

FORUM

Progettazione e manutenzione dei manti in erba

Agricoltura di Precisione nei TE sportivi



Filippo Lulli PhD
Turf Europe / GreenGO

TS?ORT

SPORT & IMPIANTI

17/04/2023

www.sporteimpianti.it

AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Un processo (strategia gestionale high-tech) per dare:

- Giusto input
- Giusta fonte
- Giusta dose
- Giusto posto
- Giusto momento

Precision farming

Resa Qualità **PLV** Ambiente

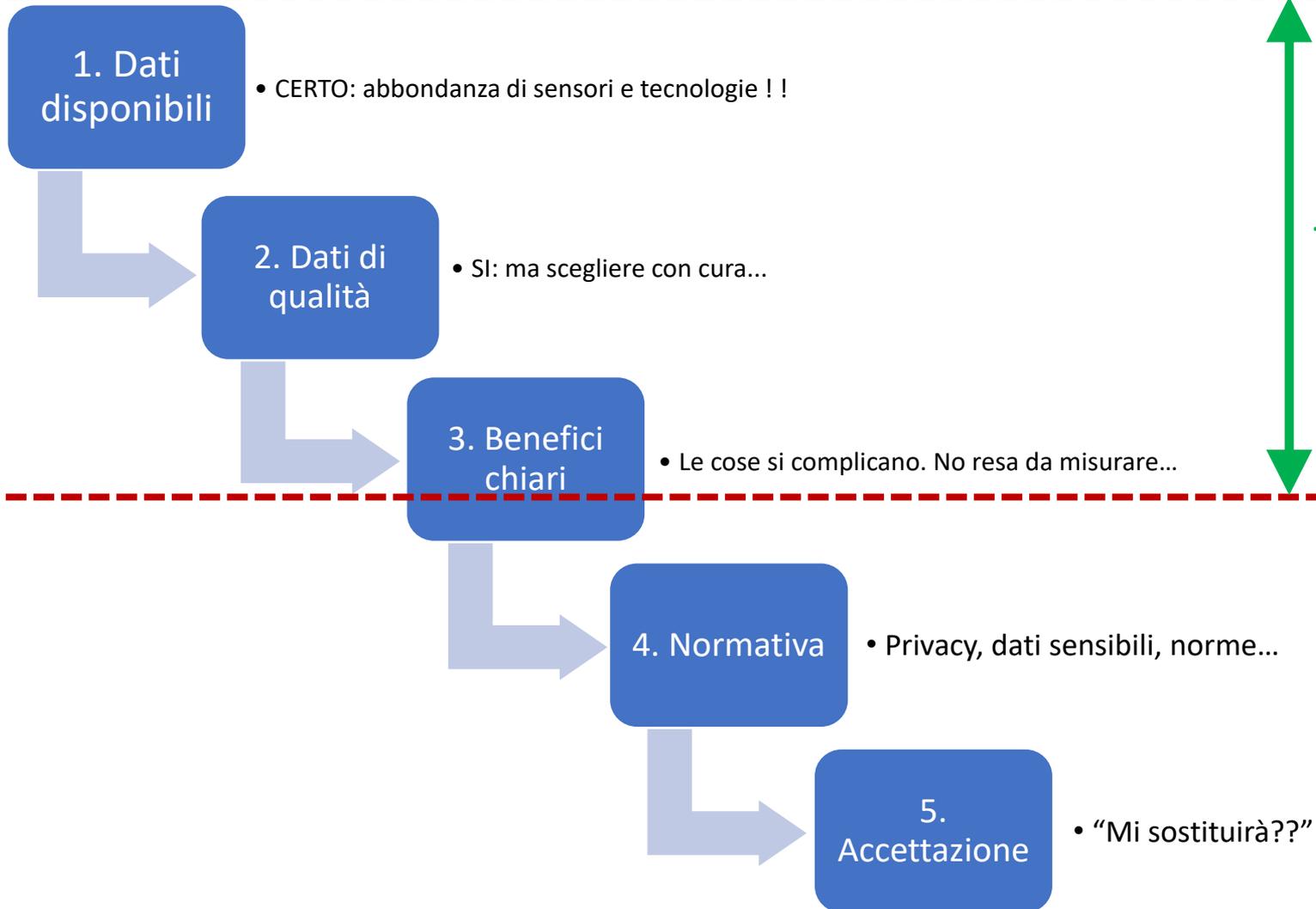
Precision Turfgrass Mgt

Qualità Costi **Ambiente**

In termini di adozione, l'Agricoltura di Precisione è anni luce avanti al PTM. **PERCHE' ??**



Fattori di adozione PTM ("GO" / "NO GO")



1. DATA disponibili

ARIA

- temperatura
- humidit 
- pressione

PRECIPITAZIONI

- intensit 
- quantit 
- tipo

VENTO

- velocit 
- direzione

SOLE & LUCE

- radiazione solare
- PAR (istantanea)
- DLI (cumulata)

SUOLO

- temperatura
- conducibilit  elettrica
- contenuto idrico
- pH (?)
- nutrienti (?)
- infiltrometria



PIANTA

- bagnatura fogliare
- clorofilla

COTICO

- NDVI & altri IV
- IR termico
- evapotraspirazione

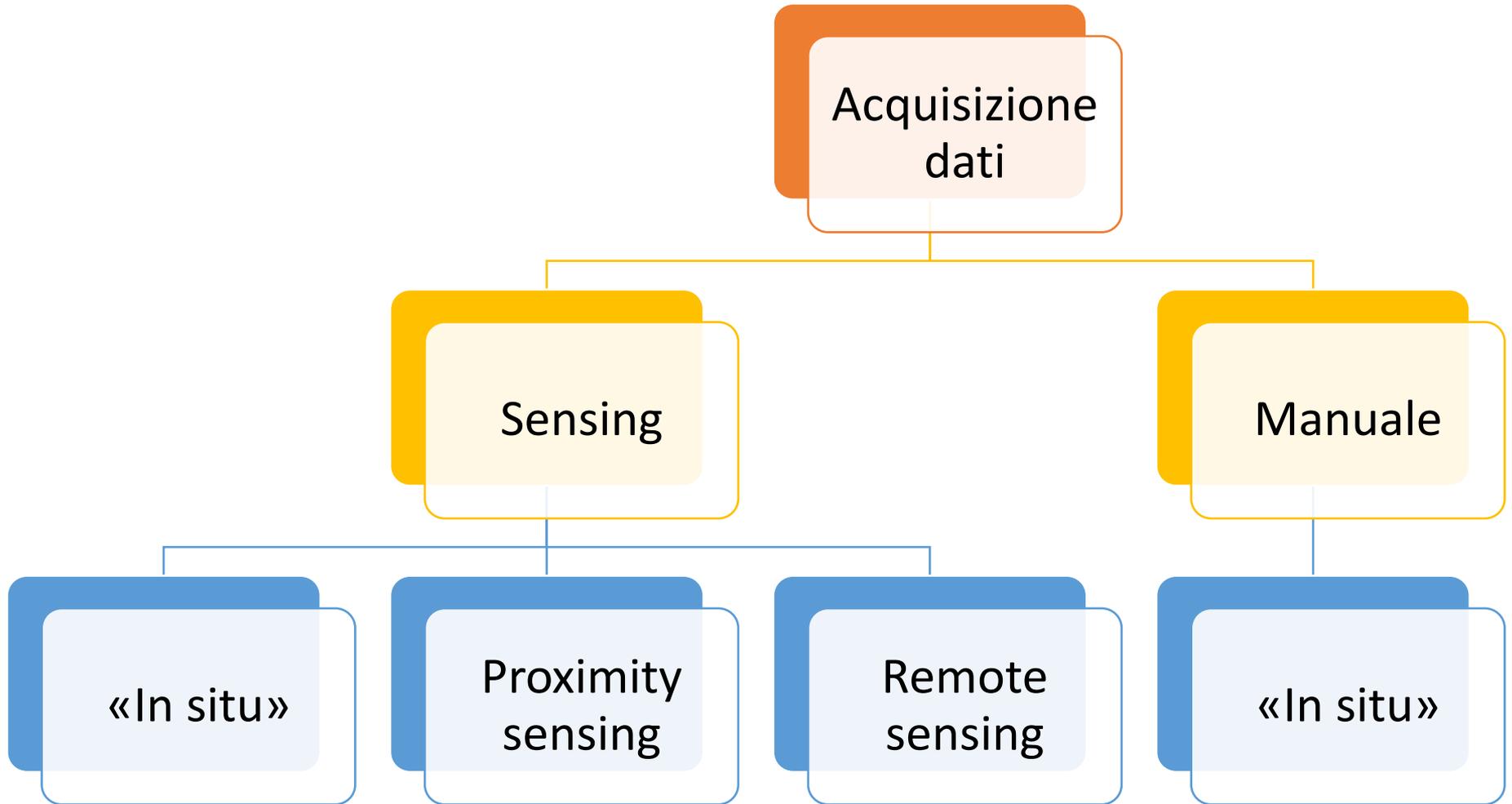
PRESTAZIONI

- durezza
- penetrografia
- interazione palla/superficie
- interazione atleta/superficie

