



SEArcular Island

**Paesaggi per la transizione ecologica delle isole minori:
Il caso studio delle Isole Tremiti.**

/Relatori: Luca **Emanuelli**, Gianni **Lobosco**

/Correlatori: Michele **Bottarelli**, Carmela **Vaccaro**

/Laureandi: Francesco **Moretti**, Viola **Murer**



/Università degli Studi di Ferrara

/Dipartimento di Architettura

/LSF E - Laboratorio di sintesi finale di Architettura del Paesaggio

/Anno Accademico 2022-2023

INDICE

INTRODUZIONE AL TEMA DI TESI _____ **7**

Panorama delle isole minori _____	8
Nota metodologica _____	9
Analisi dei dati sulla popolazione _____	10
Analisi dei dati sulle modalità di approvvigionamento idrico _____	12
Analisi dei dati sulla produzione energetica _____	15
Analisi dei dati sul territorio e sui vincoli _____	19
Le isole in dettaglio _____	22
La scelta del caso studio: Le Isole Tremiti _____	30

ACQUA ED ENERGIA _____ **33**

Le Isole Tremiti: acqua ed energia _____	34
Popolazione e richiesta energetica ed idrica _____	36
Stato attuale 2023 _____	42
Stato attuale degli impianti idrici _____	42
Stato attuale degli impianti energetici _____	44
Dissalatore previsto per il 2026 _____	48
Considerazioni sul dissalatore previsto per il 2026 _____	51

SOLUZIONI AI PROBLEMI DI ACQUA ED ENERGIA _____ **57**

Introduzione alle soluzioni _____	58
Gli impianti in dettaglio _____	60
Il dissalatore solare MED _____	62
I pannelli ibridi RA (Sic Solar) _____	64
L'impianto idroelettrico PSH _____	66
L'impianto fotovoltaico galleggiante _____	68
Gli scenari energetici _____	70

Scenario termico _____	70
Scenario elettrico invernale _____	76
Scenario elettrico estivo _____	82

Il problema della salamoia _____ **88**

Soluzioni possibili per smaltire la salamoia _____	89
--	----

Saline per le Isole Tremiti _____ **92**

Definizione della strategia di intervento e dell'area idonea _____ **98**

STATO DI FATTO _____ **103**

Descrizione dello stato di fatto _____ **104**

La Pineta di San Domino _____	106
Il Faro di San Domino _____	107

STATO DI PROGETTO _____ **117**

Descrizione dello stato di progetto _____ **118**

Masterplan _____ **124**

Programma funzionale _____	124
Disco orario delle attività _____	127
Accessi e flussi _____	131
Dimensione delle vasche, tubi e scavi _____	133
Produzione di sale e salamoia ricca di materie prime critiche _____	135

Studio della vegetazione _____ **140**

Il percorso paesaggistico _____	140
Le specie arboree _____	145

Dettagli e tecnologia _____ **154**

I terrazzamenti _____	154
Le vasche _____	160
I percorsi _____	162

APPENDICE _____ **179**

Bibliografia e sitografia _____ **180**

Bibliografia _____	180
Sitografia _____	184

INTRODUZIONE AL TEMA DI TESI

Capitolo 1

Panorama delle isole minori

Serve un cambio di passo nella transizione ecologica delle isole minori italiane.

Le Isole Minori del Mar Mediterraneo sono note per la loro vulnerabilità ai cambiamenti climatici e per la stagionalità del flusso turistico, con i conseguenti problemi di gestione dell'approvvigionamento idrico e delle risorse elettriche necessarie, ma anche per la loro potenzialità in termini di progetti verso la sostenibilità. Tuttavia poche indagini e studi si occupano di queste isole, per questo ci siamo basati sui dati forniti dall'“Osservatorio Isole Sostenibili” di CNR-IIA e Legambiente. Uno studio concluso nel 2023 dopo cinque anni di analisi, numeri, approfondimenti e conoscenze delle complessità che caratterizzano questi luoghi.

La fotografia del rapporto del 2023 vede dunque una valutazio-

ne complessiva delle isole minori, analizzando tutti i problemi che affliggono queste magnifiche terre:

- Il consumo di suolo;
- La gestione dei rifiuti;
- L'approvvigionamento idrico;
- L'energia;
- La mobilità.

In particolare sono stati estratti da questo studio i dati che riguardano: l'analisi della popolazione, delle modalità di approvvigionamento idrico, della situazione energetica, del territorio e dei vincoli. Ci si è soffermati sulle isole che non risultano connesse alla rete elettrica nazionale, per le quali si è inoltre esaminato la produzione attuale da fonti fossili e gli obiettivi di potenza elettrica tramite fonti rinnovabili (eolico e fotovoltaico) e di superficie solare termico stabiliti dal Decreto Ministeriale del 14 febbraio 2017 “Energia Isole Minori”.

Nota metodologica

Per avere dati il più possibile aggiornati e di qualità, l'“Osservatorio Isole Sostenibili” di CNR-IIA e Legambiente ha elaborato un questionario sui temi oggetto del rapporto, che è stato inviato nel febbraio 2023 ai 33 Comuni che amministrano i territori delle Isole Minori italiane.

Ai dati ricevuti direttamente dalle amministrazioni che hanno compilato il questionario, successivamente, sono stati aggiunti ulteriori dati per tutte le restanti isole, provenienti da fonti nazionali ed europee. In quasi tutti i casi i dati utilizzati non corrispondono all'ultimo anno solare ma al 2021.

Di seguito sono riportate le analisi dei dati divise per tema, evidenziando criticità comuni a tutte le isole e le buone pratiche in corso. L'unità di base considerata è l'intera isola, anche quando più amministrazioni comunali insistono sul territorio di una stessa isola, come nel caso di Capri, Ischia, Isola d'Elba, Salina, Sant'Antioco. Diversamente, gli arcipelaghi che sono compresi in un unico comune, sono trattati nel loro complesso. Pertanto, i dati delle Isole Eolie (tranne Salina), delle isole Egadi, delle isole Pelagie, e delle Isole Tremiti sono rappresentati nel loro insieme. L'isola di Salina, che fa parte dell'arcipelago delle Eolie, è tuttavia trattata a sé stante, considerando i dati dei suoi tre comuni nel complesso. Ne risultano diciotto realtà tra isole singole e arcipelaghi.

Analisi dei dati sulla popolazione

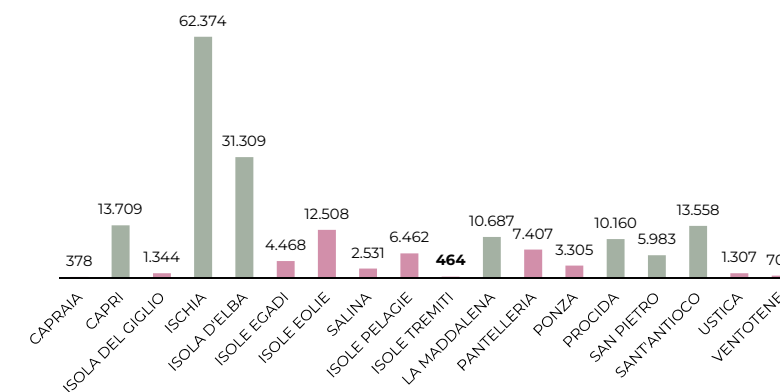
Come accennato precedentemente le isole minori sono caratterizzate dall' "effetto fisarmonica" della popolazione che causa una variazione molto ampia tra le presenze estive e invernali.

Per quanto riguarda le fonti, i dati sulla popolazione invernale (ovvero solo i residenti) sono stati presi dall'Istituto nazionale di statistica (ISTAT, 2021). Per avere un ordine di grandezza delle presenze estive invece (dato difficile da reperire in quanto solitamente i dati sull'afflusso turistico si trovano a scala regionale

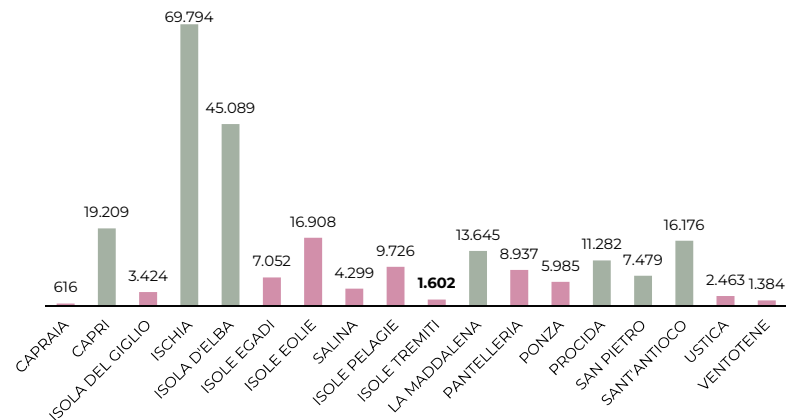
o provinciale e mai comunale) ci si è affidati al dato del numero di esercizi ricettivi presenti sull'isola, il quale è stato moltiplicato per un fattore compreso tra 20 e 35 per ottenere il numero di posti letto ovvero il numero massimo di turisti che possono essere ospitati sull'isola. Sommando questo valore al numero di abitanti si è arrivati così al dato ipotetico delle presenze massime estive.

L'isola che risulta avere la maggior differenza tra popolazione invernale e popolazione estiva è l'Isola d'Elba, che è anche la maggiore e quella con più esercizi ricettivi. Al secondo e terzo posto si trovano Ischia e Capri.

→ Popolazione invernale [ab]



→ Popolazione estiva
[ab]



Analisi dei dati sulle modalità di approvvigionamento idrico

I dati sulle modalità di approvvigionamento idrico sono stati estratti dai questionari compilati dai comuni delle isole, poiché pochissimi dati su questo tema sono pubblici e quelli disponibili non sono sempre aggiornati. Mentre i dati sulle perdite idriche sono forniti da ISTAT, e risalgono al 2015.

Delle diciotto realtà tra isole singole e arcipelaghi considerate in questo studio; sette sono collegate alla rete idrica italiana tramite condotte sottomarine (Capri, Ischia, Isola d'Elba, La Maddalena, Procida, San Pietro e Sant'Antioco); sei hanno un dissalatore (Capraia, Isola del Giglio, Isole Pelagie, Pantelleria, Ustica e Ventotene); in due l'acqua viene portata sia tramite navi cisterna che prodotta tramite dissalatore (Isole Eolie e Procida); in due l'acqua viene portata solo tramite navi cisterna (Salina e le Isole Tremiti). Le isole Egadi invece sono un caso a

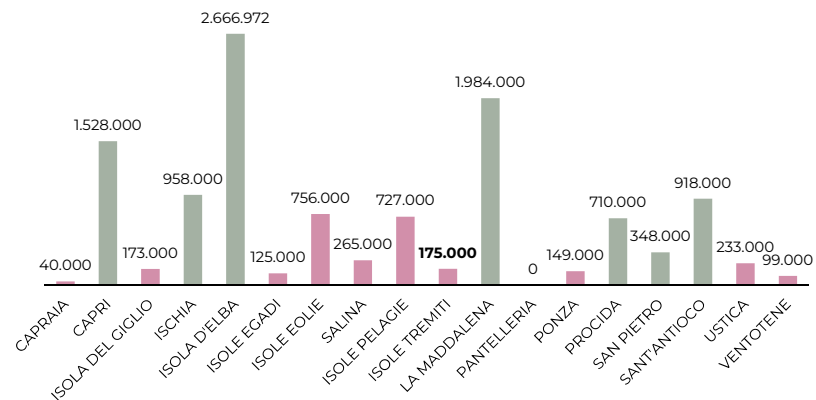
sé in quanto l'acqua giunge sia tramite condotte sottomarine che con navi cisterna (solo nella stagione estiva) e, sull'isola di Favignana, è inoltre presente un dissalatore.

Come visto precedentemente l'acqua nelle isole minori è un tema delicato per i problemi di approvvigionamento. Nelle piccole isole, infatti, l'acqua potabile è un bene limitato e le soluzioni per accedervi sono ad alto impatto ambientale, considerato l'uso dell'energia per trasportarlo tramite navi cisterna o le possibili esternalità negative degli impianti di dissalazione. La scarsità d'acqua è per molte piccole isole un problema endemico, ancora lontano dall'essere risolto.

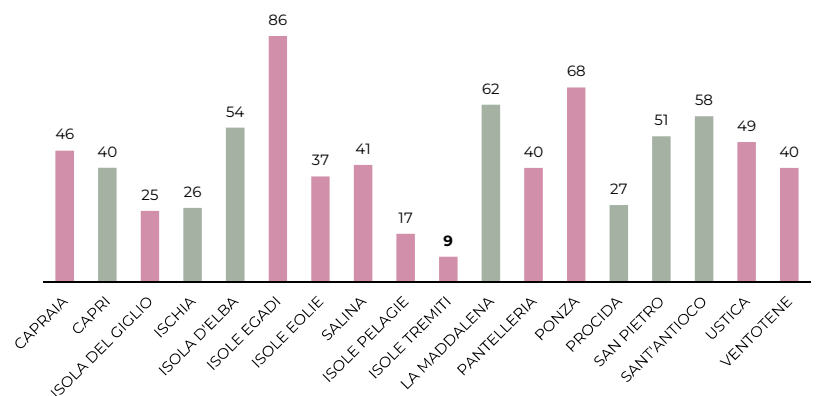
La realizzazione di impianti di desalinizzazione per avere una maggiore quantità di acqua a disposizione è una possibile soluzione idonea in contesti come quelli delle isole minori, ma deve rispondere a un importante requisito: la produzione di energia da fonti rinnovabili per il loro funzionamento, visto che sono impianti molto energivori e questo aspetto incide molto anche sul costo finale dell'acqua prodotta.

Alla difficoltà di avere acqua potabile (tramite navi cisterna, impianti di dissalazione o tramite condotte sottomarine) si aggiunge la criticità legata alla manutenzione della rete, che mediamente riporta perdite pari al 43%, simile alla media nazionale, ma che sulle isole ha una criticità maggiore. Caso limite quello delle isole Egadi dove la media delle perdite è addirittura dell'86%; mentre le isole Tremiti risultano le più performanti con le perdite intorno al 9% in quanto l'acquedotto è stato recentemente rifatto.

→ Acqua potabile erogata dalle reti comunali [m³/anno]



→ Perdite di rete [%]



Analisi dei dati sulla produzione energetica

Anche dal punto di vista energetico serve un cambio di passo. La transizione energetica del Paese dovrà passare anche per le isole minori che, in alcuni casi, hanno potenziali di soleggiamento e ventosità tra i più promettenti nel Mediterraneo. Purtroppo però i numeri delle installazioni di impianti da fonti rinnovabili sulle isole rimangono tra i più bassi a livello nazionale, anche se qualche passo avanti è stato fatto in alcune isole e con gli investimenti del “Programma Isole Verdi” del PNRR, e altri ne seguiranno in breve tempo.

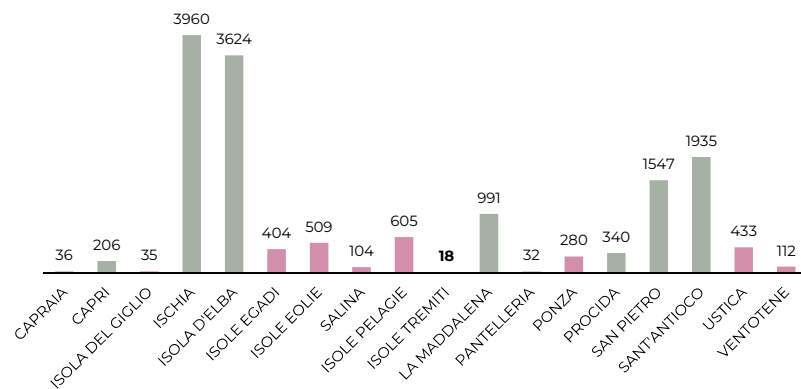
La copertura dei fabbisogni di energia elettrica nelle isole non interconnesse alla rete elettrica nazionale è ancora lontana da livelli di sostenibilità adeguati, a maggior ragione perché, tra le 18 realtà analizzate, ben 11 non sono interconnesse. Esse dovrebbero puntare decisamente sulle fonti rinnovabili, invece l'energia è prodotta con vecchi generatori diesel, gestiti da aziende elettriche per lo più locali, che operano in regime di deroga e sono sia produttori che distributori, in assenza di concorrenza. Per sostenere l'impegno a produrre energia in condizioni così difficili, le aziende ricevono un incentivo che permette loro di tenere i prezzi bassi.

Il Decreto Ministero dello Sviluppo Economico del 14 febbraio 2017 “Disposizioni per la progressiva copertura del fabbisogno delle isole minori non interconnesse attraverso energia da fonti rinnovabili” fissa degli obiettivi minimi di sviluppo della produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili che restano ancora disattesi, pur avendo superato l'anno target (il 2020).

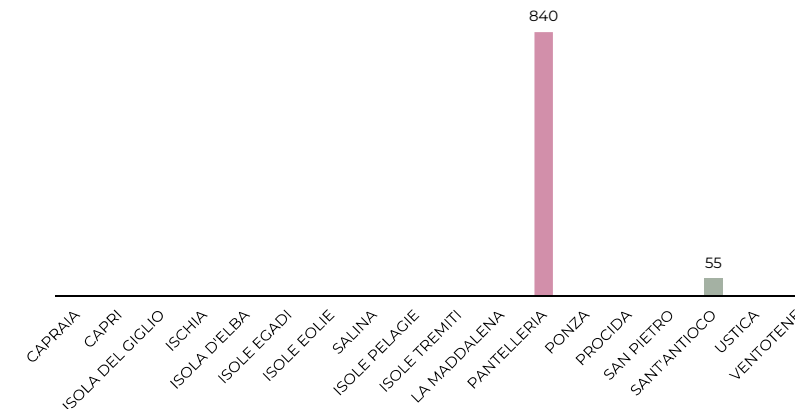
Ci sono però delle differenze tra le diverse isole: Ustica e le Isole Egadi hanno superato il target fissato dal DM, mentre l'Isola del Giglio ha installato soltanto il 4,96% della potenza da raggiungere. Il recente finanziamento del PNRR Isole Verdi ha portato sicuramente degli investimenti in questa direzione; quindi, ci si aspetta un balzo in avanti dei dati a partire dal 2023/2024.

Le problematiche alla base di uno sviluppo così lento delle fonti energetiche rinnovabili sulle isole minori sono diverse, e riguardano sia il fotovoltaico che l'eolico, che rappresenta un'altra importante risorsa da utilizzare meglio. Vincoli paesaggistici troppo rigidi, complesse richieste di connessione, procedure di autorizzazione intricate e spesso obsolete, una molteplicità di enti competenti sul tema che spesso non comunicano tra loro, sono solo alcune delle barriere non tecnologiche che impediscono di mettere in pratica un'adeguata azione di transizione energetica in questi territori.

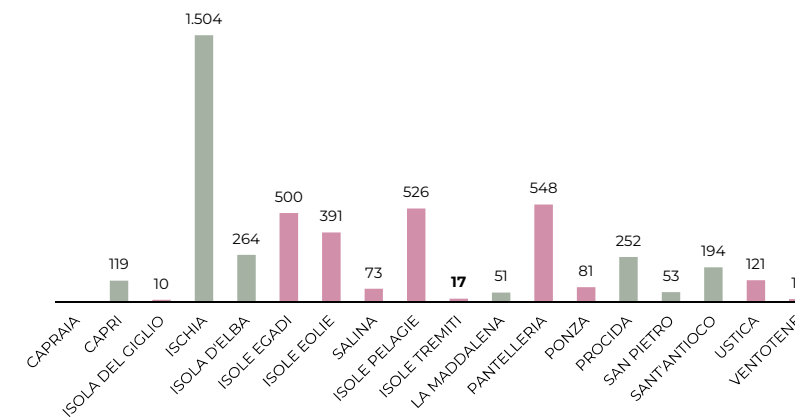
→ Potenza impianto fotovoltaico, dati del 2021 [kW]



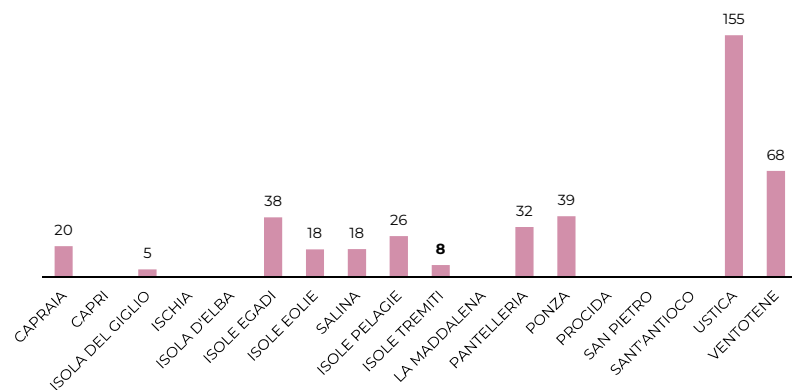
→ Potenza impianto eolico, dati del 2021 [kW]



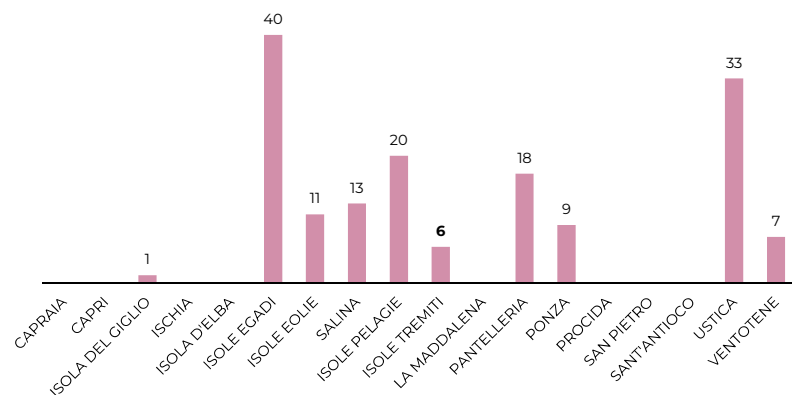
→ Superficie impianto solare termico, dati del 2021 [m²]



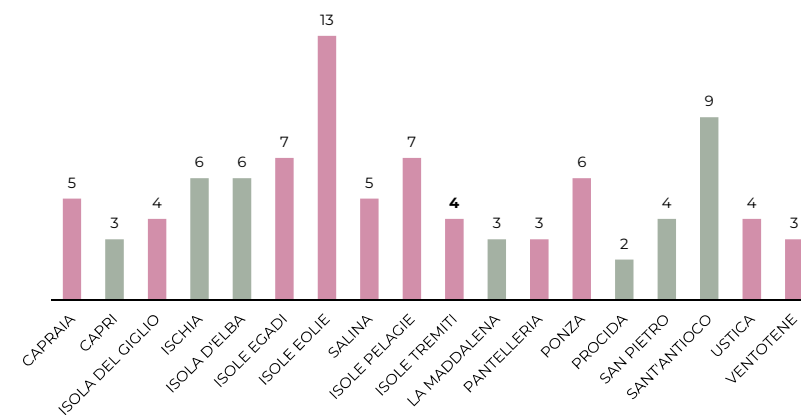
→ % obiettivo raggiunto rispetto al DM2017 [potenza elettrica]



→ % obiettivo raggiunto rispetto al DM2017 [superficie solare termico]



→ Numero di aree protette



Analisi dei dati sul territorio e sui vincoli

I dati relativi alle Aree protette in cui ricadono i territori isolani sono stati tratti dal portale dei parchi e delle aree protette italiane. Le isole minori sono ecosistemi fragili, protetti da vari vincoli paesaggistici atti a difendere la fragilità e peculiarità di questi territori e salvaguardarne la biodiversità, limitando il consumo di suolo e di conseguenza ritardando lo sviluppo sostenibile delle isole.

Con eccezioni per le isole eolie che hanno 13 aree protette e Sant'Antioco che ne ha 9, in media sono presenti 5 aree protette per isola o arcipelago. Procida è la meno vincolata, con solo 2 aree protette di appartenenza. Di seguito vengono riportate le aree protette di appartenenza di ogni isola o arcipelago analizzato, e un glossario per meglio comprendere le diverse accezioni dei vari termini.



/Legenda

- città di partenza delle navi cisterna
 - rotte delle navi cisterna
 - Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) 380 kW
 - Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) 220 kW
- Isole Minori del Mediterraneo
- Non connesse alla Rete Elettrica Nazionale
 - Connesse alla Rete Elettrica Nazionale

← Panorama delle isole minori



Le isole in dettaglio

Di seguito sono riportate le isole in dettaglio.

