



Soggetto promotore: **Gruppo Marseglia**

Soggetto proponente: **Masserie Salentine S.r.l. Società Agricola** (componente agricola)

Soggetto proponente: **Energetica Salentina S.r.l.** (componente fotovoltaica)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO

SITO NEI COMUNI DI NARDÒ, SALICE SALENTINO E VEGLIE
IN PROVINCIA DI LECCE

Valutazione di Impatto Ambientale

(artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/2006)

Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

(art. 17 del D.L. 77/2021, convertito in L. 108/2021)

Idea progettuale e coordinamento generale: **AG Advisory S.r.l.**

Paesaggio e supervisione generale: **CRETA S.r.l.**

Programma di ricerca "Paesaggi del Futuro", Responsabili scientifici: **Prof. Arch. Paolo Mellano, Prof.ssa Arch. Elena Vigliocco** (Politecnico di Torino)

Programma di ricerca "Ottimizzazione dell'agrivoltaico con oliveti a siepe: analisi numerico matematica", Responsabili scientifici: **PhD Cristiano Tamborrino** (Università degli Studi di Bari), **PhD Elisa Gatto** (Biologa ambientale)

Postproduzione: **Galante – Menichini Architetti per AG Advisory S.r.l.**

Supporto grafico: **Heriscape Progetti S.r.l. STP per AG Advisory S.r.l.**

Progettisti:

Progetto agricolo: **Prof. Massimo Monteleone** (Università degli Studi di Foggia)
Dott. Agr. Barnaba Marinosci

Progetto impianto fotovoltaico: **Ing. Andrea D'Ovidio**

Progetto strutture: **Ing. Giovanni Errico**

Progetto opere di connessione: **Ing. Andrea D'Ovidio**

Contributi specialistici:

Acustica: **Ing. Massimo Rah**

Agronomia: **Dott. Agr. Barnaba Marinosci**

Approvvigionamento idrico: **Geol. Massimilian Brandi**

Archeologia: **Dott.ssa Caterina Polito**

Clima e PMA: **Dott.ssa Elisa Gatto**

Fauna: **Dott. Giacomo Marzano**

Geologia: **Geol. Pietro Pepe**

Idraulica: **Ing. Luigi Fanelli**

Rilievi: **Studio Tafuro**

Risparmio idrico: **Netafim Italia S.r.l.**

Vegetazione e microclima: **Dott. Leonardo Beccaris**

Cartella
VIA_2/

Identificatore:
2_PAGRVLTR02

**Il risparmio idrico legato all'alta
efficienza della microirrigazione**

Descrizione Studio sul risparmio idrico legato all'alta efficienza della microirrigazione

Nome del file:
2_PAGRVLTR02.pdf

Tipologia
Relazione

Scala
-

Autori elaborato: Netafim

Rev.	Data	Descrizione
00	18/03/24	Prima emissione
01		
02		

Spazio riservato agli Enti:



IL RISPARMIO IDRICO LEGATO ALL'ALTA EFFICIENZA DELLA
MICRORRIGAZIONE NEI SISTEMI AGRIVOLTAICI

A cura di Netafim Italia srl

Indice

Pag. 3	Premessa
Pag. 4	Proposta Concettuale - Descrizione
Pag. 6	Introduzione alla Microirrigazione
Pag. 7	L'irrigazione a goccia
Pag. 8	La Microaspersione
Pag. 10	Dimensionamento di base, qualità dell'acque e filtrazione
Pag. 12	Dall'analisi del terreno alla subirrigazione
Pag. 13	Schema logico di funzionamento dell'impianto irriguo
Pag. 15	Dimensionamento dell'impianto sui fabbisogni colturali
Pag. 16	Irrigazione a goccia e risparmio idrico
Pag. 16	Risparmio idrico nel sistema colturale inserito nel contesto agrivoltaico
Pag. 18	Olivo, la coltura che meglio usa la risorsa idrica
Pag. 19	Automazione dei sistemi irrigui: monitoraggio tramite sensori e sonde
Pag. 20	Sensori TDT Netasense
Pag. 21	Sonda Multilivello Netacap
Pag. 21	Sonda Multilivello Sentek
Pag. 22	Dendrometro
Pag. 23	Centralina Meteo
Pag. 24	Digital Farming
Pag. 25	Conclusioni
Pag. 26	Riferimenti Bibliografici

IL RISPARMIO IDRICO LEGATO ALL'ALTA EFFICIENZA DELLA MICRORRIGAZIONE NEI SISTEMI AGRIVOLTAICI

A cura di Netafim Italia srl

Premessa

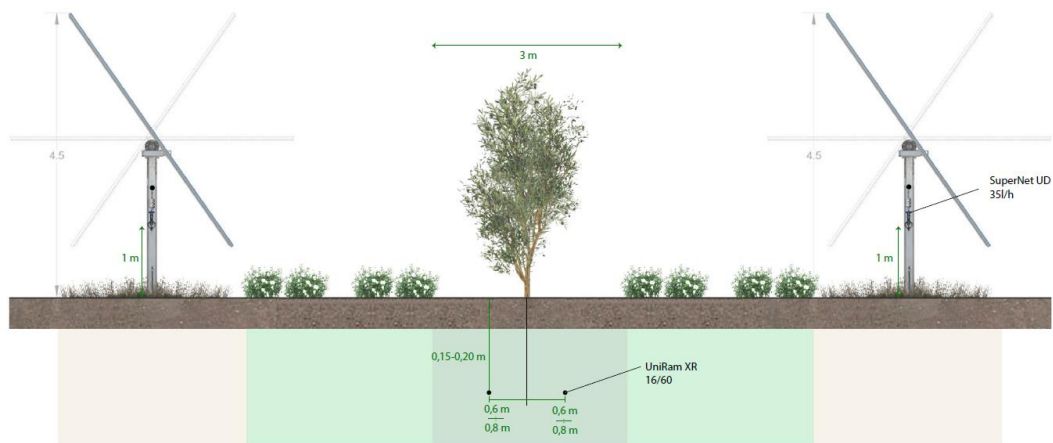
*L'irrigazione a goccia ha quasi 60 anni e negli ultimi 40 è approdata in Italia dove si è sviluppata su tutte le colture da reddito permettendo di ottenere maggiore resa e di gestire la qualità delle produzioni agricole. Oggi vive una fase cruciale grazie ad importanti risultati ottenuti con la **subirrigazione** (SDI subsurface drip irrigation), all'introduzione del **digital farming**, ai forti contenuti tecnici ed agronomici ed alla forte componente di sostenibilità intrinseca. È vista come la tecnica che può al meglio permetterci di affrontare le sfide del **cambiamento climatico** e si armonizza naturalmente con i precetti dell'**Agricoltura Conservativa**.*

*Nei primi anni del Secondo Millennio, Netafim, ha introdotto in Italia l'irrigazione a **goccia in Olivicoltura**. Dapprima nelle aree meridionali e poi nell'area centrale dove ha trovato applicazione ed è iniziata una serrata fase di studio e di sperimentazione. Grazie, infatti, alla collaborazione con diversi Atenei italiani, dal 2003, si è iniziato a studiare l'effetto della subirrigazione sull'Olivo che ha permesso di identificare le relazioni positive connesse all'applicazione di una corretta restituzione irrigua.*

*Il presente elaborato vuole racchiudere in maniera sintetica le informazioni cruciali e le spiegazioni rilevanti per comprendere appieno le possibilità offerte nell'acquisire i sistemi suddetti per progetti di **agricoltura di precisione da reddito**.*

Proposta concettuale - Descrizione

L'impianto agrivoltaico sarà composto da *tracker* con una distanza tra le file variabile. Lo spazio compreso tra i tracker sarà occupato da piante officinali e una fila di oliveto centrale. Sia le piante officinali che l'oliveto saranno irrigati.



