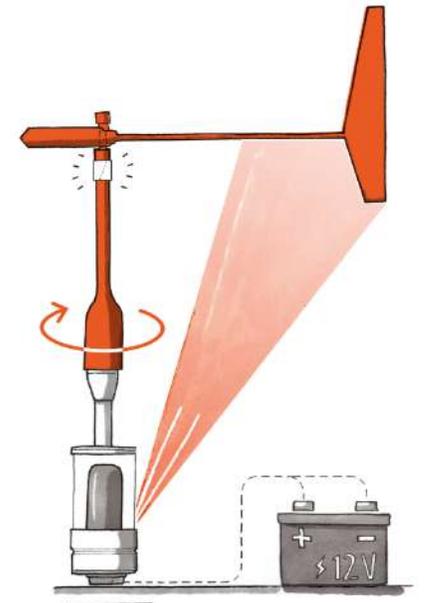
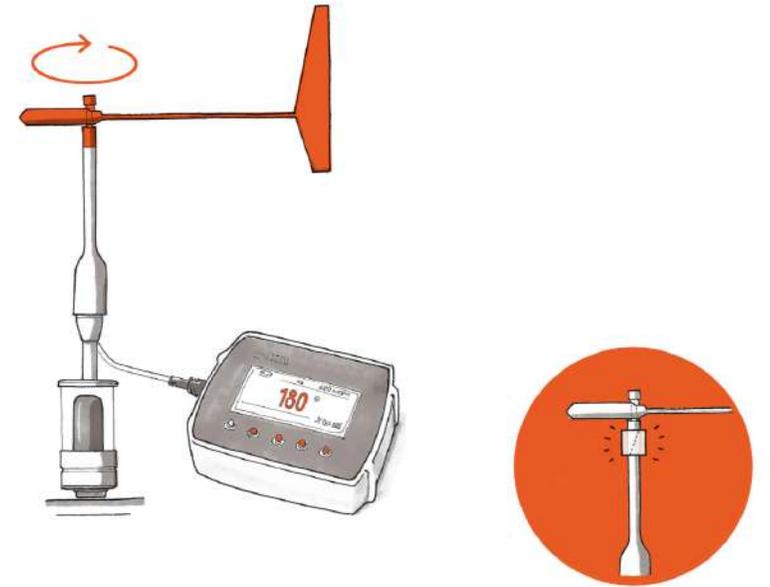


Alineamiento veleta - G





veleta entregando 180° + láser Geovane incidiendo en la cola = **dispositivos alineados**

