ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE AGROALIMENTARE

# Smart Specialized Sustainable Stonefruit Orchard (S4O)

S4O integra in un pescheto coperture multifunzionali, sistemi energetici, robotica, sensoristica e impianti automatizzati per irrigazione e difesa. Le attività hanno conseguito i risultati tecnici previsti, mettendo a punto soluzioni per ridurre gli input, controllare gli interventi e monitorare la risposta della coltura. La validazione agronomica ha evidenziato che l'ombreggiamento sostiene il rigoglio vegetativo e una buona funzionalità fisiologica, ma riduce la qualità dei frutti: un'indicazione determinante per progettare le strutture agrivoltaiche.

***"S4O: Il pescheto del futuro nasce oggi"***

| | |
|---|---|
| **Laboratorio** | CIRI AGROALIMENTARE |
| **Area di specializzazione** | Agroalimentare |
| **Referenti** | Luca Corelli, Luigi Manfrini |
| **Keyword** | Agricoltura resiliente, Agricoltura di precisione, Cambiamento climatico nei frutteti, Intelligenza artificiale e big data |



*Fig. 1: Il frutteto S4O – Zona coperta da teli ombreggianti multifunzionali*



*Fig. 2: Il frutteto S4O – Zona coperta da teli che ricalcano la presenza di impianto agrivoltaico*

## Descrizione

S4O è un prototipo integrato di pescheto 4.0 che combina protezione della coltura, gestione dell'acqua, automazione e monitoraggio.
Il sistema comprende coperture ombreggianti, anti-grandine, anti-pioggia e anti-insetto; soluzioni per l'integrazione fotovoltaica, l'accumulo e la ricarica; un rover autonomo; un sistema elettrico di condizionamento termico contro le gelate tardive; impianti irrigui e di distribuzione fitosanitaria a punto fisso. Sensori ambientali e sulla pianta forniscono dati per il supporto alle decisioni e la verifica delle prestazioni agronomiche.

## Aspetti innovativi

L'innovazione consiste nell'integrazione delle tecnologie con la struttura e la gestione del frutteto. Le configurazioni agrivoltaiche sono valutate considerando esposizione della chioma, fabbisogni elettrici e sicurezza degli operatori. Il condizionamento termico è localizzato nella zona degli organi sensibili per limitare la dispersione energetica. Il rover autonomo supporta le operazioni e l'acquisizione dei dati. Nodi sensoriali wireless a basso fabbisogno di manutenzione, con comunicazione LoRa, consentono il monitoraggio distribuito; i sensori di crescita del frutto e dello stato idrico affiancano le misure ambientali. La gestione irrigua collega il DSS IRRIFRAME/IRRINET a sonde del suolo e centraline programmabili da remoto. Le coperture protettive sono integrate con la distribuzione fitosanitaria a punto fisso e il monitoraggio dei parassiti. La validazione considera congiuntamente funzionalità degli impianti, risposta fisiologica, crescita, produzione e qualità.

## Applicazioni

Le soluzioni sono applicabili a pescheti specializzati e a impianti arborei predisposti all'automazione. L'applicazione comprende la definizione delle configurazioni di copertura e alimentazione elettrica, l'integrazione dei sensori, la programmazione degli interventi irrigui e fitosanitari e la verifica della risposta della coltura. Le informazioni tecniche sono utilizzabili da frutticoltori, consulenti, cooperative e costruttori di macchine, impianti e sistemi di monitoraggio. Il trasferimento richiede l'adattamento a geometria della chioma, cultivar, suolo e condizioni climatiche.