Sezione con Piretro - Impianto di base - Zoom A

L'oliveto sarà irrigato mediante la tecnica della subirrigazione. Al fine di soddisfare i fabbisogni irrigui della coltura saranno poste due ali gocciolanti per filare di olivo.

La profondità dell'ala gocciolante sarà di 15-20 cm, la portata del gocciolatore sarà di 1.6l/h con un passo dei gocciolatori di 60 – 80 cm in base alle caratteristiche del terreno. Tale configurazione permetterà la creazione di una striscia bagnata uniforme della larghezza utile a intercettare gli apparati radicali. La scelta dell'ala gocciolante per l'impianto è ricaduta su Uniram™ XR. I gocciolatori, di cui l'ala in oggetto è dotata, sono di tipo auto-compensante, anti-sifone con sistema tecnologico di antintrusione radicale, maggiore resistenza all'intrusione radicale grazie alla presenza di ossido di rame nel gocciolatore (XR) e permettono la migliore uniformità di distribuzione dell'acqua e di conseguenza dei nutrienti in fertirrigazione iniettati in maniera proporzionale. In questo modo tutte le piante riceveranno lo stesso volume d'acqua e la stessa concentrazione di nutrienti. Le piante officinali saranno irrigate mediante la tecnica della microaspersione. Al fine di

soddisfare i fabbisogni irrigui della coltura sarà posto una fila di microirrigatori per ogni filare di tracker e disposti ogni 2 m sulla fila.

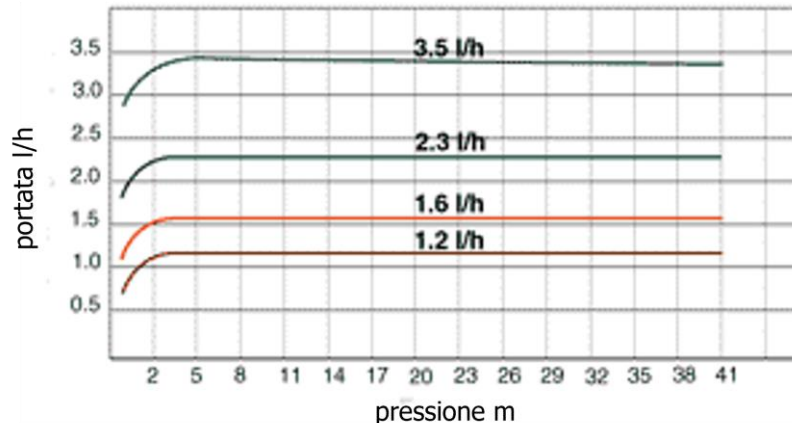
L'altezza da terra del microirrigatore sarà di 1m, la portata di 35 l/h. La configurazione scelta permette un buon coefficiente di uniformità per l'area sotto il tracker occupata dalle piante officinali.

La scelta del microirrigatore per l'impianto è ricaduta su SuperNet[™] UD 035. Questo è dotato di un innovativo sistema di autocompensazione della portata che permette l'erogazione di identiche quantità di acqua, con la stessa uniformità distribuzione e diametro bagnato, per ogni irrigatore di un settore irriguo, in un determinato range di pressione di lavoro. Composto da corpo e girandola in nylon, ponte e ugello/attacco in PBT e gancio in POM. Il meccanismo di erogazione dell'acqua e la girandola di protezione creano una barriera fisica per l'intrusione di insetti nel microirrigatore.

Di seguito valuteremo la microirrigazione esaminando la tecnica a goccia, la microaspirazione, la subirrigazione e tutti gli aspetti progettuali utili a fornire la visione più ampia delle scelte effettuate e dei razionali che guidano le valutazioni tecniche ed agronomiche.

Introduzione alla Microirrigazione

Comprende le due metodologie di più alto profilo tecnico attualmente applicate in agricoltura di precisione: la **microaspersione** e l'**irrigazione a goccia**. Entrambe hanno in comune la prerogativa di applicare l'acqua attraverso dispositivi **autocompensanti** ovvero gli erogatori, all'interno di un campo noto e definito di pressione di lavoro, **erogano tutti la stessa portata** come si può osservare dal grafico seguente.



Il grafico ci mostra come al crescere della pressione varia la portata fino 5 metri di colonna d'acqua (0,5 bar) per poi stabilizzarsi sul valore di **pressione nominale** del singolo gocciolatore e mantenerla fino, come nel caso del gocciolatore *Uniram*, a 40 metri di colonna d'acqua (4 bar).

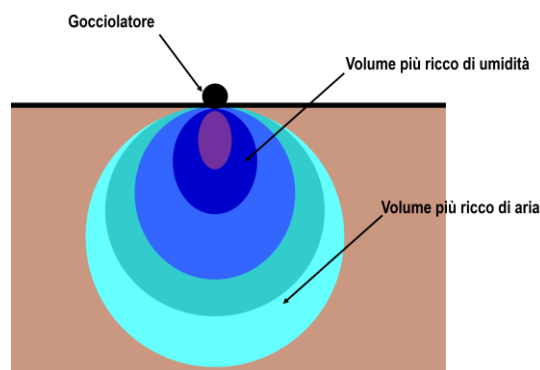
In fase progettuale sappiamo quindi che sarà importante verificare, al fine di erogare a tutte le piante la **medesima quantità di acqua**, almeno 0,5 bar di pressione all'ultimo gocciolatore sulla diagonale dal punto di ingresso dell'acqua in impianto. Le portate nominali del singolo erogatore sono basse (minori di 3 l/h) e attualmente le più utilizzate vanno da 1,6 a 0,7 litri/ora. In futuro saranno ancora più basse (minori di 0,5 l/h) in prospettiva della imminente **Nanoirrigazione** che gestirà i fabbisogni idrici delle colture con il metodo del *poco e spesso*. I metodi sono inoltre caratterizzati da **basse pressioni d'esercizio** e questo consente un **elevato risparmio energetico** ed offre la possibilità di impiegare tubature di adduzione di diametri inferiori e quindi più economici.

L'Irrigazione a goccia

È il sistema che meglio si presta alla gestione irrigua di precisione delle colture arboree (vite, olivo, fruttiferi, agrumi, ecc.) e dei seminativi (mais, sorgo, riso, soia erba medica). Rispetto ad altri metodi irrigui **l'efficienza e l'uniformità di distribuzione** sono nettamente superiori. Nei confronti dell'aspersione (getti, rotoloni, ecc.) la microirrigazione a goccia consente il raggiungimento di **un'efficienza di distribuzione superiore** che la FAO indica nel 90% (irrigazione a goccia in superficie) e nel 95% se si pratica la **subirrigazione**.

SISTEMA	EFFICIENZA
Goccia	90-95%
Microsprinkler	80-85%
Rotoloni e Getti nuovi e ben mantenuti	70-80%
Rotoloni e Getti vecchi	65-70%
Sommersione su vaste aree	60-65%
Infiltrazione laterale da solchi	50-70%

La distribuzione dell'acqua nel suolo è **lenta e costante** e si diffonde progressivamente per formare il cosiddetto bulbo bagnato. Per **bulbo bagnato** si intende quel volume di suolo caratterizzato da un gradiente decrescente di umidità ma crescente di ossigeno. La tipologia di terreno determina, a parità di portata, un movimento differente dell'acqua.