I PROBLEMI DELLE ISOLE

- Il consumo di suolo
- La gestione dei rifiuti
- **L'approvvigionamento idrico**
- **L'energia**
- La mobilità

I PROBLEMI ANALIZZATI E I RISULTATI

L'approvvigionamento idrico

- Condotte sottomarine: **7 isole**
- Dissalatore: **6 isole**
- Navi cisterna e dissalatore: **2 isole**
- Navi cisterna: **2 isole**
- Condotte sottomarine, navi cisterna e dissalatore: **1 isola**

L'energia

- Non connesse alla RTN: **11 isole**
- Connesse alla RTN: **7 isole**



/Capraia

Arcipelago: **Toscana**
 Provincia: **LI**
 Sup. totale: **19,3 km²**

Modalità di appr. idrico: **dissalatore**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **2.760 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **180 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **250 m²**



/Capri

Arcipelago: **Campano**
 Provincia: **NA**
 Sup. totale: **10,4 km²**

Modalità di appr. idrico: **condotte sottomarine**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **si**



/Isola del Giglio

Arcipelago: **Toscana**
 Provincia: **GR**
 Sup. totale: **21,5 km²**

Modalità di appr. idrico: **dissalatore**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **10.300 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **700 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **780 m²**



/Ischia

Arcipelago: **Flegree**
 Provincia: **NA**
 Sup. totale: **46,3 km²**

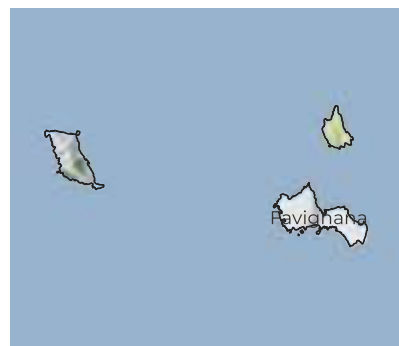
Modalità di appr. idrico: **condotte sottomarine**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **si**



/Isola d'Elba

Arcipelago: **Toscana**
 Provincia: **LI**
 Sup. totale: **224 km²**

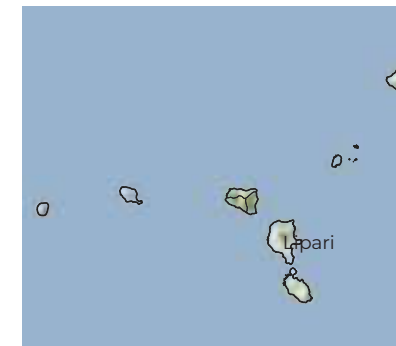
Modalità di appr. idrico: **condotte sottomarine, pozzi e sorgenti**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **si**



/Isole Egadi

Arcipelago: **Egadi**
 Provincia: **TP**
 Sup. totale: **37,7 km²**

Modalità di appr. idrico: **dissalatore, condotte sottomarine, navi cisterna**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **18.110 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **1.060 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **1.260 m²**



/Isole Eolie

Arcipelago: **Eolie**
 Provincia: **ME**
 Sup. totale: **89 km²**

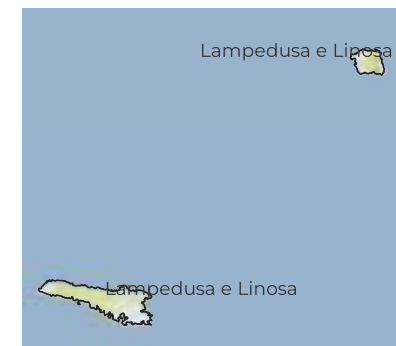
Modalità di appr. idrico: **dissalatore, navi cis.**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **50.890 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **2.860 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **3.550 m²**



/Salina

Arcipelago: **Eolie**
 Provincia: **ME**
 Sup. totale: **26,2 km²**

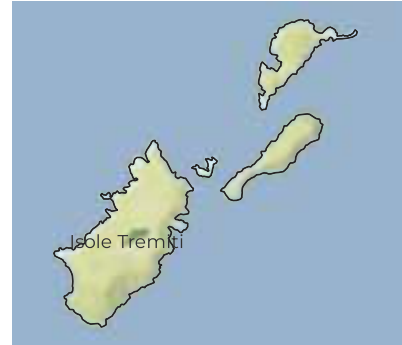
Modalità di appr. idrico: **navi cisterna**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **9.160 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **580 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **570 m²**



/Isole Pelagie

Arcipelago: **Pelagie**
 Provincia: **AG**
 Sup. totale: **25,5 km²**

Modalità di appr. idrico: **dissalatore**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **40.460 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **2.310 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **2.580 m²**



/Isole Tremiti

Arcipelago: **Tremiti**
 Provincia: **FG**
 Sup. totale: **3,18 km²**

Modalità di appr. idrico: **navi cisterna**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **3.920 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **240 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **290 m²**



/Maddalena

Arcipelago: **-**
 Provincia: **SS**
 Sup. totale: **20 km²**

Modalità di appr. idrico: **condotte sottomarine**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **si**



/Pantelleria

Arcipelago: **-**
 Provincia: **TP**
 Sup. totale: **84,5 km²**

Modalità di appr. idrico: **dissalatore**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **44.170 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **2.720 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **3.130 m²**



/Ponza

Arcipelago: **Pontine**
 Provincia: **LT**
 Sup. totale: **7,6 km²**

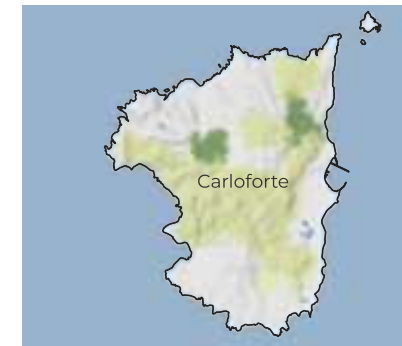
Modalità di appr. idrico: **dissalatore, navi cis.**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **11.500 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **720 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **870 m²**



/Procida

Arcipelago: **Flegree**
 Provincia: **NA**
 Sup. totale: **4,26 km²**

Modalità di appr. idrico: **condotte sottomarine**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **si**



/San Pietro

Arcipelago: **Sulcis**
 Provincia: **SU**
 Sup. totale: **51 km²**

Modalità di appr. idrico: **condotte sottomarine**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **si**



/Sant'Antioco

Arcipelago: **Sulcis**
 Provincia: **SU**
 Sup. totale: **115,6 km²**

Modalità di apr. idrico: **condotte sottomarine, sorgenti e pozzi**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **si**



/Ustica

Arcipelago: -
 Provincia: **PA**
 Sup. totale: **8,65 km²**

Modalità di apr. idrico: **dissalatore**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **4.870 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **280 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **370 m²**



/Ventotene

Arcipelago: **Pontine**
 Provincia: **LT**
 Sup. totale: **1,75 km²**

Modalità di apr. idrico: **dissalatore**
 Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**
 Prod. attuale fonti fossili: **2.700 MWhe/anno**
 DM2017 obiettivi potenza elettrica: **170 kW**
 DM2017 obiettivi sup. solare termico: **200 m²**

La scelta del caso studio: Le Isole Tremiti

Essendo interessati ai problemi di acqua ed energia e a come questi possono essere risolti tramite un progetto di Architettura del Paesaggio, la scelta dell'isola su cui lavorare è dipesa da questi due fattori. Tra le isole precedentemente analizzate ve ne sono due dove questi temi sono più evidenti in quanto l'acqua viene portata con le navi cisterna, e non sono connesse alla rete elettrica nazionale. Queste isole sono Salina e le Isole Tremiti.

Salina è stata scartata in quanto fa parte di un contesto complesso e meno isolato delle isole Tremiti. Infatti essa fa parte delle isole Eolie, tutto l'arcipelago è sotto il comune di Lipari tranne Salina, che è a sua volta divisa in tre comuni: Malfa, Leni e Santa Maria di Salina. Sotto il profilo dell'energia elettrica le isole Eolie sono nella medesima situazione mentre dal punto di vista dell'acqua no; solo a Salina l'acqua giunge tramite navi

cisterna tutto l'anno, mentre nelle altre isole dell'arcipelago l'acqua giunge tramite condotte sottomarine e navi cisterna (ma solo nella stagione estiva) e, sull'isola di Favignana, è inoltre presente un dissalatore.

Quindi la scelta è ricaduta sulle Isole Tremiti. Nei due capitoli seguenti le isole saranno analizzate in modo più approfondito, seguendo sempre i temi: analisi dei dati sulla popolazione, analisi dei dati sulle modalità di approvvigionamento idrico, analisi dei dati sulla produzione energetica, analisi dei dati sul territorio e sui vincoli.

→ Isole Tremiti



ACQUA ED ENERGIA

Capitolo 2

Le Isole Tremiti: acqua ed energia

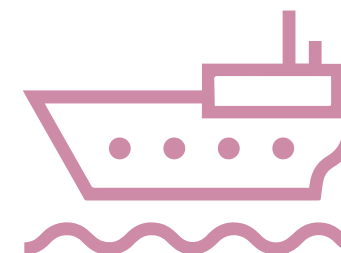
Attualmente le Isole Tremiti sono alimentate interamente da acqua portata da navi cisterna provenienti da Manfredonia che attraccano alle isole di San Domino e San Nicola e, tramite sistemi di pompaggio alimentano i serbatoi di estremità posti nei pressi della costa.

Questo sistema è molto costoso ed energivoro, infatti comporta un costo annuo pari a 2 milioni di euro. Le quantità di acqua immessa ed erogata dalle reti comunali sono rispettivamente 193.000 m³/anno e 175.000 m³/anno. Buona e molto contenuta la dispersione idrica, pari al 9%, fattore determinante per questa tipologia di isole.

Invece dal punto di vista elettrico l'isola è alimentata da gruppi elettrogeni diesel posti sull'isola di San Domino e appartenenti alla società Germano Industrie Elettriche. Essi producono an-

nualmente una quantità di energia pari a 3.920 MWh/anno. I prezzi per il trasporto del carburante sull'isola non sono dati, ma è chiaro che questo non può essere considerato un sistema sostenibile.

→ **Problema 01:**
acqua



Approvvigionamento idrico:

navi cisterna da Manfredonia

Acqua potabile immessa nelle reti comunali:

193.000 m³/anno

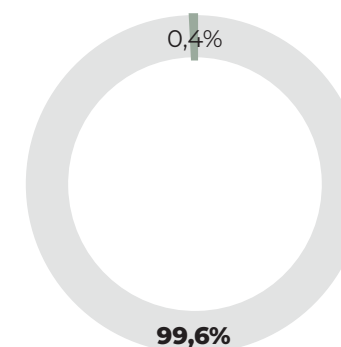
Acqua potabile erogata dalle reti comunali:

175.000 m³/anno

Perdite di rete: **9%**

Costo: **2 milioni €/anno**

→ **Problema 02:**
energia



■ Fonti fossili

■ Fonti rinnovabili

Connessione alla rete elettrica nazionale: **no**

Fonti fossili: Gruppo elettrogeno diesel

Capacità installata: **5.000 kW**

Attuale produzione annua di energia elettrica:

3.920 MWh/anno

Società elettrica: **Germano Industrie Elettriche**

Fonti rinnovabili: fotovoltaico e solare termico

potenza impianto fotovoltaico: **18,4 kW**

superficie impianto solare termico: **17 m²**

DM2017 obiettivi potenza elettrica: **240 kW**

DM2017 obiettivi sup. solare termico: **290 m²**

% obiettivo DM2017 potenza elettrica: **7,67%**

% obiettivo DM2017 sup. solare termico: **5,83%**

Popolazione e richiesta energetica ed idrica

Come accennato precedentemente le Isole Tremiti, come tutte e isole minori del Mediterraneo, sono caratterizzate da una insuperabile vocazione turistica che causa il tipico “effetto fisarmonica” della popolazione, ovvero una grande differenza tra numero di abitanti in inverno ed estate dovuto all’afflusso turistico. Ne consegue una variazione di richiesta energetica ed idrica molto alta tra la situazione invernale ed estiva.

Per farci un’idea più precisa abbiamo stimato la popolazione presente sull’isola nei vari mesi dell’anno come somma della popolazione minima invernale (250 persone) e dei turisti stimati per ogni mese. Per la stima del numero di turisti per ogni mese abbiamo usato la seguente formula:

Numero turisti = percentuale di arrivi turistici [%] * totale posti letto

Dove la percentuale di arrivi turistici è calcolata come:

Percentuale di arrivi turistici [%] = arrivi del mese/arrivi del mese di agosto * 100

I dati risultanti vengono riportati nella tabella sottostante.

↓ Numero di abitanti per mese

Mesi	Arrivi	Percentuale di arrivi turistici	Totale posti letto	Numero di turisti	Numero di residenti	Numero di abitanti totale
GENNAIO	38.020	4%	1.352	57,22	250	307
FEBBRAIO	51.545	6%	1.352	77,58	250	328
MARZO	47.945	5%	1.352	72,16	250	322
APRILE	41.676	5%	1.352	62,72	250	313
MAGGIO	114.156	13%	1.352	171,81	250	422
GIUGNO	379.255	42%	1.352	570,80	250	821
LUGLIO	730.730	81%	1.352	1.099,79	250	1350
AGOSTO	898.309	100%	1.352	1.352,00	250	1602
SETTEMBRE	517.579	58%	1.352	778,98	250	1029
OTTOBRE	268.888	30%	1.352	404,69	250	655
NOVEMBRE	124.350	14%	1.352	187,15	250	437
DICEMBRE	124.276	14%	1.352	187,04	250	437

Avendo il numero di abitanti è stato semplice calcolare la richiesta elettrica ed idrica per ogni mese dell'anno.

Richiesta di acqua [m³/giorno] = numero di abitanti totale * consumi idrici [m³ a persona/giorno]

Consumi idrici = 150 litri a persona/giorno = 0,15 m³ a persona/giorno

→ Richiesta di acqua potabile in funzione del numero di abitanti

Mesi	Numero di persone	Litri a persona/giorno	Acqua potabile [m ³ /giorno]
GENNAIO	307	150	46
FEBBRAIO	328	150	49
MARZO	322	150	48
APRILE	313	150	47
MAGGIO	422	150	63
GIUGNO	821	150	123
LUGLIO	1.350	150	202
AGOSTO	1.602	150	240
SETTEMBRE	1.029	150	154
OTTOBRE	655	150	98
NOVEMBRE	437	150	66
DICEMBRE	437	150	66

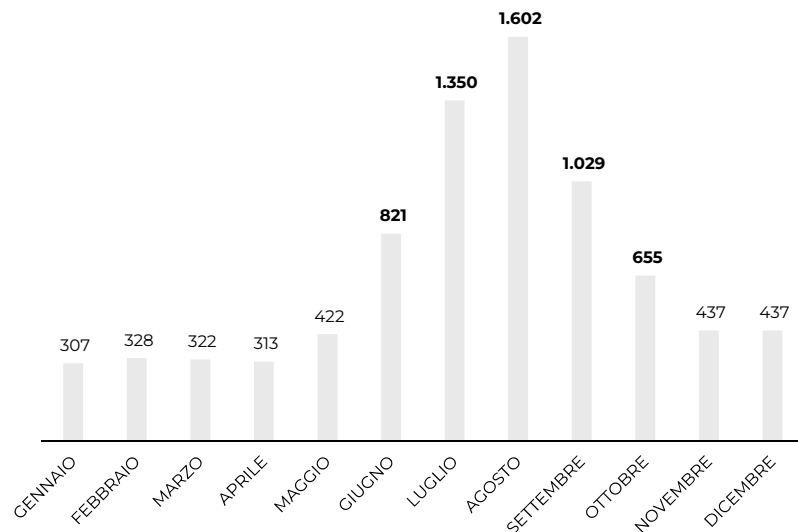
Richiesta di energia [kWh/giorno] = numero di abitanti totale * consumi elettrici [kWh a persona/giorno]

Consumi di energia elettrica = 12 kWh a persona/giorno

→ Richiesta di energia in funzione del numero di abitanti

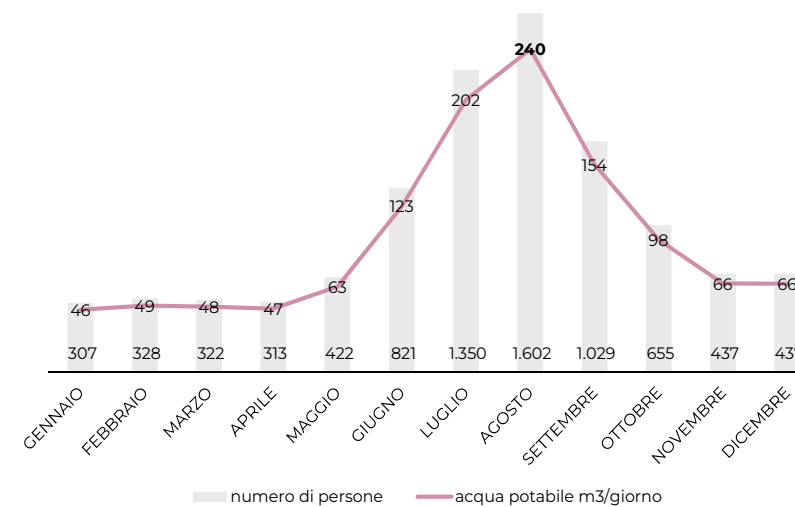
Mesi	Numero di persone	Energia elettrica kWh a persona/giorno	Richiesta energia elettrica [kWh/giorno]
GENNAIO	307	12	3.581
FEBBRAIO	328	12	3.819
MARZO	322	12	3.756
APRILE	313	12	3.646
MAGGIO	422	12	4.917
GIUGNO	821	12	9.568
LUGLIO	1.350	12	15.735
AGOSTO	1.602	12	18.675
SETTEMBRE	1.029	12	11.995
OTTOBRE	655	12	7.632
NOVEMBRE	437	12	5.096
DICEMBRE	437	12	5.095

→ Numero di abitanti per mese

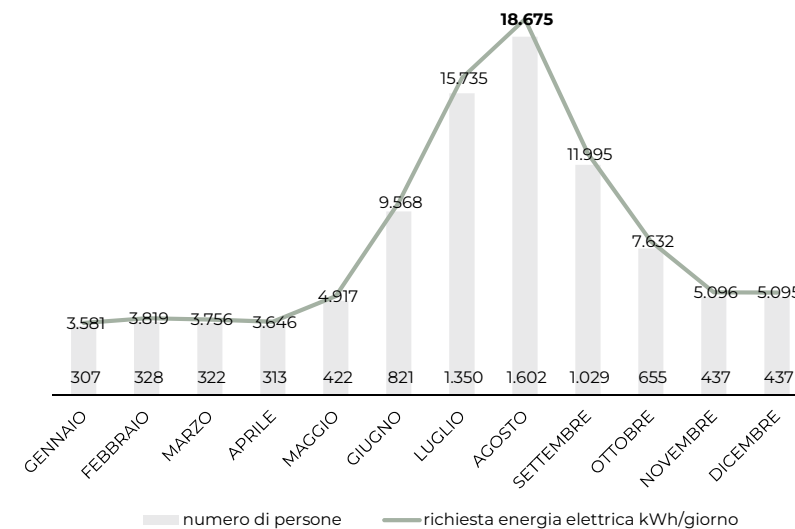


Dai grafici si nota come la richiesta di acqua e energia in estate sia quattro volte maggiore di quella in inverno. Situazione che comporta una difficile gestione di queste importanti risorse.

→ Richiesta di acqua potabile in funzione del numero di abitanti



→ Richiesta di energia in funzione del numero di abitanti



Stato attuale 2023

Di seguito è descritto in dettaglio il funzionamento del sistema idrico e della produzione energetica dell'isola indicando caratteristiche e ubicazione degli impianti.

Stato attuale degli impianti idrici

Nello specifico lo schema idrico di distribuzione esistente sull'isola di San Domino e San Nicola è costituito da due serbatoi principali:

- Il serbatoio di estremità denominato "Serbatoio di Cala Matano" che rappresenta l'accumulo dell'acqua proveniente dal sistema attuale di approvvigionamento con navi cisterne, situato alla quota di 30 m s.l.m. con un volume di 2.000 m³.

- Il serbatoio principale, denominato "Serbatoio dell'Eremita" situato alla quota di 110 m s.l.m. con un volume di 8.000 m³.

Il collegamento tra i serbatoi avviene grazie ad un impianto di sollevamento ubicato in adiacenza al serbatoio di "Cala Matano" dotato di due elettropompe della potenza di 110 kW e una condotta di adduzione-premente, con diametro DN 250 in ghisa, lunga circa 1150 m.

Dal serbatoio principale (serbatoio dell'Eremita) si sviluppa una condotta suburbana in ghisa, avente DN 200 e della lunghezza di 450 m circa, fino al pozzetto di origine della distribuzione urbana "ODU di San Domino", situato sulla "Strada della Pineta".

Dall'ODU si sviluppa la rete idrica esistente che si espande capillarmente a tutto l'abitato di San Domino. La rete ha un'estensione di circa 13 km, di cui circa 1783 m sono stati realizzati di recente, ed è costituita da condotte in ghisa di diametro variabile DN 80, DN 100, DN 125, e DN 200.

L'alimentazione dell'Isola di San Nicola è garantita da una nuova condotta sottomarina DN 150 di lunghezza pari a circa 900 m quest'ultima approvvigionata dal serbatoio di Colle dell'Eremita e da una nuova rete idrica a servizio dell'Isola realizzata a maglie chiuse, con valvole di sezionamento, scarichi, sfiati, e valvole riduttrici di pressione.

Il corrispondente sistema fognario di Isole Tremiti confluisce, attraverso il collettore terminale, nel depuratore cittadino di "Punta Secca", costituito da un sistema a fanghi attivi dotato di primario e secondario e in grado di restituire reflui trattati sino ai limiti del DLgs 152/06 (Parte Terza, Allegato 5, tabella 1), il

cui recapito finale dei reflui trattati è il mare come indicato nel Piano di Tutela delle Acque 2015, tramite condotta sottomarina in PEAD DN250.

Stato attuale degli impianti energetici

Nello specifico lo schema elettrico di distribuzione esistente sull'isola di San Domino e San Nicola è costituito da un gruppo elettrogeno sull'isola di San Domino di proprietà della Società Germano Industrie Elettriche, con capacità 5 MW e produzione annua 3.870 MWh/anno. Essa costituisce la fonte principale di alimentazione elettrica dell'isola.

Dal suddetto impianto partono le due linee elettriche aeree principali:

- La linea elettrica aerea di San Domino, di lunghezza pari a 1.600 m.
- La linea elettrica aerea per il collegamento con San Nicola, di lunghezza 700 m e i cui tralicci intermedi sono posti sull'isola il Cretaccio.

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili è presente un impianto fotovoltaico della potenza pari a 18,4 kW sull'Isola di San Nicola. Mentre sull'isola di San Domino, ubicato sul tetto dell'edificio contenente i gruppi elettrogeni, si trova un impianto solare termico di 17 m².










Questi valori di energia rinnovabile non sono per nulla sufficienti se prendiamo come riferimento Il Decreto Ministero

dello Sviluppo Economico del 14 febbraio 2017 “Disposizioni per la progressiva copertura del fabbisogno delle isole minori non interconnesse attraverso energia da fonti rinnovabili”. Decreto che fissa, per le Isole Tremiti, degli obiettivi minimi di sviluppo della produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili pari a 240 kW per quanto riguarda gli obiettivi di potenza elettrica, e 290 m² per quanto riguarda la superficie degli impianti solari termici.

Questi obiettivi restano ancora disattesi, pur avendo superato l'anno target (il 2020), infatti solo il 7,67% dell'obiettivo potenza elettrica è stato raggiunto e ancora meno, il 5,83%, per quanto riguarda la superficie di solare termico.



/Legenda

-  Rotta nave cisterna
-  Condotta premente
-  Rete idrica
-  Rete fognaria
-  Serbatoio e vasche
-  Traliccio
-  Linea elettrica aerea
-  Impianti energetici
-  Strutture turistiche
-  Tessuto residenziale

- 1** Rotta delle navi cisterna da Manfredonia (FG), costo 2 milioni € anno.
- 2** Serbatoio di estremità a Cala Matano, quota 30 mslm, capacità 2000 m³.
- 3** Impianto di sollevamento dotato di due elettropompe, potenza 110 kW. Condotta premente in ghisa, diametro DN 250, lunghezza 1150 m.
- 4** Serbatoio principale a Colle dell'Eremita, quota 110 mslm, capacità 8000 m³.
- 5** Condotta suburbana in ghisa, diametro DN 200, lunghezza 450 m.
- 6** Pozzetto ODU di San Domino, origine della distribuzione urbana.

- 7** Rete idrica urbana di San Domino in ghisa, diametro variabile DN 80, DN 100, DN 125 e DN 200, lunghezza 13 km.
- 8** Condotta sottomarina per l'alimentazione idrica di San Nicola, diametro DN 150, lunghezza 900 m
- 9** Sistema fognario che confluisce nel depuratore cittadino di Punta Secca.
- 10** Depuratore cittadino di Punta Secca, costituito da un sistema di fanghi attivi dotato solo di primario e secondario.
- 11** Il recapito finale dei reflui trattati è il mare, tramite condotta sottomarina in PEAD, diametro DN 250.
- 12** Gruppo elettrogeno diesel della Germano Industrie Elettriche, fonte principale di alimentazione elettrica dell'isola, capacità 5 MW, produzione elettrica annua 3870 MWh/anno. Sul tetto, impianto solare termico, superficie 17 m².
- 13** Linea elettrica aerea di San Domino, lunghezza 1600 m.
- 14** Linea elettrica aerea per il collegamento con San Nicola, lunghezza 700 m.
- 15** Impianto fotovoltaico dell'Isola di San Nicola potenza 18,4 kW.

← Situazione attuale acqua ed energia



Dissalatore previsto per il 2026

L'intervento prevede la realizzazione di un impianto di dissalazione che sarà ubicato in località Colle dell'Eremita in adiacenza all'attuale serbatoio esistente a servizio dell'Isola, con accesso da stradina adiacente ad una strada comunale, ad una quota media di circa 115 m s.l.m. L'emungimento dell'acqua di mare avverrà mediante il pozzo realizzato in adiacenza al serbatoio di Cala Matano.

Il progetto, presentato nel 2016 dall'Acquedotto Pugliese S.p.a., è previsto che entri in funzione per il 2026. Attualmente è stato costruito sul Colle dell'Eremita l'edificio che dovrà contenere l'impianto di dissalazione e la cabina di consegna per la fornitura elettrica.

Il progetto completato prevede la realizzazione di:

- Un impianto di sollevamento da porsi sulla particella n.472 del Catasto delle Isole Tremiti - Isola di San Domino entro la quale ricade il serbatoio esistente di Cala Matano ed il pozzo di emungimento dotato di elettropompa sommersa delle caratteristiche $Q=95 \text{ m}^3/\text{h}$; $H=36 \text{ m}$; $P=22 \text{ kW}$. L'impianto sarà completamente interrato in modo da non modificare il paesaggio circostante.
- Condotta premente in ghisa sferoidale DN200 di lunghezza pari a circa 1.403 m che conetterà l'impianto di sollevamento all'impianto di dissalazione posto in prossimità del serbatoio sul Colle dell'Eremita.
- Impianto di dissalazione con processo meccanico ad Osmosi Inversa in grado di fornire sino a $1.000 \text{ m}^3/\text{giorno}$ di acqua potabile allo schema acquedottistico di approvvigionamento esistente. L'impianto avrà pertanto una capacità totale netta variabile da $250 \text{ m}^3/\text{giorno}$ a $1.000 \text{ m}^3/\text{giorno}$ di acqua potabile. L'impianto sorgerà nella particella n.1727 del Catasto delle Isole Tremiti - Isola di San Domino. Attiguo all'impianto di dissalazione, verrà installata una cabina di consegna della fornitura elettrica.
- Immissione delle acque potabilizzate allo schema idrico esistente. Le acque dissalate e remineralizzate verranno immesse nel serbatoio da 8.000 m^3 posto sul Colle dell'Eremita connettendo la condotta in uscita dall'impianto di dissalazione con l'esistente condotta di alimentazione del serbatoio a monte dell'ingresso nella camera di manovra.

- Condotta di scarico della salamoia. Tale condotta di scarico, di lunghezza pari a circa 1.595 m e diametro Del60 (PE100 RC), trasporterà la salamoia dall'area dell'impianto di dissalazione sino all'impianto di depurazione localizzato in prossimità di Punta Secca.
- Condotta di scarico delle acque di lavaggio con reagenti chimici. Tale condotta di scarico, di lunghezza pari a circa 910 m e diametro Del100 (PE100 RC), trasporterà a gravità le acque contenenti i reagenti di conservazione delle membrane, dall'area dell'impianto di dissalazione sino al primo pozzetto di fognatura nera in modo da collettare i reflui in testa all'impianto di depurazione di Punta Secca.
- Interventi all'interno dell'impianto di depurazione. Il progetto prevede di scaricare la salamoia nel pozzetto di alimentazione della vasca di raccolta delle acque depurate e di sostituire le attuali elettropompe con altre con caratteristiche confacenti al sollevamento di acqua con salinità elevata.
- Predisposizione di un cavidotto corrugato per l'alimentazione elettrica. Il progetto prevede la semplice posa di un corrugato per il cablaggio dei cavi di alimentazione dell'impianto di dissalazione. Il cavidotto, della lunghezza di circa 585 m, avrà origine in prossimità della cabina esistente su via della Cantina Sperimentale e terminerà nella cabina di progetto per la consegna della fornitura elettrica.

Considerazioni sul dissalatore previsto per il 2026

Per la produzione di acqua potabile indicata (1.000 m³/giorno = 41,6 m³/h), sarà necessario captare circa 100 m³/h di acqua mare.

L'impianto di desalinizzazione avrà bisogno di sola energia elettrica per funzionare, a differenza dei processi evaporativi che richiedono grandi quantitativi di energia termica sotto forma di vapore anche se a bassa o media pressione. In dettaglio il consumo di energia elettrica prevista è di circa 3 kWh/m³ di acqua prodotta, incluso il fabbisogno energetico per le opere di captazione dell'acqua mare e di sollevamento dell'acqua potabile alla rete acquedottistica.

