



LAYMAN'S REPORT

LIFE4FIR



LIFE18 NAT/IT/000164
01/08/2019 - 31/07/2023



LIFE4FIR è un progetto cofinanziato con un contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea



Abies nebrodensis sparsi nell'area naturale nel Vallone Madonna degli Angeli



Un albero di *Abies nebrodensis* nel suo habitat naturale all'interno del Parco delle Madonie



Piantina della rinnovazione naturale di *Abies nebrodensis*

IL PROGETTO LIFE4FIR

Il progetto LIFE4FIR ha avuto come obiettivo generale quello di sviluppare e implementare strategie di conservazione e salvaguardia in situ ed ex situ di *Abies nebrodensis*, una specie endemica del Parco delle Madonie, situato nella parte centro-settentrionale della Sicilia. La popolazione dell'Abete delle Madonie è infatti costituita da soli 30 alberi adulti, distribuiti su un'area di 84 ettari all'interno del Parco, ed è classificata come gravemente minacciata ed inclusa nella lista rossa della IUCN. Il progetto LIFE4FIR ha messo in atto una serie di azioni per contrastare le principali avversità che colpiscono l'*Abies nebrodensis*, migliorare il suo stato di conservazione e ridurre il rischio di estinzione, promuovere la conoscenza e la consapevolezza sulle tematiche ambientali e sviluppare un modello replicabile di buone pratiche.

VULNERABILITÀ DI A. NEBRODENSIS E MINACCE AFFRONTATE

Una serie di minacce rende questa specie estremamente vulnerabile:

La grave erosione genetica e frammentazione. L'esiguo numero di alberi fertili e la loro frammentazione favoriscono l'autofecondazione (autogamia). La ridotta variabilità genetica può comportare una minore capacità di queste popolazioni di adattarsi agli stress emergenti nel loro ambiente, come ad esempio le malattie infettive o i cambiamenti climatici.

La scarsa rinnovazione naturale. A causa dei suoli prevalentemente rocciosi e superficiali, della fioritura irregolare e delle piantine derivanti in gran parte da autofecondazione, la rinnovazione naturale è molto rarefatta e ha un lento sviluppo.

Gli erbivori selvatici in sovrannumero. Le popolazioni di daini e cinghiali hanno raggiunto livelli insostenibili e sono difficili da controllare, causando danni sia alle piante adulte che alla rinnovazione naturale.

Il rischio di ibridazione con abeti non autoctoni. La presenza di piantagioni di abeti non autoctoni, come *A. alba* e *A. cephalonica*, realizzate in passato all'interno del territorio del Parco, può rappresentare un rischio per l'integrità genetica di *A. nebrodensis*: le specie di *Abies*, infatti, sono interfertili e possono dare origine a fenomeni di introgressione (ibridazione).

La ridotta germinazione e sopravvivenza delle piantine in vivaio. I semi da libera impollinazione mostrano un basso tasso di germinazione a causa dell'alta percentuale di semi vuoti. Inoltre, le piantine che ne derivano mostrano un'elevata mortalità nei primi anni, a causa della loro crescita lenta e alla loro alta vulnerabilità. Ottenere nuove piantine da utilizzare per il rimboschimento richiede notevoli sforzi.

GLI OBIETTIVI DEL PROGETTO LIFE4FIR

Il progetto è stato pianificato per rispondere alle principali minacce che gravano su *A. nebrodensis*, e migliorare il suo stato di conservazione attraverso l'implementazione di una serie di misure in situ ed ex situ, finalizzate al perseguimento dei seguenti obiettivi.

- Sostenere e proteggere la popolazione degli alberi adulti residui e la rinnovazione naturale nel loro habitat grazie all'installazione di un nuovo sistema di recinzioni contro gli erbivori selvatici e la pressione antropica, e di un sistema di videosorveglianza, oltre ad attività di monitoraggio dello stato di salute delle piante tramite indagini fitosanitarie e analisi multispettrali.
- Aumentare la diversità genetica delle progenie promuovendo l'impollinazione incrociata tra gli alberi adulti fertili e promuovere l'esogamia.