Su suoli pesanti il bulbo bagnato appare più allargato mentre su suoli sabbiosi l'acqua tende a drenare più in profondità. Avremo quindi un volume di suolo dove si sviluppano le condizioni ottimali, presenza di

umidità e di ossigeno, per ospitare i capillizi radicali ed avere la più efficiente captazione di acqua da parte della pianta. La condizione ideale, dal punto di vista ecologico, è quella in cui tutti i bulbi bagnati possano a formare una **striscia bagnata continua** ovvero un volume di suolo irrigato che si trovi alla profondità voluta che di solito corrisponde a quella dell'apparato radicale della coltura da irrigare. Se alla microirrigazione a goccia viene abbinata la **fertirrigazione**, i risultati produttivi possono essere ancora migliori dato che si localizza anche la nutrizione con importanti risparmi (fino al 25%) ed alta efficienza. L'uso di **sensori di umidità** del suolo permette inoltre di capire se l'intervento irriguo ha raggiunto l'obiettivo, ovvero, soddisfare i fabbisogni irrigui stimati apportando acqua nel volume di suolo occupato dai capillizi radicali nella quantità e per un tempo idoneo a permetterne la captazione da parte delle radici. Esamineremo questa parte nel capitolo dedicato al digital farming.

La Microaspersione

Tecnica più giovane rispetto alla goccia che applica le innovazioni più recenti in termini di sistemi di **autocompensazione** abbinata a precisi studi sulla **balistica** e sulle **dimensioni delle gocce** emesse dagli erogatori. Gli erogatori proposti per l'irrigazione delle aree dedicate alle colture erbacee sono appunto dotati di suddetti sistemi brevettati.



Innovativo il sistema di **autocompensazione della portata** che permette l'erogazione di identiche quantità di acqua, con la stessa uniformità di distribuzione e diametro bagnato, per ogni irrigatore di un settore irriguo, indipendentemente dalla pressione di lavoro e dalla pendenza o linea di adduzione acqua.

La girandola è dotata di **meccanismo antinsetto** il quale ne evita l'ingresso all'interno dell'ugello dell'irrigatore al fine di mantenerne integro il funzionamento nel lungo periodo.

Ricordiamo che In fase progettuale, al fine di verificare la miglior distribuzione e configurazione, vengono realizzati i **diagrammi di precipitazione** (utilizzando idonei programmi o app note come, per esempio, Netspace e/o Netspex) che permettono di individuare i coefficienti di copertura e quindi l'uniformità di distribuzione. Per la

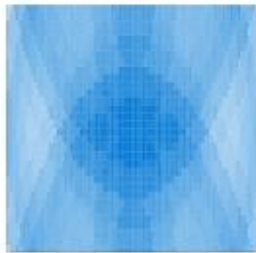
proposta progettuale in corso viene riportato di seguito, relativo all'erogatore Supernet UD, il report con i dati di uniformità.

SuperNet™-UD 035

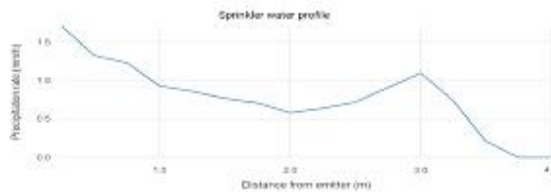


Spacing pattern: Single line	Distance between heads (m): 2
Emitter position: testa in giù	Pattern width (m): 6
Posizione dell'irrigatore: 1.0	% Water in pattern: 89.43
Portata (l/h): 35	Nozzle color: Light Blue
alla pressione di lavoro (bar): 2	Nozzle size (mm): 1.2
	Secondary nozzle color: NA
	Secondary nozzle size (mm): NA
Water distribution uniformity	
CU (%): 79.26	
DU (%): 71.43	
SC (5%): 1.88	
Precipitation rate (mm/h): 2.61	

Water densogram



Sprinkler - Water distribution profile



Appendix: Distribution uniformity.

There are 3 methods to calculate distribution uniformity:

- Christiansen Coefficient of Uniformity (%CU) - the most flattering results
- Distribution Uniformity (%DU) - more rigorous than %CU.
- Scheduling Coefficient (SC) - most rigorous method of all

The water distribution uniformity is influenced by several factors, as: sprinkler's internal design, flow rate, working pressure, height above ground, spacing distances and spacing pattern.

Disclaimer

All rights are reserved. We endeavor to provide accurate, quality and detailed information. However, unintentional errors may occur, and we cannot and do not undertake that all or any such information is accurate, complete or up to date. Therefore, this information may be used for guidance purposes only.

Dimensionamento di base, qualità dell'acque e filtrazione

Si parte dai **dati di campo** come sesto e direzione dei filari, mappa dell'oliveto con quote altimetriche e distanza dal punto di presa dell'acqua. Per dimensionare l'impianto servono **portata e pressione** alla presa d'acqua; pertanto, a seconda che sia un pozzo, una bocchetta consortile o una pompa che pesca da acque superficiali (canale, lago, ecc.) identificheremo le specifiche idrauliche. Si definirà sulla base dei parametri idraulici e dell'origine dell'acqua la più idonea **filtrazione**. Ricordiamo che **la filtrazione è il cuore del sistema** e a seconda della tipologia di acque (da pozzo, lago, ecc.) si adotterà quella più idonea. A causa dei ridotti passaggi all'interno dei gocciolatori è indispensabile quindi dotare l'impianto di opportuni dispositivi per la filtrazione dell'acqua al fine di **evitare l'intasamento degli erogatori**.

In un impianto correttamente progettato saranno presenti, in successione, uno o più dei seguenti tipi di filtro.

- **Filtro a vortice o idrociclone**, che sfrutta la forza centrifuga per separare dall'acqua le particelle di sabbia ed altre con densità superiore, generalmente utilizzato su acque da pozzo
- **Filtro a sabbia**, impiegato in presenza di acque cariche di materiale organico (canali, laghi, ecc.)
- **Filtro a dischi** (tipo SpinKlin), ad oggi il sistema di filtrazione tecnologicamente più avanzato, dotato di teste filtranti ciascuna con una pila di dischi scanalati che trattengono le particelle sospese superiori ad un certo diametro.

La scelta di impiegare una o più tipologie di filtro, dipende dalla **qualità dell'acqua** e dal tipo d'erogatore a cui l'acqua è destinata. I filtri devono essere dimensionati in funzione della portata da filtrare, al fine di evitare eccessive perdite di carico e rapido intasamento. I filtri ad oggi sono dotati di centraline per la pulizia automatica degli elementi filtranti. Ci sono fondamentalmente due tipi principali di fonti di acqua: **acque sotterranee** e **superficiali**. Molte fonti di approvvigionamento idrico esistenti e potenziali per i sistemi d'irrigazione sono derivati da **acque di superficie**, che non tendono ad avere contenuti livelli di sali (con l'eccezione di alcune zone costiere); i sistemi sono quindi solitamente meno inclini alla formazione di precipitati nei gocciolatori quando si utilizza una fonte d'acqua superficiale. **Le acque superficiali** tendono

però ad introdurre **rischi biologici**. Se le acque di scolo vengono considerate come fonte di approvvigionamento, la qualità e l'intasamento potenziale varieranno a seconda del grado di trattamento. **Le acque sotterranee** sono generalmente di qualità superiore a dell'acqua di superficie. Tuttavia, i livelli di ferro e manganese devono essere controllati; alti livelli di questi possono portare all'intasamento del gocciolatore, e può essere richiesto un trattamento.