L'edificio contenente l'impianto di desalinizzazione avrà dimensioni di 15,5 m x 14 m e sarà posto a una distanza di circa 1200 m dal mare. Il dissalatore lavorerà ad una pressione di esercizio di 54-80 bar, e temperatura di 20-25°C.

Questo metodo permetterà di ottenere da acqua mare con TDS (total dissolved solids, misurazione della quantità di sale disciolta in un dato campione liquido) di circa 38.000 ppm (Mare Mediterraneo), un'acqua avente un residuo salino inferiore a 300-400 ppm, necessitando di semplici interventi di rimineralizzazione per ottenere un'acqua potabile di qualità conforme al Dlgs 31 del 2/02/2001 "Attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano". Mentre la portata di salamoia prodotta sarà variabile, 56 m³/h in regime estivo e 14 m³/h in regime invernale con salinità elevato pari a 69.600 ppm.

In relazione ad alcuni aspetti ambientali specifici le tre criticità principali sono rappresentate da:

- Lo scarico dei prodotti chimici adoperati nel processo di dissalazione;
- La diluizione della salamoia con l'effluente dell'impianto di depurazione;
- Lo scarico della salamoia in mare.

Per quanto riguarda il primo punto, il progetto prevede una condotta dedicata per il trasporto dello scarico dei prodotti chimici adoperati per il lavaggio delle membrane in testa all'esistente impianto di depurazione ad uso civile. L'attuale impianto di depurazione urbano diventerebbe un impianto di depurazione di tipo industriale e come tale andrebbe correttamente definito, monitorato e controllato, a seguito di eventuale opportuno adeguamento e/o potenziamento rendendolo atto a trattare acque alterate nei parametri chimico-fisici.

Per quanto riguarda il secondo punto, il depuratore urbano è dimensionato per una portata media di 40 m³/h e quindi inidoneo a ricevere e trattare oltre tale carico idrico, ovvero il volume di reflui rivenienti dal dissalatore per una portata (come indicato in progetto) variabile in funzione al regime di lavoro pari circa a 56 m³/h in regime estivo, ulteriore volume che ne comprometterebbe il regolare processo di depurazione dal punto di vista idraulico.

Anche se l'attuale quadro legislativo non prevede limiti per lo scarico della salamoia in mare, noi preferiamo non rilasciare

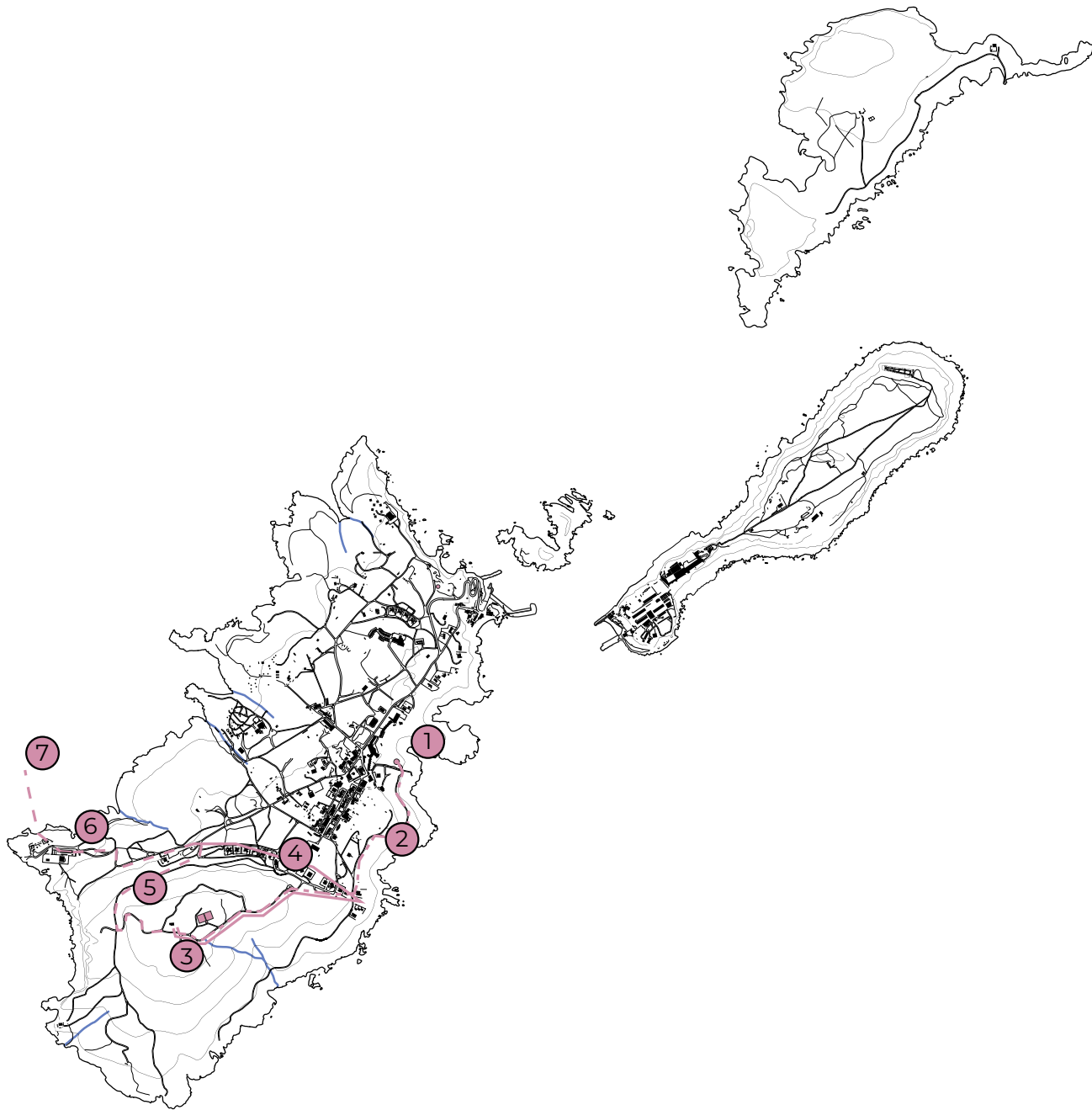
un ingente quantità di salamoia, in quanto temiamo potrebbe creare scompensi sugli ecosistemi marini presenti nelle zone di scarico, sia sulla fauna sia sulla flora, principalmente a causa della variazione di salinità indotta in quanto il concentrato prodotto dal processo di osmosi inversa è caratterizzato da un grado di salinità elevato pari a 69.600 ppm.

Sia la fauna sia la flora marine si adattano ai cambiamenti stagionali di salinità, ma spesso non riescono a sopravvivere alla repentina alterazione generata dallo scarico di concentrato; esso, collocandosi sul fondale, danneggia per lo più organismi bentonici, pelagici e planctonici.

Nella documentazione prodotta per il progetto non si riscontrano studi né monitoraggi atti a definire lo stato della fauna, della flora esistente nonché la qualità delle acque marine nell'intorno del punto di scarico finale della condotta sottomarina.



Dimensioni: **15,5 m x 14 m**
 Pressione: **54-80 bar**
 Temperatura: **20-25°C**
 Richiesta energetica al m³ di acqua potabile prodotta:
3 kW/m³
 Portata di acqua potabile prodotta:
250-1000 m³/h
 Portata di salamoia prodotta: **56 - 14 m³/h**



/Legenda

- Condotta premente
- Scarico acque di lavaggio
- - - Scarico salamoia
- Serbatoi e vasche

- 1 Pozzo di emungimento interrato in corrispondenza del serbatoio di Cala Matano con elettropompa sommersa, portata 95 m³/h, prevalenza 36 m, potenza 22 kW.
- 2 Impianto di sollevamento completamente interrato. Condotta di premente in ghisa, diametro DN 200, lunghezza 1400 m.
- 3 Impianto di dissalazione con processo meccanico ad Osmosi Inversa in grado di fornire tra i 250 e i 1000 m³/giorno di acqua potabile.
- 4 Condotta di scarico delle acque di lavaggio con reagenti chimici, diametro De110 (PE100 RC), lunghezza 900 m, fino al primo pozzetto di fognatura nera.
- 5 Condotta di scarico della salamoia, diametro De160 (PE100 RC), lunghezza 1600 m.
- 6 Miscelazione della salamoia con le acque depurate provenienti dal depuratore.
- 7 Il recapito finale dei reflui trattati è il mare, tramite condotta sottomarina in PEAD, diametro DN 250, lunghezza 1100 m, profondità dal livello del mare 67 m con diffusori per la miscelazione negli ultimi 100 m.



SOLUZIONI AI PROBLEMI DI ACQUA ED ENERGIA

Capitolo 3

Introduzione alle soluzioni

Nella fase metaprogettuale ci siamo posti due obiettivi: trovare un'alternativa più sostenibile alla condizione attuale di approvvigionamento idrico e alla produzione energetica delle Isole Tremiti.

Per risolvere la situazione idrica attuale, la soluzione trovata è stata quella di un impianto dissalatore solare MED in quanto, a differenza dell'impianto ad osmosi inversa previsto per il 2026 non produce come scarto le acque con reagenti chimici per il lavaggio delle membrane. Ma per funzionare ha bisogno di energia termica sotto forma di vapore anche se a bassa o media pressione, invece di energia elettrica. Ostacolo che può essere facilmente superato utilizzando tecnologie rinnovabili che producono energia termica, come i pannelli fotovoltaici ibridi.

Infatti, per risolvere la situazione energetica attuale, si è pensato all'utilizzo delle energie rinnovabili invece dei combustibili fossili, per una maggiore sostenibilità ambientale.

Si fa presto a parlare di sostenibilità quando ci si riferisce alle normali cittadine italiane, ben incastonate in una capillare rete di collegamento. Tutt'altro discorso, invece, è quello della sostenibilità delle isole minori, realtà di altissimo valore ambientale e culturale, ma che allo stesso tempo sono degli ecosistemi fisiologicamente fragili caratterizzati da vari gradi di vincolo ambientale. A tutto questo, poi, va aggiunto il fatto che queste terre sono caratterizzate da una insuperabile vocazione turistica con il tipico "effetto fisarmonica" della popolazione; cioè caratterizzate da una grande differenza tra numero di abitanti in inverno ed estate dovuto al grande afflusso turistico.

Per questo non si può pensare ad una soluzione energetica che valga tutto l'anno, o ad un solo tipo di fonte elettrica o termica rinnovabile per soddisfare la complessa e variabile richiesta. Si è reso quindi necessario lavorare per più scenari estivi e invernali e ad una cooperazione tra le diverse fonti rinnovabili. In particolare le tecnologie rinnovabili scelte sono state: il fotovoltaico ibrido, l'impianto idroelettrico di accumulo con pompaggio e i pannelli fotovoltaici galleggianti.

Gli impianti in dettaglio

Segue l'elenco degli impianti individuati, con una breve descrizione del funzionamento, analisi dei pro e dei contro e schema illustrativo.

→ Dissalatore solare MED
(Multi-Effect Distillation)



→ Pannelli ibridi RA
(Sic Solar)



→ Idroelettrico PSH
(Pumped Storage Hydropower)



→ Pannelli fotovoltaici galleggianti



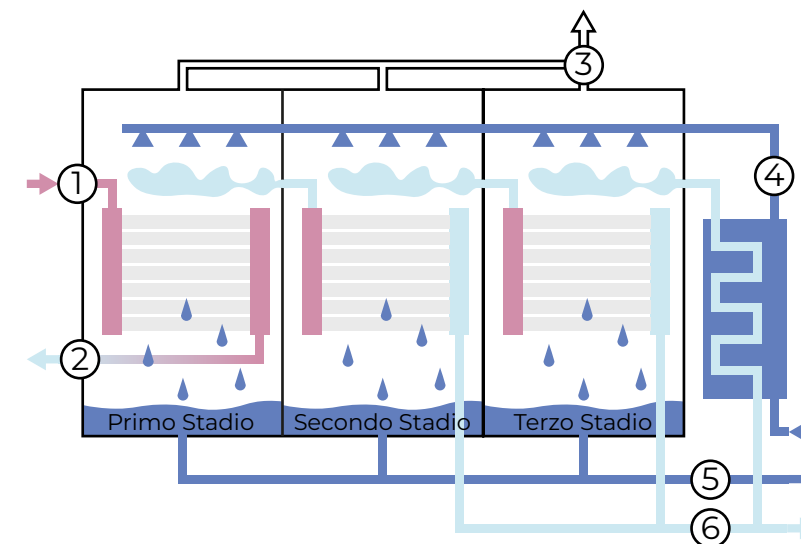
Il dissalatore solare MED

Il dissalatore solare MED (Multi-Effect Distillation) è un impianto in grado di rimuovere la frazione salina dall'acqua di mare, allo scopo di ottenere acqua potabile.

L'acqua salata è prelevata dal mare attraverso appositi sistemi di filtraggio e pre-trattamento, viene nebulizzata all'interno di speciali camere evaporative multi effetto sotto vuoto, dove evapora assorbendo calore dal fluido caldo proveniente dai pannelli ibridi RA (Sic Solar). Il vapore è inviato nel condensatore, dove diviene acqua distillata purissima. L'acqua distillata subisce un processo di post-trattamento e arricchimento, dove si trasforma in acqua dolce potabile, mentre l'acqua salmastra che non riesce ad evaporare si deposita nel fondo della camera.

/Pro: Essendo alimentato a vapore può creare una simbiosi con i pannelli ibridi RA (Sic Solar) e dipendere completamente da fonti rinnovabili.

/Contro: Produce uno scarto, la salamoia.



→ Schema illustrativo dissalatore solare MED

- ① Vapore surriscaldato dai pannelli ibridi RA
- ② Vapore condensato inviato ai pannelli ibridi RA
- ③ Aria sottratta
- ④ Acqua marina
- ⑤ Salamoia
- ⑥ Acqua distillata da potabilizzare

I pannelli ibridi RA (Sic Solar)

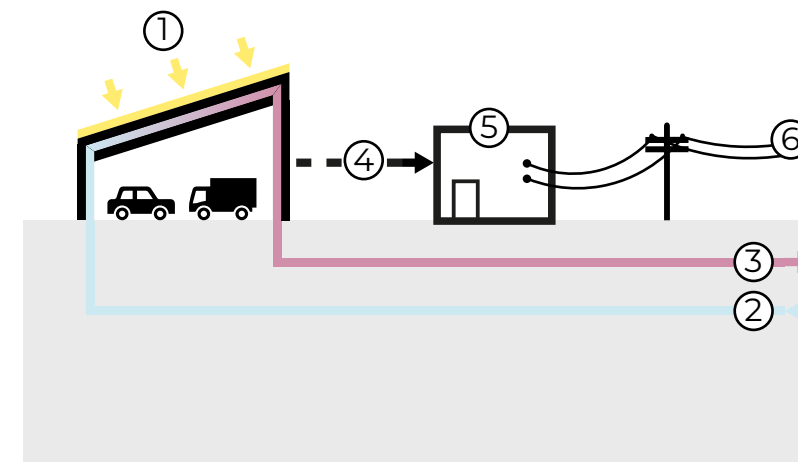
I pannelli ibridi RA prodotti dall'Azienda Sic Solar, sono in grado di convertire l'energia solare per produrre sia energia elettrica che termica.

Il liquido che scorre all'interno della struttura di alluminio consente di refrigerare le celle fotovoltaiche presenti sulla superficie del pannello, incrementandone il rendimento elettrico. Il fluido che ha assorbito il calore viene utilizzato per preriscaldare l'acqua che verrà utilizzata nell'impianto di desalinizzazione solare MED.

/Pro: Efficienza energetica più elevata. Maggiore longevità dell'impianto.

/Contro: Costo di acquisto, e manutenzione superiore rispetto a un impianto normale.

→ Schema illustrativo pannelli ibridi RA



- ① Copertura per parcheggio con pannelli ibridi RA
- ② Vapore condensato in uscita dal dissalatore MED
- ③ Vapore surriscaldato dai pannelli ibridi RA
- ④ Energia elettrica
- ⑤ Cabina elettrica del dissalatore MED (inverter)
- ⑥ Linea elettrica verso il centro abitato

L'impianto idroelettrico PSH

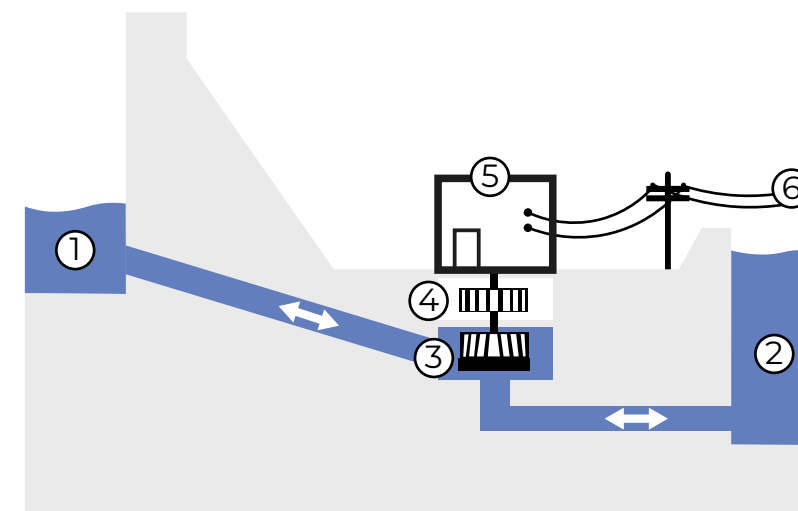
Un impianto idroelettrico PSH (Pumped Storage Hydropower) è un sistema chiuso composto da due serbatoi d'acqua a diverse altezze su un ripido pendio.

Quando c'è un surplus nella produzione di energia elettrica tramite i pannelli RA, quella in eccesso viene utilizzata per pompare l'acqua dal bacino di valle a quello di monte (grazie a delle turbine idroelettriche che possono invertire il senso di rotazione). Quando vi è una carenza di energia elettrica, la centrale elettrica entra in azione in modo da produrre la quantità mancante. I due bacini contengono l'acqua distillata in uscita dal dissalatore solare MED, in modo da tenerla sempre in movimento prima che venga potabilizzata.

/Pro: Ha la funzione di "batteria d'acqua" per immagazzinare l'energia in eccesso generata da fonti rinnovabili.

/Contro: Il bilancio energetico è negativo, perché è più l'energia spesa di quella che si produce.

→ Schema illustrativo impianto idroelettrico



- ① Vasca di monte
- ② Vasca di valle
- ③ Turbina/Pompa
- ④ Generatore
- ⑤ Centrale elettrica (trasformatore)
- ⑥ Linea elettrica verso il centro abitato

L'impianto fotovoltaico galleggiante

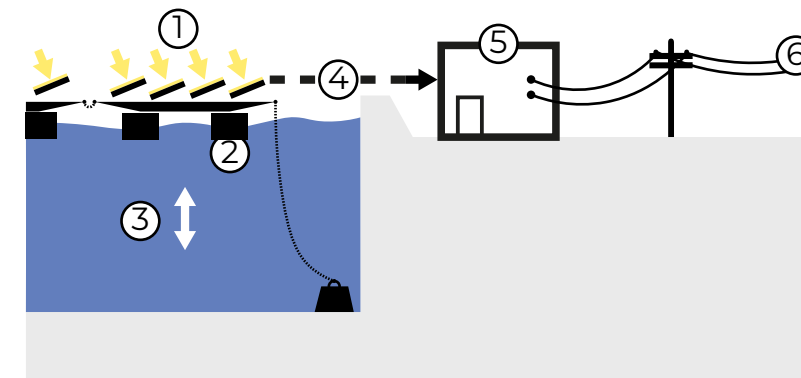
Un impianto fotovoltaico galleggiante è finalizzato alla produzione di energia elettrica pulita dalla fonte solare, ma senza consumo di suolo.

In questo caso viene installato nelle vasche facenti parte dell'impianto idroelettrico in modo da andare in aiuto nella produzione elettrica estiva. È composto da una struttura in alluminio alla quale sono ancorati i pannelli e da galleggianti in HDPE. La struttura galleggiante è ancorata con pesi in cemento appoggiati sul fondo, questo sistema permette di assecondare qualsiasi variazione di livello dell'acqua, fino al completo svuotamento del bacino.

/Pro: L'acqua raffresca le celle aumentandole la produttività. Maggiore luce riflessa. Riduzione dell'evaporazione dell'acqua.

/Contro: Costi elevati di installazione e manutenzione in quanto è una nuova tecnologia.

→ Schema illustrativo pannelli fotovoltaici galleggianti



- ① Pannelli fotovoltaici
- ② Struttura galleggiante
- ③ Vasca dell'impianto idroelettrico
- ④ Energia elettrica
- ⑤ Centrale elettrica (inverter)
- ⑥ Linea elettrica verso il centro abitato

Gli scenari energetici

Resosi quindi necessario lavorare per più scenari estivi e invernali e ad una cooperazione tra le diverse fonti rinnovabili, sono stati individuati tre scenari: uno scenario termico valido tutto l'anno, uno scenario elettrico per il periodo estivo e uno per il periodo invernale.

Scenario termico

Lo scenario termico è soddisfatto totalmente dall'energia termica prodotta dai pannelli ibridi RA.

Per il calcolo dello scenario si è analizzata inizialmente la domanda termica media giornaliera per ogni mese dell'anno. Per calcolarla si è partiti dal valore della richiesta di acqua potabile precedentemente analizzata per ogni mese, multi-

plicata per l'energia termica richiesta per desalinizzare l'acqua con tecnologia MED, ovvero 6,5 kWh/m³.

Ne risulta la formula:

Energia termica richiesta dal dissalatore [kWh/giorno] = richiesta di acqua potabile [m³/giorno] * 6,5 kWh/m³

Mesi	Richiesta acqua potabile [m ³ /giorno*]	Energia termica richiesta [kWh]
GENNAIO	46	299
FEBBRAIO	49	319
MARZO	48	312
APRILE	47	306
MAGGIO	63	410
GIUGNO	123	800
LUGLIO	202	1.313
AGOSTO	240	1.560
SETTEMBRE	154	1.001
OTTOBRE	98	637
NOVEMBRE	66	429
DICEMBRE	66	429

→ Energia termica richiesta dal dissalatore

Il picco della richiesta è di 1.560 kWh/giorno per il mese di agosto. Partendo dalla domanda giornaliera massima, successivamente viene calcolata la potenza necessaria sulle 24 ore (65 kWt) e sulle 12 ore (considerate dalle 6:00 alle 18:00) che risulta di 130 kWt.

Considerando la curva di potenza termica ideale dei pannelli ibridi RA, una parabola con potenza nulla in corrispondenza delle ore 5:00 e delle ore 19:00 e con vertice, ovvero potenza

massima, pari a 2.340 kWt, si può notare che tramite questa tecnologia è ampiamente soddisfatta la richiesta del dissalatore nell'arco di tutto l'anno, con un surplus utile a riscaldare le vasche della balneazione in inverno, aumentare l'evaporazione delle saline, e servire l'impianto termale tramite pompe di calore. Si ottiene la seguente tabella riassuntiva dello scenario:

Ore	Potenza necessaria per richiesta media/12h funzionamento [kWt]	Potenza necessaria per richiesta media/24h funzionamento [kWt]	Curva di potenza pannelli ibridi RA (Sic Solar) [kWt]
01:00	0	65	
02:00	0	65	
03:00	0	65	
04:00	0	65	
05:00	0	65	0
06:00	0	65	621
07:00	130	65	1146
08:00	130	65	1576
09:00	130	65	1910
10:00	130	65	2149
11:00	130	65	2292
12:00	130	65	2340
13:00	130	65	2292
14:00	130	65	2149
15:00	130	65	1910
16:00	130	65	1576
17:00	130	65	1146
18:00	0	65	621
19:00	0	65	0
20:00	0	65	
21:00	0	65	
22:00	0	65	
23:00	0	65	
00:00	0	65	

→ Scenario termico

Purtroppo la conseguenza negativa di usare un impianto dissalatore è che, per produrre un metro cubo di acqua dolce, emette un metro cubo e mezzo di acqua con una percentuale di sale maggiore a quella dell'acqua di mare iniziale, definita salamoia.

Per il calcolo della salamoia prodotta ogni giorno medio mensile si è proceduto come segue:

$$\text{Salamoia prodotta [m}^3\text{/giorno]} = \text{acqua potabile prodotta [m}^3\text{/giorno]} * 1,5$$

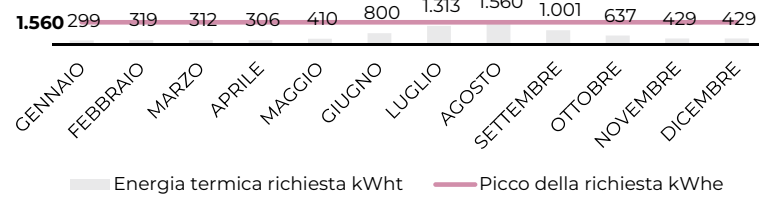
Da questo calcolo risulta che il mese di agosto mediamente vengono prodotti 360 m³ di salamoia al giorno, valore quattro volte superiore alla salamoia prodotta nella stagione invernale (mediamente 82 m³ al giorno).

Mesi	Numero di persone	Litri a persona/giorno	Richiesta acqua potabile [m ³ /giorno]	Salamoia [m ³ /giorno]
GENNAIO	307	150	46	69
FEBBRAIO	328	150	49	74
MARZO	322	150	48	72
APRILE	313	150	47	70
MAGGIO	422	150	63	95
GIUGNO	821	150	123	185
LUGLIO	1350	150	202	304
AGOSTO	1602	150	240	360
SETTEMBRE	1029	150	154	232
OTTOBRE	655	150	98	147
NOVEMBRE	437	150	66	98
DICEMBRE	437	150	66	98

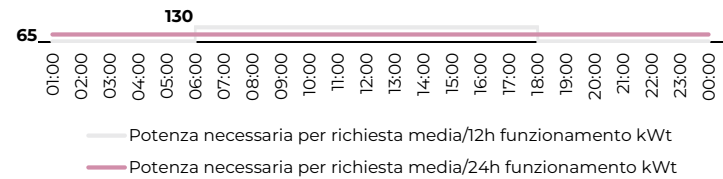
→ Salamoia prodotta dal dissalatore

Graficamente lo scenario si può riassumere nel seguente modo:

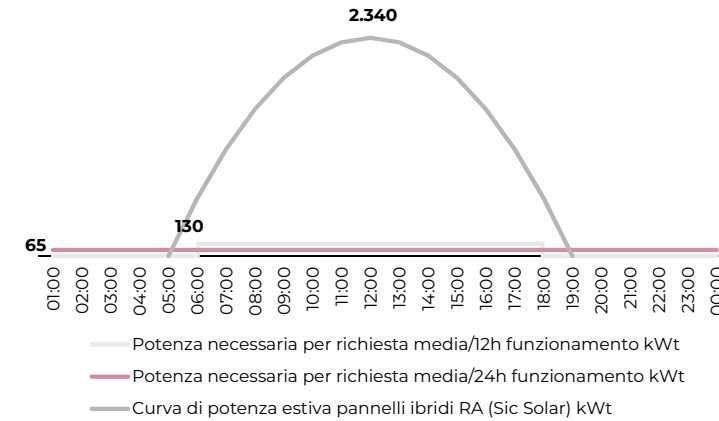
→ **Grafico 1:** analisi della domanda termica



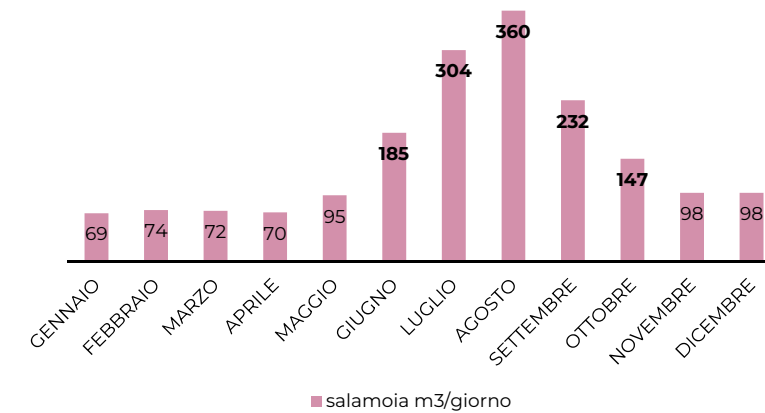
→ **Grafico 2:** calcolo della potenza termica



→ **Grafico 3:** Curva di potenza termica dei Pannelli ibridi RA



→ **Grafico 4:** il problema della salamoia



Scenario elettrico invernale

Lo scenario elettrico invernale è composto per l'87% dall'energia elettrica prodotta dai pannelli ibridi RA e per il 13% da quella prodotta dall'impianto idroelettrico PSH.