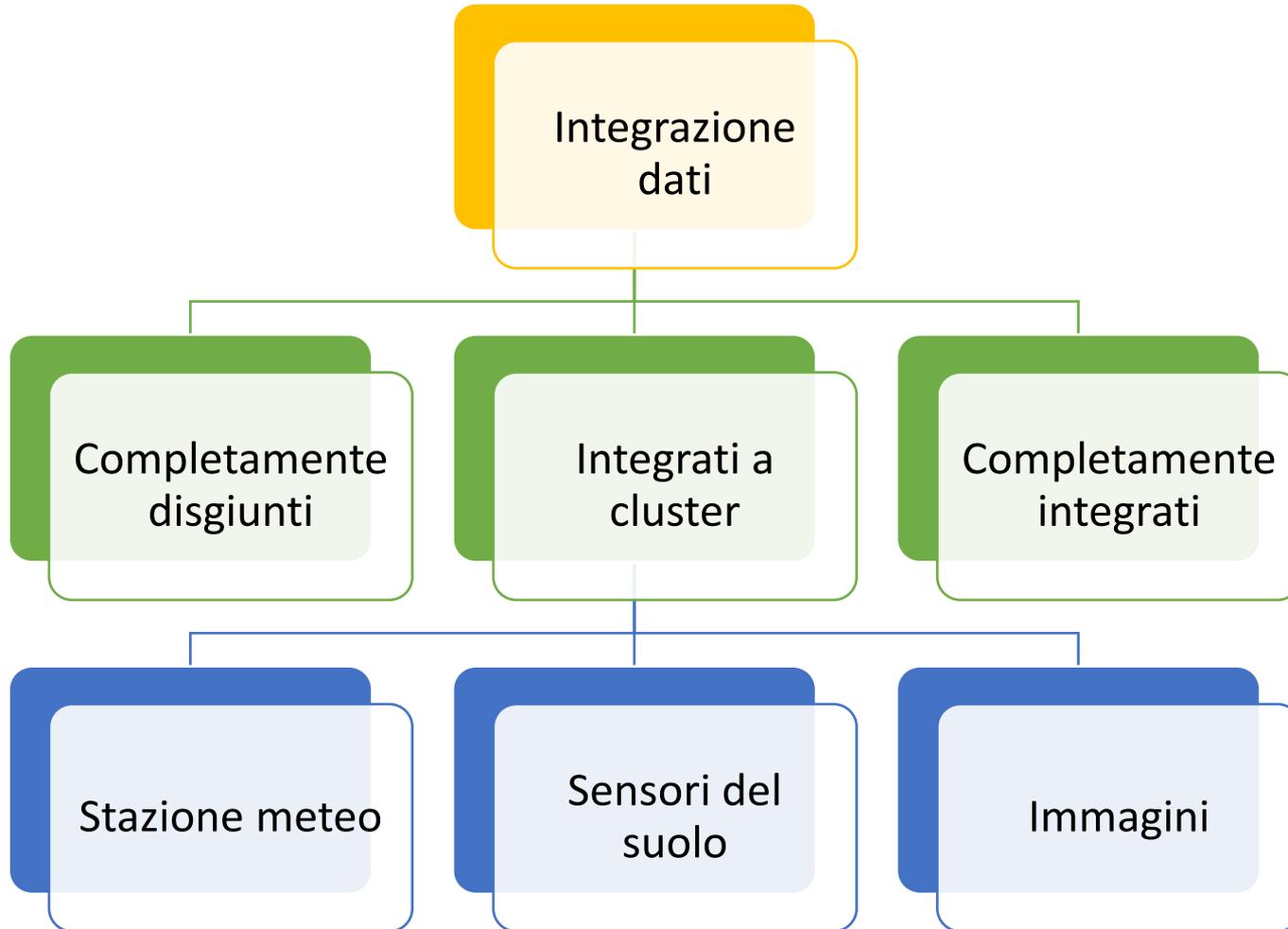
SOFTWARE

- annotazione/pianificazione
- monitoraggio/gestione

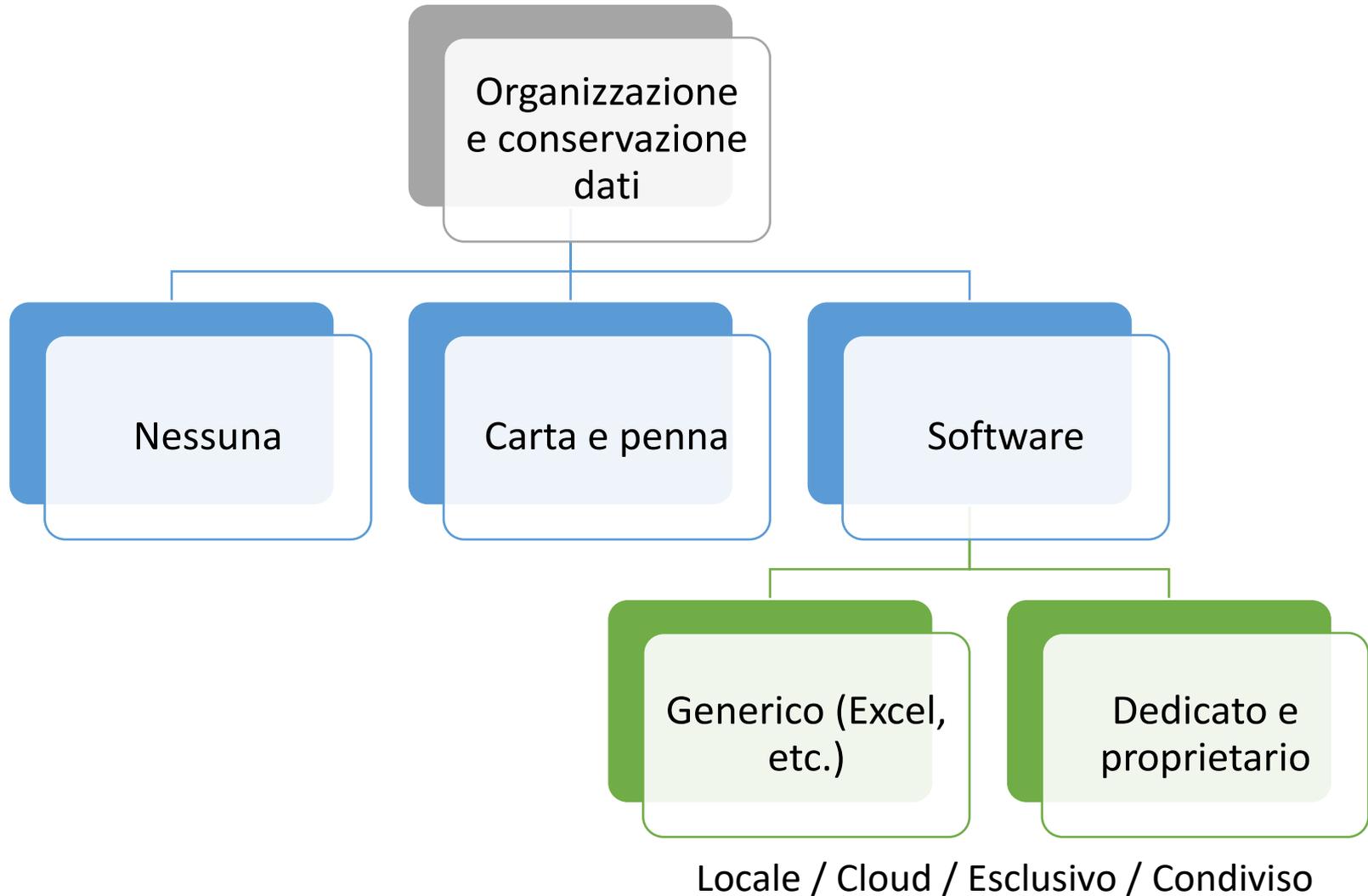
1. DATI disponibili



1. DATA disponibili



1. DATI disponibili



“Ma guarda !
E’ più lento della
settimana scorsa.
Me ne devo
ricordare...”





Unit GG II C New -

Dashboard

Sensors

Alerts

Options

Weather

Set Sensors Order Level

AIR T°

10:42:13 03/04/2021

15.60 °C

AIR Humidity

10:42:13 03/04/2021

78.50 %

SOIL T°

10:42:13 03/04/2021

15.00 °C

SOIL Water Content

10:42:13 03/04/2021

35.20 %

SOIL EC (Bulk)

10:42:13 03/04/2021

0.07 dS/m

SOIL EC (Pore water)

10:42:13 03/04/2021

1.05 dS/m

Available Water (AWC)

10:42:13 03/04/2021

15.60 mm

Evapotranspiration

10:42:13 03/04/2021

1.23 mm/d

LIGHT instant (PAR)

10:42:13 03/04/2021

321.20 μmol/m²/s

LIGHT Daily Accumulation

10:42:13 03/04/2021

1.70 mol/m²/d

WIND speed

10:42:13 03/04/2021

0.55 m/s

WIND Direction

10:42:13 03/04/2021

NNE

Precipitations /5 min

10:42:13 03/04/2021

0.00 mm

PRECIPITATIONS hour

10:42:13 03/04/2021

0.00 mm/h

PRECIPITATIONS day

10:42:13 03/04/2021

0.00 mm/d

BATTERY Level

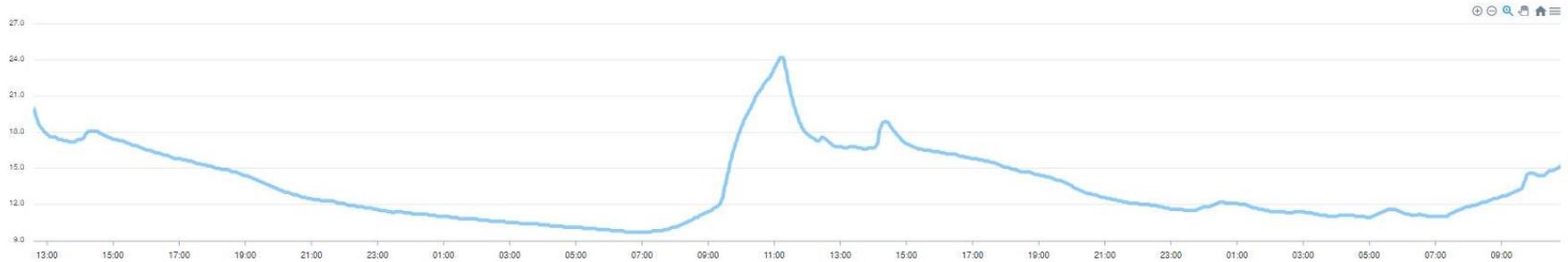
10:42:13 03/04/2021

100.00 %

CHOOSE SENSOR: Clear

CHOOSE ZONE: Clear

CHOOSE DATE RANGE: Show



Show Map

2. DATI di qualità

STORE
understandable **timely**
affordable **RELIABLE** *share*
“junk in / junk out” **relevant**
useable SPATIAL VARIABILITY *retrieve*
VARIABILITY IN TIME **EASY**

2. DATI di qualità

ARIA

- temperature
- humidity
- pressure(s)

PRECIPITAZIONI

- intensity
- amount
- type

VENTO

- speed
- direction

SOLE & LUCE

- solar radiation
- PAR (instant)
- DLI (cumulative)

SUOLO

- temperature
- electric conductivity
- water content
- pH (?)
- nutrients (?)
- infiltrometry

PIANTA

- leaf wetness
- chlorophyll

COTICO

- NDVI & other VI
- thermal IR
- evapotranspiration

PRESTAZIONI

- hardness
- penetrometry
- ball/surface interaction
- athlete/surface interaction

SOFTWARE

- annotation / planning
- monitoring / management

2. DATI di qualità

ARIA

- temperature
- humidity
- pressure(s)

PRECIPITAZIONI

- intensità
- quantità
- tipo

VENTO

- velocità
- direction

SOLE & LUCE

- solar radiation
- PAR (instant)
- DLI (cumulata)

SUOLO

- temperatura
- conducibilità elettrica
- contenuto idrico
- pH (?)
- nutrienti (?)
- infiltrometria

PIANTA

- leaf wetness
- chlorophyll

COTICO

- NDVI & altri IV
- IR termico
- evapotraspirazione

PRESTAZIONI

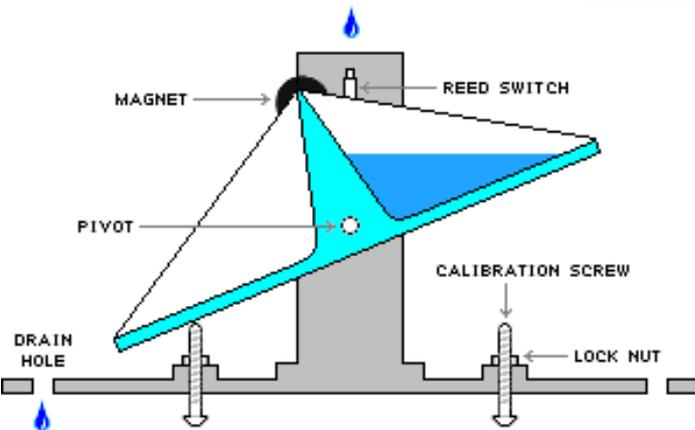
- hardness
- penetrography
- ball/surface interaction
- athlete/surface interaction

SOFTWARE

- annotazione/pianificazione
- monitoraggio/gestione

2. DATI di qualità

PRECIPITAZIONI



“Cucchiaio basculante”
tradizionale



“Foglia d’oro”



Doppler / radar



“Ottico”
Conta gogge a IR

“**Quanta pioggia**” per unità di tempo: mm/5 min – mm/h – mm/gg

→ è pioggia “utile”?