La nuova recinzione installata attorno agli alberi di *Abies nebrodensis*

- Allevare in vivaio piantine selezionate e utilizzarle per il rimboschimento in aree adatte a creare nuovi nuclei di diffusione e ristabilire la struttura dinamica della popolazione.
- Assicurare la conservazione della specie anche attraverso misure ex situ, basate sulla creazione di un arboreto clonale e la costituzione di una banca del seme e di una criobanca.
- Promuovere le misure messe a punto per la conservazione di *A. nebrodensis*, garantendone la sostenibilità e replicabilità negli anni a venire anche attraverso la diffusione della conoscenza e della sensibilità verso le tematiche ambientali.

I RISULTATI

Protezione della popolazione naturale

È stato installato un nuovo sistema di recinzioni per proteggere la popolazione residua di *A. nebrodensis*. Il progetto LIFE4FIR ha pianificato l'estensione ed il potenziamento delle recinzioni intorno agli alberi di *A. nebrodensis* per rispondere a due esigenze fondamentali: 1) gran parte delle recinzioni già esistenti mostrava segni di deterioramento e danneggiamento che ne avevano compromesso gran parte della loro funzionalità; 2) le piantine della rinnovazione naturale stavano crescendo al di fuori dei perimetri delle vecchie recinzioni, e necessitavano quindi di adeguata protezione contro gli erbivori selvatici e il pascolo. Il nuovo sistema di recinzioni è in grado di proteggere meglio gli alberi adulti e la rinnovazione naturale su una superficie più ampia.

Le nuove recinzioni sono alte 2 metri e sono state realizzate con pali di castagno, con un diametro minimo alla sommità di 7 cm, ricoperti di catrame per i 60 cm inferiori. Complessivamente, sono stati utilizzati 1800 pali di castagno, distanziati di 2 m, 5000 kg di filo di ferro zincato e 3750 m di rete metallica. Ogni recinzione è dotata di un cancello d'ingresso largo 1,5 m. In totale la somma dei perimetri delle nuove recinzioni ammonta a 2167 m, mentre la superficie dell'area protetta è di oltre 14,000 m².

Installazione di un sistema di videosorveglianza

Un sistema di videosorveglianza è stato installato come deterrente e per permettere un controllo della fauna selvatica e del bestiame incontrollato. Il sistema prevede 5 stazioni autonome posizionate in punti chiave del parco, ove è presente *A. nebrodensis*. Per l'installazione sono stati utilizzati pali di castagno lunghi 5 metri, evitando l'uso di fondazioni in cemento. I kit utilizzati includono una telecamera tropicalizzata (resistente all'acqua e alla polvere) con risoluzione di 2 MP, un sensore di movimento ed un sensore ad infrarossi per riprese anche in completa oscurità, il tutto alimentato da un pannello fotovoltaico da 40 W ed una batteria da 20 Ah. Tramite un router LTE/4G, le immagini possono essere trasmesse ai cellulari grazie a SIM card, oltre a poter essere salvate in memorie SD locali. Il sistema è inoltre in grado di trasmettere in tempo reale via satellite le immagini acquisite.

Le stazioni di videosorveglianza sono state posizionate nei luoghi più frequentati: all'ingresso dell'area di indigenato di *A. nebrodensis*, all'inizio del sentiero che attraversa il Vallone Madonna degli Angeli, e vicino alle piante 22 e 30, le prime raggiunte dal percorso.