Per il calcolo dello scenario si è analizzata la domanda elettrica media giornaliera per i mesi "invernali" (da novembre a maggio). Per calcolarla si è partiti dal valore della richiesta di energia elettrica degli abitanti precedentemente analizzata per ogni mese, sommata all'energia elettrica richiesta per pompare l'acqua dal mare fino all'impianto di desalinizzazione presente a Colle dell'Eremita (110 m s.l.m.).

Ne risulta la formula:

Energia elettrica richiesta [kWh/giorno] = Energia elettrica richiesta abitanti [kWh/giorno] + Energia elettrica richiesta pompa [kWh/giorno]

Dove:

Energia elettrica richiesta pompa [kWh/giorno] = Potenza della pompa [kWe/giorno] * ore di lavoro [h]

Potenza della pompa [kW/giorno] = portata massica [Kg/h * giorno] * 9,81 [m/s²] * 110 m / 3,6

Portata massica [Kg/h * giorno] = acqua salata in ingresso dissalatore [m³/giorno] / 8 [h] * 1000

Acqua salata in ingresso dissalatore [m³/giorno] = acqua potabile [m³/giorno] + salamoia [m³/giorno]

Mesi	Acqua potabile [m ³ /giorno]	Acqua salata in ingresso dissalatore [m ³ /giorno]	Densità acqua mare [kg/m ³]	Ore di lavoro [h]	Dislivello [m]	Portata massica [kg/h]	Potenza della pompa [kWe]	Energia elettrica richiesta pompa [kWh]
GENNAIO	46	115	1010	8	110	14401	4,3	35
FEBBRAIO	49	123	1010	8	110	15355	4,6	37
MARZO	48	121	1010	8	110	15101	4,5	36
APRILE	47	117	1010	8	110	14659	4,4	35
MAGGIO	63	158	1010	8	110	19772	5,9	47
GIUGNO	123	308	1010	8	110	38475	11,5	92
LUGLIO	202	506	1010	8	110	63271	19,0	152
AGOSTO	240	601	1010	8	110	75094	22,5	180
SETTEMBRE	154	386	1010	8	110	48234	14,5	116
OTTOBRE	98	246	1010	8	110	30689	9,2	74
NOVEMBRE	66	164	1010	8	110	20492	6,1	49
DICEMBRE	66	164	1010	8	110	20486	6,1	49

↑ Energia elettrica richiesta dalla pompa

Mesi	Energia elettrica richiesta pompa [kWhe]	Energia elettrica richiesta abitanti [kWhe]	Energia elettrica richiesta [kWhe]
GENNAIO	35	3581	3.616
FEBBRAIO	37	3819	3.856
MARZO	36	3756	3.792
APRILE	35	3646	3.681
MAGGIO	47	4917	4.965
GIUGNO	92	9568	9.661
LUGLIO	152	15735	15.887
AGOSTO	180	18675	18.855
SETTEMBRE	116	11995	12.111
OTTOBRE	74	7632	7.706
NOVEMBRE	49	5096	5.145
DICEMBRE	49	5095	5.144

→ Energia elettrica richiesta dalla pompa + abitanti

Si prende come valore massimo per i mesi invernali 5.276 kWhe/giorno, successivamente viene calcolata la potenza necessaria sulle 24 e 12 ore (dalle 6:00 alle 18:00). Rispettivamente 220 kWe e 440 kWe.

Si decide di usare come fonte principale di approvvigionamento elettrico i pannelli ibridi RA (Sic Solar) in quanto producono sia energia termica che energia elettrica. La curva di potenza elettrica ideale dei pannelli ibridi RA è una parabola con potenza nulla in corrispondenza delle ore 5:00 e delle ore 19:00 e con vertice, ovvero potenza massima, pari a 612 kWe. Sovrappo- nendo il grafico della richiesta elettrica alla curva di produzione elettrica giornaliera dei pannelli si deduce che rimangono scoperte le fasce orarie 6:00-9:00 e 15:00-18:00, mentre ci sarà un surplus nella produzione nelle ore centrali della giornata.

Si decide di compensare il diverso andamento di domanda elettrica e produzione tramite i pannelli RA, con un impianto

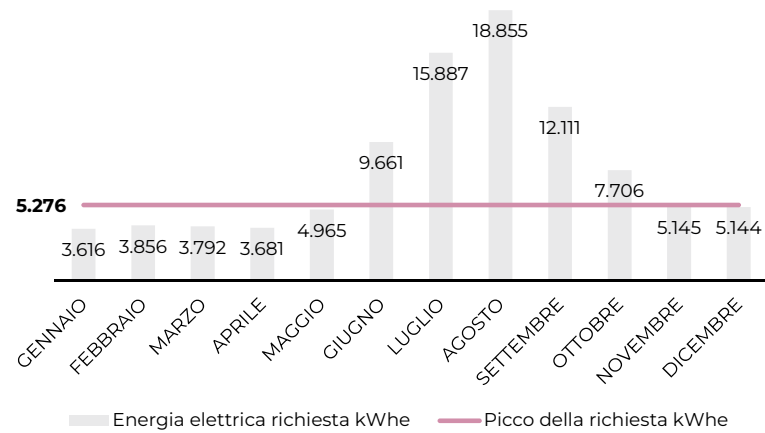
idroelettrico dove l'acqua viene pompata nelle ore centrali della giornata (quando vi è un surplus nella produzione elettrica) e fatta cadere per produrre energia nelle fasce orarie critiche (6:00-9:00 e 15:00-18:00). Così facendo la produzione di energia è completamente ottimizzata a non vi sono sprechi in quanto l'idroelettrico a proprio la funzione di "batteria ad acqua".

↓ Scenario elettrico invernale

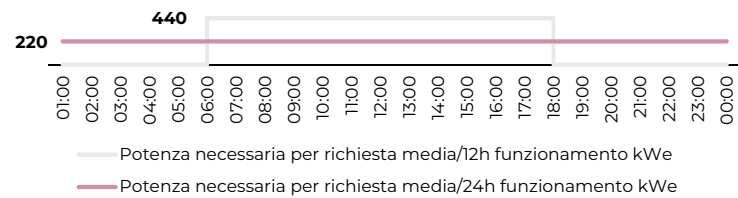
Ore	Potenza necessaria per richiesta media/12h funzionamento [kWe]	Potenza necessaria per richiesta media/24h funzionamento [kWe]	Curva di potenza pannelli ibridi RA (Sic Solar) [kWe]	Curva di potenza idroelettrico [kWe]	Curva di potenza pannelli ibridi RA (Sic Solar) + idroelettrico [kWe]
01:00	0	220		0	0
02:00	0	220		0	0
03:00	0	220		0	0
04:00	0	220		0	0
05:00	0	220	0	0	0
06:00	0	220	162	278	0
07:00	440	220	300	140	440
08:00	440	220	412	28	440
09:00	440	220	500	-60	440
10:00	440	220	562	-122	440
11:00	440	220	600	-160	440
12:00	440	220	612	-172	440
13:00	440	220	600	-160	440
14:00	440	220	562	-122	440
15:00	440	220	500	-60	440
16:00	440	220	412	28	440
17:00	440	220	300	140	440
18:00	0	220	162	278	0
19:00	0	220	0	0	0
20:00	0	220		0	0
21:00	0	220		0	0
22:00	0	220		0	0
23:00	0	220		0	0
00:00	0	220		0	0

Graficamente lo scenario si può riassumere nel seguente modo:

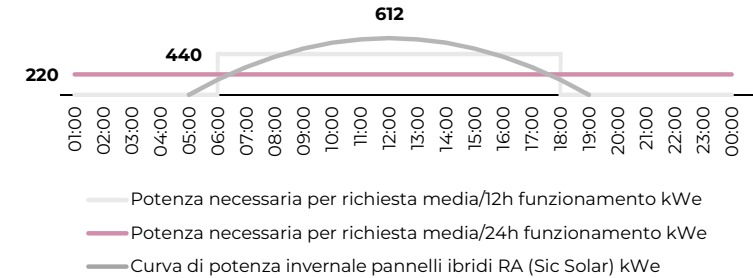
→ **Grafico 1:** analisi della domanda elettrica invernale



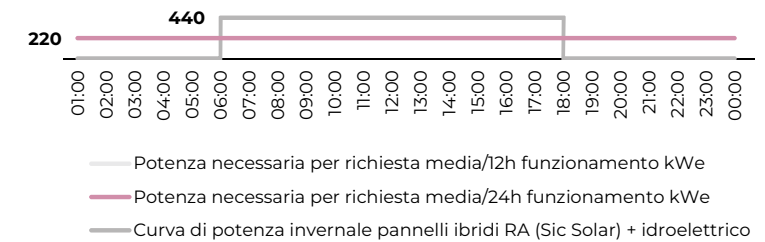
→ **Grafico 2:** calcolo della potenza elettrica invernale



→ **Grafico 3:** Curva di potenza elettrica dei Pannelli ibridi RA



→ **Grafico 4:** Curva di potenza elettrica dei Pannelli ibridi RA + impianto idroelettrico



Scenario elettrico estivo

Invece compongono lo scenario elettrico estivo i pannelli fotovoltaici galleggianti per il 64%, i pannelli ibridi RA per il 30%, l'idroelettrico per il 4% e infine i gruppi elettrogeni per il 3% in quanto coprire completamente il fabbisogno estivo con gli impianti rinnovabili ne comporterebbe un sovradimensionamento eccessivo per la stagione invernale.

Facendo riferimento alla domanda elettrica precedentemente calcolata, ora si è analizzata la domanda elettrica media giornaliera per i mesi "estivi" (da giugno a ottobre). Il valore massimo della richiesta si ha nel mese di agosto, con 18.885 kWh/giorno.

Mesi	Energia elettrica richiesta pompa [kWh]	Energia elettrica richiesta abitanti [kWh]	Energia elettrica richiesta [kWh]
GENNAIO	35	3581	3.616
FEBBRAIO	37	3819	3.856
MARZO	36	3756	3.792
APRILE	35	3646	3.681
MAGGIO	47	4917	4.965
GIUGNO	92	9568	9.661
LUGLIO	152	15735	15.887
AGOSTO	180	18675	18.855
SETTEMBRE	116	11995	12.111
OTTOBRE	74	7632	7.706
NOVEMBRE	49	5096	5.145
DICEMBRE	49	5095	5.144

→ Energia elettrica richiesta dalla pompa + abitanti

Partendo da questo valore viene calcolata la potenza necessaria sulle 24 e 12 ore (dalle 6:00 alle 18:00) che risulta rispettivamente di 786 kW e 1.571 kW.

I soli pannelli ibridi RA (Sic Solar) non sono più sufficienti per colmare la richiesta, nemmeno in cooperazione con l'impianto idroelettrico. Infatti, la curva di potenza elettrica ideale dei pannelli ibridi RA è la stessa parabola dello scenario invernale, con potenza nulla in corrispondenza delle ore 5:00 e delle ore 19:00 e con vertice, ovvero potenza massima, pari a 612 kW.

Per andare in ulteriore aiuto si è scelto di installare dei pannelli fotovoltaici galleggianti nelle vasche dell'idroelettrico. La curva di potenza elettrica di questi pannelli è una parabola con potenza nulla in corrispondenza delle ore 5:00 e delle ore 19:00 e con vertice pari a 1.183 kW.

Ma anche così facendo, ovvero sommando le tre curve di potenza (pannelli ibridi RA, idroelettrico e fotovoltaico galleggiante) non si riesce a soddisfare completamente la richiesta elettrica con le sole fonti rinnovabili, in quanto non sarebbe conveniente sovradimensionarle eccessivamente. La potenza da sopperire col gruppo elettrogeno (impianto attualmente presente sull'isola quale fonte principale di approvvigionamento elettrico) sarà maggiore nel mese di agosto a causa del maggiore afflusso turistico con 1.178 kWh/giorno. Mentre al secondo e terzo posto ci sono i mesi di luglio e settembre con 983 kWh/giorno e 750 kWh/giorno da colmare.

Si ottiene la seguente tabella riassuntiva dello scenario:

Ore	Potenza necessaria per richiesta media/12h funzionamento [kWe]	Potenza necessaria per richiesta media/24h funzionamento [kWe]	Curva di potenza pannelli ibridi RA (Sic Solar) [kWe]	Curva di potenza idroelettrico [kWe]	Curva di potenza estiva pannelli fotovoltaici galleggianti [kWe]	Curva di potenza estiva pannelli ibridi RA (Sic Solar) + idroelettrico + fotovoltaico galleggiante kWe
01:00	0	786		0		0
02:00	0	786		0		0
03:00	0	786		0		0
04:00	0	786		0		0
05:00	0	786	0	0	0	0
06:00	0	786	162	278	314	0
07:00	1571	786	300	140	579	1019
08:00	1571	786	412	28	797	1237
09:00	1571	786	500	0	966	1465
10:00	1571	786	562	-77	1086	1571
11:00	1571	786	600	-187	1159	1571
12:00	1571	786	612	-224	1183	1571
13:00	1571	786	600	-187	1159	1571
14:00	1571	786	562	-77	1086	1571
15:00	1571	786	500	0	966	1465
16:00	1571	786	412	28	797	1237
17:00	1571	786	300	140	579	1019
18:00	0	786	162	278	314	0
19:00	0	786	0	0	0	0
20:00	0	786		0		0
21:00	0	786		0		0
22:00	0	786		0		0
23:00	0	786		0		0
00:00	0	786		0		0

→ Scenario elettrico estivo

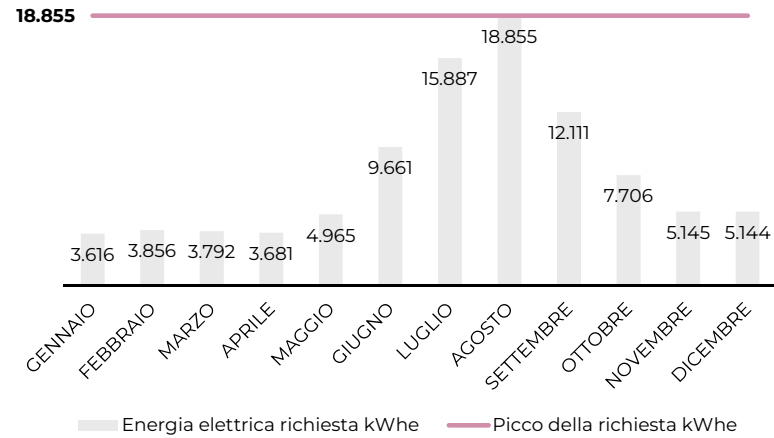
Mesi	Potenza da colmare con gruppo elettrogeno [kWe/giorno]
GENNAIO	0
FEBBRAIO	0
MARZO	0
APRILE	0
MAGGIO	0
GIUGNO	598
LUGLIO	983
AGOSTO	1178
SETTEMBRE	750
OTTOBRE	477
NOVEMBRE	0
DICEMBRE	0

→ Potenza da colmare col gruppo elettrogeno

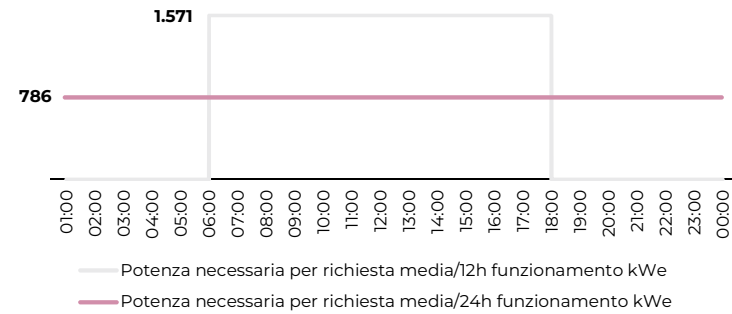
I gruppi elettrogeni già presenti sull'isola andranno a funzionare a regime ridotto rispetto alla situazione odierna e quindi utilizzeranno una quantità minore di gasolio. All'attuale potenza di picco installata di 5.000 kW, verrà sostituita una potenza di 1.178 kW, quattro volte più piccola di quella attuale. Questo valore, anche se non nullo, può essere considerato un grande traguardo per l'isola.

Graficamente lo scenario si può riassumere nel seguente modo:

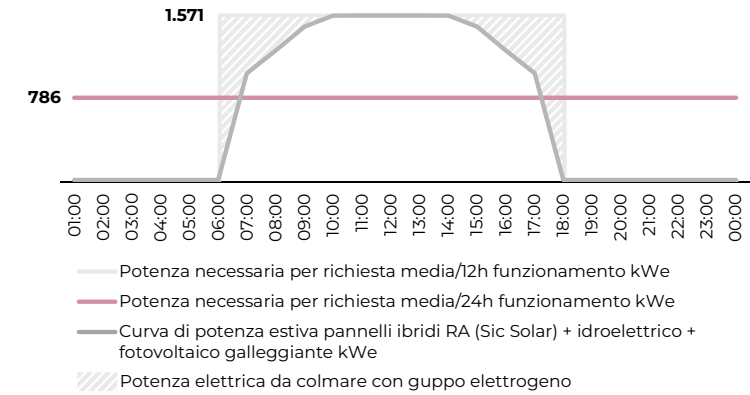
→ **Grafico 1:** analisi della domanda elettrica estiva



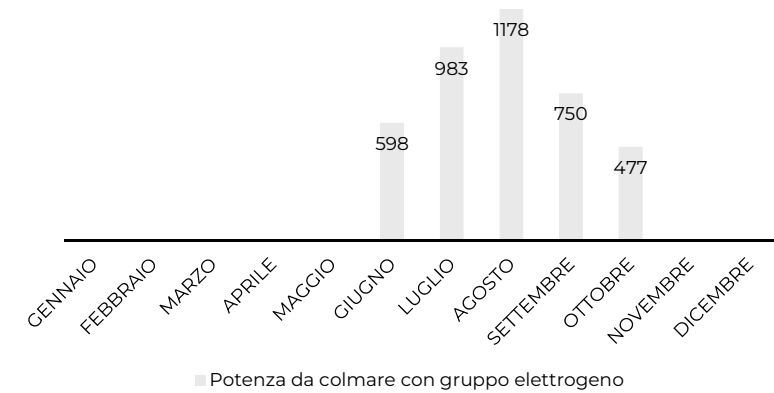
→ **Grafico 2:** calcolo della potenza elettrica estiva



→ **Grafico 3:** Curva di potenza elettrica dei Pannelli ibridi RA + impianto idroelettrico + pannelli fotovoltaici galleggianti



→ **Grafico 4:** La potenza mancante colmata dal gruppo elettrogeno



Il problema della salamoia

La scelta di utilizzare un impianto per la dissalazione con tecnologia MED per soddisfare il fabbisogno idrico dell'arcipelago ha portato a galla un nuovo problema: la salamoia. La salamoia è lo scarto prodotto dalla dissalazione, il processo di rimozione della frazione salina da acque contenenti sale, in genere da acque marine, allo scopo di ottenere acqua potabile. La salamoia prodotta da questi processi, è composta principalmente da un'elevata concentrazione di cloruro di sodio (NaCl) e diversi altri sali disciolti a seconda della composizione dell'acqua di alimentazione e del pretrattamento del processo (Calcio, Magnesio, Bicarbonati, ecc.).

Soluzioni possibili per smaltire la salamoia

Lo smaltimento della salamoia può rivelarsi piuttosto problematico in quanto,

- Aumenta la salinità dei corpi idrici riceventi;
- Ha un impatto sulla vita marina locale;
- Può contenere prodotti chimici per il pretrattamento e la pulizia delle membrane;
- Crea problemi estetici (colorazione);
- Ha un impatto sulle falde acquifere vicine a causa delle perdite nei tubi della salamoia.

Quindi è necessario trovare una soluzione sostenibile per il suo smaltimento, tra i metodi convenzionali di smaltimento della salamoia troviamo:

- Scarico nelle acque superficiali;
- Smaltimento delle fognature;
- Acquacoltura;
- Bacini di evaporazione.

Lo scarico delle acque superficiali è l'alternativa più comune perché può essere applicato a impianti di dissalazione di tutte le dimensioni. Lo smaltimento fognario è il metodo maggiormente applicato per gli scarichi di piccoli impianti di dissalazione, mentre i bacini di evaporazione e l'acquacoltura vengono solitamente applicati per impianti di piccole e medie dimensioni in cui le condizioni climatiche e del suolo prevedono elevati tassi di evaporazione e crescita e raccolta per tutto l'anno di vegetazione alofitica.

Dopo varie ricerche si è deciso di creare sull'isola delle saline per smaltire la salamoia. Soluzione sperimentale ma fattibile in quanto esistono studi recenti (SEArcularMINE, 2021; Sea4Value, 2020) che dimostrano come, tramite il processo di cristallizzazione frazionata tipico delle saline tradizionali, sia possibile separare dalla salamoia sali come carbonati di calcio, solfati di calcio e cloruro di sodio, per poi ottenere una salamoia satura finale estremamente ricca di materie prime critiche. Mediante operazioni in laboratorio è possibile estrarre da questa salamoia materiali di strategica importanza economica per l'Europa e caratterizzati allo stesso tempo da alto rischio di fornitura, le materie prime critiche appunto, come Mg, Li, Rb, Cs, Sr, Co, Ga, Ge.

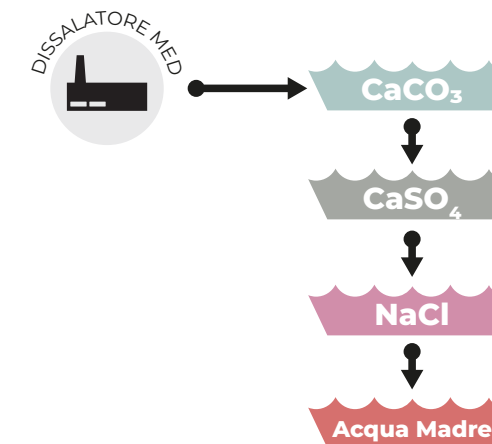
Questa soluzione permette di creare un valore aggiunto trasformando quello che prima era un problema in un'opportunità. La salamoia, prima scarto nocivo per l'ambiente o rifiuto costoso da smaltire, si è trasformata in fonte di ricchezza economica, paesaggistica e turistica per il territorio.

- **Ricchezza economica** perché grazie a questo processo dalla salamoia si possono estrarre sale e materie prime critiche commercializzare nell'industria farmaceutica, alimentare e metallurgica.
- **Ricchezza paesaggistica** in quanto introdurre un sistema di saline è un'operazione paesaggistica che comporterà l'ingresso di nuove specie arboree e componenti faunistiche compatibili col paesaggio salino che arricchiranno la biodiversità del territorio.
- **Ricchezza turistica** perché questo paesaggio, oltre che

a vocazioni produttive, può avere anche vocazioni legate al turismo termale, si possono infatti realizzare terme con acque curative date le proprietà dell'acqua madre, ovvero l'acqua ricca di sali minerali che si ottiene dopo raccolta del sale.

Queste saline saranno composte da una serie di vasche. La salamoia in uscita dal dissalatore verrà convogliata nella prima vasca dalla quale scenderà a cascata fino all'ultima. Per effetto dell'evaporazione durante il processo la salamoia si concentra e questo fa sì che il carbonato di calcio (CaCO_3) cristallizza sempre nelle prime vasche in quanto si deposita alla densità da soli 5°Bè a 11°Bè, il solfato di calcio (CaSO_4) nel secondo gruppo di vasche (densità da 11°Bè a 25,7°Bè) e infine il sale (NaCl) nelle ultime vasche, dette "salanti" quando si arriva ad una densità di 25,7°Bè fino a 30°Bè.

Le colorazioni delle vasche variano dall'azzurro-verde al rosso-arancio in quanto ad una densità corrisponde una determinata colorazione e ogni vasca è caratterizzata da una densità costante.



→ Tramite le saline, dalla salamoia si estrae sale e si genera acqua madre, ricca di materie prime critiche

Saline per le Isole Tremiti

Il passo successivo è stato quello di capire le dimensioni di questo sistema di saline, sulla base di due parametri fondamentali:

- La portata di salamoia prodotta ogni giorno medio mensile;
- L'evaporazione media mensile.

Come noto, il processo dell'evaporazione consiste nel passaggio della materia, nella fattispecie l'acqua, dallo stato liquido a quello gassoso. Tale processo dipende da numerosi fattori quali ad esempio la temperatura dell'acqua, quella dell'aria, la profondità dello specchio d'acqua, il vento, l'irraggiamento, l'umidità. Malgrado l'importanza di questa grandezza negli studi idrogeologici, essa è di difficile valutazione.

Ne sono una prova le molteplici formule proposte da vari Autori quali ad esempio quelle di Thorntwaite-Holzman, di Meyer, di Leather, e altri. Fra tutte, soprattutto in Italia, trovano ampio utilizzo quelle proposte da Visentini (1935-1938). Esse permettono la stima dell'evaporazione sia su base media mensile che su base media annua.

Essendo interessati al calcolo su base mensile, abbiamo utilizzato la seguente formula di Visentini:

$$\text{Evaporazione media mensile [mm/mese]} = 2,25 * \text{Temperatura media mensile [°C]} * 1,5$$

Ricreando i dati della temperatura media mensile delle Isole Tremiti è risultata una evaporazione mensile massima nei mesi di luglio e agosto, con l'evaporazione di circa 30 cm al mese, e minima nei mesi di gennaio e febbraio, con soli 7 cm.

Dividendo il valore precedente per 30 si è trovata l'evaporazione media giornaliera. Essa è pari a quasi 10 mm per i mesi di luglio e agosto e di soli 2,4 mm per i mesi di gennaio e febbraio.