→ affinare l’irrigazione (turno, dose)

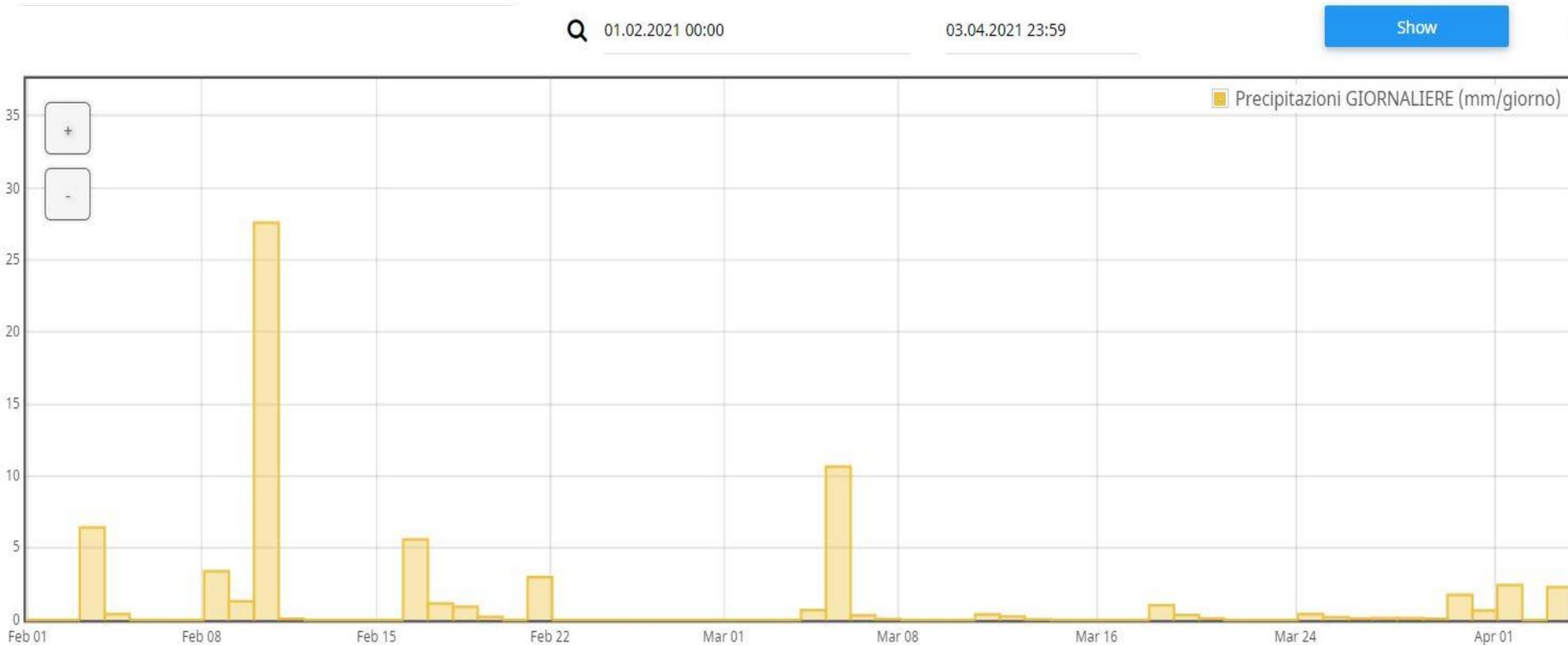
→ il sistema d’irrigazione funziona bene?

“**Che intensità**”: mm/h

→ il mio suolo la stoccherà o ci sarà “runoff”? (Infiltrimetria)

2. DATI di qualità

PRECIPITAZIONI



A chi non farebbe comodo un grafico così ??

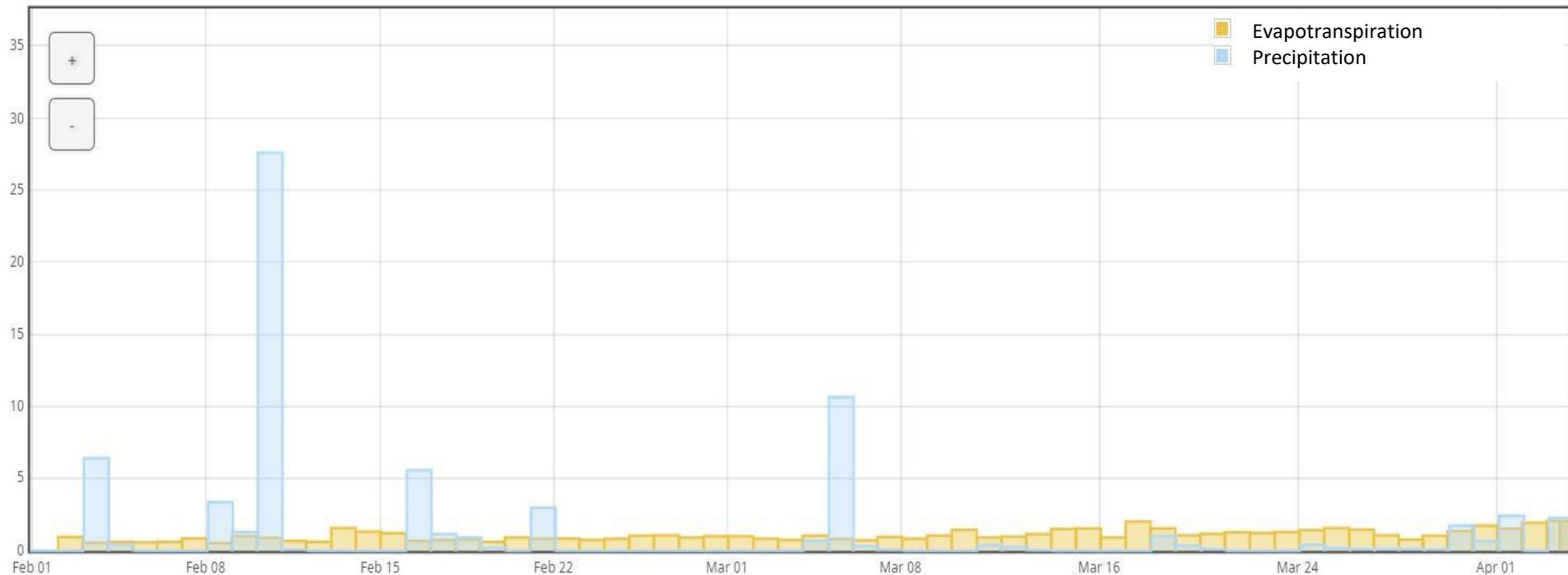
2. DATI di qualità

PRECIPITAZIONI

Q 01.02.2021 00:00

03.04.2021 23:59

Show



A chi non farebbe comodo un grafico così ??

2. DATI di qualità

VENTO



Tradizionale



Ultrasuoni
no parti mobili



Perché irrorare se vento > 3 m/s ?

WIND speed



13:07:41

03/04/2021

0.44 m/s

NIENTE VENTO? Bassa ET_0 , occhio ai funghi...

FORTE VENTO? ET_0 molto alta

2. DATI di qualità

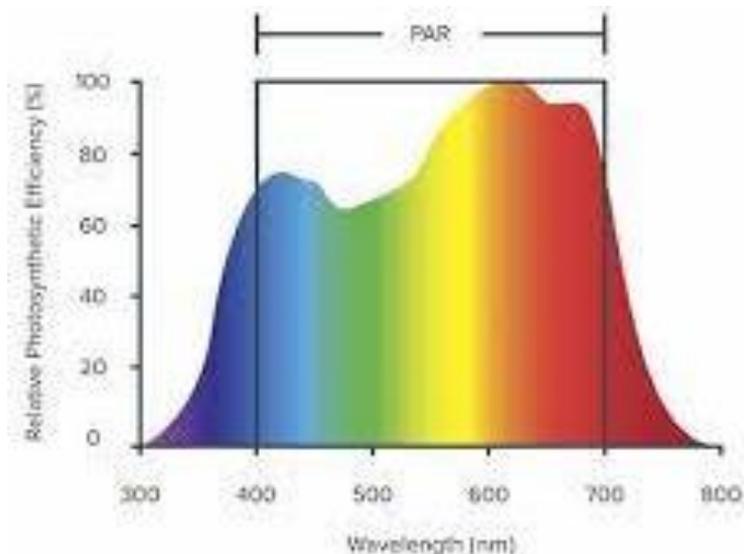
LUCE PAR



Sensore PAR da integrare



Sensore PAR portatile



Le piante hanno bisogno di un livello minimo di PAR per espletare il loro **metabolismo**, misurato in **mol/m²/giorno**.

C3 : 7-20 mol/m²/giorno

C4 : 10¹-28² mol/m²/giorno

Importantissima nella gestione degli stadi ombreggiati:

- costi elettricità³: fino a **100+ K €/anno**
- impronta CO₂: 1 kWh = **275 g CO₂**⁴
- movimentare le rampe

OTTIMIZZARE!!!

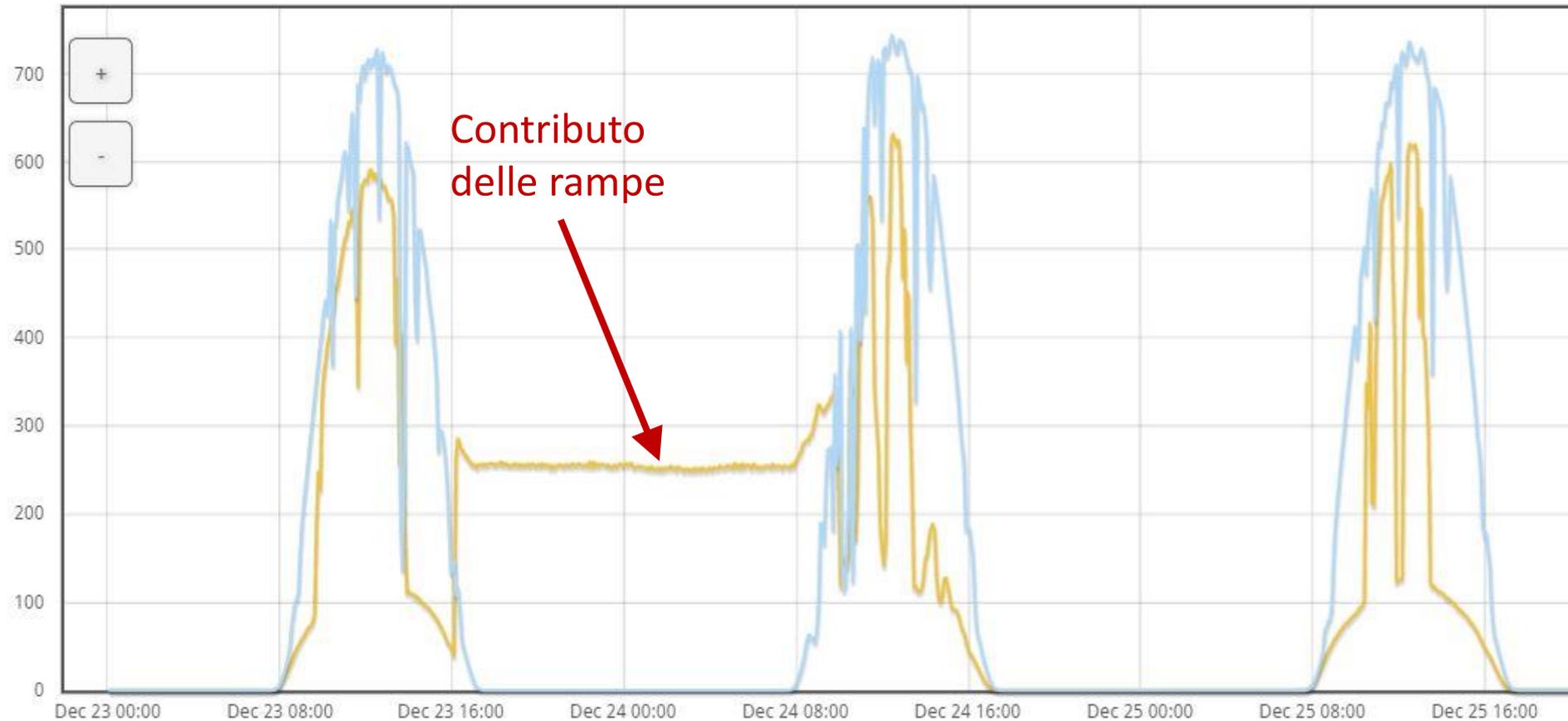


9 rampe per 1 gg = $9 \times 60 \text{ lampadine} \times 1 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 12.960 \text{ kWh} = 1.620 \text{ €} = 3,6 \text{ t CO}_2$



