



**ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA**

**SCHEDA DESCRITTIVA INTERVENTI DI
INGEGNERIA NATURALISTICA**



**A) OPERE SINGOLE
B) OPERE PIÙ COMPLESSE**

SCHEDA n. 14

***Ripristino funzionalità alveo del Gorgo Cottone per la salvaguardia delle emergenze
archeologiche e dell'incolumità delle persone" nel Comune di Castelvetrano (TP)
Cod. SI_TP_01330***

Progettazione anno 2022 – Realizzazione lavori 2023



Compilatori: Ing. Gianluigi Pirrera, Dr.ssa Biol. Lorena Ferrara

Provincia Trapani **Comune** Castelvetrano

Località Parco Archeologico di Selinunte, Cave di Cusa e Pantelleria

Premessa

Su incarico del Committente ed a seguito di richiesta esplicita dell'Autorità di bacino durante la Conferenza di servizi del 31/01/2024 è stato eseguito uno studio FTE per l'intera area di Parco, afferenti sia al fiume Modione che al fiume Cottone. Tale studio è stato ripartito per importo per i due fiumi, effettuando la progettazione esecutiva e la realizzazione delle opere afferenti al fiume Cottone per l'importo complessivo di € 750.000,00.

Oggetto dell'intervento		
Interventi urgenti per la mitigazione del rischio idraulico del Vallone Gorgo Cottone e del Fiume Modione con opere di sistemazione e ripristino arginature ed opere di ingegneria naturalistica nell'Area Monumentale di Selinunte	STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICO Marzo 2022 CONSEQUENTE ALLA CONFERENZA DI SERVIZIO DEL 31 GENNAIO 2022	Importo complessivo: 6.388.662,48 euro (cat. P03)
Interventi urgenti per la mitigazione del rischio idraulico del Vallone Gorgo Cottone con opere di sistemazione e ripristino arginature ed opere di ingegneria naturalistica nell'Area Monumentale di Selinunte	STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICO Marzo 2022 CONSEQUENTE ALLA CONFERENZA DI SERVIZIO DEL 31 GENNAIO 2022	Importo complessivo: 3.106.334,89 euro (cat. P03)
"Ripristino funzionalità alveo del Gorgo Cottone per la salvaguardia delle emergenze archeologiche e dell'incolumità delle persone" nel	Progettazione esecutiva (novembre 2022) e Sicurezza in fase di progettazione, Direzione lavori	Importo complessivo: 557.292,45 euro di cui 97.311,22 affidenti alla cat. P 03