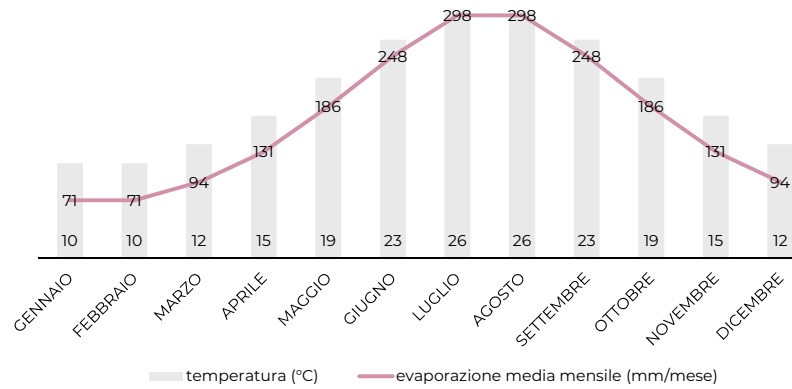
Mesi	Temperatura [°C]	Evaporazione media mensile [mm/mese]
GENNAIO	10	71
FEBBRAIO	10	71
MARZO	12	94
APRILE	15	131
MAGGIO	19	186
GIUGNO	23	248
LUGLIO	26	298
AGOSTO	26	298
SETTEMBRE	23	248
OTTOBRE	19	186
NOVEMBRE	15	131
DICEMBRE	12	94

→ Evaporazione media mensile

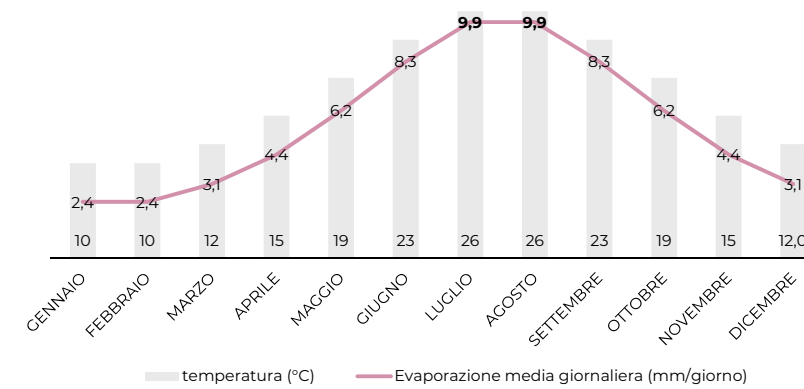
Mesi	Temperatura [°C]	Evaporazione media giornaliera [mm/giorno]
GENNAIO	10	2,4
FEBBRAIO	10	2,4
MARZO	12	3,1
APRILE	15	4,4
MAGGIO	19	6,2
GIUGNO	23	8,3
LUGLIO	26	9,9
AGOSTO	26	9,9
SETTEMBRE	23	8,3
OTTOBRE	19	6,2
NOVEMBRE	15	4,4
DICEMBRE	12	3,1

→ Evaporazione media giornaliera

→ Evaporazione media mensile in funzione della temperatura



→ Evaporazione media giornaliera in funzione della temperatura



Il passaggio successivo è stato quello di calcolare l'area delle saline, ovvero sa superficie minima necessaria per avere l'evaporazione fino alla raccolta del sale, con un fattore di sicurezza del 20%.

Le formule utilizzate sono le seguenti:

Area vasche minima per evaporazione completa [m²] = salamoia [m³/giorno] / evaporazione media giornaliera [mm/giorno] * 1000

Area vasche minima per evaporazione fino a raccolta sale [m²] = area vasche minima per evaporazione completa [m²] * 3/4

Nella formula è stato usato il fattore $\frac{3}{4}$ in quanto la densità della salamoia ad evaporazione completa (40°Bé) è circa quattro volte maggiore di quella appena uscita dall'impianto di disalazione (10°Bé). Mentre la raccolta del sale avviene quando la densità della salamoia è di 30°Bé. Si può desumere che a raccolta sale siamo a circa $\frac{3}{4}$ del processo di intera evaporazione della salamoia.

Area vasche minima per evaporazione fino a raccolta sale fattore di sicurezza 20% [m²] = Area vasche minima per evaporazione fino a raccolta sale [m²] * 0,2

L'area delle vasche minima per evaporazione fino a raccolta sale è stata moltiplicata per 0,2 in quanto è stato scelto un fattore di sicurezza del 20%.

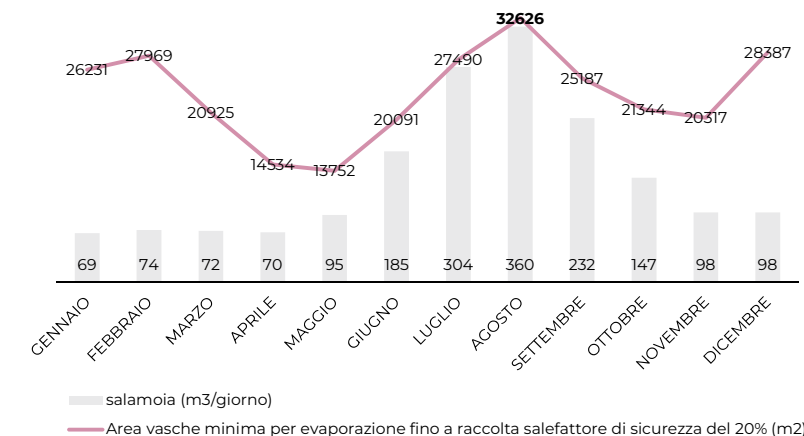
Con questo calcolo l'area maggiore necessaria risulta quella del mese di agosto, con 32.626 m². Questa sarà l'area interessata dalle saline.

I calcoli sono riportati nella tabella sottostante.

Mesi	Salamoia [m ³ /giorno]	Temperatura [°C]	Evaporazione media mensile [mm/mese]	Evaporazione media giornaliera [mm/giorno]	Area vasche minima per evaporazione completa [m ²]	Area vasche minima per evaporazione fino a raccolta sale [m ²]	Area vasche minima per evaporazione fino a raccolta sale fattore di sicurezza 20% [m ²]
GENNAIO	69	10	71	2,4	29146	21859	26231
FEBBRAIO	74	10	71	2,4	31077	23308	27969
MARZO	72	12	94	3,1	23250	17437	20925
APRILE	70	15	131	4,4	16149	12112	14534
MAGGIO	95	19	186	6,2	15279	11460	13752
GIUGNO	185	23	248	8,3	22324	16743	20091
LUGLIO	304	26	298	9,9	30544	22908	27490
AGOSTO	360	26	298	9,9	36251	27188	32626
SETTEMBRE	232	23	248	8,3	27986	20989	25187
OTTOBRE	147	19	186	6,2	23715	17786	21344
NOVEMBRE	98	15	131	4,4	22574	16931	20317
DICEMBRE	98	12	94	3,1	31541	23656	28387

↑ Area vasche minima

→ Superficie necessaria per evaporazione fino a raccolta sale, considerando un fattore di sicurezza del 20%



Definizione della strategia di intervento e dell'area idonea

Dopo aver calcolato l'area necessaria ci siamo chiesti quale strategia di intervento utilizzare, sia per quanto riguarda le saline, che per il posizionamento degli impianti energetici. Partendo dalla posizione del dissalatore, perché attualmente è stato costruito sul Colle dell'Eremita l'edificio che dovrà contenere l'impianto di dissalazione previsto in funzione per il 2026, il miglior posto per il posizionamento delle saline risulta essere nei pressi del dissalatore, con un raggio di distanza da questo di massimo 500 m. Quest'area comprende inoltre un versante con esposizione a sud, perfetto per collocarci le vasche. L'unico aspetto a sfavore di questa collocazione è il fatto che si interviene nell'area verde protetta della Pineta di San Domino. Ma d'altronde un intervento più diffuso sulle isole (l'isola di Pianosa non è stata considerata nel progetto perché completamente vincolata), ad esempio collocando le vasche nei piccoli vuoti urbani, aree in disuso o degradate o luoghi rocciosi privi di ve-

getazione, non è comunque conveniente in quanto comporterebbe una gestione troppo complessa riguardo la manutenzione e il controllo delle vasche e ciò ridurrebbe l'efficienza dell'intervento.

Facendo riferimento al PPTR (Piano Paesaggistico Territoriale Regionale) della regione Puglia che ha definito delle "Linee guida sulla progettazione e localizzazione degli impianti energetici da fonti rinnovabili", nell'ambito del progetto sono state valutate le due opzioni: installare sui tetti delle abitazioni esistenti dei pannelli fotovoltaici o creare un unico parco fotovoltaico nella zona disabitata del versante sud dell'Isola di San Domino.

Anche se comporterebbe un consumo di suolo in un'area verde, questa seconda opzione risulta essere la soluzione migliore. Infatti pensare ad uno schema diffuso non comporterebbe consumo di suolo in quanto i pannelli saranno installati sui tetti degli edifici esistenti ma il sistema sarebbe meno efficiente, in quanto comporterebbe più perdite di energia, e la manutenzione risulterebbe più lunga e costosa. Inoltre bisognerebbe convincere gli abitanti della necessità di un intervento sulle loro abitazioni e i tempi di costruzione si allungheranno inevitabilmente considerando che la maggior parte degli edifici viene usata solo in estate.

Si conclude che la nostra area di intervento sarà la zona sud dell'isola di San Domino in prossimità del serbatoio di Colle dell'Eremita e del dissalatore.



← Area idonea per il progetto



STATO DI FATTO

Capitolo 4

Descrizione dello stato di fatto

Allo stato attuale l'area si presenta come un pendio esposto a Sud, lentamente digradante verso il mare. Il Colle dell'Eremita, coi suoi 116 m s.l.m. è, l'unico rilievo dell'isola di San Domino, i suoi versanti sono ricoperti da una pineta di Pino di Aleppo. L'area è dominata dalle presenze naturali della pineta e della falesia che percorre tutta la costa, con alternanza di grotte, calette, e pareti di roccia quasi verticali. I soli edifici presenti sono gli impianti legati alla gestione delle risorse idriche dell'isola (il serbatoio di Colle dell'Eremita e il dissalatore previsto in funzione per il 2026) e il vecchio faro di San Domino, ora in completo stato di abbandono e sostituito da un faro automatico.

Anche se quest'area è disabitata, si trova molto vicino al centro abitato (950 m), percorribili in 15 minuti a piedi, 6 in bicicletta o 3 in auto. Mentre dal porto i tempi di percorrenza e le distanze

(2 km) sono un po' più lunghe per chi viaggia a piedi (32 minuti) ma rimangono fattibili per utenti in auto (7 min) e in bicicletta (15 min).

Le strade presenti nell'area sono prevalentemente ciclopedonali (le uniche auto sono i mezzi per la manutenzione del serbatoio dell'acqua potabile). Il percorso principale è sterrato e in cattivo stato di manutenzione, in molti punti dissestato e difficile da percorrere in bicicletta, anche a causa della pendenza e del calore nella stagione estiva, come abbiamo potuto direttamente sperimentare nel sopralluogo da noi effettuato. Ma la fatica è ripagata dal bellissimo panorama che si gode dalla cima del monte. Panorama sia sulla costa pugliese, sia verso le altre isole, che verso il mare aperto. Luogo bellissimo da contemplare al tramonto. Sulla cima si trova la Cappella della Resurrezione o dell'Eremita, luogo poetico e contemplativo. Al centro di un cerchio di pietre, posate su un terreno brullo è posizionato un altare in legno e, un po' decentrata una cappella, sempre in legno, contenente una statua della madonna.

Il percorso secondario non giunge fino alla sommità, ma fa il giro del colle ad una quota media di 35 m s.l.m., è pavimentato con masselli autobloccanti ed è anche meno pendente e più facilmente percorribile a piedi e in bicicletta anche nelle ore più calde in quanto è ombreggiato dalla presenza della pineta. Da questo percorso si diramano vari sentieri per raggiungere le calette e le grotte della costa, il faro e due aree panoramiche con area pic-nic.

Le calette e le grotte che popolano tutta la falesia si possono ammirare anche dal mare tramite tour turistici in barca che, nella stagione estiva, circumnavigano quotidianamente le

quattro isole: San Nicola, San Domino, Capraia e Cretaccio. Da questi tour guidati si possono ammirare molto bene la Cala delle Rosette, la Grotta delle Viole, sulla costa sud-est. Mentre oltre la Punta di Ponente troviamo la grotta delle Murene, I Tre Segni e la Punta del Diavolo, sulla quale si erge il faro di San Domino. Mentre sulla destra del faro troviamo la Punta della Provvidenza e Cala della Provvidenza. Proseguendo oltre, sulla costa ovest troviamo la grotta del Bue Marino, Cala del Bue Marino, il Picco delle Diomedee e l'Architello, fino a giungere a Punta Secca dove si trova il Depuratore dell'Isola.

Di seguito vengono analizzate meglio le due presenze storiche dell'area: la Pineta di San Domino e il Faro. Le foto risalgono al sopralluogo effettuato tra il 24 e il 25 luglio 2023.

La Pineta di San Domino

Questa formazione forestale di grande importanza, la cui presenza è accertata anche da varie carte storiche, ad esempio quella di Natale Bonifacio del 1574, di recente ha subito una grossa riduzione a causa di un incendio boschivo avvenuto nel luglio 2017 proprio nella zona di nostro interesse, come si può notare nelle foto aeree riportate sotto risalenti a prima e dopo l'evento.

La pineta è composta quasi esclusivamente da pini d'Aleppo ma si evidenzia una sorta di zonazione della pineta in funzione della distanza dal mare, quella più prossima all'influenza marina ha un'elevata presenza del ginepro, una stretta fascia più interna a maggiore grado di umidità presenta intrusioni rilevanti del Leccio, il resto rappresenta la formazione tipica più

arida con aree a vegetazione sclerofilla (arbusti mediterranei come il Corbezzolo e l'Olivastro).

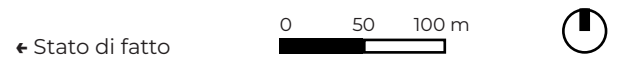
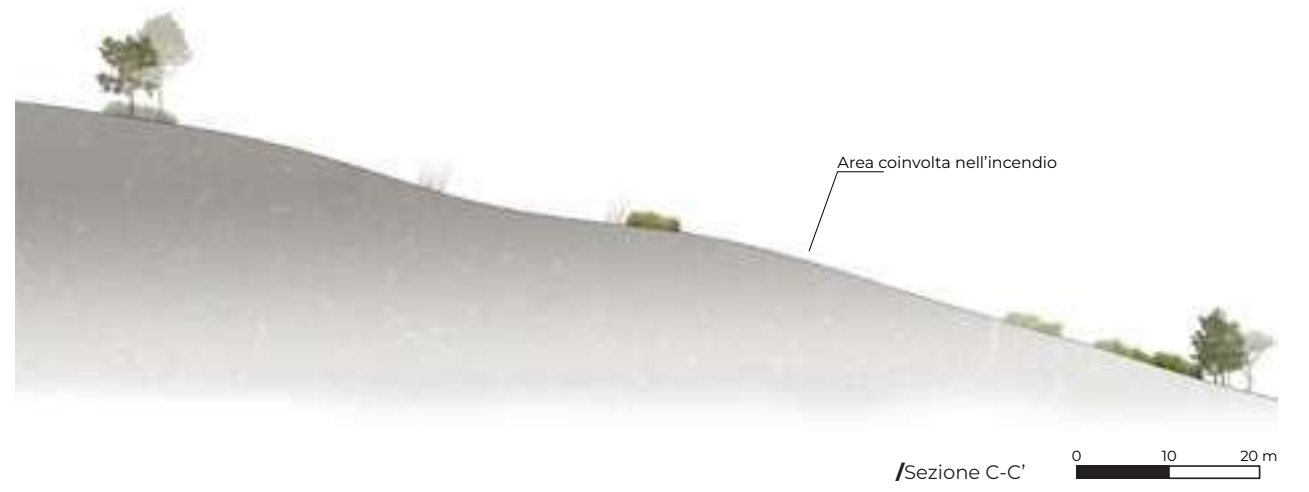
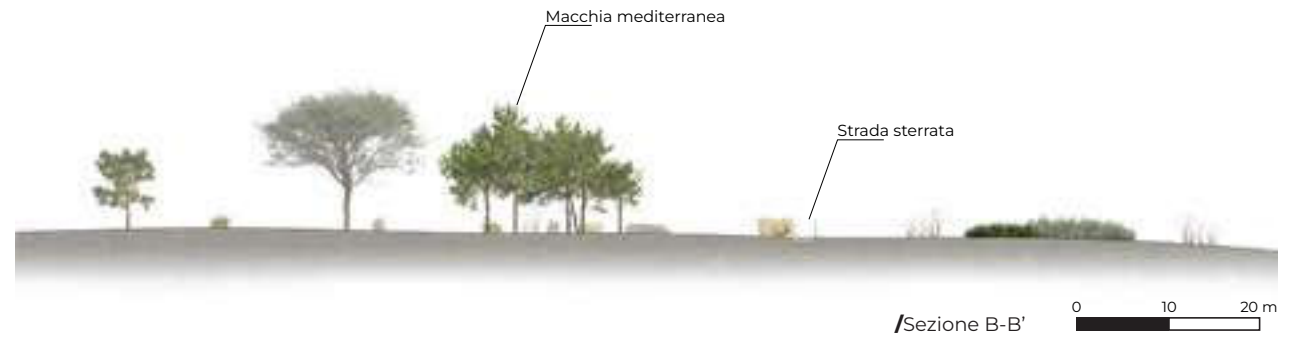
Il Faro di San Domino

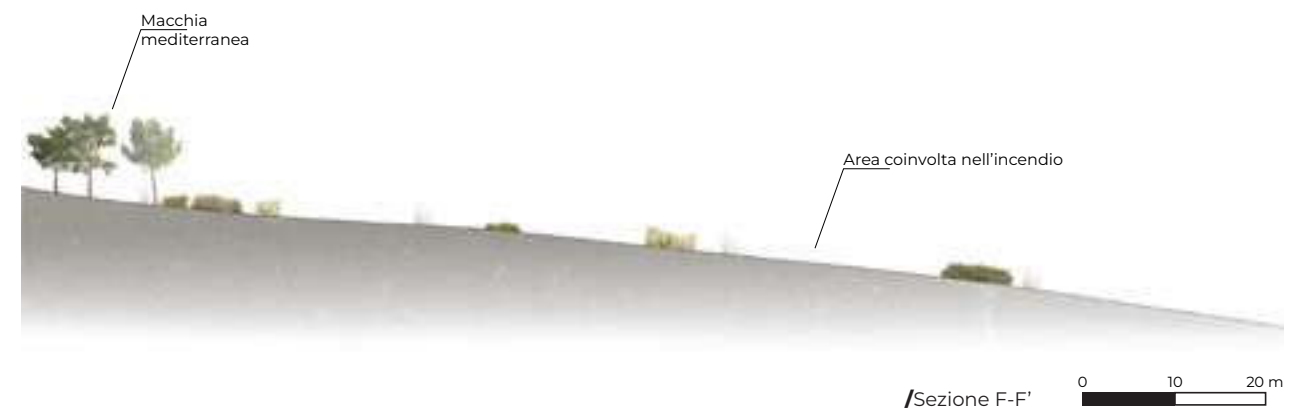
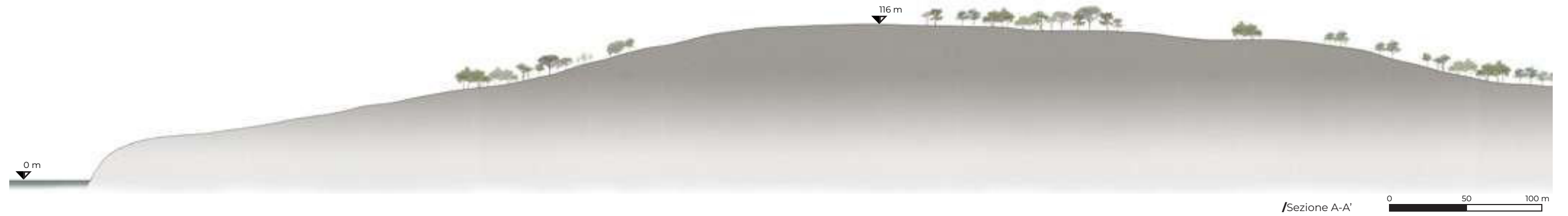
Luogo affascinante grazie alla sua posizione panoramica e alla sua storia particolare. Il faro sorge sulla punta del Diavolo, nella parte sudovest dell'isola. Struttura molto semplice e austera, costruita agli inizi del XX secolo a picco sul mare. È disabitato da circa un quarto di secolo.

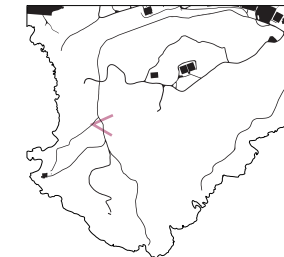
La storia del faro è legata a un fatto di cronaca che ancora oggi presenta molti misteri. L'8 novembre del 1987 esplose una bomba che sgretolò parte del faro e coinvolse uno dei due attentatori che ne rimase ucciso. Ancora oggi non si conoscono le ragioni dell'attentato, quanto basta per innescare ipotesi su una vera e propria storia fatta di intrighi internazionali perché proprio in quel tempo il leader libico Gheddafi aveva rivendicato le Tremiti alla Libia.

Il faro è una struttura di proprietà dello Stato, rientra nel progetto Valore Paesi Fari, un'iniziativa dell'Agenzia del Demanio che punta al recupero e alla riqualificazione dei fari e degli edifici costieri grazie al coinvolgimento degli investitori privati.

Nel luglio 2020 il faro è stato dato in concessione alla EMI Holding spa, che gestirà il bene per i prossimi 30 anni. In seguito ai lavori di ristrutturazione realizzerà una struttura turistico-ricettiva, con spazi dedicati anche alla promozione del territorio e alle attività culturali, ma i lavori, per ora devono, ancora iniziare.







← Quel che resta della Pineta di San Domino, in primo piano l'area interessata dall'incendio del 2017



← Faro di San Domino

STATO DI PROGETTO

Capitolo 5

Descrizione dello stato di progetto

Confrontando la vista area del progetto con lo stato di fatto si nota che abbiamo deciso di mantenere tutti gli elementi esistenti, valorizzandoli: il Faro di San Domino viene restaurato, il dissalatore viene messo in funzione, il serbatoio di Colle dell'Eremita mantiene la sua funzione attuale ma a servizio del dissalatore, la Cappella della Resurrezione viene dotata di una copertura con funzione di ombreggiamento; infine per la Pineta di San Domino viene messo in atto un'operazione di rimboschimento per compensare il consumo di suolo comportato dalla realizzazione delle vasche.

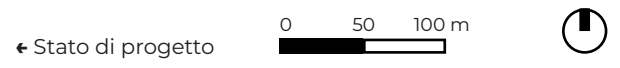
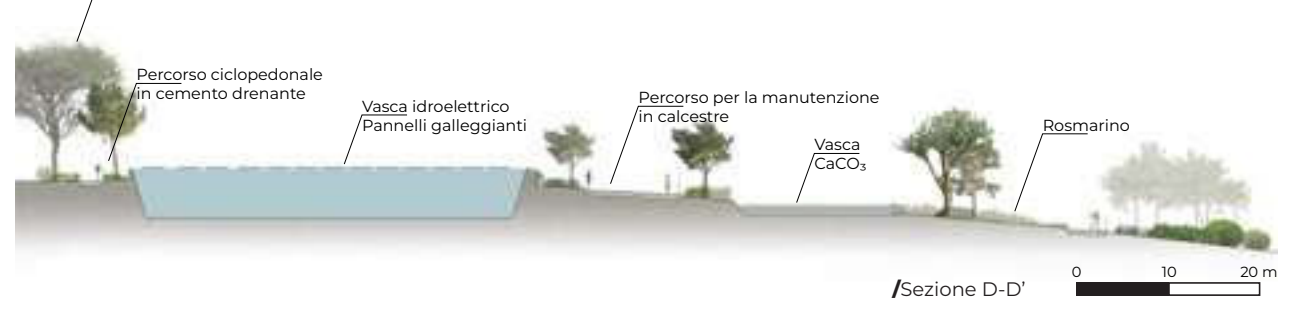
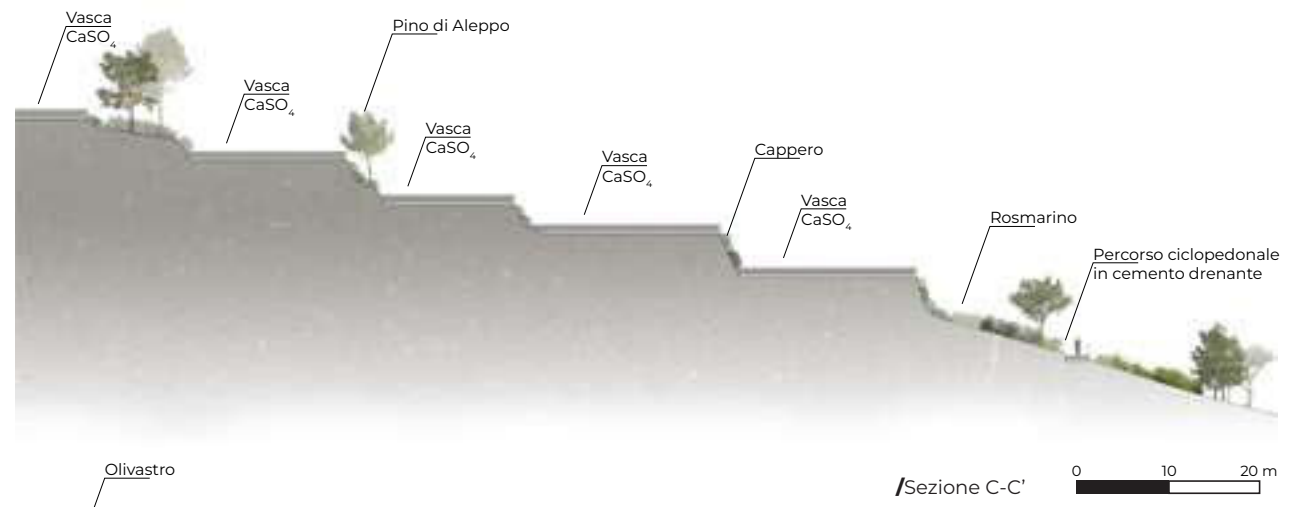
La prima cosa che si nota sono proprio le vasche, diciassette specchi d'acqua con superficie media 2.500 m². Sono divise in due gruppi dalla presenza della pineta preesistente; in alto le vasche evaporanti dal colore azzurro e verde e in basso le vasche salanti dal colore rosa e arancio. Tra le vasche delle saline

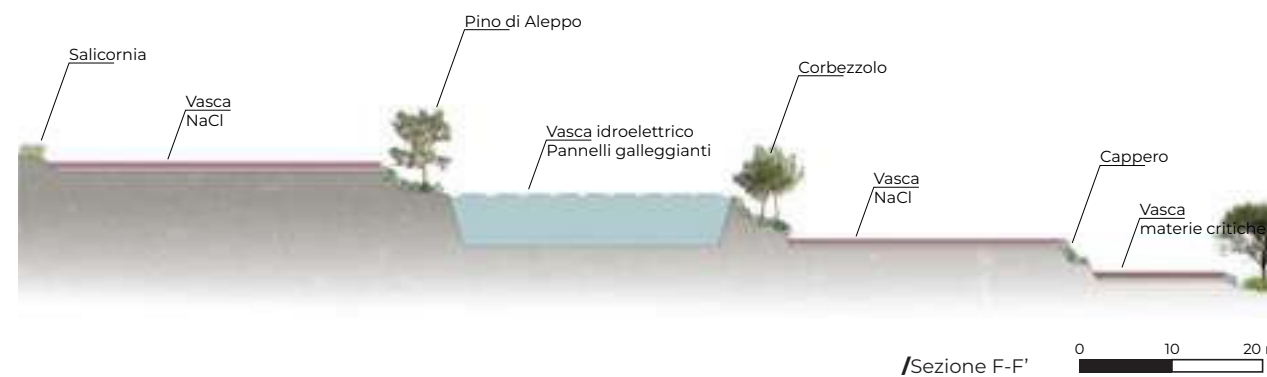
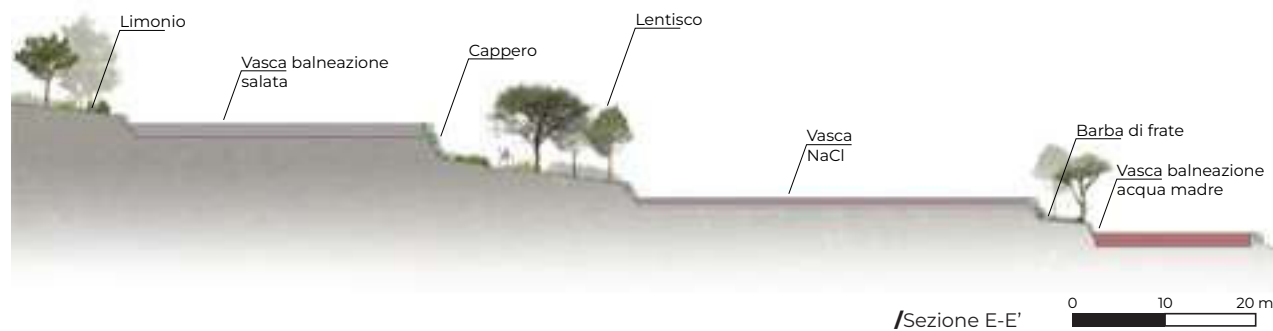
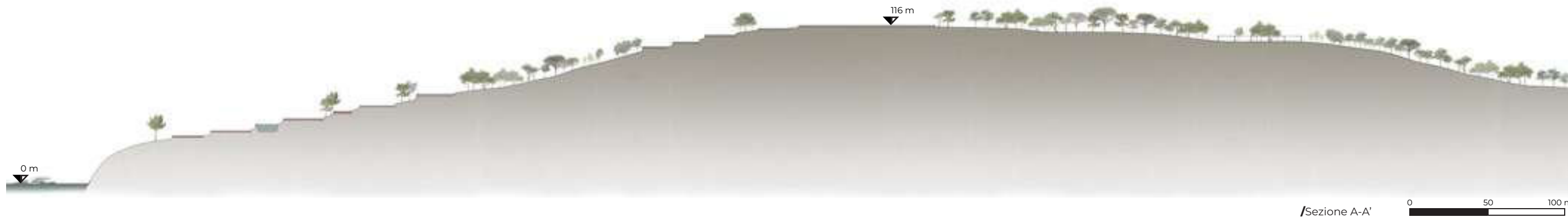
si mimetizzano le due vasche dell'impianto idroelettrico (che si distinguono solo per la presenza dei pannelli fotovoltaici galleggianti) e due piscine per la balneazione con due gradienti salini differenti, la prima con densità pari a quella del Mar Morto (15°Bè = 1,119 g/cm³) e la seconda una vasca termale contenente acqua madre (densità pari a 30°Bè = 1,26 g/cm³) con le note proprietà curative.