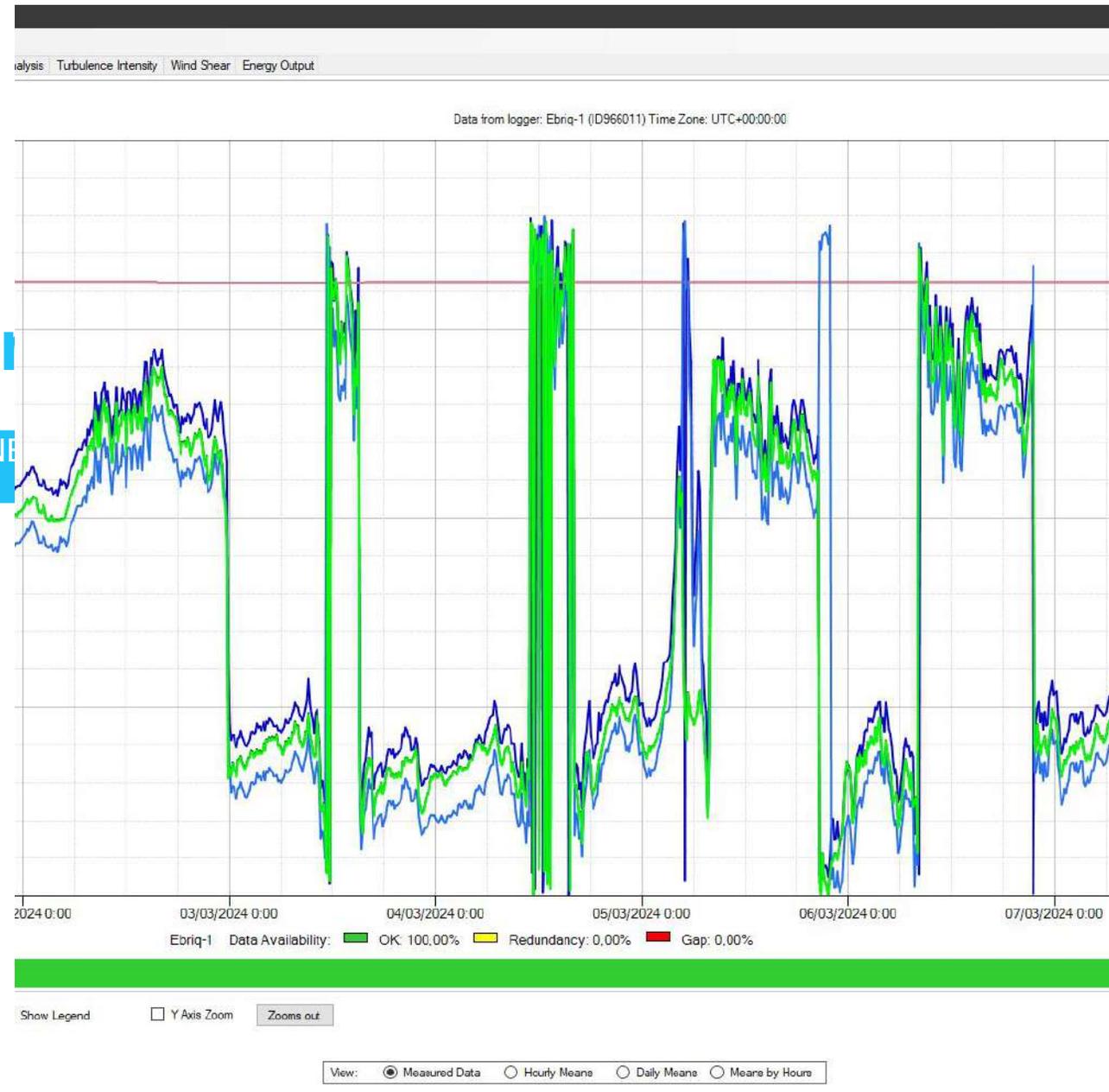




dispositivos alineados por Kintech

Interpreting the Geovar