Altra possibile fonte idrica può arrivare dall'uso di **acque funzionali o reflue**. Queste acque, a seconda della provenienza, necessitano, per legge, di specifici trattamenti e/o stoccaggi prima di poter essere utilizzate. Si rimanda alle normative vigenti in merito all'uso delle suddette fonti idriche alternative. **In Israele**, dove la risorsa idrica è estremamente limitata, si opera per il recupero e l'uso delle acque reflue. Nel confronto con il sistema israeliano, due dati in particolare mostrano una profonda differenza con l'Italia. Il primo è che Israele riutilizza in agricoltura attualmente il **90% di acque reflue**, ovvero le acque di scarico depurate; noi solamente il 5%: 475 milioni di metri cubi a fronte di un potenziale di 9 miliardi di metri cubi. Il secondo è che gli acquedotti israeliani disperdono non più del 2% dell'acqua immessa nelle reti, grazie a moderni sistemi di monitoraggio e pronto intervento per la manutenzione delle reti. In Italia il tasso di dispersione è addirittura del 42%, a causa del fatto che un quarto almeno delle reti italiane ha più di mezzo secolo, e il 60% ha più di 30 anni. Le esperienze di Netafim Italia riguardano soprattutto l'uso di **reflui zootecnici e agricoli** in irrigazione con funzione integrativa della nutrizione minerale delle colture, mais in particolare. La più recente applicazione è stata quella del **digestato**, ovvero il separato liquido del prodotto di risulta della fermentazione anaerobica di biomasse per la produzione di biogas, in collaborazione con CIB (consorzio italiano biogas) e CRPA (centro ricerca produzione animale) all'interno del progetto **100% Digestato** prima e **SOS AQUAE** dopo. Progetti che miravano a dimostrare le possibilità offerte dalle moderne **tecniche di irrigazione di precisione** unite all'uso di acque funzionali in agricoltura da reddito. L'uso di microfiltri con vagli omogenei dotati di passaggi nell'ordine delle decine di micron (micrometri) hanno permesso di completare con successo l'iniezione in

ala gocciolante del digestato e hanno consentito di **sviluppare competenze specifiche** nell'uso di acque reflue.

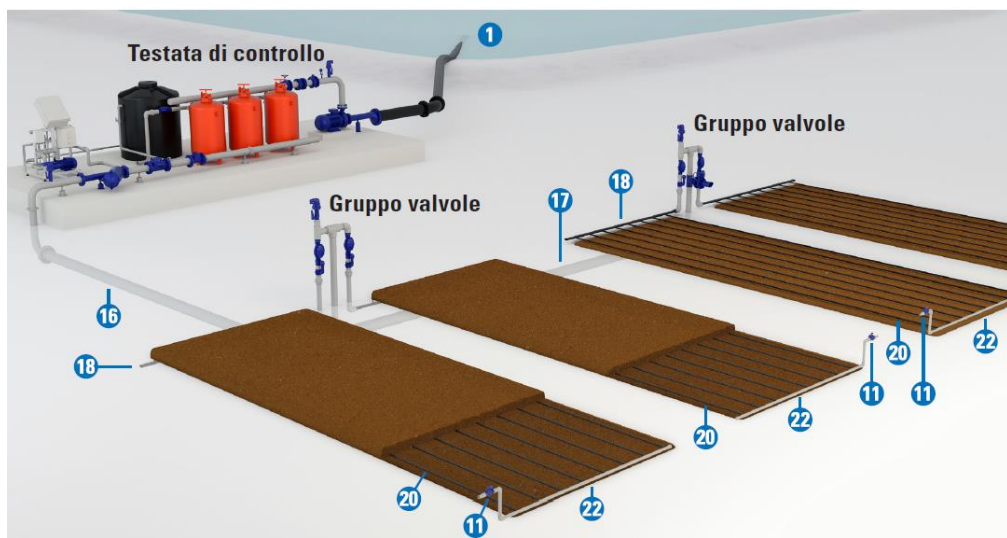
Dall'analisi del terreno alla subirrigazione

Il **suolo** rappresenta il prossimo elemento cruciale da saper interpretare. Sarà necessario avere **analisi del suolo** raccolte secondo i metodi standard in modo che siano statisticamente rappresentative delle macroaree interne alla superficie. Qualora ci fossero **zone con particolari caratteristiche** che differiscano sensibilmente dalla media sarà cruciale campionarle e definirle in dettaglio e potranno essere oggetto di particolare attenzione, per esempio, tramite sonde dotate di sensori di umidità. I parametri fondamentali sono le percentuali relative di scheletro, sabbia, limo e argilla che definiscono la tessitura. In base a questi valori avremo da subito un quadro di riferimento per comprendere le dinamiche idrauliche del suolo e la capacità di ritenzione idrica. Infatti, per la **subirrigazione** in particolare, è importante conoscere che tipo di suolo e di stratigrafia abbiamo in campo, questo ci aiuterà a definire la miglior profondità di interrimento. La subirrigazione d'altronde non è altro che l'interrimento di ali gocciolanti dotate di specifici gocciolatori concepiti e realizzati per operare sottoterra. Questi gocciolatori hanno diverse specifiche tecniche, sono **autocompensanti** (erogano tutti la stessa portata oraria in un campo di pressione tra 0,5 e 4 atmosfere come abbiamo già visto), sono **antisifone** (la membrana interna a ciascun erogatore chiude l'accesso al medesimo durante lo svuotamento dell'impianto evitando la suzione di fango dall'esterno) e sono dotati di sistema **antintrusione radicale** (parte del gocciolatore che per evita che eventuali capillizi occludano il gocciolatore, nei modelli XR (box 3) la miscela di ossido di rame ne inibisce totalmente lo sviluppo). **Programmare l'irrigazione** permette di prepararsi a tutte le possibili sorprese di stagioni caotiche come quelle che viviamo. La progettazione ci fornisce un dato chiave ovvero il **Rapporto di Irrigazione** che rappresenta i mm che il nostro impianto irriguo, con quelle specifiche tecniche scelte in base ai dati di campo e climatici, può restituire. Questo dato ci permetterà di calcolare le ore per settore necessarie a soddisfare il fabbisogno giornaliero stimato sulla base dei dati agro meteo storici. Questo processo è quello che viene definito **Irrigation Scheduling** ovvero

programmazione irrigua. Una volta scelte le specifiche tecniche dell'ala gocciolante, si potranno definire il **numero di settori o turni irrigui massimi**, da cui dipenderanno conseguentemente le dimensioni di tutti gli elementi dell'impianto idraulico. Definiti i parametri tecnico-agronomici necessari si procederà con la progettazione e la successiva installazione in campo.

Schema logico di funzionamento dell'impianto irriguo

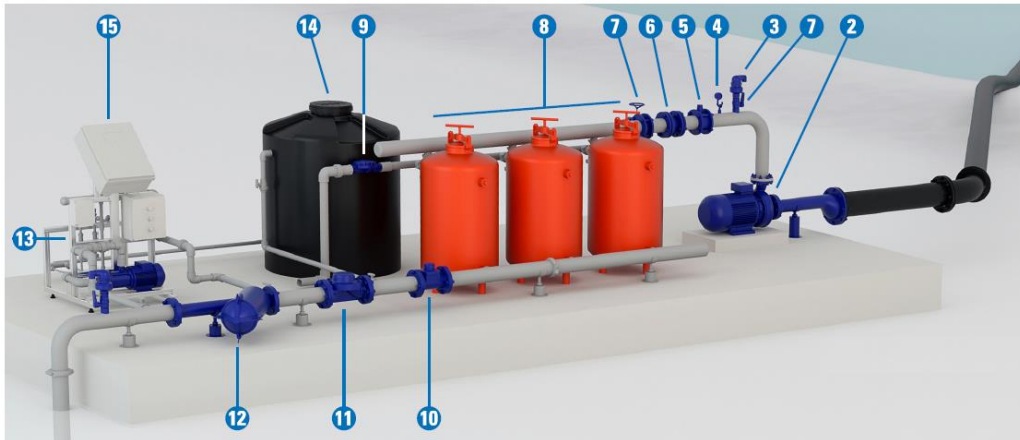
Come si può facilmente intuire il percorso dell'acqua nell'impianto irriguo parte dal punto di presa idrica (pozzo, canale, vasca, lago) dove una pompa pesca e rilancia l'acqua secondo portate e pressioni definite in fase progettuale. Il flusso viene indirizzato alla **filtrazione primaria**, passaggio chiave per il corretto funzionamento dell'impianto. Qui di seguito possiamo osservare la **rappresentazione di un impianto irriguo**