Vengono aggiunti due nuovi edifici a servizio delle vasche: la centrale idroelettrica a completamento dell'impianto di generazione di energia dall'energia idraulica e un centro termale a servizio delle vasche della balneazione. Dalla sezione si nota come i bacini non abbiano tutti la stessa profondità. Le saline variano da 50 cm a 20 cm, le vasche dell'idroelettrico sono profonde 5 m perché non deve avvenire l'evaporazione dell'acqua, e le vasche della balneazione e delle materie critiche della profondità di 1,5 m.

Altro cambiamento importante è stato realizzato sulla cima del colle, tra gli impianti per la produzione di acqua potabile dove sono stati collocati due parcheggi, uno per gli addetti e l'altro per i turisti, ombreggiati da pensiline circolari che supportano i pannelli combinati solari e fotovoltaici. Un altro elemento aggiunto è il porto in quanto serve sia un approdo turistico per chi arriva in barca, sia per il trasporto di sale e materie prime critiche verso l'entroterra.

Dal confronto con lo stato di fatto infine si può notare anche l'inserimento di nuovi percorsi a servizio delle vasche e delle nuove funzioni introdotte col progetto, con piccole aree di sosta panoramiche per contemplare il nuovo paesaggio.





Masterplan

Di seguito viene spiegato più un dettaglio come funziona il progetto, sono stati analizzati i seguenti punti:

- Il programma funzionale;
- Il disco orario delle attività;
- Gli accessi e i flussi.

Programma funzionale

Lo schema seguente illustra le complesse relazioni funzionali del progetto. Partendo dal dissalatore ubicato sul Colle dell'Eremita adiacente al serbatoio della capacità di 8.000 m³, esso per funzionare ha bisogno di acqua marina, questa viene pompata

dal mare attraverso il pozzo realizzato nelle aree di pertinenza del serbatoio di Cala Matano. Il sollevamento dell'acqua di mare verso l'impianto di dissalazione avviene tramite condotta premente in ghisa di diametro DN200 e lunghezza pari a circa 1.403 m.

Dal dissalatore si diramano poi due tubi, uno contenente da potabilizzare e l'altro contenente salamoia. Il tubo contenete acqua dolce (ma non ancora potabile) si dirama a sua volta in due di cui, una parte viene convogliata nelle vasche dell'idroelettrico in modo da essere sempre tenuta in movimento, mentre la parte restante, dopo essere stata potabilizzata va a riempire il serbatoio di acqua potabile da cui poi viene distribuita al centro abitato. Il tubo contenente salamoia invece sfocia nella prima vasca delle saline e da lì a cascata riempirà tutte le vasche evaporanti.

Dall'ultima vasca evaporante partono due condotte, una riempie le vasche delle sottostanti delle saline (parte finale del processo), l'altra una verso la prima vasca della balneazione. Questa è una vasca salata, con salinità pari a quella del Mar Morto (15°Bè = 1,119 g/cm³) è riscaldata soltanto dall'energia solare e viene riempita per gravità. Preleva l'acqua che necessita dalla salina soprastante mentre l'acqua in uscita andrà a riempire la salina sottostante.

Le vasche successive sono le vasche salanti, dove si deposita il sale che viene raccolto e portato nel deposito del sale previsto per essere realizzato nel piano interrato del Faro di San Domino assieme a delle aule didattiche per realizzare laboratori inerenti al tema del sale e delle saline e sull'importanza dell'acqua potabile quale risorsa scarsa. Al piano terra e al primo piano

dello stesso edificio sono previste una mostra sull'attività di raccolta del sale e sull'ecosistema delle saline in generale.

La salamoia di scarto ottenuta dopo la raccolta del sale, si chiama acqua madre. L'acqua madre può essere utilizzata per scopi curativi date le sue proprietà antinfiammatorie, antisettiche e riequilibranti del sistema endocrino; oppure può essere portata in laboratorio per l'estrazione di materie prime critiche come il Magnesio. Nel progetto vengono attuate entrambe le soluzioni: la salamoia satura ricca di materie prime critiche viene raccolta nell'ultima vasca in cui aspetta di essere trasportata sull'entroterra, e inoltre viene usata per riempire la vasca termale all'aperto mantenuta ad una temperatura costante di 33°C sfruttando il calore in eccesso prodotto dai pannelli ibridi RA.

Il paesaggio prima solo produttivo si fa anche turistico. Vista la presenza turistica nell'impianto termale e nel museo laboratorio delle saline sono state predisposti altri servizi necessari ad accogliere i turisti: il porto turistico, un parcheggio scambiatore con possibilità di noleggio bici, l'edificio delle terme con spogliatoi, servizi igienici, salette per saune e massaggi e un punto bar e ristoro. Il tutto collegato da un "Percorso paesaggistico", cioè un itinerario ciclopedonale con pendenza costante dell'8% che guida il turista alla scoperta del paesaggio delle saline, lungo il quale si trovano delle piccole aree per la sosta in punti panoramici sul nuovo paesaggio.

Abbiamo pianificato nove punti panoramici: partendo dall'alto il primo si trova vicino al parcheggio scambiatore da dove si può godere del panorama su tutto l'arcipelago; il secondo si trova vicino alle vasche evaporanti per ammirarne la morfo-

gia (anche dalla Cappella della resurrezione si gode di questo paesaggio); il terzo è collocato nella pineta di San Domino, completamente ombreggiato. Il quarto e il quinto si trovano sull'orlo della falesia che a ovest si inabissa verticalmente in mare. Da lì si può ammirare il mare aperto e la costa pugliese. Il sesto si trova nei pressi dell'impianto termale e gode di della vista sulle vasche salanti e le piscine. Gli ultimi tre sono nei pressi della costa, da cui si può ammirare dall'alto la Grotta delle Viole e la Cala delle Rosette e la cala di Zio Cesare.

Infine ci sono le relazioni energetiche che permettono all'isola di alimentarsi quasi esclusivamente con le energie rinnovabili. La fonte principale di energia sono i Pannelli ibridi RA posizionati nelle pensiline dei parcheggi che alimentano termicamente il dissalatore e l'impianto termale e forniscono l'energia elettrica al centro abitato. In aiuto per la produzione elettrica ci sono anche l'impianto idroelettrico, sulle cui vasche (posizionate tra le saline) sono posti dei pannelli fotovoltaici galleggianti.

Disco orario delle attività

È stata fatta una stima approssimata della distribuzione oraria delle attività e delle persone massime previste in modo da dimensionare gli edifici.

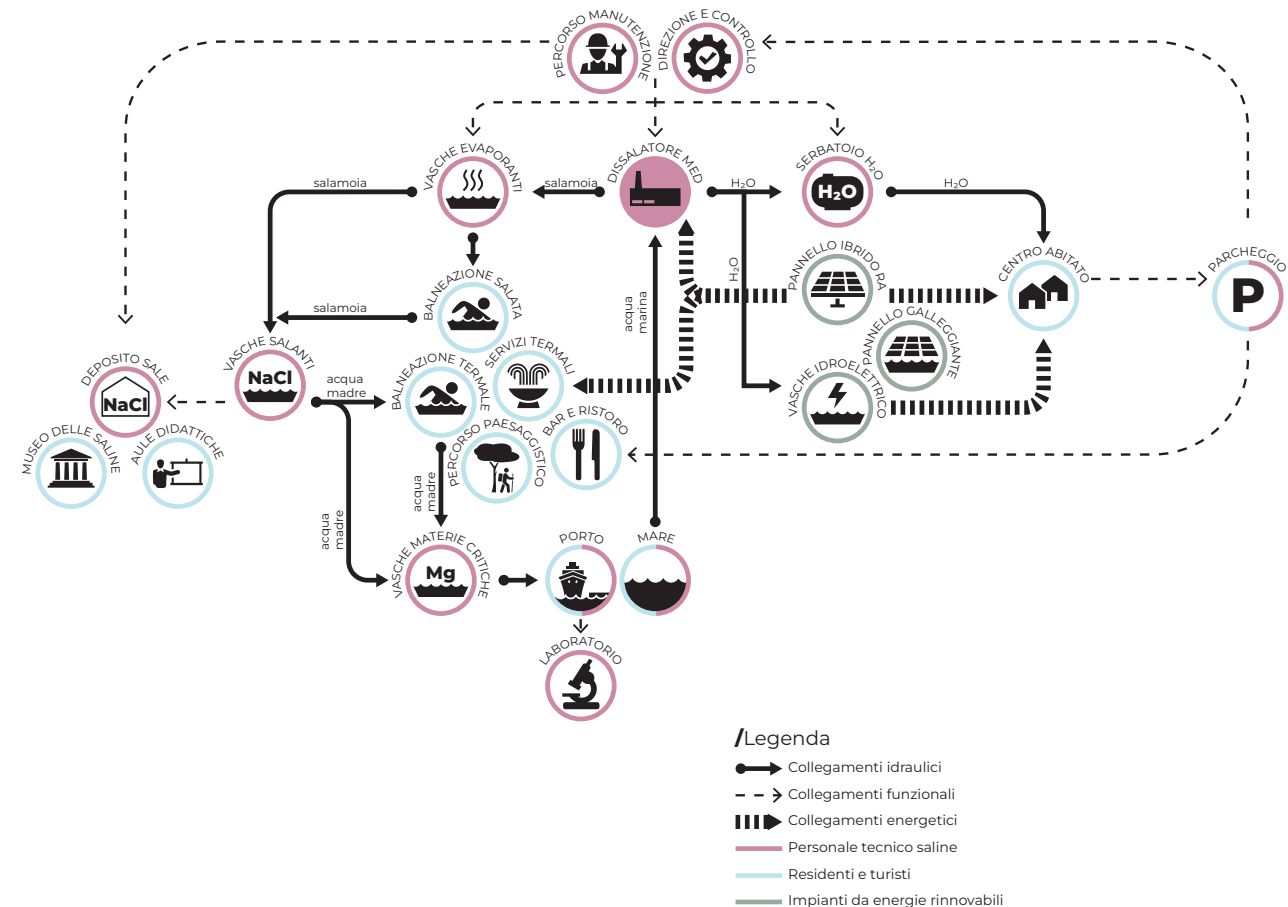
Ovviamente 7 giorni su 7 e 24h su 24 saranno attive le vasche delle saline e il parco, col suo percorso paesaggistico rimarrà sempre accessibile (come avviene al giorno d'oggi). Gli addetti per la produzione del sale saranno al lavoro principalmente la mattina (dalle 6:00 alle 9:00) a causa dell'eccessivo calore durante il giorno. I pannelli ibridi e fotovoltaici galleggianti pro-

durranno energia nelle ore centrali della giornata in ragione del soleggiamento (dalle 6:00 alle 18:00) mentre l'idroelettrico sarà in azione nelle fasce critiche non coperte totalmente dai pannelli solari (dalle 6:00 alle 9:00 e dalle 15:00 alle 18:00).

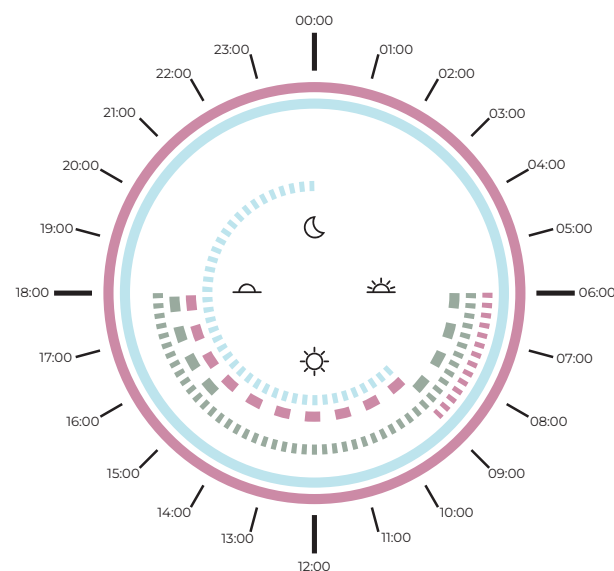
Il dissalatore, gli uffici di direzione e controllo annessi, il parcheggio per gli addetti e il percorso per il controllo della salinità delle vasche saranno aperti dalle 9:00 alle 18:00. Si ipotizza una decina di addetti necessari in totale sia per il dissalatore che per le vasche.

Il porto avrà sia una funzione operativa la mattina (dalle 6:00 alle 9:00) che turistica durante il resto della giornata. È stato quindi dimensionato per ospitare una nave da carico per il trasporto del sale delle dimensioni di 48 x 9,5 m, due navi da escursione delle dimensioni di 12 x 4 m e 4/5 gommoni delle dimensioni indicativa di 4,2 x 1,9 m.

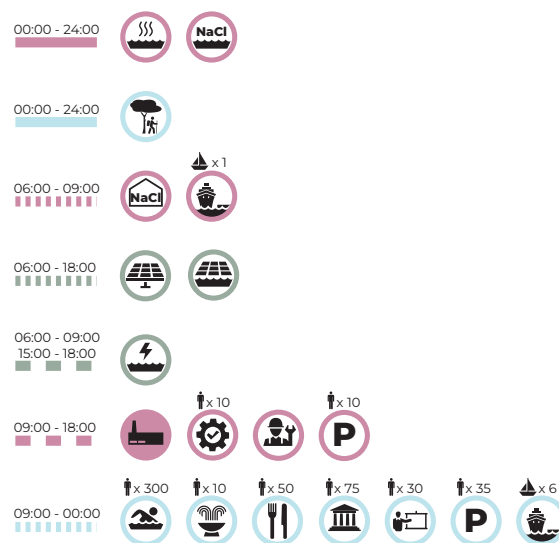
Per quanto riguarda le funzioni turistiche è stata considerata una fascia oraria ampia dalle 9:00 alle 00:00. Per le terme si è considerato una presenza di 10 persone, 50 per il ristorante e 300 per le vasche di balneazione, ma ne potrebbero ospitare molte di più. Mentre il museo può ospitare al massimo 75 visitatori, le aule didattiche 30. Il parcheggio scambiatore ospita 35 posti auto.



↑ Programma funzionale



↑ Disco orario delle attività



Accessi e flussi

Dato che l'area oggi è completamente ciclopedonale si è cercato, da un lato di permettere a tutti di accedervi con le auto (visto il dislivello dal centro abitato che non fa per tutti), ma di limitare questo accesso ad un'unica strada carrabile per mantenere una netta divisione l'unica strada carrabile e tutto il resto dell'area che rimane pedonale.

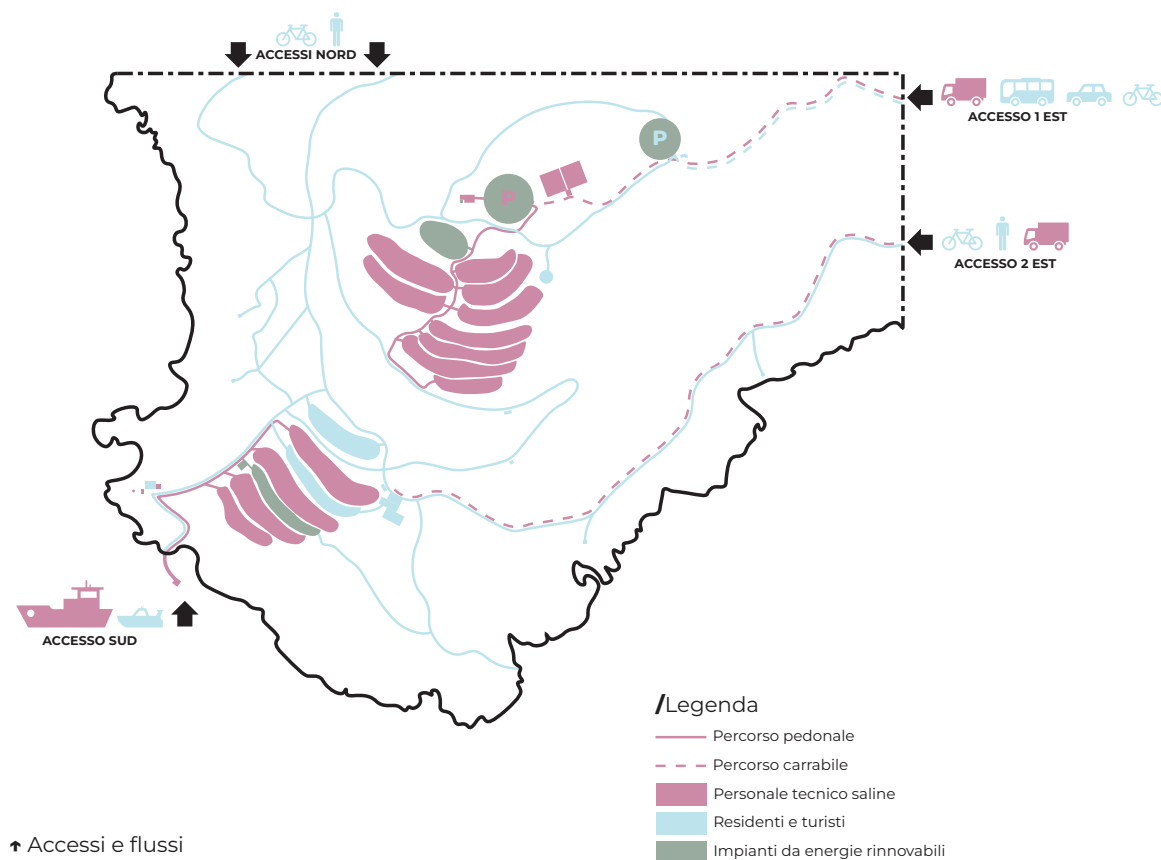
Sono previsti tre accessi principali: un accesso da sud per chi arriva dal mare (imbarcazioni turistiche e nave da carico per il trasporto del sale ogni due settimane) e due accessi carrabili da est. In particolare l'accesso 1 est è per gli addetti alla manutenzione e per i turisti (pulmini e auto private) entrambi questi percorsi carrabili, che per un tratto coincidono, terminano in un parcheggio dal quale ci si può spostare solo in bicicletta o a piedi. L'accesso 2 est, invece, è carrabile solo per i lavoratori che devono rifornire il bar/ristorante e l'edificio termale. Infine sono previsti due accessi secondari da nord, solo ciclopedonali, per chi si trova in quella parte dell'isola.

Per la realizzazione delle strade si è cercato di mantenere il più possibile i percorsi esistenti che però sono stati ripavimentati in quanto ora si trovano in uno stato di degrado. È stata creata una gerarchia di tre tipo di percorsi con diversa pavimentazione e larghezza: percorso carrabile, percorso ciclopedonale primario, percorso ciclopedonale secondario.

- **Il percorso carrabile** è largo 4,5 m ed è pavimentato con masselli autobloccanti in cemento. In questo materiale sono realizzate le strade che conducono ai parcheggi, all'impianto termale e al faro partendo dal porto.

- **Il percorso ciclopedonale primario** è largo 2,5 m e ha una pavimentazione in cemento drenante color ocra. Con questa texture è stato realizzato il “Percorso paesaggistico” e il percorso per la manutenzione delle vasche.

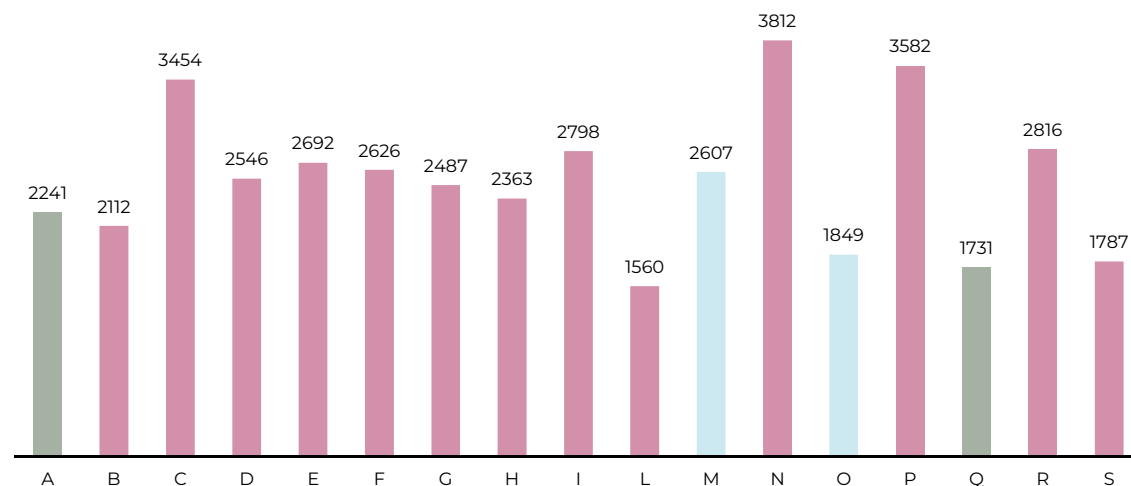
- **Il percorso ciclopedonale secondario** è largo 2 m ed è realizzato in calcestruzzo. Esso costituisce i tratti meno frequentati che portano ad ogni singola vasca, ai punti panoramici e alle calette in prossimità della costa.



Dimensione delle vasche, tubi e scavi

Di seguito viene riportato un quadro di dettaglio con le misure di tutte le vasche, le lunghezze dei tubi per il trasporto dell'acqua salata, dell'acqua dolce, della salamoia tra una vasca all'altra e dell'acqua madre. In particolare forse sarà necessario predisporre un tubo di sicurezza per lo scarico della salamoia a mare in caso che, a causa del mare mosso, la nave per il trasporto della salamoia non riesca a raggiungere l'Isola. Ma questa è un'eventualità remota in quanto la vasca della salamoia è stata ampiamente sovradimensionata e inoltre essa viene usata per riempire la piscina termale. Comunque nel caso sia necessaria la costruzione, il tubo dello scarico di sicurezza dovrà essere lungo 750 m dalla costa, per scaricare la salamoia nella “biocenosi dei fanghi dendritici infangati” e non rovinare gli ecosistemi più fragili del litorale.

Per la costruzione dei terrazzamenti, simulata tramite Grasshopper, si è cercato di arrivare ad un bilancio delle masse in modo da non avere terra di scarto o da non dover portare terreno nell'area. Con 19.000 m³ di terreno rimosso e 18.250 m³ di terreno riportato si ha solo un piccolo avanzo di 750 m³ che può essere usato come sottofondo per la ripavimentazione dei percorsi.

/Superfici delle vasche (m²)

A	Idroelettrico bacino 1	2241 m ²
B	Carbonato di Calcio	2112 m ²
C	Carbonato di Calcio	3454 m ²
D	Carbonato di Calcio	2546 m ²
E	Carbonato di Calcio	2692 m ²
F	Solfato di calcio	2626 m ²
G	Solfato di calcio	2487 m ²
H	Solfato di calcio	2363 m ²
I	Solfato di calcio	2798 m ²

L	Cloruro di Sodio	1560 m ²
M	Piscina salata	2607 m ²
N	Cloruro di Sodio	3812 m ²
O	Piscina termale con acqua madre	1849 m ²
P	Cloruro di Sodio	3582 m ²
Q	Idroelettrico bacino 2	1731 m ²
R	Cloruro di Sodio	2816 m ²
S	Materie critiche	1787 m ²

/Bilancio delle masse (m³)

Terreno rimosso	19.000 m ³
Terreno riportato	18.250 m ³

Produzione di sale e salamoia ricca di materie prime critiche

La raccolta del sale verrà effettuata con i metodi tradizionali date le dimensioni ridotte delle vasche salanti. Questo sistema di raccolta, praticato sino agli inizi del 900, prevede l'impiego di tante persone quante ne servono per coprire l'intera larghezza del bacino. In gergo questi operai erano detti la squadra delle zappette in quanto usano delle zappette per frantumare la crosta salina. Nel mentre che altri operai posti dietro a questi, i palisti, per mezzo di pale di ferro provvedono a formare dei piccoli cumuli di sale all'interno dei bacini, che poi vengono messi in sacchi di juta. Ogni sacco è tenuto in piedi da due operai e due palisti provvedevano a riempirlo e pesarlo.

La quantità di sale prodotta è stata calcolata, proporzionando la superficie delle nostre saline col caso studio delle saline di Mariastella a Trapani. Ne risulta che nel mese di agosto si avrà una produzione massima di sale di 1.300 kg/giorno.