2. DATI di qualità

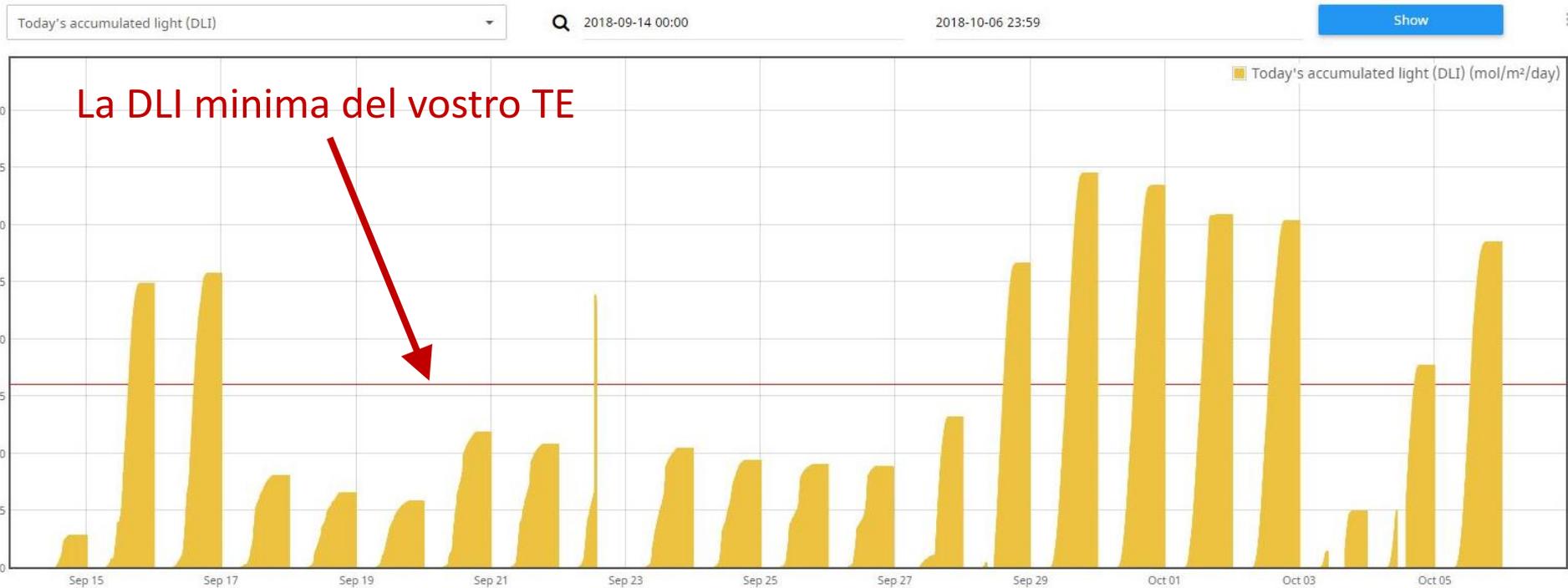
LUCE PAR



Misurare il contributo delle rampe

2. DATI di qualità

LUCE PAR



Dosare la DLI negli stadi o nel golf

2. DATI di qualità

LUCE PAR

E quindi...? Esempio pratico⁵

1. Misurare la DLI fornita dalla luce solare diretta: posizionare un sensore PAR nell'area del campo che desiderate monitorare. Un paio di giorni di lettura dovrebbero darvi una buona indicazione della DLI.
2. Misurate l'intensità PAR del vostro impianto di illuminazione al buio (bastano 10 minuti). Fatelo al centro delle rampe, sotto la lampadina centrale (questo vi darà la massima intensità). E poi applicate le seguenti formule empiriche :

PAR 100 mmol/m ² /s = 0,36 mol/m ² /h	PAR 150 mmol/m ² /s = 0,54 mol/m ² /h
PAR 200 mmol/m ² /s = 0,72 mol/m ² /h	PAR 250 mmol/m ² /s = 0,90 mol/m ² /h
PAR 300 mmol/m ² /s = 1,08 mol/m ² /h	PAR 350 mmol/m ² /s = 1,26 mol/m ² /h
PAR 400 mmol/m ² /s = 1,44 mol/m ² /h	PAR 450 mmol/m ² /s = 1,62 mol/m ² /h
3. ESEMPIO: in una data area del campo avete una DLI “solare” di 7 mol/m²/d (**A**), il prato è costituito da loietto perenne tagliato a 25 mm, che necessita di almeno 16 mol/m²/d (**B**) e l'intensità massima fornita dalle vostre rampe è di 250 mmol/m²/s, ovvero 0,9 mol/m²/h (**C**). Dovrete quindi lasciare accese le rampe per un minimo di **(B - A) / (C) = 10 ore/giorno**

2. DATI di qualità

SUOLO



Di superficie
(statico).
Stand alone



Di superficie o interrato
(statico).
Stand alone



Di superficie
(portatile).
Con schermo



Di superficie
(portatile).
Con app

Esse misurano 3 parametri molto importanti:

- **Contenuto volumetrico acqua** (%) → Il suolo trasmette un **impulso elettromagnetico** in modo diverso a seconda se contiene più o meno acqua.
- **Conducibilità elettrica** (dS/m) → Il suolo conduce una **corrente elettrica** più o meno bene se contiene più o meno sali
- **Temperatura** (°C or °F) → I corpi messi a contatto entrano in un **equilibrio termico** ponderato per massa.

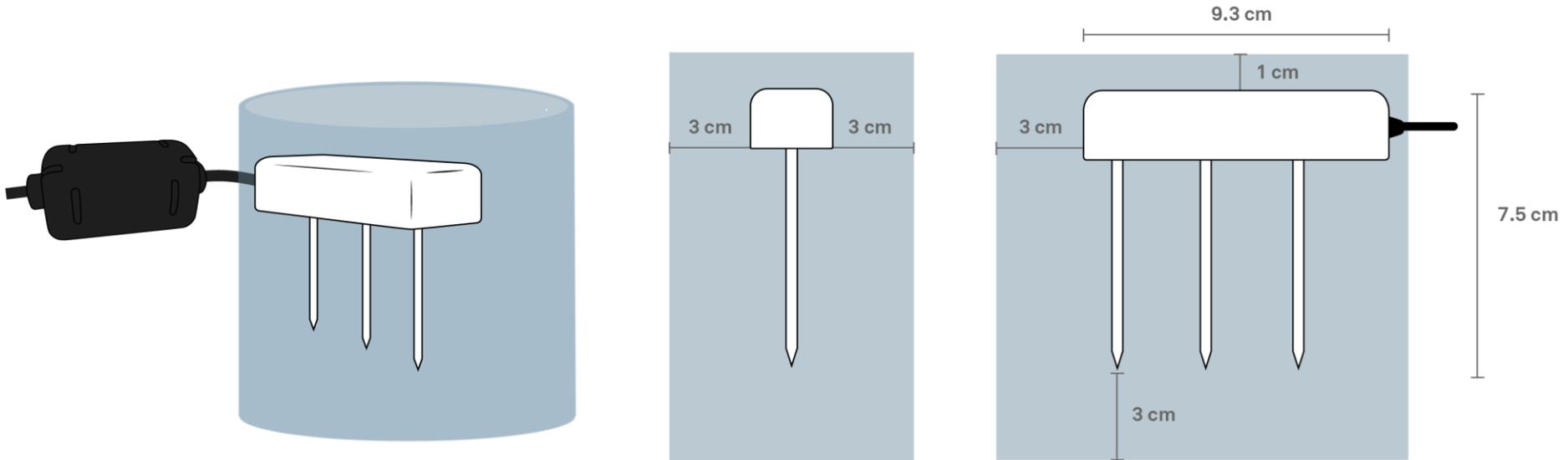
UTILE ? CERTO, ma gli errori e i malintesi sono sempre in agguato...

2. DATI di qualità

SUOLO

“Dove sto misurando il contenuto idrico? In cima alle punte, giusto?”

No...! Questi sensori creano un **“cilindro virtuale”** di influenza elettromagnetica⁶



Di fatto si misura il **contenuto idrico medio** di questo **“cilindro virtuale”** che misura all’incirca **8 cm (profondità) x 6 cm (raggio) = 0,90 L** (formula del volume di un cilindro = $\pi \times r^2 \times h$)

Non vi preoccupate, quando la sonda è piantata nel suolo (in superficie) **l’aria sopprime il segnale sopra la sonda.**

Non seppelite la sonda a metà pensando così di misurare solo uno strato superficiale, perché allora misurerete molta aria ed **il dato ottenuto sarà ingannevolmente basso...**

2. DATI di qualità

SUOLO

“Dove sto misurando il contenuto idrico? In cima alle punte, giusto?”

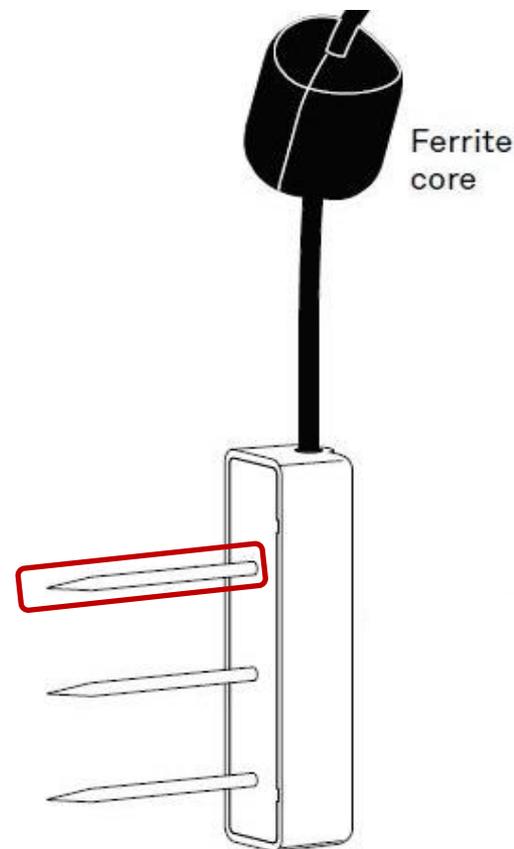
No...! Una delle spille è collegata ad una termocoppia affogata nella plastica del sensore e funziona come un termometro.