- | | | |
|--------------------------|--|---------------------------|
| 1 Sorgente dell'acqua | 9 Valvola di scarico automatico del filtro | 17 Linea secondaria |
| 2 Stazione di pompaggio | 10 Contatore dell'acqua | 18 Collettore |
| 3 Valvola di sfiato aria | 11 Valvola idraulica | 19 Valvola di sfiato aria |
| 4 Manometro | 12 Filtro secondario | 20 Ali gocciolanti |
| 5 Valvola di controllo | 13 Fertirrigatore | 21 Valvola di scarico |
| 6 Giunto antivibrante | 14 Serbatoio fertilizzante | 22 Controcollettore |
| 7 Valvola manuale | 15 Centralina d'irrigazione | 23 Filtro fertilizzante |
| 8 Filtro principale | 16 Linea principale | |

con i riferimenti alla relativa componentistica. Dalla visione d'insieme possiamo poi focalizzarci sulla testata di controllo dove spiccano proprio i filtri rappresentati in questo caso col colore rosso. A valle della filtrazione primaria possiamo vedere la distribuzione e le relative valvole di scarico, contatore, valvole di distribuzione fino alla filtrazione

secondaria o di sicurezza. Il sistema di fertirrigazione si trova collegato in by pass al sistema principale in modo da poter essere escluso quando si irriga solamente.



Il sistema è controllato dalla **centralina di irrigazione** che, in quanto tecnologia abilitante, rende il sistema irriguo conforme alle direttive della disciplina agevolativa per Industria/Agricoltura 4.0 e permette di gestire l'irrigazione in maniera programmata. Si tratta di centralina d'irrigazione modulare espandibile per applicazioni in pieno campo. Modularità nell'hardware, flessibilità nella programmazione, gestione multilinea e possibilità di gestione remota tramite smartphone o PC sono le caratteristiche peculiari di questo modello che si adatta perfettamente alle esigenze di sistemi caratterizzati da un'elevata richiesta tecnologica e da complessità impiantistiche.

Il software installato è funzionale alla gestione dell'irrigazione a tempo e a volume, per superficie e per evapotraspirazione. Le partenze dei programmi irrigui possono essere a tempo e a condizione. I cicli irrigui vanno da 1 a 14 giorni e può memorizzare fino a 200 programmi che possono operare in contemporaneità di funzionamento (gruppi valvole).

La centralina può anche gestire la fertirrigazione intesa sia come siti di allocazione dei fertilizzanti (6 iniettori per sito) sia come rilancio attraverso apposita pompa. La fertirrigazione può essere a tempo, a volume e proporzionale, oppure monitorando EC/pH. Applicando ricette indipendenti per ogni valvola, ricette predeterminate e gestisce la filtrazione e i lavaggi a tempo o con differenziale di pressione (DP)

Lettura sensori analogici: temperatura, umidità, direzione vento, ecc.

Dimensionamento dell'impianto sui fabbisogni colturali

Dobbiamo conoscere il picco di **fabbisogno irriguo** che l'Olivo dovrà affrontare nel periodo di più caldo della stagione in modo da dimensionare l'impianto per affrontare agevolmente la fase più critica della stagione. Questo dato può essere calcolato partendo dai **dati agro meteo** reperibili in rete o da centraline meteo. I dati così reperiti vanno corretti per opportuni fattori, **coefficienti colturali o Kc**, che li rendono adatti ad essere messi in relazione con la coltura in esame, in questo caso l'Olivo. Bisogna fare in modo che l'impianto sia in grado rifornire tramite l'irrigazione il volume d'acqua necessario a **compensare l'evapotraspirato** del giorno, o dei giorni precedenti, commisurato alla fase fenologica di sviluppo che la pianta sta attraversando. Per l'Olivo si introducono altri due fattori correttivi che riguardano la copertura della chioma e l'eventuale **coefficiente di deficit**. La tecnica dell'irrigazione deficitaria si basa su precisi studi fisiologici che indentificano la soglia di restrizione idrica alla quale si può portare la coltura senza svilire produzione e qualità. In pratica si somministrano volumi irrigui che non soddisfano tutto il fabbisogno idrico della pianta ma tendono ad indurre **condizioni transitorie di carenza idrica** lungo tutta la stagione o concentrandosi in particolari fasi fenologiche (es. fase di indurimento nocciolo).

Per calcolare il **fabbisogno giornaliero** per l'Olivo applicheremo la seguente relazione:

$$Et0 \times Kc \times Kr = ETC$$

Dove **Et0** è l'Evapotraspirato della zona dove si trova l'oliveto, **Kc** il coefficiente colturale che rappresenta l'olivo nelle diverse fasi fenologiche e varia tra 0,5 e 0,7 e **Kr** il coefficiente di copertura del suolo da parte della chioma. Kr è pari ad 1 quando la proiezione della chioma dell'albero, determinata alle ore 12, è superiore al 50% della superficie totale dell'oliveto. Quindi in una giornata di luglio con 5mm di Evapotraspirato, un Kc di 0,55 e un Kr pari a 1 per oliveti maturi avremo:

$$ETC = Et0 \times Kc \times Kr = 5 \times 0,55 \times 1,0 = 2,75 \text{ mm}$$

da restituire all'oliveto in quella giornata. Questo valore, considerato come la piena restituzione del fabbisogno irriguo, viene corretto, come già accennato, con dei fattori di riduzione o di stress controllato.

Irrigazione a goccia e risparmio idrico

La microirrigazione è l'erogazione **localizzata** di piccoli volumi d'acqua somministrati con frequenza elevata. I vantaggi di tale tecnica sono legati soprattutto al notevole **risparmio d'acqua** dal momento che vengono limitate al massimo le perdite secondo il **bilancio idrico** standard, sono da evidenziare inoltre la minimizzazione dei fenomeni erosivi, la riduzione del costipamento, la possibilità di automazione ed il limitato consumo energetico. (fonte: ANBI - URBIM 2014). Confrontando i sistemi di irrigazione a goccia e quelli a scorrimento, nonostante il basso costo di quest'ultimo, le alternative a goccia possono portare a un **risparmio di acqua del 28-35%** e aumentare l'efficienza nell'uso dell'acqua (WUE water use efficiency - nda) da 0,43 kg/m³ a 0,61 kg/m³, l'irrigazione di superficie offre all'azienda agricola un migliore ritorno economico. **L'irrigazione a goccia viene scelta quando al risparmio idrico viene assegnata la massima priorità.** (fonte: Drip vs. surface irrigation: A comparison focusing on water saving and economic returns using multicriteria analysis. Darouich *et al.* - 2014). **La chiave del risparmio idrico è insita nell'efficienza del metodo di distribuzione a goccia che risulta essere, unanimemente nell'ambiente scientifico, quella a maggiore efficienza in assoluto specialmente quando si parla di subirrigazione.**

Risparmio idrico nel sistema colturale inserito nel contesto agrivoltaico

Abbiamo visto come la scelta dell'irrigazione a goccia sia di per sé un modo per **risparmiare acqua a parità di produzione**, talvolta con significativi incrementi della WUE (water use efficiency). Abbiamo anche visto come il fabbisogno colturale si influenza dall'evaporazione e dalla traspirazione, fattori entrambe connessi direttamente con temperatura e radiazione solare. Sappiamo inoltre che nei **sistemi colturali integrati** con la presenza di **pannelli fotovoltaici** si registra una riduzione della radiazione diretta in funzione di quella captata dai pannelli stessi. Tale radiazione è sottratta alla captazione da parte delle piante e questa condizione viene spesso riportata come una limitazione alla coltivazione ed alla riuscita redditizia della medesima.

Oggi sappiamo che le cose non stanno proprio così.