Monitoraggio dello stato di salute di *A. nebrodensis*

Il monitoraggio dello stato di salute della popolazione naturale ha fornito conoscenze utili sui disturbi in atto e ha aiutato a sviluppare e gestire misure di protezione e conservazione appropriate. Gli stress biotici e abiotici sono stati monitorati attraverso ispezioni visive delle chiome e analisi dei microrganismi fungini presenti. I dati acquisiti sono stati integrati con indagini



I coni femminili sono stati protetti con speciali sacchetti per la realizzazione degli incroci controllati



Arrossamento degli aghi e disseccamento dei rami nella chioma di un esemplare di *Abies nebrodensis* dovuti a stress ambientale



Un giovane cono femminile con granelli di polline sulla sua superficie



Coni maschili appena prima della loro apertura e il rilascio del polline

multispettrali (telerilevamento con droni). Le indagini hanno escluso la presenza di patogeni aggressivi. Gli alberi hanno mostrato nel complesso un buono stato di salute, presentando in qualche caso sintomi localizzati di arrossamento e perdita di aghi limitatamente ai rametti periferici. Questi sono causati da stress ambientali e conseguente coinvolgimento di patogeni opportunisti, indicando che la specie è in grado di tollerare le condizioni attualmente presenti nel suo habitat. Il telerilevamento ha evidenziato una corrispondenza tra l'indice NDVI, che valuta lo stato di salute di boschi o di singoli alberi, e i dati ottenuti tramite ispezione visiva delle chiome. Il ricorso a tecniche multispettrali tramite drone ha fornito utili indicazioni sullo stato di salute delle chiome degli alberi di *A. nebrodensis*, e rappresenta uno strumento promettente per il monitoraggio nel tempo delle condizioni fisiologiche della popolazione in relazione agli stress ambientali e al cambiamento climatico.

Incremento della variabilità genetica di *Abies nebrodensis*

Il principale problema nella conservazione delle piccole popolazioni soggette a rischio di estinzione è rappresentato dall'erosione genetica. La genotipizzazione basata su 120 SNPs è stata usata per valutare la diversità e la struttura genetica della popolazione di *Abies nebrodensis*. La dimensione 'effettiva' della popolazione, un parametro chiave in analisi di genetica di popolazione per stimare il numero di individui che contribuiscono effettivamente alla generazione successiva, è risultata essere di soli 6 individui, ed i test di paternità hanno rivelato un tasso di autofecondazione superiore al 90% nella rinnovazione naturale. Al fine di aumentare la diversità genetica nelle progenie, è stata promossa la fecondazione incrociata attraverso l'esecuzione di incroci controllati tra le 24 piante fertili del popolamento. Sono state eseguite diverse combinazioni di incrocio rispettivamente nel 2020 e nel 2022, ottenendo oltre 800 coni e oltre 100000 semi. Nonostante la percentuale elevata di semi vuoti ed un elevato tasso di mortalità dei semenzali, sono state ottenute più di 4000 piantine selezionate. Queste sono state sottoposte a micorrizzazione, al controllo di fitopatie e attraverso pratiche colturali migliorative sono state preparate alla messa a dimora nei nuovi impianti.

Coltivazione di piantine sane e vigorose per il rimboscimento

La produzione di piantine vigorose a scopo di rimboscimento è stata essenziale per migliorare la conservazione di *A. nebrodensis*. Le piantine derivate da incroci controllati sono state allevate in vivaio seguendo pratiche ottimizzate basate su: uso di vassoi per la germinazione e di un substrato standardizzato con caratteristiche fisiche, chimiche ed organiche ottimali, selezione dei semi pieni, controllo dei patogeni, irrigazione adeguata e micorrizzazione. Ciò ha permesso di ottenere uno stock di 4000 piantine selezionate, da utilizzare per la creazione di nuovi nuclei di ripopolamento.