Quindi **(1)** inserisci la sonda nel terreno, **(2)** la spilla d'acciaio e il terreno entrano in equilibrio termico (in pratica la spilla raggiungerà la stessa temperatura del terreno), **(3)** la termocoppia legge e trasmette la T° dati ... Quindi, ancora una volta, stai misurando la T° media del suolo sulla lunghezza del picco. Non in punta.

Ciò ha alcune conseguenze interessanti e importanti:

- Non seppellire semplicemente la sonda e aspettarsi di ottenere una lettura perfetta dopo 1 secondo. Dare allo spillo il tempo di raggiungere la T° del terreno.
- Se non seppellisci completamente lo spillo, otterrai un dato fuorviante. Poiché la T° dell'aria influenzerà la T° dello spillo...

Molte sonde di superficie hanno una copertura in plastica riflettente e appositamente concepita per ridurre al minimo il calore del sole. Tuttavia, nel caldo torrido delle estati tropicali, soprattutto nelle ore centrali della giornata, la plastica può surriscaldarsi e deviare leggermente la lettura della T° con letture eccessivamente alte. Tienilo in considerazione.



2. DATI di qualità

SUOLO

“Il Temutissimo Termometro da Forno”™

E così avete acquistato un termometro da forno o una sonda per il contenuto d'acqua presso una ferramenta locale, e queste daranno sicuramente delle letture diverse rispetto alle costose sonde professionali.

D: QUALI HANNO RAGIONE ?

R: Tutte / Nessuna

Ma ricordate di confrontare le mele con le mele !

Diverse tecnologie di acquisizione, diverse zone di influenza, diverse sensibilità e intervalli, diversi errori, ecc. **L'unico metodo di prova inconfutabile**

per i parametri del suolo è il metodo di laboratorio! ! Il resto può fornire una buona (a volte molto buona) approssimazione del valore reale. La tecnologia di rilevamento è in frenesia e non esiste ancora il sensore del suolo definitivo.



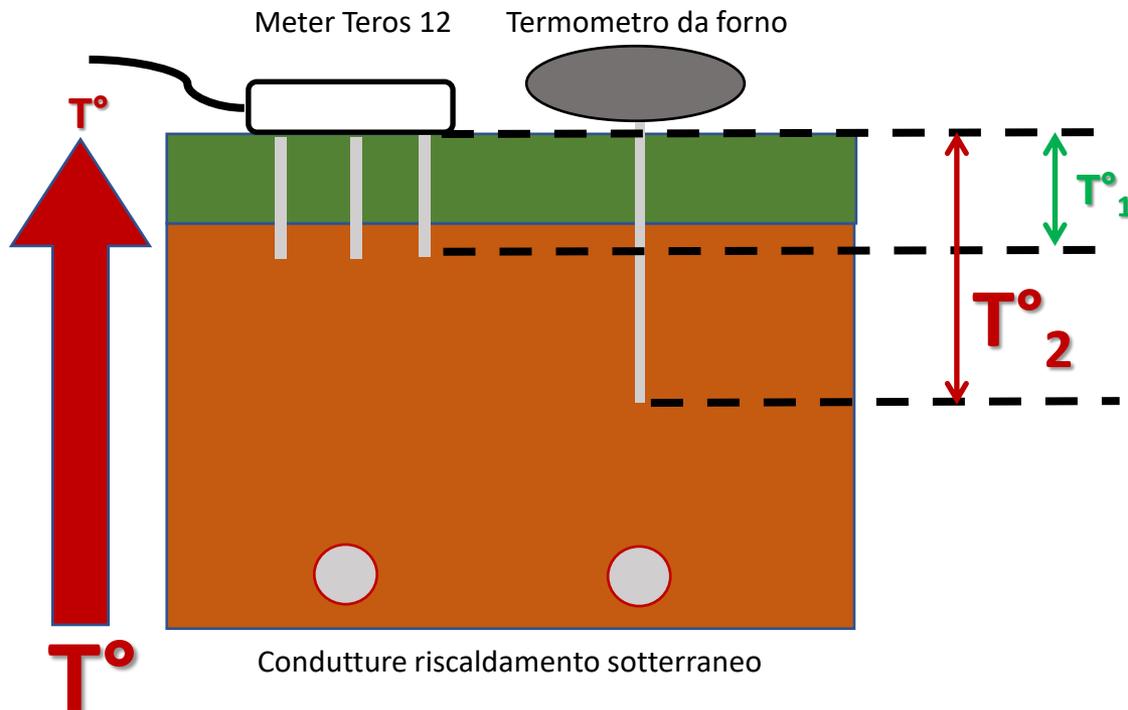
QUINDI SCEGLIETE UNA SONDA E ATTENETEVI A QUELLA !

Non pensate che tutti i sensori diano lo stesso dato...

2. DATI di qualità

SUOLO

“Il Temutissimo Termometro da Forno”™ – ESEMPIO



Un groundsman di un **famoso stadio di calcio** era molto scontento dei dati restituiti da una sonda del suolo FDR perché “non rifletteva correttamente l'effetto del sistema di **riscaldamento sotterraneo**”. Per essere più precisi essa “**sottovalutava grossolanamente la temperatura del suolo**”

Chi ha ragione?

Chi a torto?

Sono comparabili?

2. DATI di qualità

SOIL

“La CE è tutta uguale?”

Certo che no !!

La maggior parte delle sonde restituisce qualcosa chiamato **“CE Bulk”**, semplicemente indicando la quantità di sale presente nel substrato. Ecco perché, spesso si ottiene un dato EC estremamente bassa (spesso anche zero). Un dato molto più utile è invece quello della **“CE Pore Water”**, ovvero la quantità di sale effettivamente disciolta nell'acqua contenuta nel substrato. Per fare ciò è stata sviluppata un'equazione⁷ che tiene conto della CE, del contenuto di acqua e della temperatura. Le letture "Pore Water" sono disponibili solo in alcuni sensori.



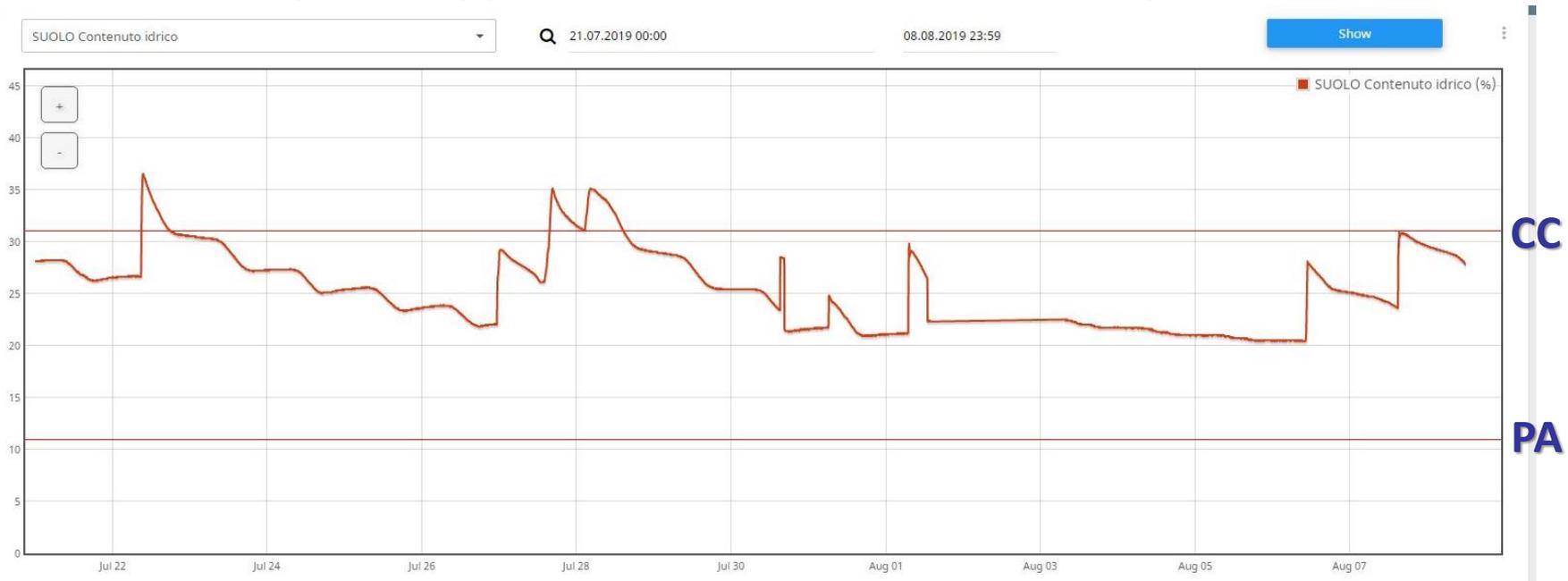
La **“CE Pore Water”** è quindi molto più rilevante per le piante rispetto alla **“CE Bulk”**. Il sale influirà sulla crescita delle piante diversamente se è disciolto in molta acqua o concentrato in pochissima acqua. La temperatura entra nell'equazione perché i sali sono più attivi e disciolti a temperature più elevate.

E comunque, non siate sorpresi se inviate un campione in laboratorio e ottenete dei valori di CE ancora diversi rispetto alla sonda...

2. DATI di qualità

SUOLO

Riscoprite o applicate le costanti CC e PA suolo-specifiche



Capacità di campo (CC): la quantità di acqua trattenuta dal suolo dopo che ne è stato drenato/sgocciolato via l'eccesso.

Punto di appassimento (PA): il contenuto idrico del suolo al di sotto del quale l'acqua non è più disponibile per le piante e si manifestano sintomi di appassimento permanente.

Acqua disponibile (AWC) = CC - WP

Mantenete il contenuto idrico tra le due linee !!

2. DATI di qualità

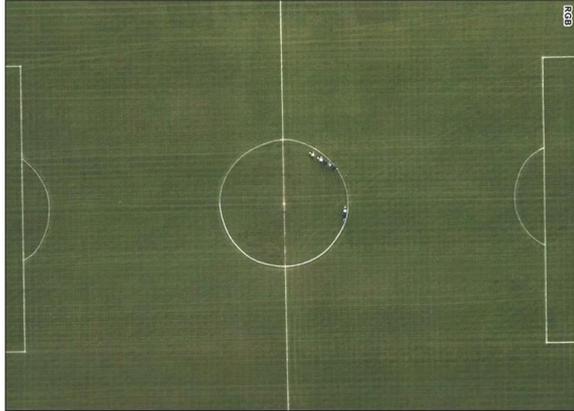
SUOLO

Dove ? Perché ?