*Fig. 3: Rover testato nel frutteto S40*

## Esempio di applicazione

**Il pescheto sperimentale costituisce l'esempio di applicazione integrata: le tecnologie energetiche, robotiche e sensoriali sono associate agli impianti di irrigazione e difesa, mentre le misure sulle piante e sui frutti ne verificano la compatibilità agronomica. Le attività dei diversi WP hanno fornito i risultati tecnici previsti per la configurazione, l'integrazione e la valutazione delle soluzioni.**

L'applicazione integra coperture multifunzionali e fotovoltaico, accumulo e ricarica, condizionamento termico localizzato, rover autonomo, sensori wireless, irrigazione automatizzata con DSS IRRIFRAME/IRRINET e difesa mediante impianto statico e reti protettive.
I risultati principali dei WP sono stati:
• WP1 – Energia e robotica: definite soluzioni fotovoltaiche compatibili con strutture, luce e sicurezza; sviluppato il prototipo termico antibrina e integrate robotica e sensoristica.
• WP2 – Irrigazione: gestione remota e tracciabilità degli apporti con DSS, dati meteo e sonde fino a 60 cm; confronto delle stime evapotraspirative con Eddy Covariance. Giugno–agosto 2026: sotto telo, 106,0 mm nella tesi 100 e 58,7 mm nella 50 (−45%).
• WP3 – Difesa: integrate coperture antinsetto e antipioggia e distribuzione statica automatizzata; monitorate tignola orientale e cimice asiatica.
• WP4 – Fisiologia e produzione: sotto ombra, migliore funzionalità fisiologica a fine stagione e germogli più lunghi del 30%, ma minori zuccheri, sostanza secca e colore rosso. Nel 2026 cala la produzione; il peso medio dei frutti non varia significativamente.
• WP5 – Trasferibilità: analizzati lavoro, capitale e caratteristiche del frutteto, con confronti e simulazioni per valutare applicabilità ad altre specie e rischi climatici e fitosanitari.

**Partner coinvolti**

• RiNOVALab (capofila)
• CIRI-Agroalimentare
• CIRI-MAM (Meccanica avanzata e Materiali)
• AcquaCampus

Imprese coinvolte
• Apoconerpo
• Apofruit
• Granfrutta Zani
• Orogel fresco
• Winet srl
• NETAFIM Italia
• Field Robotics

**Tempi di realizzazione**

36 mesi (concessa proroga fino 9 dicembre 2026)

**Livello di maturità tecnologica**

TRL 7 - prototipo dimostrativo in ambiente operativo

**Valorizzazione applicazione**

Indicazioni trasferibili: progettare strutture e impianti sicuri in funzione di chioma e luce; integrare sensori, irrigazione e difesa con controllo remoto; monitorare clima, suolo, pianta e frutti; adattare le soluzioni ad altri frutteti/specie.
Nell'agrivoltaico, valutare insieme energia, fisiologia, resa e qualità poiché l'ombra favorisce il vigore ma può ridurre zuccheri e colore dei frutti.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE AGROALIMENTARE

# CIRI AGROALIMENTARE

**Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare**



Il Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare dell'Università di Bologna svolge e coordina attività di ricerca e formazione professionale, rivolte a potenziare i rapporti con l'industria ed operare il trasferimento tecnologico per rispondere alle esigenze del mondo produttivo.

La mission del Centro è offrire alle imprese soluzioni di prodotto e di processo che assicurino solidità e sostenibilità economica, ambientale e sociale, sviluppate secondo un approccio integrato e livelli di competenza scientifica e tecnologica elevata. Le linee di innovazione si sviluppano a partire dalle cinque articolazioni di ricerca in cui è strutturato il Centro, definite anche unità operative. Le unità interessano trasversalmente tutte le filiere produttive (carni e prodotti trasformati - prodotti lattiero caseari - grassi alimentari - prodotti ittici - ovoprodotti - mangimi - fertilizzanti - fitoprodotti - bevande e vino – cereali e prodotti da forno - ortofrutta e prodotti trasformati - integratori alimentari) di cui il Centro si occupa. Il CIRI-AGRO dispone di strumentazione di qualità e affidabilità dei risultati conforme ai più alti standard raggiunti dalla ricerca nel settore e sviluppa metodiche e protocolli analitici in grado di rispondere alle specifiche esigenze delle imprese.

| | |
|---|---|
| **Sito web** | http://www.agroalimentare.unibo.it |
| **Direttore** | Pietro Rocculi |
| **Data pubblicazione** | 18/11/2026 |