	Comune di Castelvetrano (TP) Cod. SI_TP_01330	Data inizio lavori: 11/04/2023 Data fine lavori: 16/09/2023	(incluso 15.730,00 per complessità Scavi Archeologici) e 459.981,23 euro afferenti alla cat. D02
CIG	9519784646		
CUP	G35E21000000002		
Servizio tecnico espletato Progettazione esecutiva e Sicurezza in fase di progettazione, Direzione lavori			
Committente Parco Archeologico di Selinunte, Cave di Cusa e Pantelleria			
Gruppo di lavoro (progettazione e DL): Incarico singolo Ing. Gianluigi Pirrera. Gruppo interdisciplinare (collaborazione e consulenza): • Dr.ssa Biol. Lorenza Maria Ferrara - scienze naturali; • Dr. Geol. Gian Vito Graziano - geologia; • Dr. Agr. Leonardo Coniglio - agronomia; • Ing. Maurizio Marino - idraulica; • Dr. For. Maria Di Leo – forestazione		Impresa: Z. COSTRUZIONI SRL	
Importo delle opere € 557.292,45 di cui 97.311,22 afferenti alla cat. P 03 (incluso 15.730,00 per complessità Scavi Archeologici) e 459.981,23 euro afferenti alla cat. D02			
Importo complessivo € 750.000,00			
Presenza e numero di varianti in corso d'opera: PERIZIA di variante e suppletiva del 14 Luglio 2023 approvata con determinazione n. 011 del 24 luglio 2023; Perizia di assestamento delle somme del 27 ottobre 2023 approvata con determina n° 15 del 16/11/2023.			
Collaudo delle opere progettate: Certificato di regolare esecuzione 27 dicembre 2023 approvato con det. 25 del 06/02/2024			
Periodo d'intervento Progettazione esecutiva 2022 – Data inizio lavori : 11/04/2023 Data fine lavori: 16/09/2023			
Obiettivo dell'intervento Il progetto nasce dall'esigenza di <u>prevenzione del rischio idraulico</u> , attuando misure di <u>divagamento delle portate sia in aree di laminazione che nello spandimento finale della portata storicamente dove si apriva la foce</u> , in una zona ad elevata valenza naturalistica (ZSC Sistema dunale Capo Granitola, Porto Palo e Foce del Belice - ITA 010011) e di altissimo pregio archeologico. Nel novembre 2021 un Medicane ha colpito intensamente l'area del Parco, causando ingenti danni e allagamenti. Gli attraversamenti sottodimensionati, l'alveo cementificato e la foce entrambi intasati da vegetazione alloctona invasiva hanno causato un rigurgito dei deflussi, portando all'esonazione del fiume. Il risultato atteso è quindi la mitigazione del rischio per il sito archeologico, preservando, in primo luogo, le evidenze di carattere storico, monumentale ed archeologico e di bonificare le pertinenze fluviali storiche degli estuari del Modione e del Cottone, ormai colmati dai depositi alluvionali, ottimizzando così la regimazione delle acque.			
Rappresentazione cartografica ipotesi di due porti (fonte: https://www.selinunte.net/strutture_urbane.htm)			
Sostenibilità ambientale Il progetto ha visto l'applicazione di principi di Economia Circolare, azzerando il conferimento a discarica dei materiali di risulta, nel pieno rispetto di quanto prescritto dai CAM <i>Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde</i> (adottati DM n. 63 del 10 marzo 2020, in G.U. n.90 del 4 aprile 2020). E' stata effettuata la cippatura di tutto il materiale vegetale da sfalcio ed il recupero Terre e Rocce da Scavo per la produzione di Tecnosuoli. Il progetto ha inoltre anticipato quanto normato per i CAM Strade, recentemente uscito (Decreto del MASE del 5 agosto 2024), soprattutto per i criteri di sostenibilità ambientale che per le fasce verdi, norme ISPRA, prescrive proprio l'ingegneria Naturalistica e per la Circolarità dei materiali di costruzione recuperando al 100% le potature e le terre di scavo.			

Aspetti vegetazionali dell'area

L'intervento ricade nella ZSC "Sistema dunale Capo Granitola, Porto Palo e Foce del Belice" (ITA 010011).

Sotto l'aspetto fitocenotico si rileva la presenza dell'esotica *Acacia horrida* presente lungo tutto il perimetro del parco, il *Pistacia lentiscus* circoscritto quasi totalmente all'area archeologica del parco, *Chamaerops humilis* (Palma nana) e *Olea europea var. sylvestris* (olivastro) sparsi lungo tutta la superficie del parco. Nelle zone più pianeggianti predomina la vegetazione palustre, tipica delle aree di ristagno idrico superficiale, quale la cannuccia di palude ed il giunco. Lungo il tratto terminale del Cottone trovano rifugio diverse entità della fauna stanziale e migratoria, è presente una boscaglia di impianto antropico a eucalipto. Lungo tutto il tratto del fiume Cottone è possibile trovare *Tamarix gallica*, *Phragmites australis* e *Rubus ulmifolius*. Queste tre specie, comuni a tutti i corsi d'acqua presenti nell'isola, sono la causa delle ostruzioni dei canali e di conseguenze delle problematiche collegate che vengono a crearsi in seguito a eventi piovosi di notevole entità.

Nell'area del Parco si riscontrano infatti ben 7 specie endemiche (*Limonium selinuntinum*, *Cynara cardunculus subsp. Zingaroensis*, *Antirrhinum siculum*, *Retama raetam subsp. Gussonei*, *Seseli tortuosum subsp. Maritimum*, *Euphorbia ceratocarpa*, *Gypsophila arrostii subsp. Arrostii*), tra le quali spicca la popolazione endemica del Limonio di Selinunte, presente esclusivamente lungo la costa del litorale compreso tra Triscina di Selinunte e Selinunte.