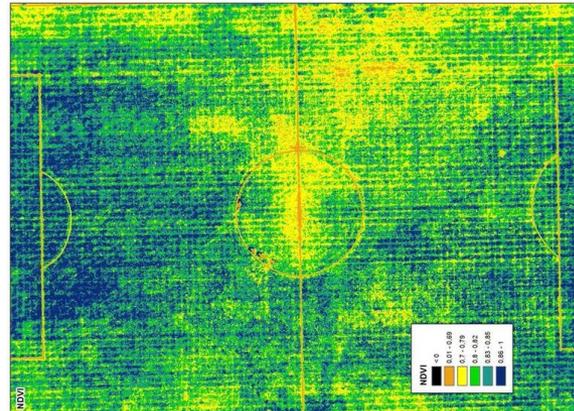
	In superficie (statica or semi-statica)	In superficie (portatile)	Seppellita (statica)
Variabilità temporale (grafico)	SI	NO	SI
Variabilità spaziale (mappa)	Molto difficile	SI	NO
Trasmissione dati	GSM +++ Radio ++ Wi-Fi ++ LoRa ++ ZigBee ++	Non necessaria, o via app telefono	GSM ++ Radio ++ ZigBee +
Campi di applicazione	Campi sportivi (semi-statica) Giardini	Tutte	Campi sportivi Golf Parchi e giardini
A che profondità?	Cilindro verticale d'influenza (6-9 cm)	Cilindro verticale d'influenza (6-9 cm)	Profondità a scelta
Quanti?	Non troppi (2-3) Li dovete spostare...	1	Quanti volete...

2. DATI di qualità

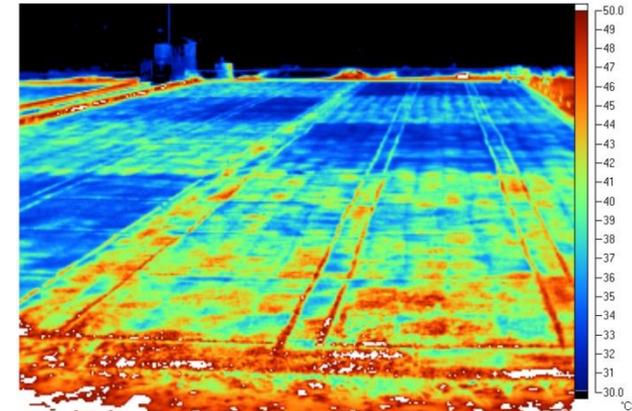
IMMAGINI



RGB⁸



Multispettrale (NDVI)⁸



IR termico⁹

Strumento TOP per il Precision Turfgrass Management

- RGB** → monitoraggio generale
- NDVI** → salute generale del cotico
- IR** → status idrico

ATTENZIONE !!

2. DATI di qualità

IMMAGINI

Le immagini satellitari saranno estremamente utili nei TE. Un giorno...

L'intervallo di "refresh" è di settimane, non giorni.

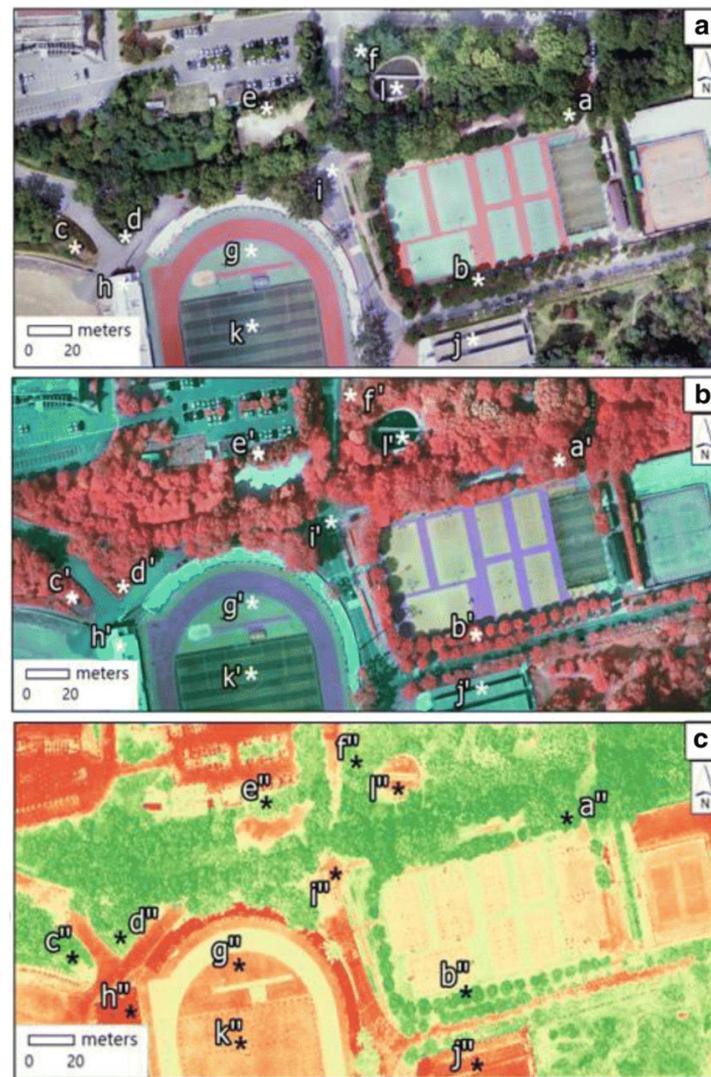
Le immagini "On demand" sono carissime.

Il pixel delle immagini MS (>10 m) e di quelle IR termiche (≈ 90 m) è ancora troppo grande per le applicazioni PTM. Alcune eccezioni (ad es. WorldView-2, Aster, Sentinel-2)¹⁰

Presto (2-5 anni) avremo immagini satellitari in bande MS/IR con pixel minori di 5 m, gratuite e aggiornate frequentemente.

Fino ad allora **le immagini da drone sono imbattibili** (o da fotocamere fisse) :

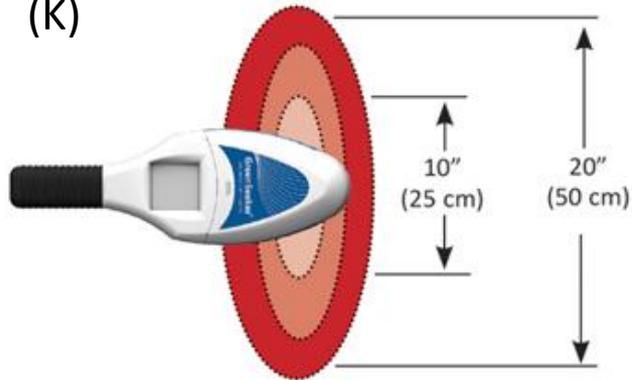
- risoluzione pixel (< 5 cm)
- flessibilità di acquisizione (se avete il vostro)
- costi (in confronto alle immagini a pagamento)



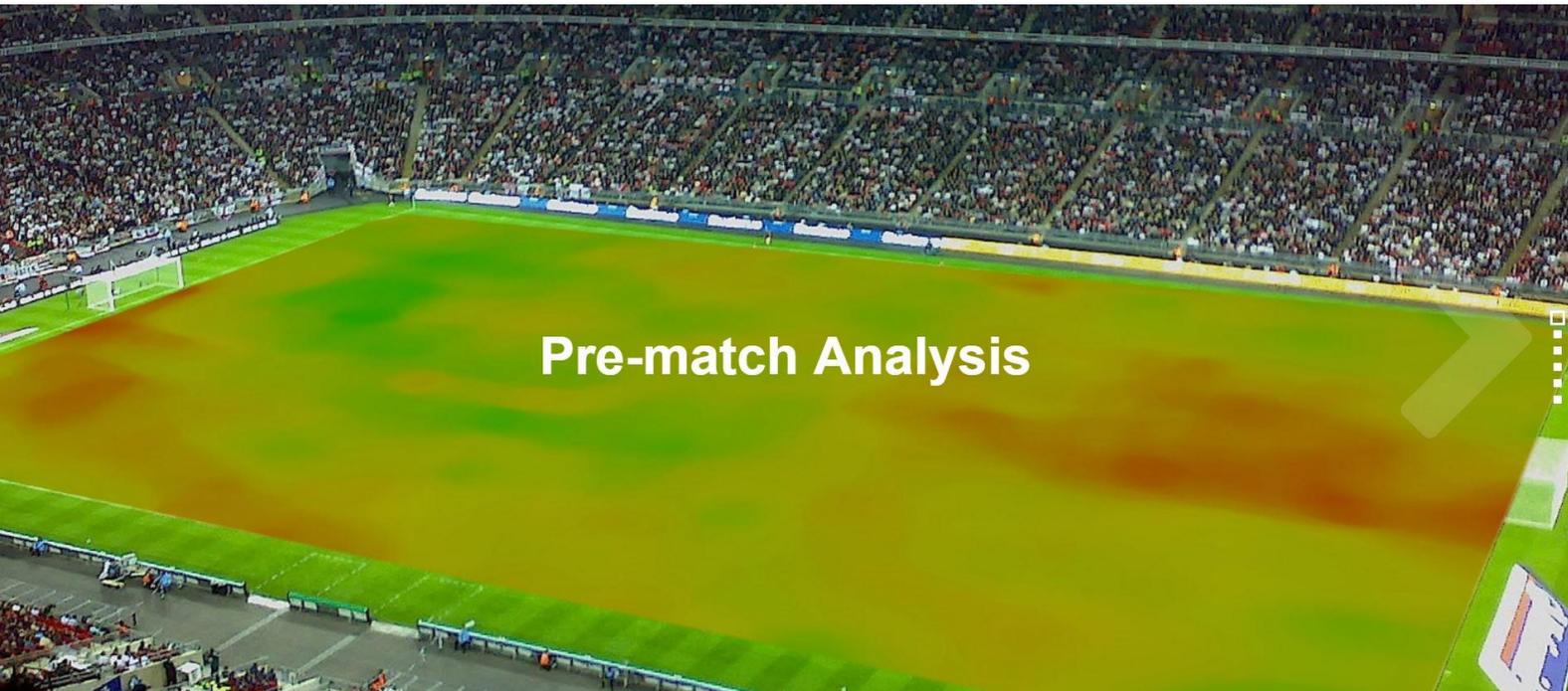
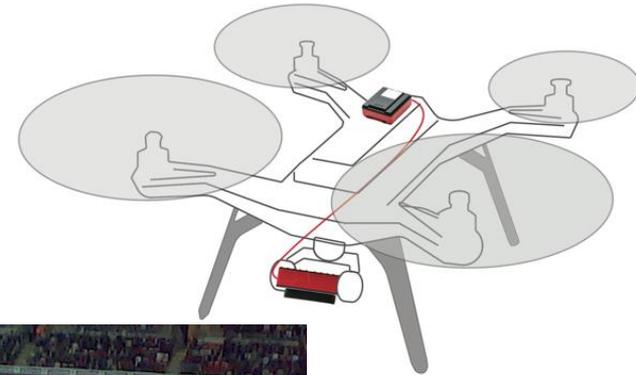
2. DATI di qualità

IMMAGINI

(K)



24 - 48" (60 - 120 cm)



2. DATI di qualità

IMMAGINI

L'NDVI è come un dottore che vi chiede come state

L'indice NDVI è collegato a tutti i seguenti parametri:

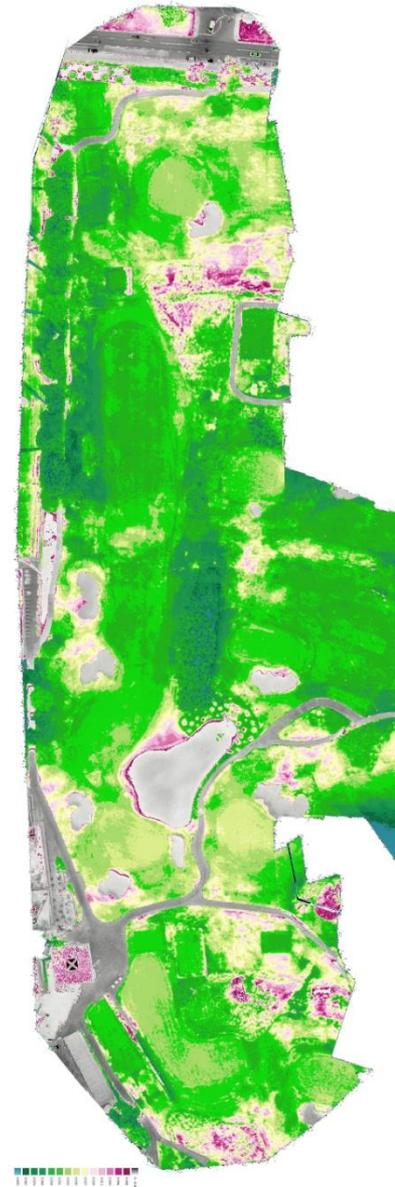
- densità
- copertura
- nutrizione azotata
- stato idrico
- colore genetico o fenotipico

Quindi, per avere un **NDVI alto** (>80) il cotico deve essere in buona salute. Analogamente, se ha un **NDVI basso** (<65) uno o più dei parametri sopra deve essere sballato. PERO' non sai esattamente quale di questi dalla foto.