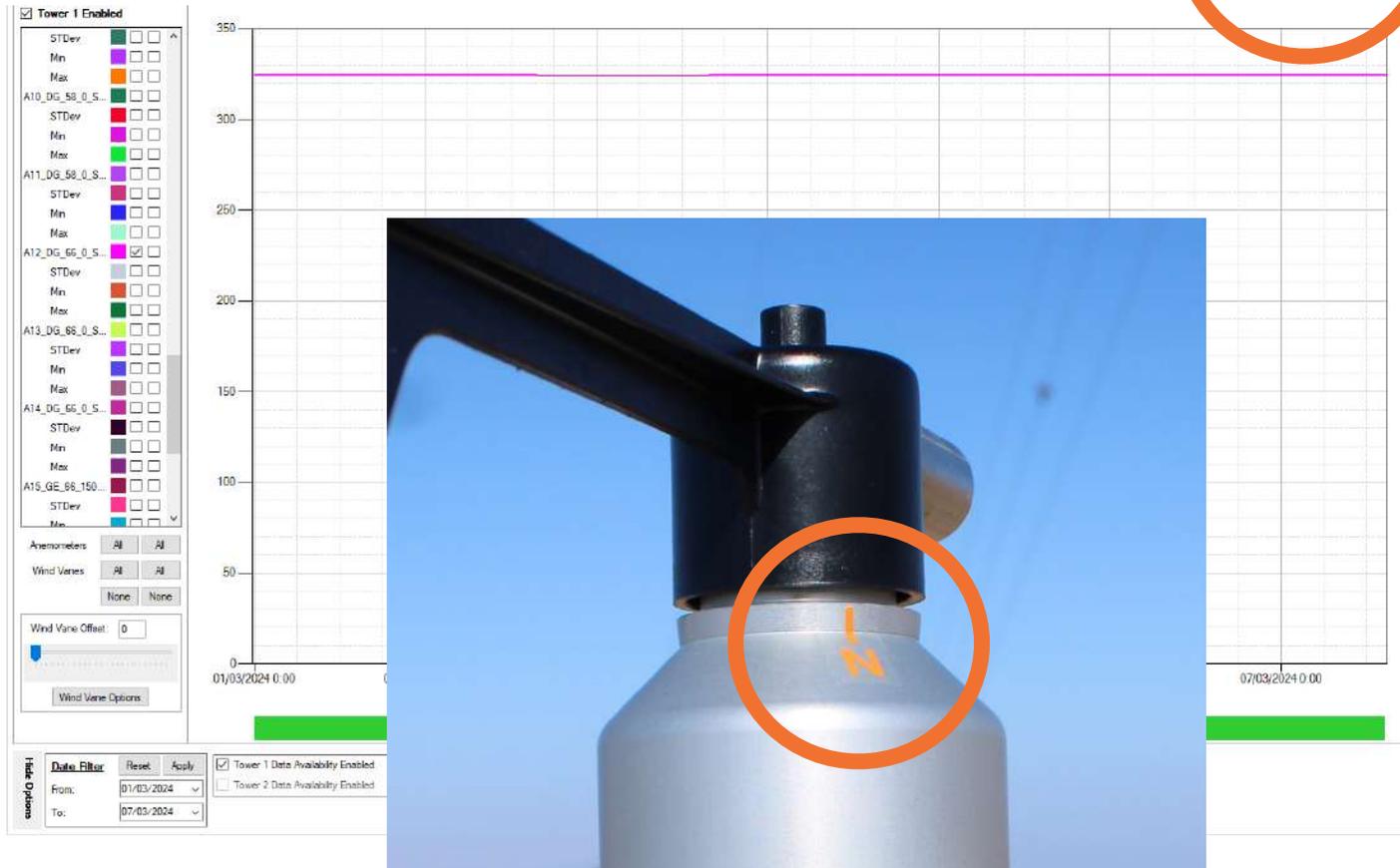
USING GEOVAR



FROM ORIENTATION TO TRUE WIND DIRECTION

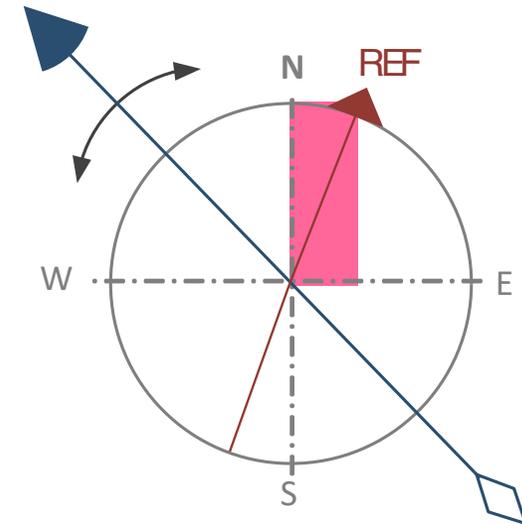