Lo ha dimostrato la riuscita del **Progetto S3O** guidato dal Professor Luca Corelli Grappadelli, in veste di responsabile scientifico, dell'Università di Bologna il quale ha guidato un gruppo di ricerca con obiettivi importanti. Tra questi spicca l'obiettivo di **ridurre al 50% gli apporti irrigui** rispetto a un normale sistema colturale arboreo (frutteto) irrigato. Il frutteto in oggetto di studio dispone di copertura antigrandine, antinsetto e anti pioggia (sul colmo di ogni filare). Queste coperture, oltre a fornire il servizio per cui sono state sviluppate, permettono di **ridurre la luce**, fino al 50% nelle ore del mezzogiorno solare. Questo si traduce in un vantaggio eco fisiologico perché, scaldandosi meno, le foglie hanno bisogno di **meno acqua** per raffreddarsi attraverso la traspirazione, e da questo possiamo trarre un vantaggio in termini di **acqua risparmiata**. Dal punto di vista della fotosintesi non ci sono controindicazioni, in quanto la luce che viene intercettata è in esubero rispetto a quella che necessita per assicurare la piena fotosintesi. Anzi, potrebbero esserci **dei vantaggi a favore delle piante** sotto l'ombra in momenti come il mezzogiorno solare, in cui la radiazione risulta molto intensa e le foglie possono andare incontro a foto-inibizione. Sono state così installate **due centraline meteorologiche** all'interno del frutteto, sotto le diverse tipologie di copertura. I dati dimostrano una differenza nelle condizioni ambientali tra le due parti del frutteto, con una minore incidenza luminosa (che incide nel calcolo della restituzione) che è riflessa nel regime termico giornaliero, in particolare nelle temperature massime, che risultano leggermente inferiori sotto le coperture sperimentate. Il tutto si è tradotto in una **riduzione del 23% dell'evapotraspirazione potenziale (ET0)**, con un **risparmio irriguo del 21% in volume** tra i due trattamenti di controllo (equivalenti alla piena irrigazione). Il risparmio nella tesi al 50% è stato invece ancora superiore. I dati di fotosintesi e di potenziali idrici non mettono in evidenza differenze significative tra i vari trattamenti, il che incoraggia circa il fatto che la succitata attività sperimentale possa **confermare gli obiettivi del progetto**, in termini di risparmio idrico, senza penalizzazione di qualità e quantità della produzione.

(per ulteriori approfondimenti si rimanda al sito <https://s3o.it/>)

Olivo, la coltura che meglio usa la risorsa idrica

Da decenni di lavori sperimentali sull'irrigazione dell'olivo, la produzione e la qualità dell'olio prodotto, sappiamo che è una coltura con esigenze particolari ed è in grado di **adattarsi a condizioni di carenza idrica** in particolari momenti del ciclo colturale. La tecnica **dell'irrigazione deficitaria** si basa su precisi studi fisiologici che indentificano la soglia di restrizione idrica alla quale si può portare la coltura dell'olivo senza svilire produzione e qualità. In pratica si somministrano volumi irrigui che non soddisfano tutto il fabbisogno idrico della pianta ma tendono ad indurre condizioni transitorie di carenza idrica lungo tutta la stagione o concentrandosi **in particolari fasi fenologiche** (es. fase di indurimento nocciolo). Sappiamo che l'irrigazione modifica positivamente le caratteristiche nutrizionali e salutistiche dell'olio e consente di diversificarne il profilo analitico, organolettico e sensoriale.

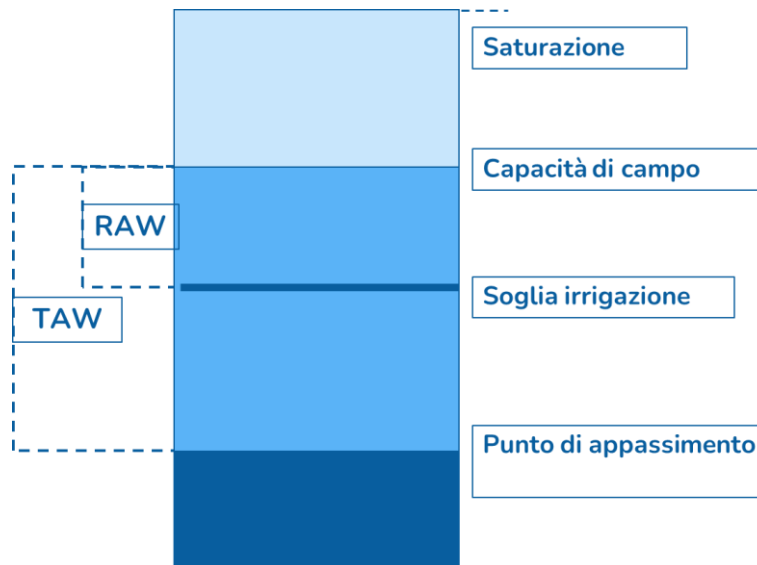
Le esperienze condotte in questi ultimi anni hanno dimostrato che **l'irrigazione è uno strumento produttivo**. Irrigare infatti un oliveto, oltre alla riduzione dell'incidenza dell'alternanza produttiva, apporta vantaggi nella produzione di olive e di olio con incrementi di produzione di olive che possono raggiungere il 100% rispetto ai testimoni non irrigati. Alla migliore e più diffusa distensione dei germogli, si aggiunge **l'aumento del numero d'infiorescenze** e l'aumento della percentuale di allegagione dei frutti. Importante la diminuzione dell'incidenza di aborto nell'ovario e cascola delle drupe. L'accrescimento dell'oliva in condizioni irrigue ha andamento pressoché lineare fino quasi all'invaiaatura: **l'irrigazione aumenta il volume del nocciolo e della polpa alla raccolta**. Questi indicatori ci permettono di valutare l'irrigazione come un investimento in favore del miglioramento di redditività aziendale.

L'acqua è infatti, una delle **variabili agronomiche** più importanti per influenzare positivamente resa e qualità delle produzioni olivicole. Una pubblicazione italiana, presentata sul **Journal of the Science of Food and Agriculture**, lo dimostra. Nel lavoro presentato si analizzano i parametri produttivi e qualitativi arrivando ad affermare che "luce e disponibilità di acqua non sono solo cruciali per la produttività albero, ma influenzano chiaramente la qualità dell'olio d'oliva". Emerge quindi come **l'irrigazione**, specialmente in **deficit controllato**, si collochi tra gli strumenti per produzioni altamente qualitative dal punto di vista delle

caratteristiche organolettiche dell'olio permettendo inoltre il **risparmio di almeno il 50% dell'acqua** rispetto alla piena irrigazione. Una tecnica quindi sostenibile con basso impatto ambientale. L'irrigazione è quindi uno strumento agronomico che promuove produttività e qualità dell'olio, è quindi strumento di **redditività** per l'azienda olivicola.

Automazione dei sistemi irrigui: monitoraggio tramite sensori e sonde

L'automazione è uno **strumento** che facilita la gestione dei sistemi irrigui di precisione. Il livello di complessità dell'impianto può variare molto. Si può partire dal più semplice con **sistemi di solo controllo** a tempo o su condizione, ed arrivare, a una gestione più complessa, mediante l'integrazione progressiva di **sensori** in grado di rilevare dati provenienti dal sistema irriguo, dall'ambiente di coltivazione o dalla coltura stessa.