Produzione di sale della salina di Mariastella nell'anno 2011 = 2.500 t/anno

Superficie delle saline di Mariastella = 1.786.287 m²

Superficie delle saline per le isole Tremiti = 34.411 m²

Produzione delle saline per le isole Tremiti = 2.500 t/anno * 34.411 m² / 1.786.287 m² = 1.300 kg/giorno

Stimando quindi una produzione massima di sale pari a 1.300 kg/giorno nel mese di agosto, e la frequenza del trasporto via

nave di 14 giorni, sarà necessario un deposito per il sale di circa 80 m².

Si avrà invece una produzione di salamoia ricca di materie prime critiche di 90 m³/giorno calcolato come $\frac{1}{4}$ della salamoia immessa nel sistema in quanto in quanto la densità della salamoia ad evaporazione completa (40°Bé) è circa quattro volte maggiore di quella appena uscita dall'impianto di dissalazione (10°Bé). Si può desumere che nel mese di agosto, evaporando 1 cm/giorno la salamoia si ridurrà a $\frac{1}{4}$ del suo volume iniziale.

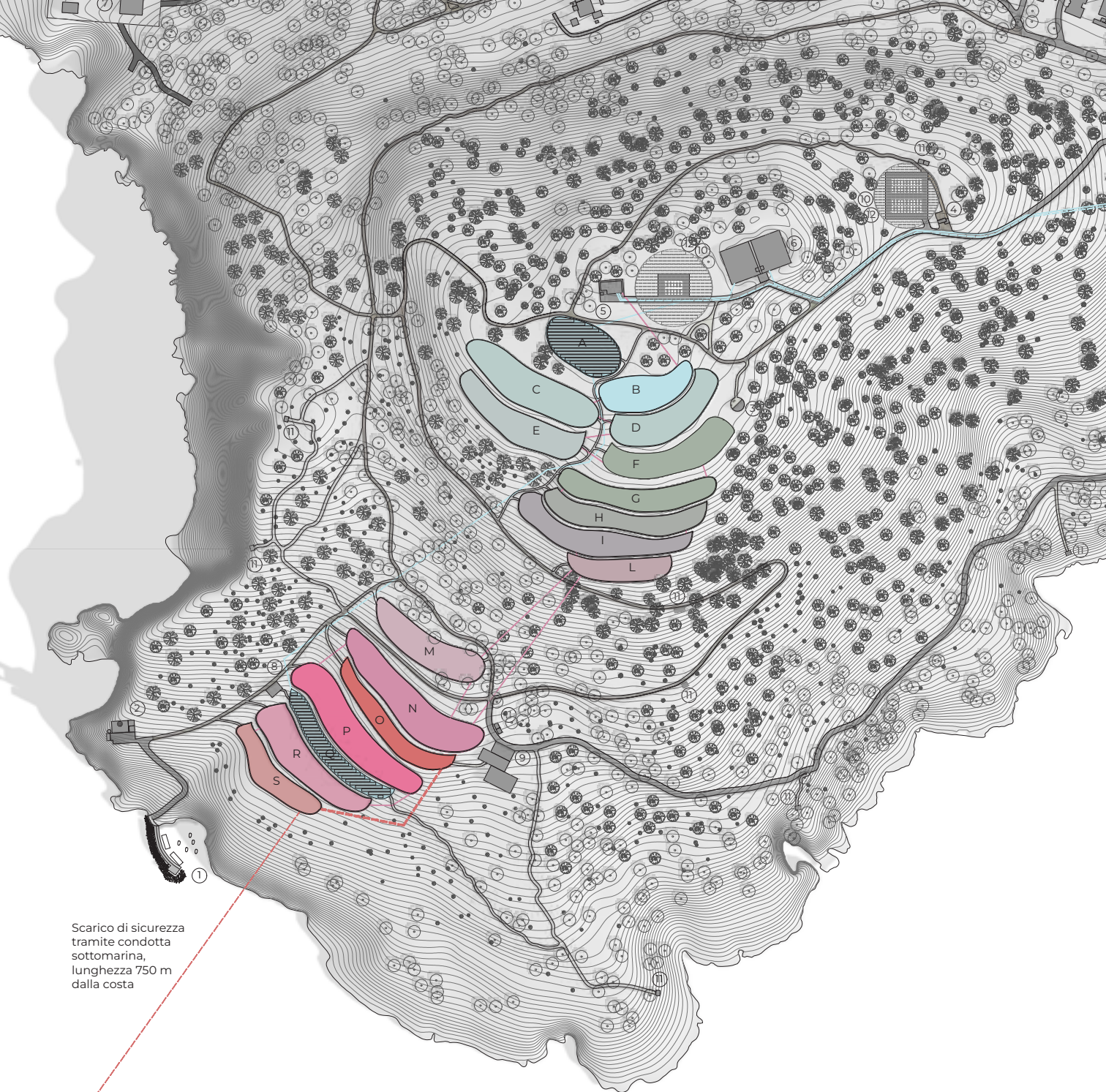
Produzione di salamoia nel mese di agosto = 360 m³/giorno

Produzione di salamoia ricca di materie prime critiche nel mese di agosto = 360 m³/giorno / 4 = 90 m³/giorno

Quindi la profondità della vasca contenente l'acqua madre sarà di 1,4 m. Per il calcolo è stato considerato con un fattore di sicurezza del 100% in caso in cui la vasca non possa essere svuotata dalla nave cisterna ogni 14 giorni a causa del maltempo.

































→ Raccolta a mano del sale nelle antiche saline di Augusta, Siracusa, anni '50 del Novecento



Scarico di sicurezza
tramite condotta
sottomarina,
lunghezza 750 m
dalla costa

/Legenda

-  Albero di Pino preesistente
-  Albero di Corbezzolo
-  Albero di Olivastro
-  Albero di Pino
-  Albero di Lentisco
-  Percorso carrabile
-  Percorso ciclopedonale primario
-  Percorso ciclopedonale secondario
-  Acqua salata
-  Acqua dolce
-  Salamoia
-  Acqua madre
-  Vasche di Carbonato di calcio
-  Vasche di Solfato di calcio
-  Vasche di Cloruro di sodio
-  Vasche di Materie critiche
-  Vasche di balneazione con acqua madre
-  Vasche del sistema idroelettrico
-  1 Molo
-  2 Faro
-  3 Cappella della Ressurrezione
-  4 Stazione di noleggio e riparazione biciclette
-  5 Dissalatore e Potabilizzatore
-  6 Serbatoi per acqua potabile
-  7 Depuratore
-  8 Centrale idroelettrica
-  9 Centro termale
-  10 Parcheggio
-  11 Punto di sosta
-  12 Pannelli fotovoltaici

← Masterplan



Studio della vegetazione

L'area della Pineta di San Domino coinvolta nel progetto ha subito una diffusa riduzione a causa dell'incendio del 2017. Il progetto del verde mira al mantenimento degli alberi esistenti e al rimboschimento di tutta la zona non interessata dalla costruzione dei terrazzamenti.

Il percorso paesaggistico

Tramite lo studio del verde si è deciso di coniugare il paesaggio salino, consistente in una successione di vasche che aumentano lentamente la loro salinità, con l'offerta turistica creando un "Percorso Paesaggistico" in modo da permettere al visitatore la scoperta dello scenario delle saline, lungo il quale vengono messe a dimora le specie arboree usate nel rimboschimento, organizzate seguendo il gradiente salino delle vasche. Le

piante che resistono meno alla salinità vengono poste all'inizio del percorso, dove esso costeggia le vasche evaporanti, mentre quelle più adatte ai climi trovano dimora a ridosso delle vasche salanti.

In Particolare si ottiene questa "scala arborea della salinità" che parte dagli alberi che resistono meno alla salinità come il Corbezzolo e l'Olivastro e il Pino d'Aleppo per giungere agli arbusti tra cui il Lentisco, il Capperò e il Rosmarino e passare alle piante erbacee che resistono meglio ai climi salati tra le quali sono state scelte la Speronella comune, la Damigella campestre, il Limonio delle Tremiti, la Salicornia strobilacea e la Barba di Frate completando così anche una scala di altezza oltre che di salinità.



Albero
H 10 m

/Corbezzolo
Arbutus unedo



Albero
H 15 m

/Olivastro
Olea oleaster



Albero
H 15 m

/Pino di Aleppo
Pinus halepensis



P. erbacea
H 0,5 m

/Elicriso
Helichrysum italicum



P. erbacea
H 0,4 m

/Speronella comune
Delphinium longipes



P. erbacea
H 0,3 m

/Damigella campestre
Nigella arvensis



Arbusto
H 4 m

/Lentisco
Pistacia lentiscus



Arbusto
H 0,7 m

/Cappero
Capparis spinosa



Arbusto
H 1,2 m

/Rosmarino
Rosmarinus officinalis



P. erbacea
H 0,2 m

/Limonio delle Tremiti
Limonium diomedea



P. erbacea
H 0,4 m

/Salicornia strobilacea
Halocnemum strobilaceum



P. erbacea
H 0,5 m

/Barba di frate
Salsola soda

Queste piante sono messe a dimora a macchie omogenee o combinate per la creazione di due diversi sottoboschi: chiamati, per distinzione “Sottobosco”, e “Sottobosco aromatico”.

Il “Sottobosco” è un Semplice sottobosco composto da medi e piccoli arbusti sempreverdi dai colori vivaci di un'altezza intorno ai 4 m. Specie come l'Oleastro, il Lentisco, la Fillirea, ma anche cactus, nelle zone più soleggiate. Posizionato nella zona centrale degli impianti e dei parcheggi e nella zona perimetrale al centro abitato e all'impianto di depurazione, in quanto tuttora interessate da questo tipo di vegetazione.

Mentre il “Sottobosco aromatico” è formato dagli stessi arbusti che compongono il “Sottobosco”, ma con una prevalenza di piante erbacee aromatiche di altezza compresa tra i 150 e i 70 cm come Rosmarino, Salvia, Basilico, Timo, Maggiorana e Lavanda. Si sviluppa nella zona dei due versanti, sud-est e nord-ovest, liberi dalle vasche e dagli impianti, per creare un sottobosco ricco di profumi e nuove esperienze sensoriali.

Infine i muri a secco per la costruzione dei terrazzamenti delle vasche divengono la base la coltivazione del capperò, pianta già molto presente nell'arcipelago soprattutto sull'isola di Capraia, dove la pianta ha dato proprio il nome all'Isola, Capperàia poi divenuta Capraia. In un futuro i muri stessi potranno essere completamente ricoperti di piante di capperò in quanto il piccolo arbusto Fa dei muri a secco soleggiati la sua dimora prediletta. Inoltre della pianta si consumano i boccioli, che si conservano sott'olio sotto aceto o sotto sale, che ora non manca sull'isola.

Le specie arboree

Di seguito una breve descrizione di tutte le specie arboree presenti e delle loro caratteristiche.

ALBERI



/Pineta preesistente
Pineta di San Domino

Estesa pineta a Pino di Aleppo di grande importanza, la cui presenza è accertata anche da varie carte storiche, ad esempio quella di Natale Bonifacio del 1574.

Si riscontra una zonazione della pineta in funzione della distanza dal mare, quella costiera ha un'elevata presenza del Ginepro, la stretta fascia più interna più umida presenta intrusioni rilevanti del Leccio, il resto rappresenta la formazione tipica più arida.



/Corbezzolo
Arbutus unedo

Albero da frutto sempreverde, può raggiungere un'altezza di 10 m e un diametro della chioma di 4 m. Dai fiori bianchi si ricava un miele pregiato. Il frutto è una bacca sferica di circa 2 centimetri, edibile.

È una delle specie mediterranee che meglio si adatta agli incendi, resiste alla siccità e a molti parassiti. Vegeta in terreni sub-acidi, anche rocciosi.

ALBERI


/Olivastro
Olea oleaster

Albero di altezza media, al massimo fino a 15 m e una chioma ampia, tra i 6 e i 12 m. Il suo legno è ideale per lavori pregevoli di ebanisteria. I fiori sono bianchi.

È una specie di elevata importanza ambientale, in quanto specie colonizzatrice della macchia mediterranea. In Italia è presente allo stato spontaneo lungo tutta la fascia costiera della penisola e delle isole.



/Pino di Aleppo
Pinus halepensis

Albero sempreverde a portamento irregolare con chioma lasca ed espansa alta 10-15 metri e larga 10 m. Foglie aghiformi di colore verde-chiaro lunghe 3-8 cm.

Presente in natura nel Parco nazionale del Gargano. Pianta a crescita piuttosto rapida, utilizzata per rimboschimenti di aree difficili, forma associazioni con specie scherofilliche come il Corbezzolo e l'Olivastro.

ARBUSTI


/Lentisco
Pistacia lentiscus

Arbusto di 3-4 metri d'altezza, con chioma altrettanto larga. La fioritura ha luogo in primavera, da aprile a maggio. I frutti rossi sono ben visibili in piena estate.

È una specie diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo prevalentemente nelle regioni costiere, in associazione con l'Olivastro e il Mirto. È una specie miglioratrice del terreno, ideale per il recupero di aree degradate.



/Cappero
Capparis spinosa

Piccolo arbusto a portamento prostrato-ricadente avente altezza 40-70 cm. Della pianta si consumano i boccioli, che si conservano sott'olio, sotto aceto o sotto sale. Le foglie sono sempreverdi, i fiori bianchi-rosati.

Condizione essenziale per la sua coltivazione è di fornirgli un terreno arido e calcareo, ideale l'inserimento delle piantine su muretti a secco, purché soleggiate.



/Rosmarino
Rosmarinus officinalis

Pianta arbustiva sempreverde che raggiunge altezze di 50-300 cm. Per effetto dei meccanismi di difesa dal caldo la pianta arresta quasi completamente la vegetazione in estate, mentre ha fioritura e fruttificazione in tardo autunno ed in primavera.

Richiede posizione soleggiata al riparo dai venti gelidi; terreno leggero sabbioso-torboso ben drenato.

PIANTE ERBACEE


/Elicriso
Helichrysum italicum

Pianta erbacea alta 30-50 cm, molto ramificata fin dal basso. Tutte le parti sono fortemente aromatiche.

Caratteristico della macchia mediterranea, è abbondante nelle zone aride prospicienti il mare e, all'interno, nei luoghi rocciosi e pietrosi in suoli poco evoluti. Può costituire il principale componente di macchie degradate, ricoprendo ampie distese.



/Speronella comune
Delphinium longipes

È una pianta erbacea annuale. La sua altezza raggiunge 40 cm. Il suo periodo di fioritura è compreso tra i mesi di aprile e luglio.

Presente in quasi tutte le regioni dell'Italia peninsulare e insulare. Cresce nei campi e negli incolti aridi, con suolo calcareo, a quote che variano tra 0 e 1200 metri sul livello del mare.



/Damigella campestre
Nigella arvensis

È una pianta erbacea annuale. La sua altezza raggiunge i 30 cm. Il fiore è di colore bianco e si trova nella parte sommitale della pianta. Il suo periodo di fioritura è compreso tra i mesi di maggio e giugno.

Vive nei climi mediterranei, apprezza in particolare le aree calcaree vicino a un deflusso di acqua, a quote che variano tra 0 e 1000 metri sul livello del mare.

PIANTE ERBACEE


/Limonio delle Tremiti
Limonium diomedea

Pianta erbacea perenne, alta da 10 a 70 cm. Le foglie sono carnose e i fiori di colore lilla. Fiorisce da giugno a luglio.

Specie endemica delle isole Tremiti, predilige suoli ricchi di sale e quindi cresce in prossimità delle coste, sulle spiagge o in terreni salini dell'interno come paludi salmastre.



/Salicornia strobilacea
Halocnemum strobilaceum

Pianta erbacea dal fusto prostrato-eretto, alto fino a 1-1,5 m. Le foglie sono ridotte a squame succulente, di colore verde glauco.

La specie è diffusa nelle regioni meridionali del Mediterraneo, in habitat desertici e salmastri come uno stagno costiero su substrato salmastro o paludi con acque salate.



/Barba di frate
Salsola soda

È una specie di piccole dimensioni, massimo 70 cm. È commestibile e in passato dalla combustione delle piante si otteneva il carbonato di sodio, la soda, che veniva utilizzata per la lavorazione del vetro e per la produzione del sapone.

Richiede dei suoli ricchi di sale, cresce abitualmente nelle zone costiere.

MACCHIE

/Sottobosco

Semplice sottobosco composto da medi e piccoli arbusti sempreverdi dai colori vivaci di un'altezza intorno ai 4 m. Specie come l'Oleastro, il Lentisco, la Fillirea, ma anche cactus, nelle zone più soleggiate.

Posizionato nella zona centrale degli impianti e dei parcheggi e nella zona perimetrale al centro abitato in quanto tuttora interessate da questa vegetazione.


/Sottobosco aromatico

Formato dagli stessi arbusti che compongono il "Sottobosco", ma con una prevalenza di piante erbacee aromatiche di altezza compresa tra i 150 e i 70 cm come Rosmarino, Salvia, Basilico, Timo, Maggiorana e Lavanda.

Si sviluppa sui versanti sud-est e nord-ovest liberi dalle vasche e dagli impianti.

MACCHIE

/Macchia mediterranea

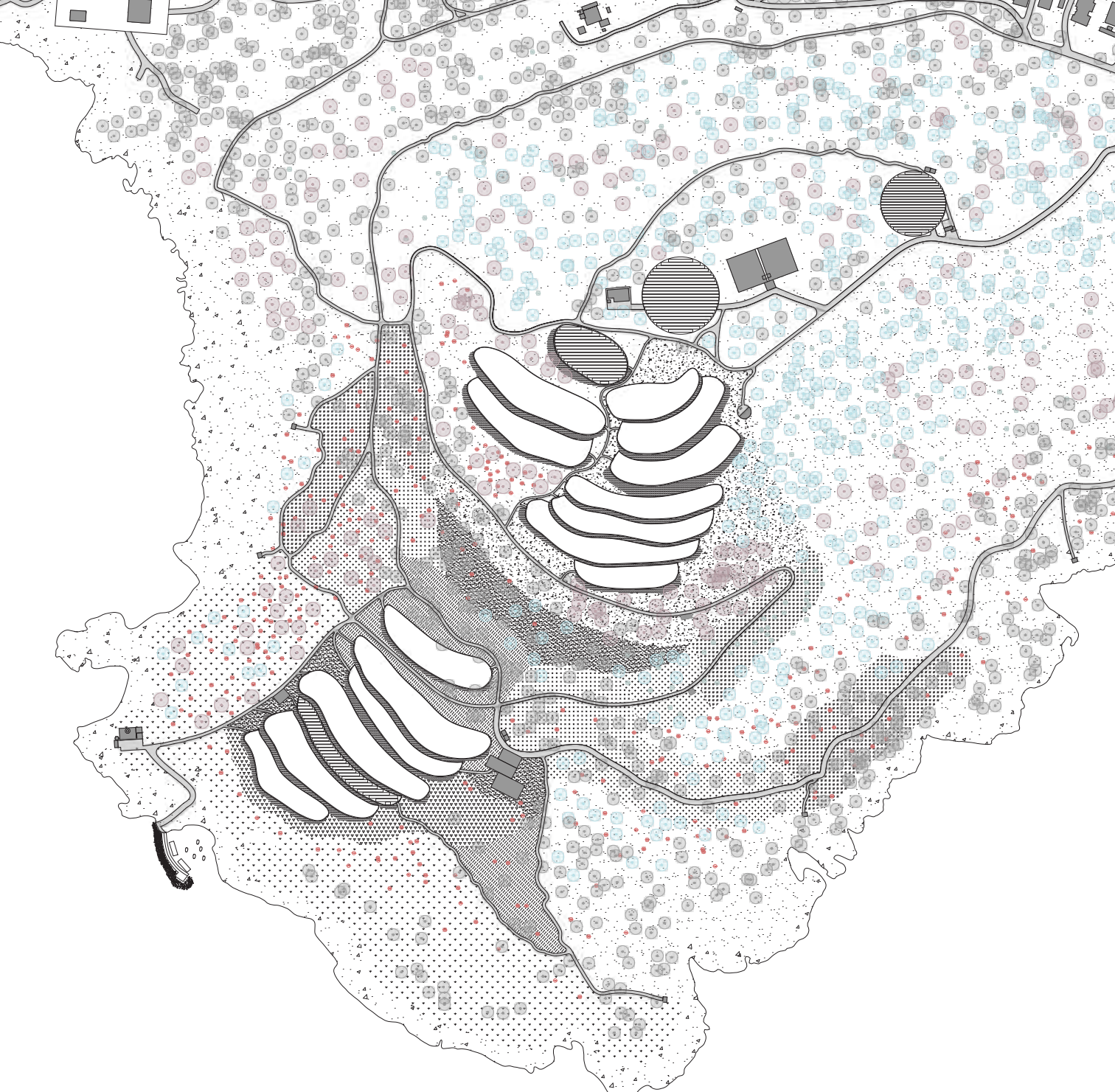
Insieme di piante erbacee di altezza compresa tra i 70 e i 20 cm. Tra cui l'Elicriso, la Speronella comune, la Damigella campestre, il Limonio delle Tremiti, la Salicornia strobilacea, la Barba di frate e altre specie.

Posizionata nella zona a sud-ovest attorno al Faro di San Domino e in prossimità della falesia, tuttora interessata da questo tipo di vegetazione.


/Falesia

Costa rocciosa con pareti a picco, alte e continue, scavate da un gran numero di grotte marine.

Tutta la costa delle isole Tremiti è caratterizzata da un susseguirsi di cale, scogliere dirupate e grotte, alternanza morfologica che si ritrova anche nelle parti sommerse, dove a fondali lentamente degradanti, si alternano falesie che si inabissano vertiginosamente.



/Legenda

- Pineta preesistente
- Corbezzolo
- Olivastro
- Pino di Aleppo
- Lentisco
- Cappero
- Rosmarino
- Elicriso
- Speronella comune
- Damigella campestre
- Limonio delle Tremiti
- Salicornia strobilacea
- Barba di frate
- Sottobosco
- Sottobosco aromatico
- Macchia mediterranea
- Falesia

Dettagli e tecnologia

I terrazzamenti

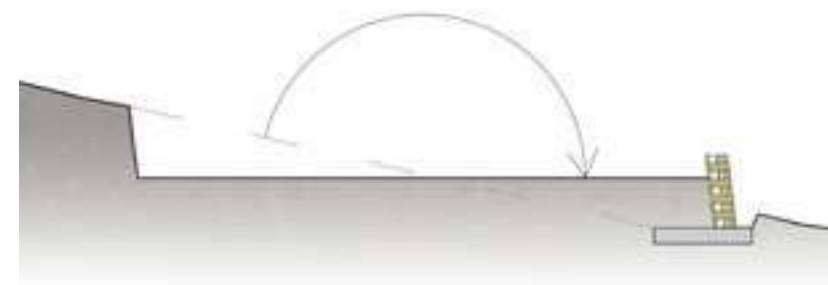
Le vasche sono realizzate su terrazzamenti, ovvero la porzione di terreno a monte viene riportata a valle in modo da creare un piano di campagna orizzontale sostenuto a monte e a valle da due muri di sostegno a secco in cemento prefabbricato.

Nell'area di progetto sono presenti dei muretti a secco realizzati con pietre calcaree presenti nel luogo. Essi hanno funzione di dividere le proprietà più che di sostegno del terreno in quanto sono piuttosto bassi (da 40 cm ad 1 m) e non fanno parte di un vero e proprio sistema di terrazzamenti. Prendendo come riferimento questi muri preesistenti, la tecnologia scelta per la costruzione dei muri di sostegno non è ricaduta su un muro a secco tradizionale in quanto sarebbe stato più difficile controllarne le proprietà strutturali e trovare la manodopera in grado

↓ Schema di realizzazione di un terrazzamento



/1 Costruzione del muro a valle del terrazzamento da realizzare



/2 Escavazione e riporto della terra in modo da formare una superficie pianeggiante



/3 Costruzione del muro a monte del terrazzamento realizzato

di realizzarli. È stato scelto il sistema Keystone, tecnologia per muri di contenimento in grado di fornire una struttura solida, economica, facile da posare (in quanto formata da blocchi modulari) ed esteticamente gradevole. I blocchi Keystone hanno la stabilità di una gabbionata, ma sono facili da manipolare, leggeri, e più rapidi da posare in opera dei gabbioni e delle strutture a guscio in calcestruzzo. Sono progettati con un sistema di collegamento con PIN in fibra di vetro, eliminando la necessità di stuccature o applicazione di malte. La messa in opera del muro avviene tramite il collegamento con PIN in fibra di vetro ed il successivo riempimento con materiale granulare di cava negli interspazi del blocco. Per realizzare muri con altezze di 15-20 m la struttura viene ulteriormente rinforzata con l'uso combinato di geogriglie e blocchi.

→ PIN di collegamento in fibra di vetro



→ Elemento di copertura

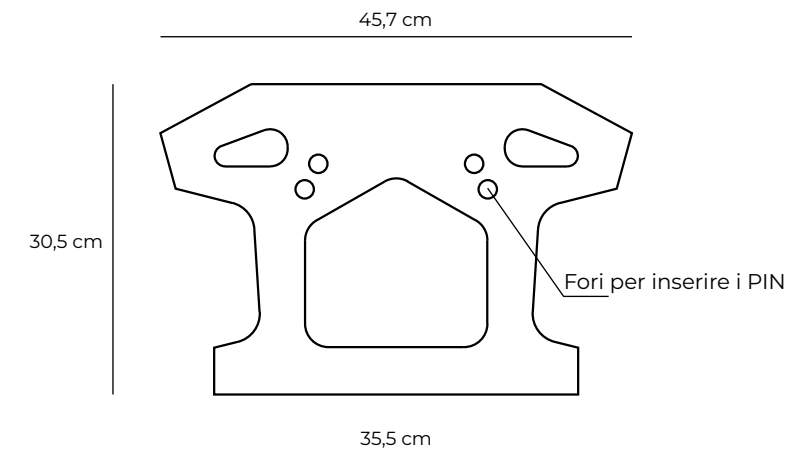


→ Sistema Keystone, elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso



Cod. BKC3TP114 – Nocciola

→ Disegno blocco Keystone



Installazione fase per fase:

- Rimuovere tutta la vegetazione di superficie e i detriti.
- Dopo aver tracciato la posizione e la lunghezza del muro, scavare la trincea di base, nella quale viene posizionato il primo ricorso di blocchi. Questo crea un cuneo passivo di terreno che consente di resistere allo slittamento. Inoltre aiuta a evitare l'erosione e lo scalzamento alla base del muro. La trincea di base deve essere abbastanza ampia da consentire la posa dei blocchi e la realizzazione della zona di drenaggio.
- Iniziare con la selezione del materiale appropriato per il supporto di livellamento di base. Posizionare il materiale selezionato con rinforzo di doppia geogriglia e compattarlo con l'attrezzatura appropriata in modo da ottenere la densità adeguata e uno spessore di 40 cm.
- Posizionare tutti i blocchi seguendo la curva della vasca, e livellare i blocchi posati in opera.
- Installare i pin, nei fori predisposti per avere una pendenza della scarpata di 8.8° (25 mm di rientranza tra un corso e il successivo).
- Riempire le cavità dei blocchi e della zona di drenaggio con un materiale granulare drenante inorganico idoneo (inerte di cava pulito, con granulometria min=15 mm e max=40 mm, evitando ogni materiale o ghiaia di forma liscia e tondeggian-te o che contenga particelle fini). Se si utilizza la geogriglia di armatura, l'effetto di incastro per attrito con la facciata del muro risulta significativamente migliorato. Inoltre questo materiale

aumenterà il peso complessivo di ogni blocco.