geovane

Series	Avg.
A12_DG_66_0_S1A TN	324,58

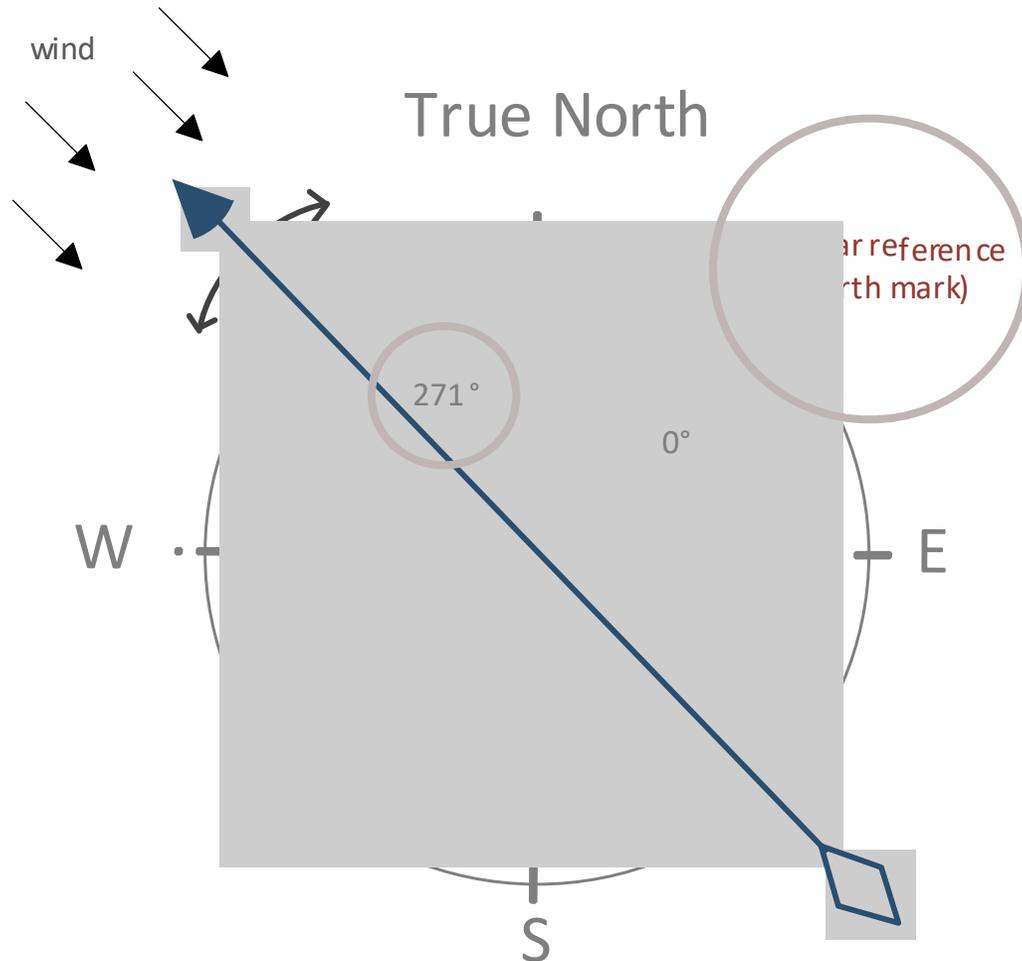


Geovane's output:

Orientation of the zero degree mark of its coupled wind vane to True North

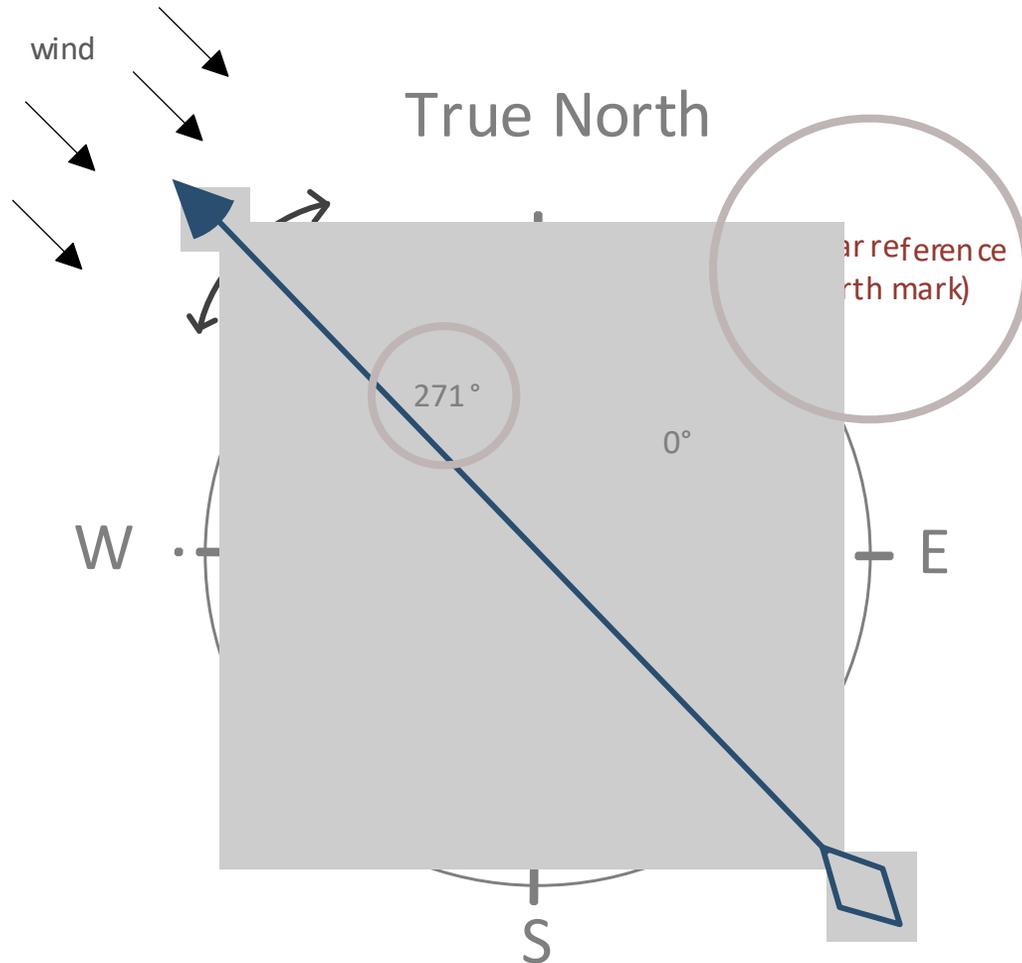


- Geovane in a nutshell
- Sources of uncertainty on wind direction
- Geovane technology: operating principle
- **Interpreting the Geovane output**
- From mystery to metrics: real cases



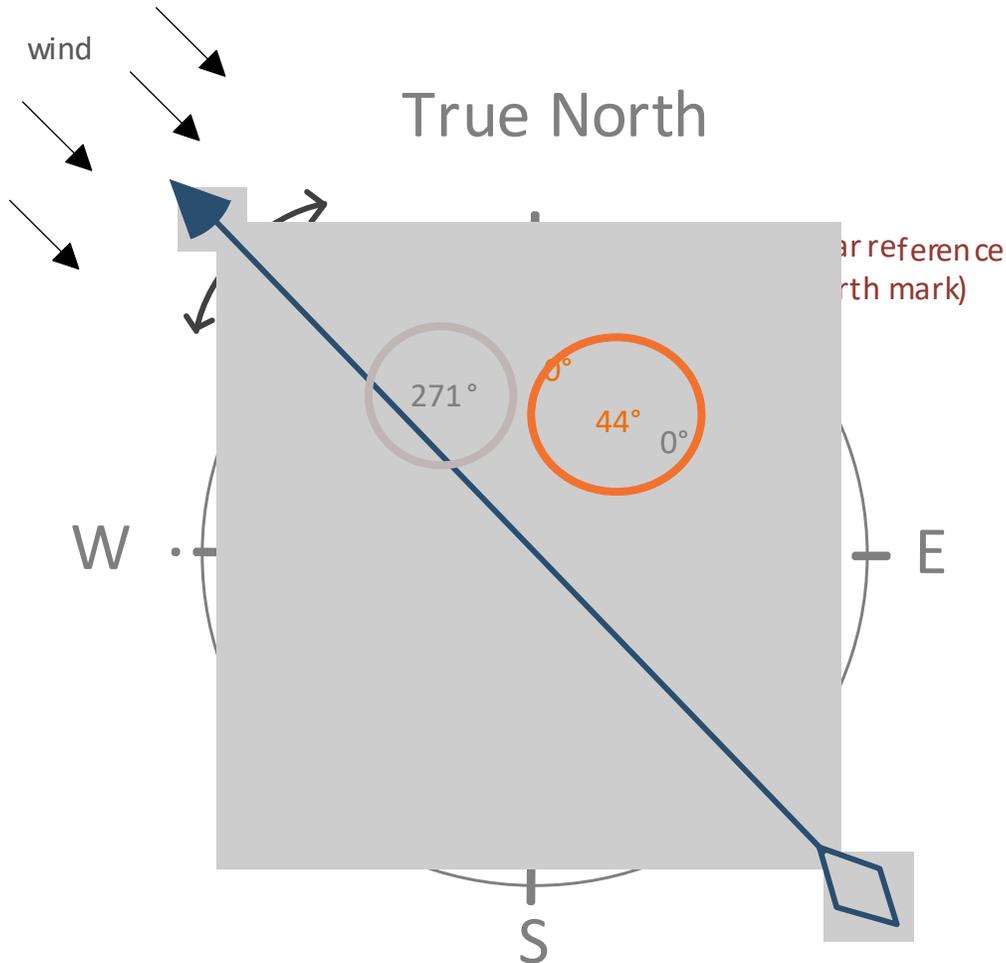
RAW WIND DIRECTION

- Geovane in a nutshell
- Sources of uncertainty on wind direction
- Geovane technology: operating principle
- **Interpreting the Geovane output**
- From mystery to metrics: real cases