Creazione di nuove aree di rimboscimento

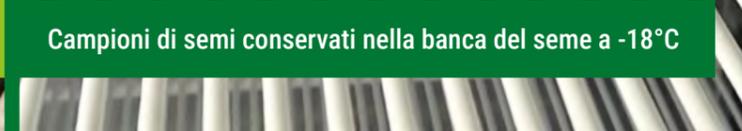
Le piantine geneticamente selezionate sono state utilizzate per creare nuclei di ripopolamento e diffusione in 10 aree del parco, situate tra i 750 e i 1610 m di altitudine. Le nuove aree sono state scelte tenendo conto delle caratteristiche ecologiche di *A. nebrodensis*, privilegiando siti con esposizione a nord o nord-est, sotto copertura di formazioni arboree esistenti e con l'impiego di ginestre locali piantate in contemporanea al fine di assicurare supporto e protezione alle giovani



Una piantina in crescita dopo la messa a dimora



Campioni di semi conservati nella banca del seme a -18°C



Inserimento dei campioni nel dewar per la conservazione in azoto liquido

Una pianta innestata con nuovi germogli

piantine di abete. Le nuove aree sono state preliminarmente recintate per garantire protezione dagli erbivori selvatici. Complessivamente, sono state piantate 3500 piantine, applicando degli shelter come ulteriore forma di protezione.

Misure di conservazione ex situ

Oltre alle azioni in situ, il consorzio ha implementato una serie di attività per la conservazione ex situ del germoplasma di *A. nebrodensis*. La banca del seme e la criobanca sono operative presso il Museo dell'*Abies Nebrodensis* (MAN) a Polizzi Generosa, mentre l'arboreto clonale è stato istituito presso il vivaio regionale di Piano Noce. Sono stati sviluppati protocolli per la selezione dei semi vitali tramite una procedura a raggi X e la loro successiva conservazione a -18°C. La crioconservazione del germoplasma ha richiesto lo sviluppo di procedure che garantissero la vitalità a lungo termine di polline, embrioni zigotici e linee di callo embriogenico attraverso l'immersione in azoto liquido a -196°C.

Trasferimento delle conoscenze e delle esperienze acquisite

L'organizzazione di workshop e di eventi di replicazione e formazione hanno permesso di coinvolgere direttamente i portatori d'interesse e di promuovere la replicazione e il trasferimento delle soluzioni proposte. Fra questi vi sono enti pubblici, policy makers, professionisti nel settore della natura e della biodiversità, gestori di aree protette e rappresentanti di istituzioni e della comunità scientifica.

Eventi di replicazione

- 1° evento di replicazione a Ronda (Spagna), tenuto il 7 novembre 2022.
- 2° evento di replicazione a Polizzi Generosa, in Sicilia, tenuto il 18 maggio 2023.

Workshop e seminari

- 1° Workshop in Italia sulla 'Protezione della biodiversità', organizzato il 17 novembre 2021 a Castelbuono (Sicilia).
- 2° Workshop in Italia su 'Strategie di conservazione ex situ', tenutosi il 17 maggio 2022 a Palermo.
- 3° Workshop in Spagna su 'Strategie innovative per la conservazione in situ ed ex situ di *Abies*', tenutosi presso la Facoltà di Biologia dell'Università di Siviglia il 10 novembre 2022.
- 4° Workshop in Italia su "Il monitoraggio fitosanitario e la conservazione in situ di *Abies nebrodensis*", tenutosi al Giardino Botanico di Palermo il 28 Novembre 2023.
- 5° Workshop in Italia: "Abies nebrodensis: salvare una specie, proteggere la biodiversità", tenutosi a Firenze, presso l'Accademia dei Georgofili, il 3 dicembre 2024.
- Seminario online 'Misure per contrastare l'erosione genetica e l'endogamia in specie a rischio: il caso di studio dell'*Abies nebrodensis*', organizzato dal CREA, tenutosi il 29 maggio 2024 e destinato alla formazione di dottorandi, ricercatori e post-doc.



Visita ai nuclei di ripopolamento realizzati da LIFE4FIR



Uno degli eventi formativi di LIFE4FIR

Corsi tecnici

- Corso tecnico su 'Procedure aggiornate di propagazione per seme e innesto di *A. nebrodensis*', tenutosi in Sicilia, presso il vivaio 'Piano Noce' il 18 novembre 2021.
- Corso di formazione su 'Disturbi e minacce per *A. nebrodensis*', tenutosi il 2 giugno 2022 per i tecnici e le guardie ambientali.