- Compattare i terreni di riempimento compattati per strati non più spessi 20 cm, pari all'altezza di un singolo blocco.
- Pulire la parte superiore del blocco in modo di ottenere una superficie liscia per il posizionamento del ricorso successivo.
- Posizionare i ricorsi successivi. Ogni blocco verrà posizionato su due blocchi sottostanti. Se si è raggiunto il livello del muro dove è prevista, posizionare la geogriglia. Ripetere le fasi fino al completamento del muro e infine disporre gli elementi di copertura.



→ Muro di sostegno realizzato col sistema Keystone

Le vasche

Per quanto riguarda il fondo delle vasche delle saline essi verranno realizzati su materasso di fondazione sp. 40 cm rinforzato con doppia geogriglia, sul quale verrà steso uno strato di calcare compattato di 20 cm, infine uno strato di argilla di 10 cm con funzione di impermeabilizzazione del suolo per evitare infiltrazioni saline.

Mentre per le piscine, si è scelto di realizzare le vasche in calcestruzzo gettato in opera anche se è una tecnologia complessa da realizzare su un'isola, ma anche l'unica in grado di permettere una varietà di forma pressoché infinita e di utilizzare rivestimenti in ceramica o pietra. Infatti si è scelto un rivestimento in Lapitec bianco, lastre dallo spessore di 2 cm realizzate in un materiale frutto di una miscela di minerali naturali ideale anche in immersione e a contatto con acqua salata.

Il sistema di filtraggio dell'acqua scelto è il ricircolo a sfioro in quanto molto elegante per piscine che si aprono sul panorama. L'acqua arriva fino al bordo della vasca, per tracimare e cadere all'interno di un canale che si trova lungo il bordo sud della vasca. Da questo canale l'acqua viene convogliata a una seconda vasca di compenso, da cui viene prelevata, filtrata e reimpressa nella piscina. Sicuramente le piscine a sfioro sono esteticamente più belle, però hanno bisogno di maggiore spazio per gli elementi aggiuntivi (canale perimetrale e vasca di compenso) e costano generalmente di più. In cambio tale sistema di filtraggio garantisce una maggiore pulizia dell'acqua.



→ Lastre in Lapitec bianco Serena, finitura antiscivolo Satin

I percorsi

La pavimentazione dei percorsi sarà realizzata con tessuto non tessuto posto sul terreno esistente (previo livellamento) sul quale sarà posto un sottofondo misto di spessore 20 cm, base per la pavimentazione in cemento drenante (o autobloccanti in cemento o calcestre stabilizzato). Ispirandosi ai percorsi pre-esistenti è stato scelto di usare come cassero a perdere delle pietre in calcare (recuperate dagli scavi per la realizzazione dei terrazzamenti) e, sul lato verso valle nelle staccionate in pino massello con corda, ancorate al suolo tramite un ancoraggio zincato a vite.

→ Percorso carrabile:
pavimentazione
in masselli
autobloccanti

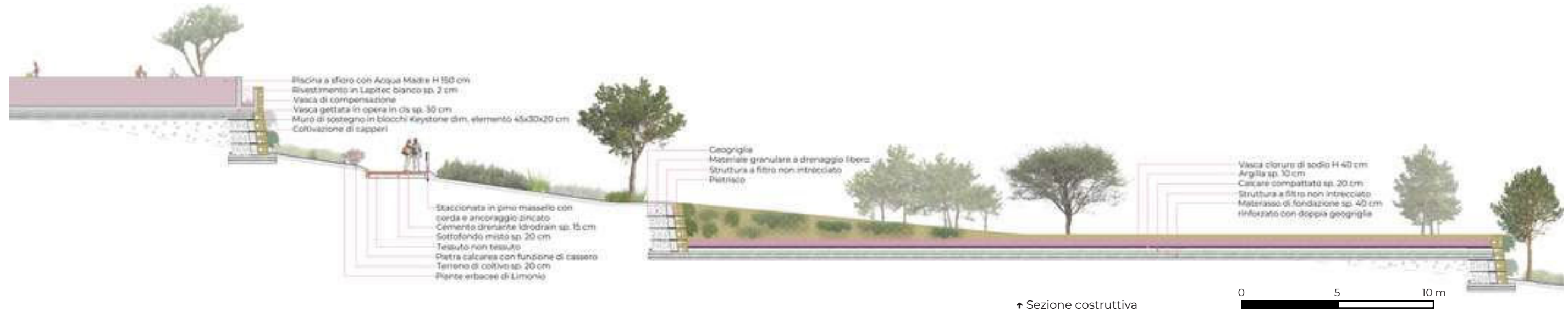


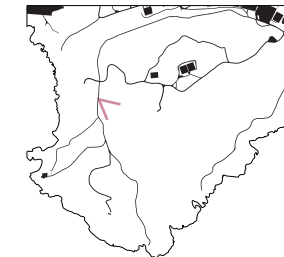
→ Percorso
ciclopedonale
primario:
pavimentazione in
cemento drenante



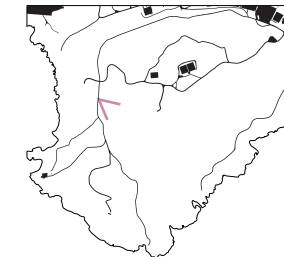
→ Percorso
ciclopedonale
secondario:
pavimentazione in
calcestre







← Vista stato di fatto,
panorama da Colle
dell'Eremita



← Vista stato di progetto,
panorama da Colle
dell'Eremita



← Vista stato di fatto,
panorama che si vede
giungendo sull'isola in
traghetto



← Vista stato di progetto,
panorama che si vede
giungendo sull'isola in
traghetto



← Vista stato di fatto,
panorama che si vede
giungendo sull'isola in
elicottero



← Vista stato di progetto, panorama che si vede giungendo sull'isola in elicottero

APPENDICE

Bibliografia e sitografia

Bibliografia

Aliberti F. (2017) “Impatto ambientale dello scarico del dissalatore di Lipari nel corpo idrico ricettore” [file PDF]. Disponibile all'indirizzo web <https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/contenuti/28188>

Battistelli F., Laurenti M., Minutolo A., Montiroli C., Nanni G., Petracchini F., Tomassetti L., (2023) “Suolo, rifiuti, acqua, energia, mobilità, depurazio-

ne. Le sfide della sostenibilità nelle isole minori”, [file PDF].

Disponibile all'indirizzo web <https://www.isolesostenibili.it/>

Cipollina A., Bevacqua M., Dolcimascolo P., Tamburini A., Brucato A., Glade H., Buether L., Micale G., *Reactive crystallisation process for magnesium recovery from concentrated brines* in “Desalination and Water Treatment”, Vol. 55 (2015), pp. 2377-2388

Cipollina A., Misseri A., Staiti G.D.A.D., Galia A., Micale G., Scialdone O. *Integrated production of fresh water, sea salt and magnesium from sea water* in “Desalination and Water Treatment”, 49 (2012), pp. 390-403

Cipollina A., Tedesco M., Tamburini A., Van Baak W., Micale G., *Modelling the Reverse ElectroDialysis process with seawater and concentrated brines*, in “Desalination and Water Treatment”, Vol. 49 (2012), pp. 404-424

Cipollina A., Di Sparti M.G., Tamburini A., Micale G. *Development of a Membrane Distillation module for solar energy seawater desalination in Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 90, Articolo 12 (2012), pp. 2101-2121

Cipollina A., Micale G., *Sustainable Energy from Salinity Gradients* (First edit.), Woodhead Publishing, Elsevier, Amsterdam (2016)

D.M. 20 Maggio 1952 “Dichiarazione di notevole interesse pubblico dell'intero territorio del comune di Isole Tremiti Istituito ai sensi della L. 1497 G. U. n. 114 del 30 Aprile 1976”, [file PDF]. Disponibile all'indirizzo web http://paesaggio.regione.puglia.it/PPTR/6.4/PAE0023_scheda.pdf

Davis J.S., *Structure, function and management of the biological system for seasonal solar saltworks* in “Global NEST Journal”, Vol. 2 pp. 217-226,(2013)

DLgs 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” [file PDF]. Disponibile all'indirizzo web https://www.isprambiente.gov.it/it/garante_aia_ilva/normativa/normativa-ambientale/DLgs_152_06_TestoUnicoAmbientale.pdf

Ferrari F., Besio G., Cassola F., Mazzino A., *Optimized wind and wave energy resource assessment and offshore exploitability in the Me-*

diterranean Sea in “Energy”
Vol. 190 (2020)

Giorgetti L., Capella P. (2013) “Studio di impatto ambientale di un grande impianto di dissalazione ad osmosi inversa: focus su recupero energetico, scarichi a mare e LCA” [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/88241/3/2013_dicembre_Capella_Giorgetti.pdf

Hugtenburg J., Sijmons D., Van Hoorn A., *Landscape and energy: designing transition*, Rotterdam, nai010 publishers (2014)

Lobosco G. (2018) “Il paradosso dei paesaggi disturbati dalla transizione energetica, l’isola di Pantelleria verso nuovi ecosistemi”, [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web https://www.researchgate.net/publication/371227223_Il_paradosso_dei_paesaggi_disturbati_dalla_transizione_energetica_L'isola_di_Pantelleria_

verso_nuovi_ecosistemi

Lychnos G., Fletcher J.P., Davies P.A., *Properties of seawater bitterns with regard to liquid-desiccant cooling* in “Desalination”, Vol. 250, Articolo 1 (2010), pp. 172-178

Martini S., Pesce G., De Franchi R. (s.d.) “Manuale per la costruzione dei muri a secco: linee guida per la manutenzione dei terrazzamenti delle Cinque Terre” [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web <https://db.parks.it/pdf/sitiufficiali/PN5TRdocumento-7-1.pdf>

Masiero L. (2019) “Comune di Catanzaro lavori di completamento delle opere interne del porto di Catanzaro Marina, Relazione generale e illustrativa” [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web <https://va.mite.gov.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/7601/11005?pagina=4>

McPhee J., *Il controllo della natura*, Milano, Adelphi (1995)

Miccadei E., Orrù P., Piacentini T., Mascioli F., Puliga (2012) “Geomorphological map of Tremiti Islands” [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web https://www.isprambiente.gov.it/public_files/geologia-e-turismo/56-MICCADEI-MASCIO-LI-PIACENTINI-Poster.pdf

Modernini D., Selano G. (2019) “Isola di Pantelleria verso 100% rinnovabile, scenari per nuovi paesaggi dell’energia”, [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/PANTELLERIA-100-RINNOVABILE-Studio-Moderini-Selano-per-Legambiente.pdf>

Panziera A. (2007) “Progetto di ristrutturazione e potenziamento del sistema irriguo del Consorzio Fiume Lombricese” [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web <https://core.ac.uk/download/pdf/14694437.pdf> p. 57

Pramanik B.K., Nghiem L.D., Hai F.I., *Extraction of stra-*

tegically important elements from brines: constraints and opportunities in “Water Research”, Vol. 168, Article 115149 (2020)

Roth M., Eiter S., Röhner S., Kruse A., Schmitz S., Frantál B., Centeri C., Frolova M., Buchecker M., Stober D., Karan I., van der Horst D., *Renewable Energy and Landscape Quality*, Jovis (2018), pp. 9-239

Sangiorgi F., Branduini P., Calvi G. (2006) “Muri a secco e terrazzamenti nel Parco dell’Adamello: linee guida per il recupero” [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web https://re.public.polimi.it/bitstream/11311/690407/3/Muri%20a%20secco_Parte1%2Bcover.pdf

Tellini A., *Osservazioni geologiche sulle Isole tremiti e sull’Isola di Pianosa nell’Adriatico*, Roma, Boll. R. Com. Geol. It., 21, fasc. 11-12, pp. 442-514 (1890)

Terna, “Rete Elettrica” (Dicembre 31, 2013) [file PDF]. Disponibile all’indirizzo web <https://download.terna.it/terna/0000/0837/37.PDF>

Vicari F., Randazzo S., López J., Fernández de Labastida M., Vallès V., Micale G., Tamburini A., D’Alì Staiti G., Cortina J.L., Cipollina A., *Mining minerals and critical raw materials from bittern, Understanding metal ions fate in saltwork ponds*, in “Science of The Total Environment” Vol. 847, Amsterdam, Elsevier (2022)

Sitografia

Acea Energia (Settembre 14, 2023) “Desalinizzazione acqua marina: processi, tipologie e impatto”, <https://www.acea.it/guide/desalinizzazione> (29/10/2023)

Acquedotto Pugliese (Aprile 15, 2021) “Costruzione del dissalatore delle Isole Tremiti. Affidamento diretto di

Indagini geognostiche integrative”, <https://www.aqp.it/societa-trasparente/bandi-gara-contratti/procedura-sottosoglia/2-21833-costruzione-del-dissalatore> (05/11/2023)

Aimone M. (Novembre 20, 2017) “Salina di Cervia” in *Notizie Comuni Italiani* <http://notizie.comuni-italiani.it/foto/104525> (05/11/2023)

Andreatta N. (Giugno 26, 2017) “Dall’Isola d’Elba a Procida, il manifesto per la sostenibilità delle isole minori” in *Green.it*, <https://www.green.it/sostenibilita-delle-isole-minori/> (05/11/2023)

Antolini S.R.L. (s.d.) “Keystone” <https://antolinisrl.com/prodotti/contenimento-terra/keystone/> (04/11/2023)

Baronchelli L. (Dicembre 30, 2022) Cos’è la Transizione ecologica e come funziona”, in *LU-MI4innovation*, [ne-ecologica/#:~:text=Volendo%20dare%20una%20definizione%2C%20la,ambiente%20e%20della%20sua%20sostenibilit%C3%A0%E2%80%9D \(29/10/2023\)](https://www.lumi4innovation.it/transizio-</p>
</div>
<div data-bbox=)

BIM (Settembre 15, 2022) “Cos’è Rhino/Grasshopper” <https://bim.acca.it/integrazione-edificius-rhino-grasshopper/#:~:text=Grasshopper%20%C3%A8%20un%20plug-in,e%20modificare%20con%20estrema%20facilit%C3%A0> (04/11/2023)

Caravaggi R. (Settembre 08, 2023) “Da Cervia a Trapani, un viaggio tra le saline italiane” in *Giornale del cibo* <https://www.ilgiornaledelcibo.it/saline-italiane/> (04/11/2023)

Chimica-online.it (s.d.) “Grado Baume”, [Comune di Isole Tremiti \(s.d.\) “Storia del Comune”, <http://www.comune.isoletremiti.fg.it/isoletremiti/zf/index.php/storia-comune> \(29/10/2023\)](https://www.chimica-online.it/download/grado-baume.htm#:~:text=Un%20grado%20di%20Baum%C3%A8%20(%C2%B0,veda%3A%20percentuale%20in%20volume) (04/11/2023) (04/11/2023)</p>
</div>
<div data-bbox=)

CORDIS, UE research results (Aprile 23, 2020) “Circular Processing of Seawater Brines from Saltworks for Recovery of Valuable Raw Materials: SEArcularMINE Project” <https://cordis.europa.eu/project/id/869467> (05/11/2023)

Dibona A., Natrella L. (Ottobre 2017) “Incendio boschivo del 2017 alle Isole Tremiti” <https://www.3drte.com/content/incendio-boschivo-del-2017-alle-isole-tremiti> (04/11/2023)

Emiliaromagnaturismo.it (s.d.) “Terme di Cervia: tutti i benefici dell’Acqua Madre e del fango nero, fra Mare Adriatico, pineta e saline” <https://emiliaromagnaturismo.it/it/terme-benessere/stabilimenti-termali/terme-di-cervia#:~:text=A%20Cervia%20le%20cure%20termali,il%20>

magnesio%20e%20il%20potassio. (04/11/2023)

Energoclub.org (s.d.) “Idroelettrico: Impatto ambientale” <https://www.energoclub.org/page/idroelettrico-impatto-ambientale> (05/11/2023)

Ente Parco Nazionale del Gargano (agg. Aprile 18, 2023) “Carta descrittiva delle zone di riserva”, <https://www.parcogargano.it/amp-isole-tremiti/le-regole/zona-zione-zona-a-b-c/> (27/10/2023)

Ente Parco Nazionale del Gargano (Maggio 22, 2023) “Pineta dell’isola di San Domino” <https://www.parcogargano.it/poi/pineta-dellisola-di-san-domino/> (04/11/2023)

European Commission (Novembre 09, 2023) “Clean energy vision to clean energy action”, <https://clean-energy-islands.ec.europa.eu/> (27/10/2023)

European Commission, Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (s.d.) “Critical raw materials” https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en (05/11/2023)

European Federation of Geologists (Agosto 09, 2017) “Hydrogeological modelling of geothermal waters in Pamukkale, western Anatolia, Turkey” <https://eurogeologists.eu/european-geologist-journal-43-ozgur-hydrogeological-modelling-of-geothermal-waters-in-pamukkale-western-anatolia-turkey/> (05/11/2023)

Federazione Italiana Parchi e Riserve Naturali (agg. Ottobre 23, 2023) “Il portale dei parchi Italiani”, <https://www.parks.it/> (27/10/2023)

Greenetica (s.d.) “eos1, La massima efficienza dell’inseguimento solare a doppio asse e del fotovoltaico di nuova generazione” <http://www.greenetica.com/eos-1.html> (05/11/2023)

Guadagnino M. (Settembre 04, 2022) “Il sale e la trasformazione dalle saline” in *Giornale dei Marinai* [https://www.ilgiornaledeimarinai](https://www.ilgiornaledeimarinai.it/sale-saline/)

[rinai.it/sale-saline/](https://www.rinai.it/sale-saline/) (05/11/2023)

Ingvartsen D. (Agosto 10, 2021) “Pink Water of Dunaliella Salina By Paolo Pettigiani” in *Photography*, <https://www.theinspiration.com/2021/08/pink-water-of-dunaliella-salina-by-paolo-pettigiani/> (05/11/2023)

ISTAT (Luglio 15, 2022) “Atlante statistico dei Comuni 2015/2018”, <https://asc.istat.it/ASC/> (27/10/2023)

Italcementi (s.d.) “i.idro DRAIN” <https://www.heidelbergmaterials.it/it/i-idro-Drain> (05/11/2023)

Lapitec.com (s.d.) “Rivestimenti per la piscina” <https://www.lapitec.com/it/applicazioni/piscine-e-spa/rivestimenti-per-la-piscina> (05/11/2023)

Lenntech (s.d.) “Composition of seawater” <https://www.lenntech.com/composition-seawater.htm> (29/10/2023)

Lenntech (s.d.) “Processo di desalinizzazione per osmosi inversa” <https://www.lenntech.it/processi/desalinizzazione/processo-di-desalinizzazione-per-osmosi-inversa.htm> (29/10/2023)

Lenntech (s.d.) “Recupero del litio dalle salamoie”, <https://www.lenntech.it/processes/lithium-recovery.htm> (05/11/2023)

Lenntech (s.d.) “Temi Chiave sulla Desalinizzazione” <https://www.lenntech.it/processi/desalinizzazione/temi-chiave-desalinizzazione-it.htm> (29/10/2023)

Lenntech (s.d.) “Trattamento della Salamoia”, <https://www.lenntech.it/processes/brine-treatment.htm> (29/10/2023)

Mervine E. (Aprile 15, 2011) “Geology Word of the Week: T is for Travertine” <https://blogs.agu.org/georneys/2011/04/15/geology-word-of-the-week-t/>

- is-for-travertine/ (05/11/2023)
- Mezzina A. (Marzo 27, 2023) "Piscine interrato e fuori terra: una guida tecnica" in 100 idee per Ristrutturare <https://www.100ideeperristrutturare.it/in-cantiere/piscine-interrate-e-fuori-terra-aspetti-tecnici-e-burocratici/> (04/11/2023)
- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (Febbraio 14, 2023) "Programma Isole Verdi del PNRR 14 febbraio 2023", <https://www.mase.gov.it/pagina/pnrr-isole-verdi> (27/10/2023)
- Ministero delle Imprese e del Made in Italy (Febbraio 14, 2017) "Decreto ministeriale 14 febbraio 2017, Copertura del fabbisogno delle isole minori non interconnesse attraverso energia da fonti rinnovabili", <https://www.mimit.gov.it/index.php/it/normativa/decreti-ministeriali/decreto-ministeriale-14-febbraio-2017-copertura-del-fabbisogno-delle-isole-mino-ri-non-interconnesse-attra-verso-energia-da-fonti-rinno-vabili> (27/10/2023)
- National Geographic (Marzo 04, 2020) "Crisi dell'acqua dolce", <https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2020/03/crisi-dellacqua-dolce> (29/10/2023)
- Natura Italia - Area Naturale (s.d.) "Area marina protetta Isole Tremiti, Flora e Fauna" <https://www.naturaitalia.it/apriAreaNaturale.do?idAreaNaturale=36&numeroPuntoInformativo=3> (05/11/2023)
- NESOI (s.d.) "Briefs in Italy", <https://nesoi.eu/content/briefs-italy> (05/11/2023)
- Oceanlife (s.d.) "Water Salinity Converter" <https://www.oceanlife.it/it/software-it/convertitore-salinita.html> (05/11/2023)
- Onniboni L. (Settembre 19, 2022) "Piscina das Marés, Álvaro Siza" in *Objects*, <https://www.objectsmag.it/piscina-das-mares-alvaro-siza/> (05/11/2023)

- www.objectsmag.it/piscina-das-mares-alvaro-siza/ (05/11/2023)
- Pantelleria notizie (Maggio 2, 2019) "Pantelleria: isola 100% rinnovabile, apripista per Legambiente e CNR", <https://www.pantellerianotizie.it/2019/07/05/pantelleria-isola-100-rinnovabile-apripista-per-legambiente-e-cnr/> (05/11/2023)
- Parco Naturale Regionale Molentargius-Saline (s.d.) "Galleria immagini Flora" <https://www.parcomolentargius.it/index.php/vivere/galleria/09> (05/11/2023)
- Piscina termale - Turismo Comune di Cervia (Novembre 4, 2023) "Piscina termale" <https://www.turismo.comunecervia.it/it/divertimento-e-relax/terme-e-benessere/centri-e-istituti-termali/terme-di-cervia-1/piscina-termale> (04/11/2023)
- Portale Urbanistica Comune di Isole Tremiti (agg. 2023)
- "Piano Urbanistico Generale", <https://www.urbanisticaisole-tremiti-fg.eu/index.php/ade-guamento-prg> (27/10/2023)
- Portale Urbanistica Comune di Isole Tremiti (agg. continuo) "WEBGIS Stato Attuale", <https://www.urbanisticaisole-tremiti-fg.eu/index.php/webgis> (27/10/2023)
- Pugliaeccellente.info (Luglio 15, 2020) "Il faro di San Domino alle Isole Tremiti tornerà a splendere" <https://www.pugliaeccellente.info/il-faro-di-san-domino-alle-isole-tremiti-tornera-a-splendere/> (04/11/2023)
- Pugno M. (Luglio 16, 2021) "Estrarre il litio dall'acqua di mare? È possibile e conveniente" in *nonsoloambiente.it* <https://www.nonsoloambiente.it/2021/07/16/estrarre-il-litio-dallacqua-di-mare-e-possibile-e-conveniente/> (05/11/2023)
- Regione Puglia - Elabora-

to n. 4.4 dello schema del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale PPTR (s.d.) “Linee guida sulla progettazione e localizzazione degli impianti energetici da fonti rinnovabili” https://pugliacon.regione.puglia.it/documents/96721/755601/schema_pptr_4.4_linee_guida_regionali.pdf/6fea5bc8-e574-3de3-0d3b-b64adcf382bb (04/11/23)

Regione Puglia (Maggio 06, 2021) “Boll. Uff. Regione Puglia n. 62”, https://burp.regione.puglia.it/documents/20135/1507857/DET_181_29_4_2021.pdf/6c1beb4-b9d3-c6e0-d522-055552cad6e?vesion=1.1&t=1625059205043 (27/10/2023)

Rubino L. (Ottobre 10, 2019) “Fotovoltaico galleggiante tra le Alpi, il primo al mondo” in *energycue.it* <https://energycue.it/fotovoltaico-galleggiante-alpi-primo-mondo/13465/> (05/11/2023)

Sea4value (Luglio 17, 2023) “Mining value from brines” <https://sea4value.eu/> (05/11/2023)

SEArcular Mine (s.d.) “Circular Processing of Seawater Brines from Saltworks for Recovery of Valuable Raw Materials” <https://searcular-mine.eu/> (05/11/2023)

Sic Solar (s.d.) “Dissalatore Solare MED” <https://sic.solar/dissalatore-solare-med> (05/11/2023)

Sic Solar (s.d.) “Modulo Ibrido RA” <https://sic.solar/pannello-ra> (05/11/2023)

SIT Puglia (agg. continuo) “Servizi WMS Consultazione” https://www.sit.puglia.it/portal/portale_cartografie_tecniche_tematiche/WMS (04/11/2023)

SIT Puglia (Novembre 7, 2022) “Piano di Tutela delle Acque - PTA” http://www.sit.puglia.it/portal/portale_pianificazione_regionale/Piano%20di%20Tutella%20delle%20Acque (05/11/2023)

Slideshare.net (s.d.) “Huanglong scenic area” <https://www.slideshare.net/ssuser52f31c/huanglong-scenic-area> (05/11/2023)

Smartisland.eu (s.d.) “Tremi- ti” <http://www.smartisland.eu/replicabilita/tremiiti.html#:~:text=di%20pannelli%20fotovoltaici,-Energia,Nicola> (05/11/2023)

Terme di Cervia (Ottobre 31, 2023) “Stagione 2023 dal 2 maggio al 30 novembre”, https://www.termedicervia.it/it/?utm_source=emiliaromagnaturismo&utm_medium=I-TA&utm_campaign=terme (04/11/2023)

Traghettipertremi.it (s.d.) “Il faro di San Domino: un'affascinante escursione alle Isole Tremiti” <https://www.traghettipertremi.it/tp-magazine/faro-san-domino-tremiiti/> (04/11/2023)

Turismo.comunecervia.it (Ottobre 25, 2023) “L'antica Salina Camillone” <https://www.turismo.comunecervia.it/it/scopri-il-territorio/ambiente-e-natura/parchi-riserve-naturali/lantica-salina-camillone> (05/11/2023)

UNIEM - Unione Nazionale Imprese Elettriche Minori (s.d.) “Non è possibile connettere le isole minori alla rete elettrica nazionale?” <https://uniem.it/faq/17-faq/35-non-e-possibile-connettere-le-isole-minori-alla-rete-elettrica-nazionale> (05/11/2023)

United States Geological Survey (1978) “Geology and Thermal History of Mammoth Hot Springs, Yellowstone National Park, Wyoming” <https://pubs.usgs.gov/publication/b1444> (05/11/2023)

Vieste.it (s.d.) “Storia delle Isole Tremiti”, <https://www.vieste.it/isoletremiti/storia.htm> (29/10/2023)

Weather Spark (agg. continuo) “Condizioni climatiche e meteo medie tutto l'anno a Isole Tremiti”, <https://weatherspark.com/y/78878/Average-Weather-in-Isole-Tremiiti-Italy-Year-Round> (29/10/2023)