RAW WIND DIRECTION

- Geovane in a nutshell
- Sources of uncertainty on wind direction
- Geovane technology: operating principle
- [Interpreting the Geovane output](#)
- From mystery to metrics: real cases

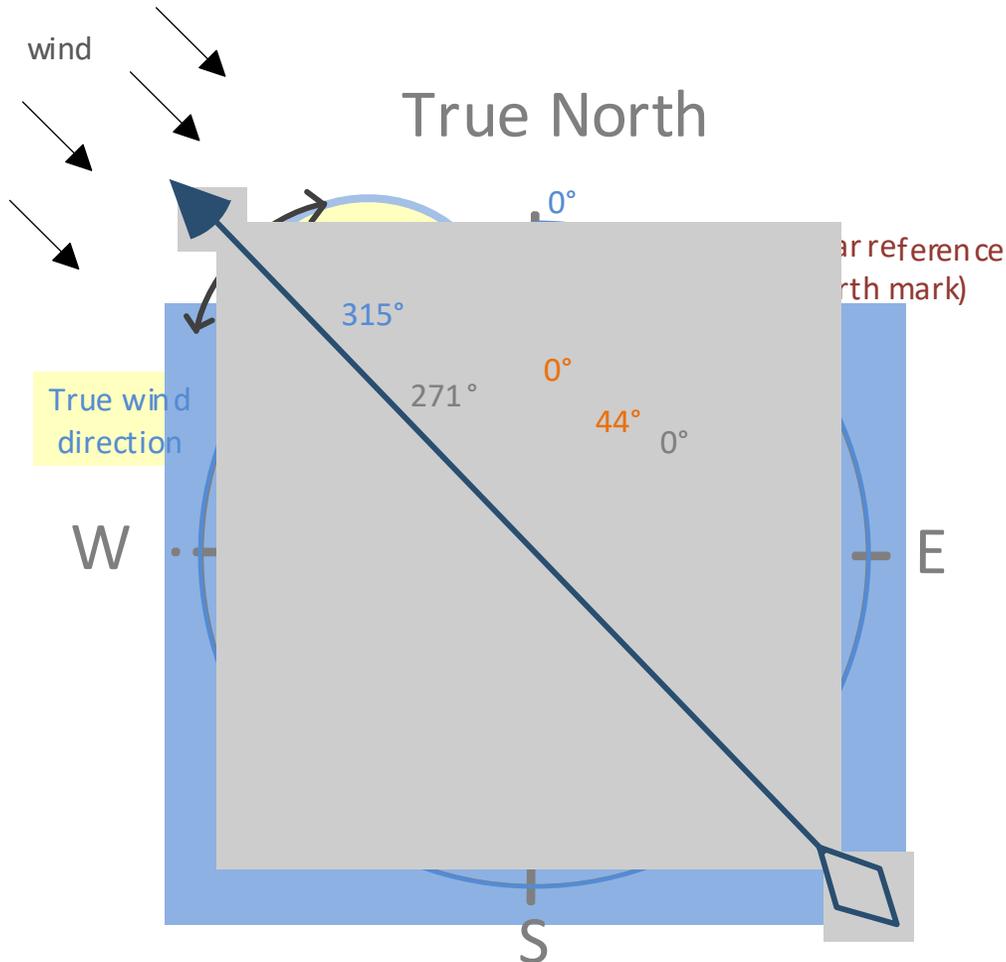


RAW WIND DIRECTION

+ **OFFSET (PROVIDED BY GEOVANE)**

- Geovane in a nutshell
- Sources of uncertainty on wind direction
- Geovane technology: operating principle
- **Interpreting the Geovane output**
- From mystery to metrics: real cases

FROM ORIENTATION TO TRUE WIND DIRECTION



RAW WIND DIRECTION

+ **OFFSET (PROVIDED BY GEOVANE)**

TRUE WIND DIRECTION

$$271^\circ + 44^\circ = 315^\circ$$

- Geovane in a nutshell
- Sources of uncertainty on wind direction
- Geovane technology: operating principle
- **Interpreting the Geovane output**
- From mystery to metrics: real cases

= 327°



Analog channels / Serial instrument variables

ANL1 to ANL15 are used for connecting sensors with analog output or mapping serial instrument variables.
ANL16 to ANL23 are exclusively for mapping serial instrument variables.