Descrizione degli interventi:

1. LAVORI IN ALVEO A MONTE DELLA FOCE

- Taglio, Sfalcio e rimozione vegetazione alloctona invasiva (sponde, fondo alveo e fasce ripariali) per una larghezza di 50,90 metri lineari ed un totale di 6,11 ettari;
- Ripristino della sezione idraulica dell'alveo dell'asta principale rimozione con mezzo meccanico dei depositi di materiale alluvionale (Sezione di Larghezza di 10,90 m* Altezza di 1,00 m);

2. RIPRISTINO RETICOLO IDROGRAFICO MINORE

- Ripristino alveo Gorgo Cottone totalmente interrito prima dell'innesto nel Fiume Landaro (Sezione idraulica di larghezza pari a 5 m * altezza 1,40 m) ed Affluenti minori reticolo idrografico (Sezione idraulica di larghezza pari a 3 m * altezza 1,00 m);

3. RIPRISTINO NATURALISTICO ALVEO mediante:

- **Messa a dimora** di specie arboree e idrofite a protezione delle sponde dell'alveo;
- Innesto rinaturalizzazione mediante **trapianto di ecocelle**
- Interventi antiersivi spondali mediante rivestimento con **idrosemina naturalistica**

4. RIPRISTINO DELLA FOCE

Per l'apertura della foce, per economia e cautela si sono applicati i criteri del biologo ed ecologo svizzero **Bernard Lachat** (Premio G. Sauli 2020) per il quale è sufficiente intradare le portate con scavi aggiuntivi (al canale attuale) insufficienti idraulicamente perché il fiume si riprenda automaticamente i propri spazi man mano che i deflussi crescano e varino nel tempo

- Taglio e sezionatura degli eucalipti e dell'altra vegetazione alloctona presente, salvaguardando i lentischi e le palme nane per un'area di circa 60.500 mq;
- Scavi di innesti laterali di invito alla meandrazione;
- Innesto rinaturalizzazione dell'area di spandimento in foce mediante trapianto di ecocelle

5. PULIZIA ALLUVIONI SOTTOSTANTI IL PONTE ED ALTRI LAVORI

- Ripristino dei vani sottostanti il ponte totalmente ostruiti per garantire il deflusso
- Segnaletica di pericolo, staccionata di protezione lungo i due attraversamenti per i fruitori del Parco
- Cippatura di tutto il materiale vegetale da sfalcio + recupero Terre e Rocce da Scavo = **Tecnosuoli (ECONOMIA CIRCOLARE)**



Esempio applicazione criteri di B. Lachat con scavi romboidali di invito alla meandrazione. Fonte B. Lachat

Servizi ecosistemici: l'innescò ecologico e i primi risultati

I recenti eventi piovosi di altissima intensità (allerta rossa di Protezione Civile del 14 maggio 2023, 28 febbraio 2024) hanno messo alla prova l'efficacia dei lavori per il ripristino della funzionalità fluviale del fiume Cottone.

I deflussi sono stati ben gestiti e non si sono avute esondazioni significative e persistenti in area di parco.