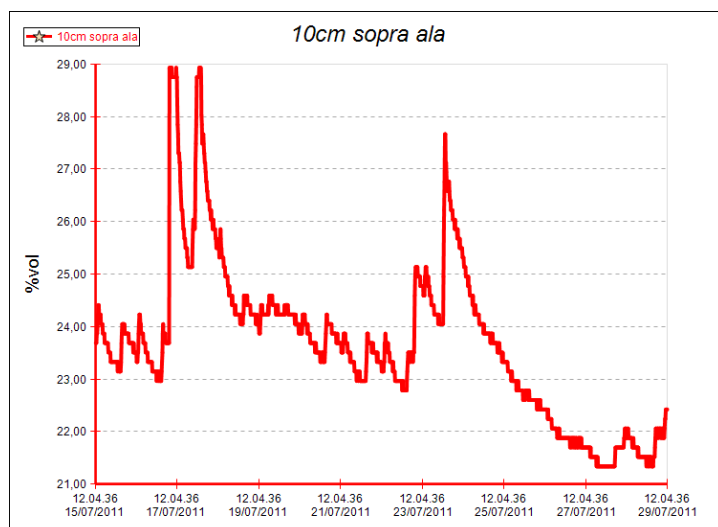
L'acqua che un suolo è in grado di trattenere è legata alla struttura fisica del medesimo. Si tratta di una condizione dinamica che è possibile monitorare tramite sensori per osservare nel tempo il comportamento del suolo e l'interazione dell'apparato radicale della pianta. Possiamo individuare dall'immagine qui sopra due elementi di rilievo la TAW e la RAW. Total Available Water (TAW): **acqua totale disponibile** nel terreno, ovvero la quantità di acqua immagazzinata nel terreno, tra la capacità di campo e il punto di appassimento, disponibile per il consumo delle piante. Readily Available Water (RAW): **acqua prontamente disponibile**, ovvero l'acqua disponibile nel suolo, tra la capacità di campo e la soglia di esaurimento definita, che può essere facilmente estratta dalle piante. Tra

questi due volumi è presente una soglia che definiremo **soglia di irrigazione** che una volta raggiunta e superata ci darà il segnale per provvedere al reintegro irriguo. La tipologia di sensori applicabili spazia dai tensiometri fino ai più sofisticati sensori o sonde multilivello. La scelta del sensore è strettamente correlata al tipo di informazione che vogliamo avere che possa aiutarci a **prendere la giusta decisione** sul turno irriguo e sulla durata. Vediamo i sensori proposti per il Progetto in fase di discussione che saranno oggetto di valutazione.

Sensori TDT Netasense

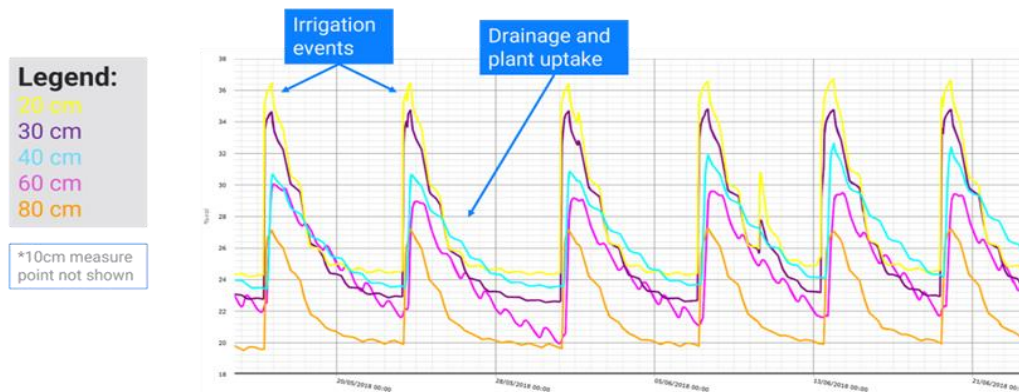
Il sensore NetaSense è un **sensore di umidità volumetrica** del suolo basato sulla tecnologia TDT (Time Domain Transmission), che fornisce una risposta immediata e precisa ai cambiamenti di umidità del suolo.

Questo sensore è in grado di indicare i cambiamenti di umidità mediante la misurazione della velocità di un'onda elettromagnetica. Il sensore è progettato per essere installato e mantenuto nel terreno per tempi brevi o in modo permanente. I diversi componenti dei sensori sono in acciaio inox e tutte le parti sono sigillate in resina epossidica per garantire anni di servizio affidabile. Il sensore è affidabile in qualsiasi tipo di terreno. Il sensore NetaSense è in grado di misurare un grande volume di terreno a 5 cm di raggio dai suoi elementi. **Segnala l'umidità media del terreno** per tutta la sua lunghezza di (circa 30 cm), sia che il sensore sia installato verticalmente che orizzontalmente. Qui di seguito i sensori nello scavo di posa e un grafico tipico che evidenzia i picchi di irrigazione in un posizionamento in subirrigazione 10 cm sopra l'ala gocciolante.



Sonda Multilivello Netacap

Il sensore NetaCap è una sonda a colonna con un massimo di 6 punti di misurazione del contenuto di acqua del suolo e della temperatura a diverse profondità (e temperatura dell'aria misurata sulla capsula esterna o cappuccio del sensore) e può arrivare fino al modello da 80 cm.



Il grafico mostra un tipico comportamento dei picchi rilevati alle diverse profondità riportate nella legenda a sinistra che indicano l'evento irriguo (irrigation events) e la fase di drenaggio e captazione dell'acqua da parte della pianta. Sarà possibile selezionare i singoli sensori e relativi grafici o avere una visione d'insieme come, appunto, nel grafico.

Sonda Multilivello Sentek

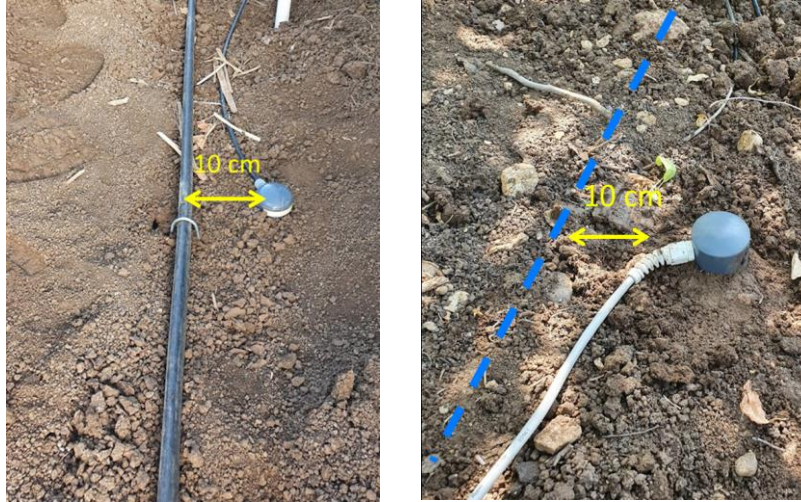
Le sonde multilivello Sentek permettono il **monitoraggio** delle caratteristiche idriche del suolo a **diverse profondità** e analisi dell'attività radicale tramite una applicazione dedicata. Rilevano i dati ogni 10 minuti e li inviano al server ogni 3 ore.



I sensori, lungo la sonda a colonna, sono posti a distanza di 10 cm l'uno dall'altro, con il primo a 5cm dalla superficie. I punti di rilevamento **misurano temperatura e umidità**. La lunghezza della sonda può raggiungere tre livelli di profondità 30cm, 60cm e 90cm. La forma conica della sonda garantisce una

installazione ed una estrazione semplificata. La sonda è totalmente incapsulata in plastica, rendendo il prodotto **efficace e longevo**. La sonda

ha un proprio **Software dedicato** Irrimax per la visualizzazione e l'analisi dei dati. L'applicazione consente di **visualizzare i dati attraverso grafici** che suggeriscono quando e quanto irrigare in relazione all'attività radicale della pianta ed a eventi piovani e irrigui.