Channel	Sensor type	Sensor model	Height	Name	Std Dev	Min	Max
ANL1	Windvane	Output 0-5V: Thies TMR / K360V	116	A1_WD_116_140_05V	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ANL2	Windvane	Output 0-5V: Thies TMR / K360V	66	A2_WD_66_140_05V	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Ignore channel Serial number 06222850

Units °

Offset

Use the 'Offset' field to enter the orientation in which the wind vane has been installed

Boom orientation

Geovane A12_DG_66_0_S1A_TN

Number of decimals: General 2, Max Min 2, Std Dev 2

Number of decimals real time: All 1

(WVANE)

OFFSET IN INSTALLATION REPORT → 140° + 180° = 320°

without Geovane with Geovane

~~MOUNTING BIAS > +7° (ORIENTATION ERROR)~~

- Geovane in a nutshell
- Sources of uncertainty on wind direction
- Geovane technology: operating principle
- [Interpreting the Geovane output](#)
- From mystery to metrics: real cases

DATA COLUMNS

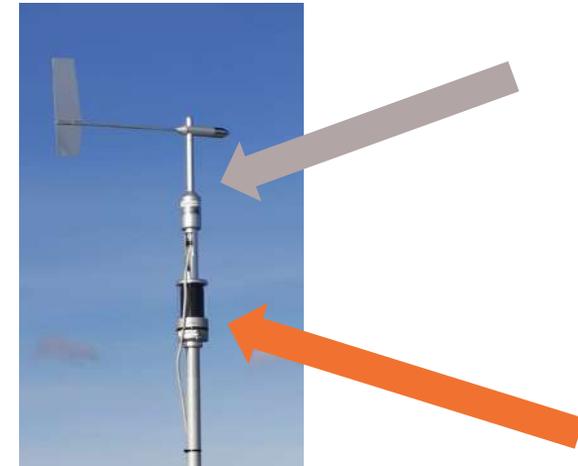
Date	A2_WD_66_140_05V	A12_DG_66_0_S1A_TN	A2_WD_66_140_05V_ToTrueNorth
09/03/2024 0:00:00	91,800	326,900	58,705
09/03/2024 0:10:00	90,400	326,900	57,298
09/03/2024 0:20:00	73,170	326,900	40,072
09/03/2024 0:30:00	64,030	326,900	30,931
09/03/2024 0:40:00	69,660	326,900	36,556
09/03/2024 0:50:00	93,910	326,900	60,814
09/03/2024 1:00:00	101,650	326,900	68,548
09/03/2024 1:10:00	88,290	326,900	55,189
09/03/2024 1:20:00	81,610	326,900	48,509
09/03/2024 1:30:00	81,610	326,900	48,509
09/03/2024 1:40:00	41,530	326,900	8,431
09/03/2024 1:50:00	43,290	326,900	10,189
09/03/2024 2:00:00	45,400	326,900	12,298
09/03/2024 2:10:00	35,200	326,900	2,103
09/03/2024 2:20:00	41,530	326,900	8,431
09/03/2024 2:30:00	52,080	326,900	18,978
09/03/2024 2:40:00	68,250	326,900	35,150
09/03/2024 2:50:00	77,390	326,900	44,291
09/03/2024 3:00:00	71,410	326,900	38,314
09/03/2024 3:10:00	62,270	326,900	29,173
09/03/2024 3:20:00	62,270	326,900	29,173

signals from each sensor, each connected to separate channels of the logger

data postprocessing

RAW WIND DIRECTION (WIND VANE)
+ ORIENTATION (GEOVANE)

TRUE WIND DIRECTION (COMBINATION)



- Geovane in a nutshell
- Sources of uncertainty on wind direction
- Geovane technology: operating principle
- Interpreting the Geovane output
- From mystery to metrics: real cases