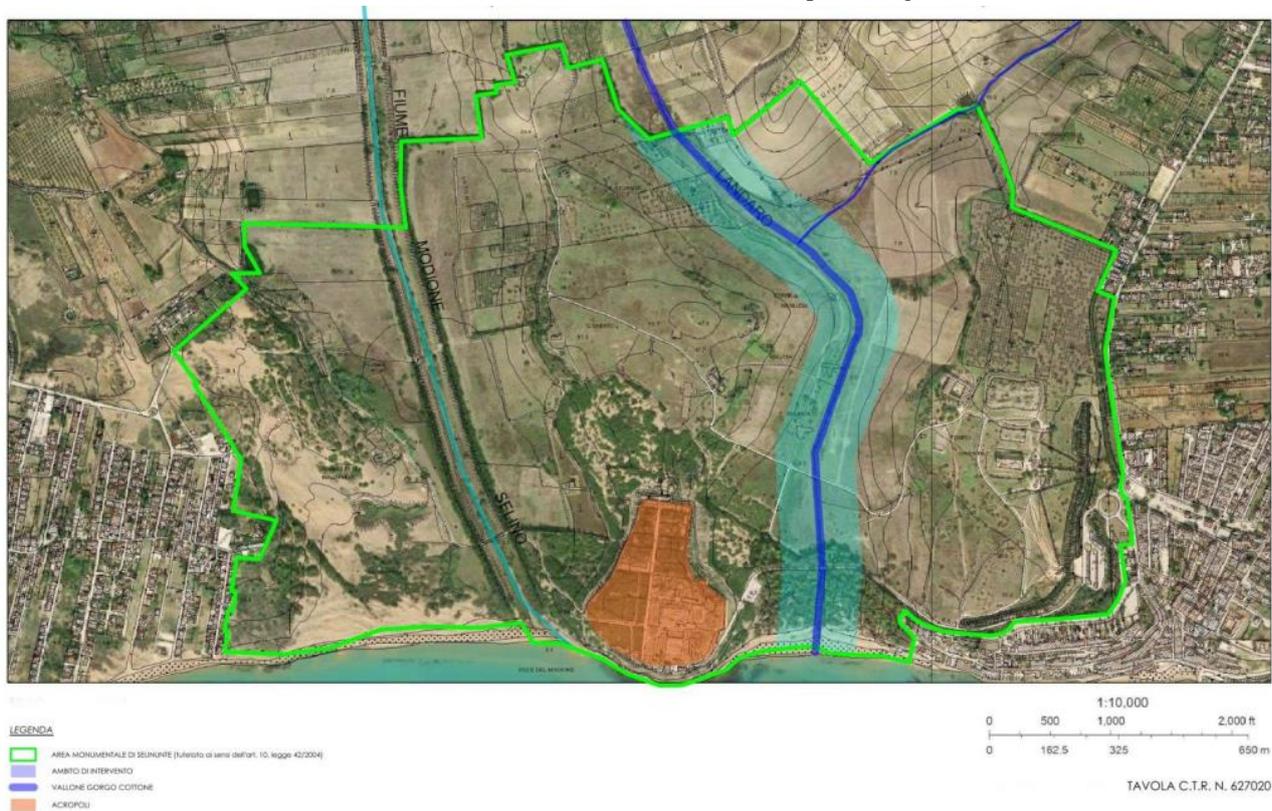
Il Capitale Naturale sta riemergendo con aironi (*Ardea cinerea*) e garzette (*Egretta garzetta*) sempre più indicatori delle aree umide che si tendono a stabilizzare nel fiume, e che sono già tornate ad esser colonizzate da anfibi e dall'endemismo siciliano, la testuggine palustre siciliana (*Emys trinacris*). E poi altri indicatori gli anfibi con le "bufe" e il "rospo smeraldino" quali gli egagropili di *Posidonia oceanica* e le specie endemiche floristiche selinuntine, ricordando che Selinus è il nome del fiume e deriva proprio dalla pianta *Selinon* raffigurata nel conio selinuntino (la pianta del "Selinon" e può essere riconducibile al "sedano d'acqua" *Apium nodiflorum*).



L'approccio naturalistico dell'intervento ha permesso di valutare l'evoluzione floristica di un'area prima occupata solo dall'eucalipteto, con acacie e pochissime altre specie non aliene, ed oggi in via di trasformazione per una flora pertinente (autopropagatesi) sia da un punto di vista della coerenza storica dei luoghi che da quello della nuova morfologia coerente con il nuovo status di area umida.

In questo modo i lavori idraulici di Protezione Civile hanno permesso, di fare emergere strutture archeologiche portuali insabbiate e l'interazione con gli archeologi ha consentito persino la musealizzazione di reperti di grande valore.

Un magnifico lavoro sinergico di manutenzione e protezione del territorio tra Protezione Civile e Parco Archeologico con i lavori di rinaturalizzazione idraulica che dovrebbero attuarsi su scala di bacino per salvaguardare altri territori.



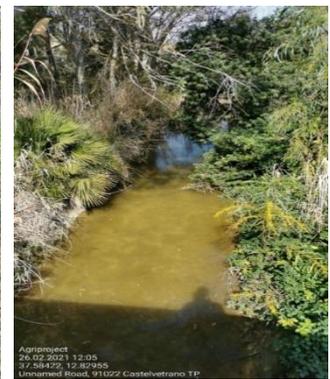
Planimetria di progetto

Impatto del cantiere rispetto all'area circostante, sia in termini di viabilità che di normale proseguimento delle attività circostanti	Il cantiere non ha prodotto interferenze dell'ambito della fruizione turistica del Parco, ad eccezione delle aree interdette per gli scavi archeologici.
Impatto ambientale e visivo degli interventi sul confine del waterfront	Il waterfront di balneazione ha tratto notevoli benefici per lo più afferenti agli aspetti naturalistici e di tutela del Capitale naturale, sin dalla borgata di Marinella e per tutta l'area dell'acropoli.
Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche	La riattivazione del reticolo idrografico ha consentito il recupero di sorgenti e gebbie per il riutilizzo delle acque ai fini dell'approvvigionamento antincendio, oltre che il recupero di aree umide con acque di sfioro, di fondamentale importanza per il Capitale naturale (<i>Emys trinacris</i> , <i>Discoglossus pictus</i> , etc)
Azioni per assicurare il drenaggio, convogliamento e allontanamento delle acque meteoriche	Il ripristino della rete viaria antincendio con strade bianche ad elevata permeabilità ha permesso di migliorare l'invarianza idraulica nel bacino, con vasche di laminazione delle piene, e di ridurre l'elevata erosione