È possibile impostare degli allarmi al raggiungimento di parametri predefiniti o ricevere un report quotidiano via e-mail. È possibile inserire commenti sui grafici visualizzati e scaricare in formato .csv i dati per compiere ulteriori analisi. È possibile dare diversi gradi di **priorità all'irrigazione** dei diversi settori, leggendo i dati provenienti da sonde diverse collegate allo stesso utente. Cruciale è il posizionamento del sensore in campo. Nelle due immagini qui sopra vediamo come va installato (distanza) nel caso di ala gocciolante in superficie e nel caso di un impianto in subirrigazione. In funzione della scelta, può essere gestito localmente oppure **gestito in remoto** via Smartphone, Tablet o PC. L'obiettivo è **ottimizzare la gestione dei sistemi irrigui** massimizzando le rese, riducendo gli sprechi di acqua e concimi, con un beneficio per l'ambiente e per la sostenibilità dell'intero segmento produttivo.

Dendrometro

Il sensore consente la misura micrometrica delle **variazioni del diametro del tronco** e la valutazione del flusso xilematico della pianta. La sua estrema sensibilità e accuratezza consentono di misurare in modo affidabile sia le variazioni stagionali che quelle giornaliere. I dati possono quindi essere correlati con altre misure (es. umidità del terreno) per

valutare lo stato fisiologico della pianta ed eventuali condizioni di stress idrico.



Il sensore può essere **facilmente regolato** per adattarsi a tronchi di diametri differenti ed il suo peso contenuto consente l'installazione anche su piccoli rami o tralci. I materiali utilizzati garantiscono massima robustezza anche in ambienti agricoli meccanizzati, resistenza all'ossidazione per effetto delle sostanze chimiche impiegate nei trattamenti, e minima sensibilità alle dilatazioni termiche, che altererebbero facilmente la precisione della misura. Il sensore può essere integrato con un altro dispositivo di lettura con ingresso analogico di tipo resistivo.

Centralina Meteo

La centralina meteo visualizza un gran numero di **dati diretti e calcolati** su efficienti algoritmi meteorologici. La console ha inoltre le potenzialità di un vero e proprio computer nella raccolta, archiviazione e visualizzazione dei dati meteorologici. Rileva i dati meteorologici esterni attraverso un gruppo sensori integrato (denominato ISS) e li trasmette via radio a 868 Mhz all'unità di ricezione (console) con una portata massima di 300 metri in campo aperto. Il gruppo sensori esterno è alimentato tramite un piccolo pannello solare, oltre a questo è inclusa anche una batteria di backup che interverrà nel caso di mancanza di alimentazione da parte del pannello. Include i seguenti sensori:

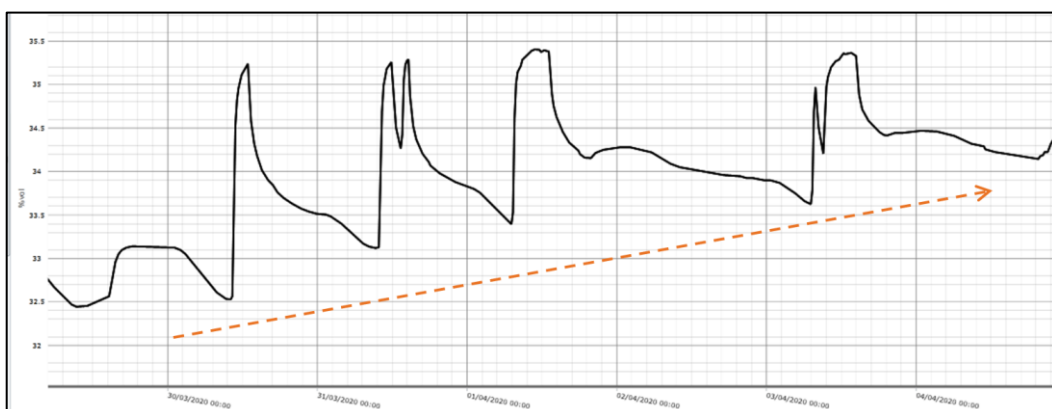
- **Pluviometro** (sensore di rilevamento precipitazioni, accumulo e intensità, composto da una bilancia con scatto ogni 0.2mm)
- **Termoigrometro** (sensore di temperatura / umidità ambientale)
- **Anemometro** (sensore di direzione e velocità del vento)
- **Radiazione solare** (sensore rilevamento radiazione solare globale)



L'unità esterna ISS oltre ai sensori comprende anche la scheda di trasmissione, che legge i dati dai sensori, li codifica e li trasmette via radio alla console.

Digital Farming

Le dinamiche che presiedono alla captazione idrica da parte della pianta sono note, da una parte la componente fisiologica e dall'altra i parametri idrologici del suolo. Sempre più spesso abbiamo la necessità di **monitorare** queste dinamiche nel tempo tramite il digital farming. Per farlo utilizziamo opportuni **sensori** che ci diano nel tempo dati, per esempio, sulla profondità irrigua raggiunta (al fine di evitare drenaggio negli strati profondi) e il contenuto idrico a diverse profondità (funzionale ad osservare come e quando la pianta di estrae l'acqua dal volume di suolo irrigato).



Nel grafico qui sopra, per esempio, la linea nera mostra le letture di un sensore del suolo e il contenuto di acqua del suolo stesso, nell'arco di una settimana, con una tendenza al rialzo.

Il sistema si basa su un **network locale** di stazioni di rilevamento e trasmissione (es. dell'umidità del suolo), in comunicazione con un'unica piattaforma in grado ricevere in modo semplice e rapido tutte le informazioni necessarie. Una volta raccolte, le informazioni vengono **archivate in uno specifico spazio cloud**. Il sistema di monitoraggio non richiede di scaricare né installare alcun programma, ma semplicemente utilizza un browser a cui si può accedere in modo rapido attraverso le personali credenziali via pc, smartphone o tablet. Offre la possibilità di visualizzare il proprio sistema su una **mappa geo-referenziata**, recuperare **dati storici**, creare grafici e **fissare soglie** personalizzate di intervento. Il sistema può, attraverso allarmi via SMS, Notifiche App o e-mail, avvisare l'utente di intervenire in situazioni potenzialmente dannose per la resa produttiva della coltura. Il **monitoraggio** può fare da verifica della programmazione irrigua e questo consente di adattare il **fabbisogno idrico stimato** alle diverse fasi fenologiche e all'età della coltura. Avere i dati disponibili delle stagioni precedenti (storico) permette di capire le cose che hanno funzionato bene e dove vanno invece migliorate, e aiutano a **pianificare in anticipo**, in futuro, l'irrigazione. Il **digital farming** è strumento di ulteriore **miglioramento dell'efficienza** del sistema irriguo nel complesso e permette di avere **tracciabilità** di tutte le azioni svolte durante la coltivazione **verificando consumi idrici ed energetici** a fini di rendicontazione e accertamento.

Conclusioni

In conclusione, ci aspettiamo che le scelte tecniche fatte in merito alla coltura prescelta (olivo) capace di ottimizzare la risorsa idrica per produrre i frutti, all'irrigazione a goccia con le implicazioni esposte (progettazione, efficienza, automazione, monitoraggio e controllo) inserite nel contesto di pieno campo con pannelli fotovoltaici (riduzione utile della radiazione luminosa che induce riduzione dei fabbisogni irrigui) possa portare alla realizzazione di un sistema sostenibile quale reale espressione della più innovativa visione integrata dell'agrivoltaico.

06 marzo 2024

Riferimenti Bibliografici:

- *Elaborazione da Fonte CER (consorzio bonifica canale emiliano romagnolo)*
- <http://www.consorziocer.it/>
- http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/presentazione_06.pdf
- *FAO - Food and Agriculture Organization - Conservation Agriculture*
- *FAO Irrigation Manual - Planning, Development, Monitoring and Evaluation of Irrigated Agriculture with Farmer Participation. A. P. SAVVA - K. FRENKEN. 2002*
- *Irrigation and Fruit Canopy Position Modify Oil Quality of Olive Trees (cv. Frantoio) - G. CARUSO et al. 2016x*
- <https://digestato100.crpa.it/>
- <https://sosaquae.crpa.it/>