“Ciao prato, come va?”

- Mai stato meglio (>90)
- Benissimo !! (80-90)
- Bene (70-80)
- Così così (60-70)
- Malino... (<60)

OK, ma perché..?

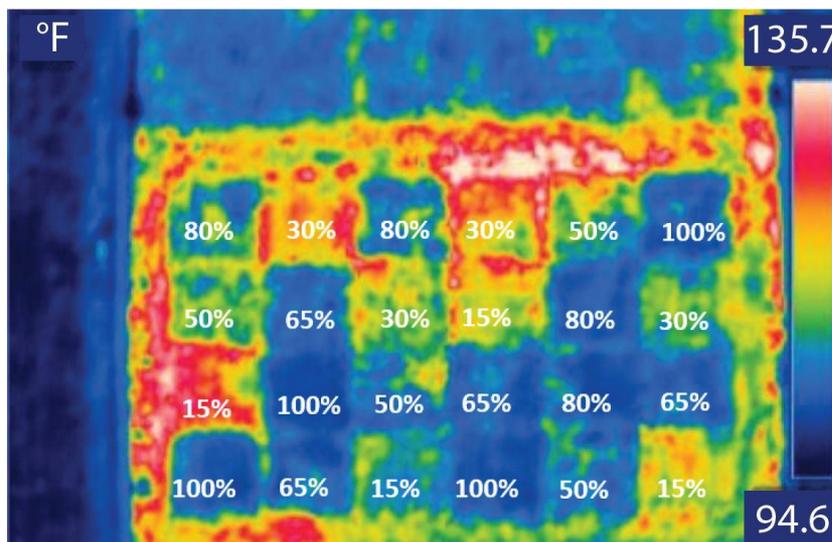


2. DATI di qualità

IMMAGINI

L'infrarosso termico individua precocemente lo stress idrico nei TE¹¹

Bisogna ottimizzare l'uso di acqua, ed i TE sono presi di mira¹².
In particolar modo il golf e le aree inerbite residenziali...



...ed
individua
anche le
malattie !!

Le immagini in IR termico consentono di individuare le aree in stress idrico (si scaldano prima delle altre) prima che si manifestino visivamente i sintomi dello stress. Questo consente di:

- **irrigare in maniera differenziata**
- **investigare le cause e cercare le soluzioni**
- **risparmiare acqua !**

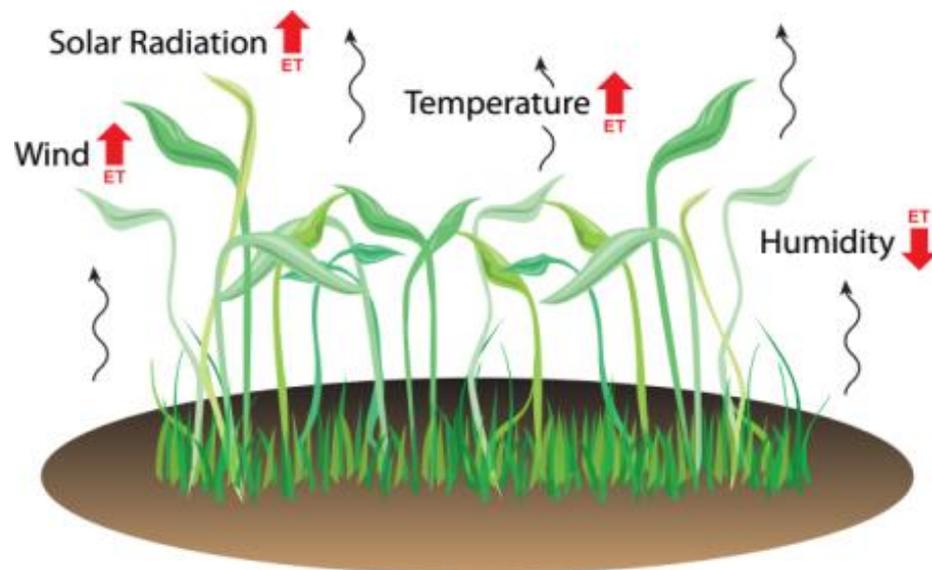
2. DATI di qualità

EVAPOTRASPIRAZIONE

“La **somma di acqua persa** da un cotico per la evaporazione (suolo) e traspirazione (piante)”

Cinque variabili entrano nel calcolo della ET_0 secondo la **Penman-Monteith**¹³:

- Aria: T°
- Aria: umidità
- Aria: pressione
- Vento: velocità
- Sole: radiazione



La maggior parte delle stazioni meteo ha tutti i sensori necessari per il calcolo preciso della ET_0 .

**L'EVAPOTRASPIRAZIONE PUO' (DEVE) ESSERE USATA
per PROGRAMMARE e DOSARE L'IRRIGAZIONE !!**

Ma prima puntualizziamo alcune cose...



2. DATI di qualità

EVAPOTRASPIRAZIONE

Di solito le stazioni meteo calcolano l'evapotraspirazione “**potenziale**” (ET_0), per avere un dato più accurato questa dovrebbe essere convertita in “**effettiva**” (ET_c) secondo $ET_c = ET_0 \times Kc$

Kc = coefficiente colturale

Per i TE storicamente si accettano i seguenti

$C3 = 0.8$ $C4 = 0.6$

Ma il Kc è un dato che **cambia nell'arco della stagione...!**

Pertanto, usate pure la ET_0 derivante dalla stazione meteo per gestire l'irrigazione, sapendo però che:

1. Se usate la ET_0 state probabilmente sovra-irrigando
2. Se correggete la ET_0 con il Kc , sappiate che questo è un po' più basso in inverno ed un po' più alto d'estate.
3. **Attenzione a dove e come acquisite i dati (dove posizionate la stazione)...! !**



MARSEILLE



OLYMPIQUE DE MARSEILLE

OLYMPIQUE DE MARSEILLE





??

2. DATI di qualità

EVAPOTRASPIRAZIONE

Usare i dati come il computer di bordo dell'auto per programmare l'irrigazione

- Profondità radicale specie-specifica (ad es. Loietto radicazione **5 cm**)
- Volume serbatoio = 1 m x 1 m x 0,05 m = 0,05 m³ = 50 L = **50 mm**
- WC suolo misurato = **18%** e pt. appassimento del suolo (PA) (i.e. sabbia WP = **4%**)
- Carburante disponibile = 50 mm x (18% - 4%) = **7 mm**
- Consumo istantaneo = (ET₀) = **7 mm/gg**
- Autonomia = carburante ÷ consumo = 7 mm ÷ 7 mm/gg = **1 giorno**



Serbatoio =
Prof. radicale (mm)
AWC (%)

X



Spia carburante =
Sensori WC suolo (%)

÷



Consumo carburante =
Evapotraspirazione (mm/gg)

=



Autonomia =
in giorni

2. DATI di qualità

SOFTWARE

Annotazione / Pianificazione / Gestione
“Quaderno di campagna”

controlgreen[®]
THE GREENKEEPER ASSISTANT

 **Turfpal**

 **turfhop**


ONLINK

 **TurfKeeper.com**
Measure Better, Manage Better

 **GREENKEEPER**

 **TURF ASSISTANT**

 **GRASPRO**
– Pitch Management System


igK
Agronomy
for sport

2. DATI di qualità

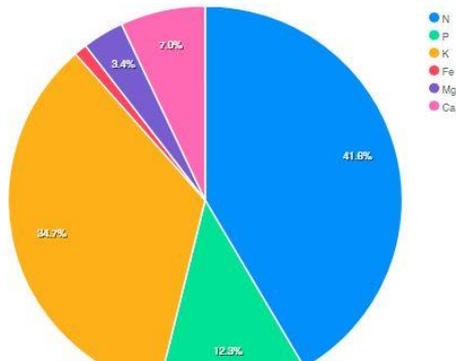
SOFTWARE

SELECT SUBSCRIPTION: OGC Plaine Nord
 SELECT ZONE: OGC Plaine Nord
 Activity log +

SELECT INVENTORY TYPE: Fertilizers
 CHOOSE DATE RANGE: 2020-08-16 - 2020-10-15
 Show

T1	Date	Name	Surface (m ²)	Dose (kg - l)	N (kg)	P (kg)	K (kg)	Fe (kg)	Mg (kg)	Ca (kg)	Cost €		Notes		
●	2020-08-17	Sportsmaster CRF Mini Stress C...	8000.0	200.0	20.0	10.0	42.0	0.0	4.0	8.0	NaN	/	/		
●	2020-08-24	Greenmaster Liquid High K	8000.0	30.0	0.9	0.9	3.0	0.0	0.0	0.0	NaN	/	/		
●	2020-09-07	Super Turf	8000.0	200.0	50.0	10.0	10.0	1.8	0.0	0.0	NaN	/	/		
●	2020-09-14	Sportsmaster Base Cal K Mag	8000.0	30.0	0.0	0.0	4.2	0.0	1.8	3.9	NaN	/	/		
●	2020-09-28	Sierrablen Plus Active	8000.0	250.0	47.5	12.5	45.0	0.0	5.0	0.0	NaN	/	/		
●	2020-10-05	Greenmaster Liquid Effect Iron...	8000.0	20.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	NaN	/	/		
Total					70.9	20.9	59.2	1.8	5.8	11.9	0.0				
Total(kg/ha)					88.6	26.1	74.0	2.3	7.2	14.9					