Nel corso del progetto sono stati realizzati e diffusi un Manuale di Buone Pratiche, un Manuale ed un E-manual per l'uso corretto degli strumenti sviluppati per la conservazione in situ ed ex situ dell'abete delle Madonie.

Comunicazione e divulgazione

Tutti i partner del progetto LIFE4FIR hanno contribuito alla comunicazione attraverso eventi online, l'organizzazione di open day e di visite guidate e la partecipazione a fiere, con l'obiettivo di sensibilizzare le comunità locali ed il pubblico generale sui temi della conservazione della natura e della biodiversità e sul programma LIFE. Più di 1000 studenti provenienti da diverse scuole della Sicilia hanno preso parte ad escursioni naturalistiche nel popolamento di *A. nebrodensis*. Il sito web e le pagine social del progetto LIFE4FIR sono attivi e forniscono aggiornamenti sulle attività tecniche condotte e sui risultati ottenuti, così come sul materiale divulgativo prodotto: brochure, poster, Manuale di Buone Pratiche, Manuale, E-manual, video e filmati, articoli generali sul progetto e articoli scientifici pubblicati. Il materiale di divulgazione è stato prodotto anche su supporti fisici e distribuito insieme ai gadget LIFE4FIR durante eventi, fiere e visite. I beneficiari hanno partecipato anche a conferenze nazionali e internazionali relative alla conservazione della biodiversità, alla traslocazione di specie, alle biotecnologie, alla genetica, alla bioingegneria, alla botanica e alla didattica.

CONCLUSIONI

Il progetto LIFE4FIR ha sicuramente avuto un impatto su più livelli:

- A livello tecnico, ha dimostrato la validità delle soluzioni proposte per la protezione della specie in pericolo *Abies nebrodensis*. Le tecniche e gli strumenti sviluppati sono facilmente replicabili e adattabili per la protezione di altre specie minacciate, a supporto della conservazione della biodiversità.
- A livello sociale, il progetto ha contribuito ad aumentare la consapevolezza e la conoscenza sulle tematiche ambientali e sulle misure a favore della biodiversità promosse dall'Unione Europea. Ha inoltre implementato procedure per sostenere la replicazione delle soluzioni proposte, rendendo disponibili le conoscenze e le esperienze maturate durante il progetto alla comunità scientifica e ai gestori di aree protette.
- A livello legislativo, nel corso del progetto sono stati autorizzati e implementati da parte dell'Amministrazione Regionale nuovi piani per il monitoraggio, il controllo e la cattura delle popolazioni di daini e cinghiali, includendo la zona A di protezione integrale del Parco dove vive *A. nebrodensis*.

È stato infine elaborato un piano After-LIFE per predisporre le attività da svolgere e proseguire al termine del progetto LIFE4FIR. La diffusione ed il trasferimento delle conoscenze e delle esperienze acquisite con il progetto proseguiranno grazie alle attività delle istituzioni coinvolte e grazie alla partecipazione ad eventi nazionali e internazionali di rilievo.



I RISULTATI DI LIFE4FIR IN SINTESI

3,6 ha	Aree oggetto di rimboschimento
4000	Piantine pure coltivate per il rimboschimento e messe a dimora
500	Piante innestate, derivate da tutti i 30 alberi di <i>A. nebrodensis</i>
76%	Incremento della rinnovazione naturale
300	Persone coinvolte in corsi di formazione e workshop
200	Persone intervistate circa la percezione della natura e della biodiversità e gli impatti del progetto
>1000	Studenti in visita alla popolazione naturale di <i>A. nebrodensis</i>

L'AREA INTERESSATA: PARCO REGIONALE DELLE MADONIE



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia
Dipartimento di Scienze Bio Agroalimentari



SAAF
DIPARTIMENTO
SCIENZE
AGRICOLE
ALIMENTARI
FORESTALI

