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"

Laboratory	CIRI AGROALIMENTARE
Specialization Area	Agroalimentare
Contacts	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

Description

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.

Innovative aspects

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.

Potential applications

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

Application example

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.

Involved partners

• 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

Implementation Time

36 mesi (concessa proroga fino 9 dicembre 2026)

Technology Readiness Level

TRL 7 - prototipo dimostrativo in ambiente operativo

Exploitation

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.

Website	http://www.agroalimentare.unibo.it
Director	Pietro Rocculi
Published on	18/11/2026