Showing 1 to 6 of 6 entries



2. DATI di qualità

SOFTWARE

Monitoraggio

greenngo®
YOUR TURFCARE UNIT



DAVIS®
Davis Instruments



METER
ENVIRONMENT

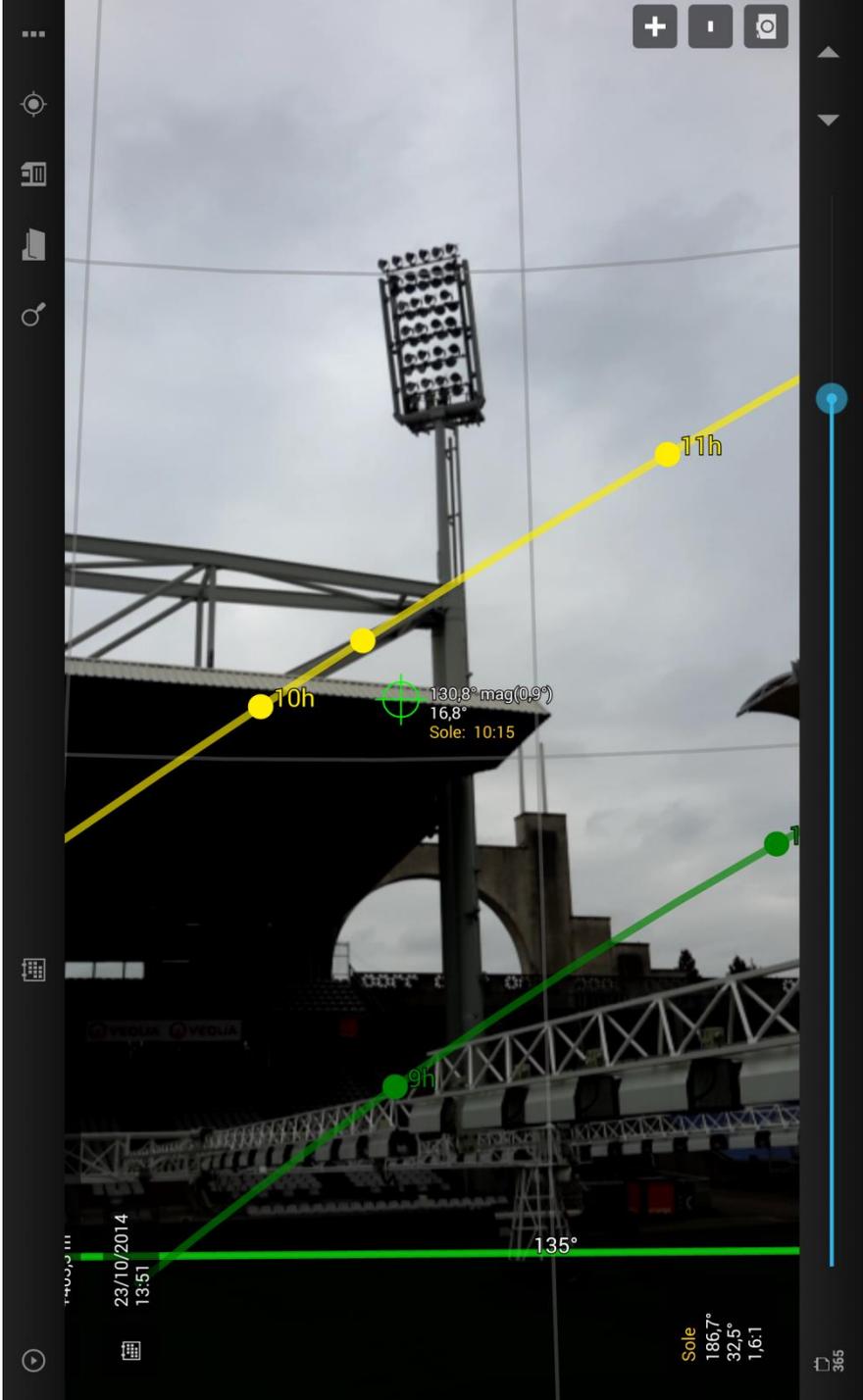
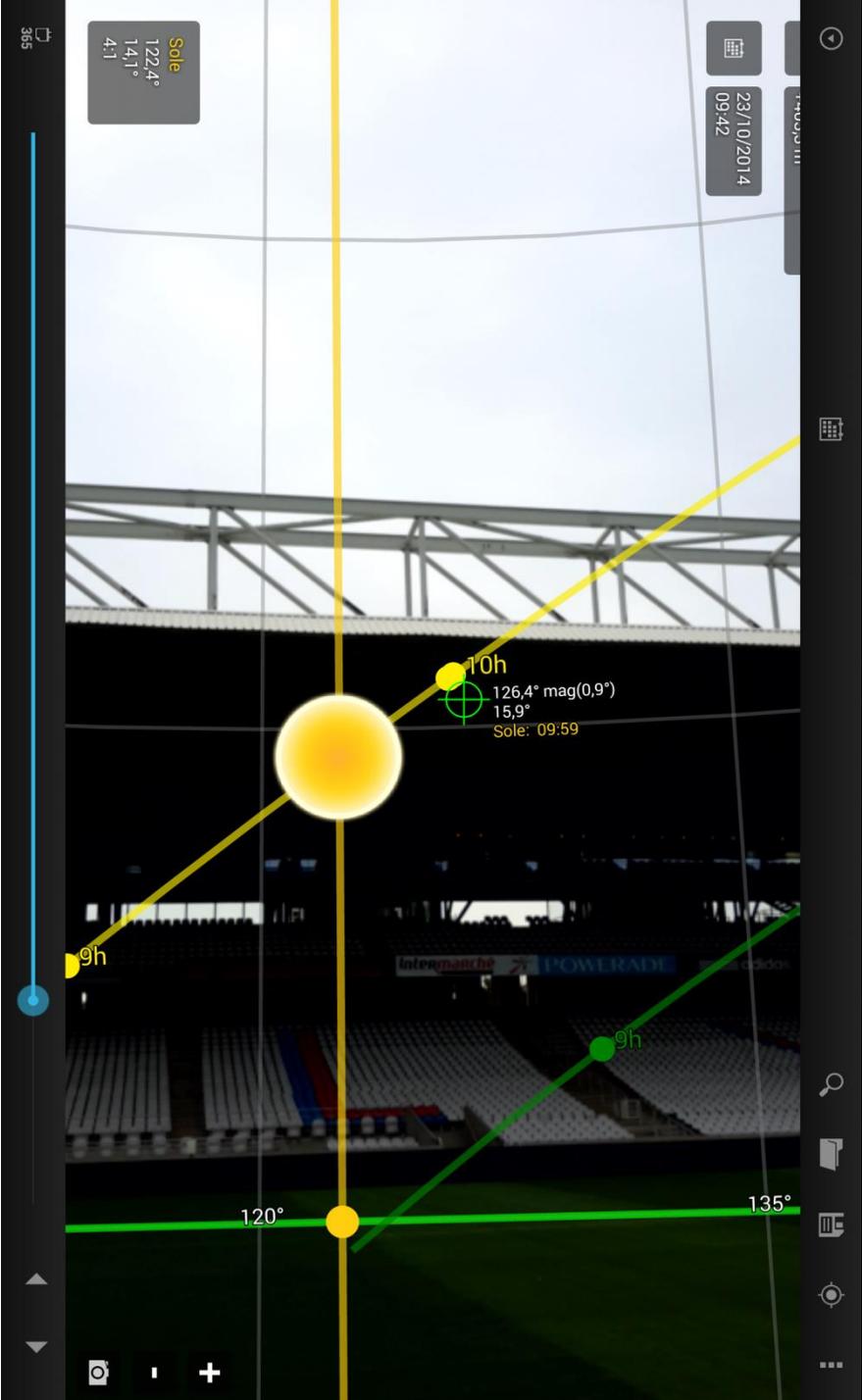
2. DATI di qualità

SOFTWARE

Monitoraggio / Diagnostica



Sun Surveyor



3. BENEFICI chiari

IL PUNTO PIU' DOLENTE PER L'ADOZIONE DEL PTM

In **agricoltura** il ROI è molto chiaro:

- Aumento qualità
 - Aumento resa
 - Diminuiscono I costi
 - Diminuisce l'impatto ambientale
 - Aumenta la sicurezza degli alimenti
 - Migliora l'immagine aziendale
- } **Aumentano le entrate e/o gli utili !**

Nei **TE** la ROI non è altrettanto chiara:

- Aumento qualità: **si ma non correla direttamente ad un aumento delle entrate...**
- Aumento resa: **non applicabile**
- Diminuiscono i costi: **si, ma abbastanza per sostenere la spesa?**
- Diminuisce l'impatto ambientale : **è un aspetto a cui tengo?**
- Aumenta la sicurezza per gli utenti: **dè un aspetto a cui tengono?**
- Migliora l'immagine aziendale: **che ritorno ne ho?**



COME INCREMENTARE L'ADOZIONE DEL PTM

1. L'approccio “**top down**” normativo (spesso funziona)
 - Dotazione PTM minima (ad es. Sensori pioggia on/off)
 - Crediti d'imposta per acquisizione di strumentazione PTM
2. L'approccio “**top down**” dagli organi di gestione dello sport
 - Accreditazione
 - Certificazione (ad es. Golf Environment Organization¹⁴)
 - Comunicazione
3. Quantificare e monetizzare i **benefici non tangibili del PTM**
 - Servizi ecosistema / Benefici ambientali / Benefici sociali
 - Quantificare ed inserire in un bilancio aziendale, locale o nazionale?¹⁵
4. Aumentare il **know-how**
 - Corsi universitari
 - Corsi professionali

1. Zhang, J., et al. (2017), Comparative Performance and Daily Light Integral Requirements of Warm-Season Turfgrasses in Different Seasons. *Crop Science*, 57: 2273-2282.
2. Richardson, Michael D., et al. (2019). Shade effects on overseeded bermudagrass athletic fields: I. Turfgrass coverage and growth rate. *Crop Science*, 59: 2845-2855.
3. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics
4. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-6>
5. <https://www.turfeurope.eu/en/default/75/See-the-light-in-stadiums-.html>
6. <https://www.metergroup.com/environment/articles/measurement-volume-meter-volumetric-water-content-sensors/>
7. Hilhorst, M. A. (2000), A pore water conductivity sensor. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1922–1925.
8. Fonte foto: UST Italia, <http://www.ust-italia.com>
9. Fonte foto: Prashar, A., et al. (2014), Infra-Red Thermography as a High-Throughput Tool for Field Phenotyping. *Agronomy*, 4: 397-417.
10. Houborg, R. and McCabe, M.F. (2016), High-Resolution NDVI from Planet’s Constellation of Earth Observing Nano-Satellites: A New Data Source for Precision Agriculture. *Remote Sensing*, 8: 768.
11. Hong, M., et al. (2019), Thermal Imaging Detects Early Drought Stress in Turfgrass Utilizing Small Unmanned Aircraft Systems. *Agrosystems, Geosc. & Environment*, 2: 1-9.

Bibliografia (2)

12. “Cash for Grass” (programma sostituzione tappeti erbosi):
<https://www.bewaterwise.com/turf-replacement-program.html>
13. Zotarelli, L. et al. (2010), Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method). UFL/IFAS n. AE459. <https://edis.ifas.ufl.edu/ae459>
14. Golf Environment Organization Foundation: <https://sustainable.golf>
15. European Green Deal, EU Biodiversity Strategy for 2030, “Natural Capital Accounting”:
https://ec.europa.eu/environment/nature/capital_accounting/index_en.htm

FORUM

Progettazione e manutenzione dei manti in erba



Grazie per l'attenzione

Filippo Lulli

info@greengosystem.com



TS?ORT

SPORT & IMPIANTI

17/04/2023

www.sporteimpianti.it