Bibliografia

- PIRRERA G., FERRARA L.M., GRECO V. (2024) *SWB and Ecological Restoration in Selinunte favor new archaeological excavations and contribute to adaptations to Climate Change* - 14th European Conference on Ecological Restoration. Bridging Science, Practice, and Policy of Nature Restoration (SERE). 26-30 August 2024. Estonia Tartu
- PIRRERA G., FERRARA L.M., GRECO V. (2023) *Alterazioni antropiche delle foci dei fiumi: un contributo all'archeologia e agli adattamenti climatici* - Ecologia del paesaggio oltre i confini. Teoria e pratica nel governo del territorio tra norme vincoli e piani' Congresso Nazionale Società Italiana di Ecologia del Paesaggio (SIEP IALE) 28 - 30 settembre 2023 Stia (AR)
- PIRRERA G., FERRARA L.M., GRECO V. (2023) *Paleo delta alterati dall'antropizzazione: un contributo all'archeologia e agli adattamenti ai cambiamenti climatici* - Convegno Internazionale IL MEDITERRANEO E IL MEGALITISMO DURANTE IL III E II MILLENNIO a.c. Architetture megalitiche, strutture culturali archeo-astronomiche, siti geo-archeologici, contatti riadattamenti, morfo-facies della architettura megalitica nelle Isole e delle coste del Mediterraneo. Palermo 27 - 30 settembre 2023

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Status ante operam e criticità: alveo cementificato, invaso da alluvioni e vegetazione incontrollata (Oltre *Acacia horrida* ed *Eucalyptus globulus*, anche *Tamarix gallica*, *Rubus ulmifolius*, *Phragmites australis*)



Alluvione novembre 2021 - Rimboschimenti con specie non idonee (*Acacia horrida* ed *Eucalyptus globulus*) hanno causato



Tromba d'aria 16 Novembre 2021 Danneggiamento fabbricati all'interno del parco e strutture archeologiche, interessate da frane e smottamenti in più punti. Perdita di tutti gli impianti di videosorveglianza, danneggiamenti all'impianto elettrico esterno



Ardea cinerea (13/05/2024), ma già avvistato durante i lavori nel 2023



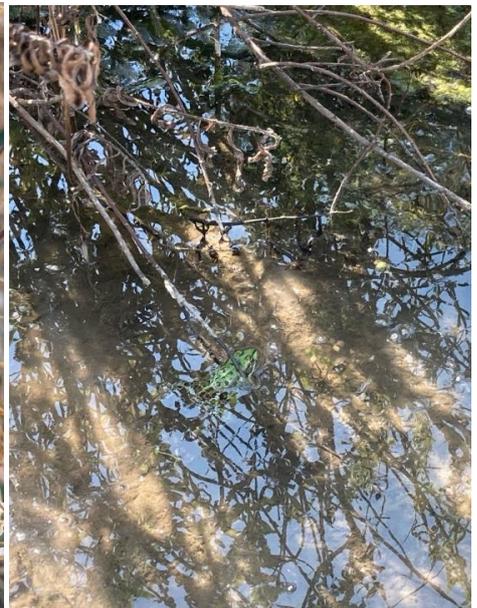
Area di foce (settembre 2023)



Discoglossus pictus (27/09/23)



Stadio larvale della falena Brithys crini, strettamente legata al Pancratium maritimum (27/09/23)



Pelophylax sp. (27/09/23)



Emys trinacris ritrovata durante il trapianto di ecocelle (agosto 2023)



Pancratium maritimum



Euphorbia terracina



Ritrovamenti archeologici in area di foce (Struttura portuale, Giugno 2023) e lungo l'alveo del Cottone (Sima in marmo, Agosto 2023), durante l'esecuzione dei lavori di ingegneria naturalistica per la riattivazione del reticolo idrografico



Area umida ripristinata al limite del confine del Parco (13/05/2024)



Area di laminazione con messe a dimora di tamerici e palme nane già presenti in loco e mantenute (13/05/2024)



Veduta aerea del Parco archeologico e della foce del fiume (a dx)