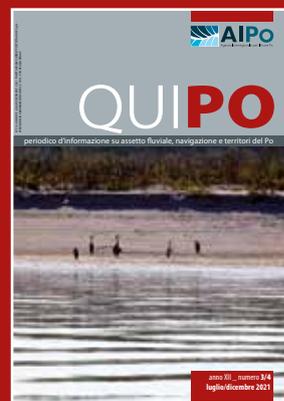


QUIPO

periodico d'informazione su assetto fluviale, navigazione e territori del Po



anno XII _ numero **3/4**
luglio/dicembre 2021



n.3/4 - LUGLIO/DICEMBRE 2021

sommario

QUI PO n. 3/4 anno XII

Editore

AIPo - Agenzia Interregionale per il fiume Po
 Strada G. Garibaldi, 75 - 43121 Parma
 www.agenziapo.it

Direttore AIPo

Luigi Mille

Direttore responsabile

Sandro Maria Campanini

Comitato di redazione

Monica Larocca, Rita Panisi,
 Stefania Alfreda Riccò, Mirella Vergnani

Impaginazione e stampa

Cabiria scsarl - Parma

Autorizzazione Tribunale di Parma n. 4 del
 12 marzo 2010

Per informazioni, segnalazioni e contributi:

Tel: 0521 797280

E-mail: sandro.campanini@agenziapo.it

Gli scritti e le immagini pubblicati su QUI PO non possono essere riprodotti senza autorizzazione dell'AIPo.

Ai sensi dell'art.13 del D.L.gs 196/2003 le forniamo le seguenti informazioni:

AIPo è in possesso dei suoi dati per adempiere le normali operazioni per la gestione degli abbonamenti e per adempiere agli obblighi di legge o contrattuali. I suoi dati saranno trattati in archivi cartacei e informatici solo dalle persone Incaricate dal Titolare del trattamento e comunicati solo agli organi preposti. In qualunque momento potranno essere esercitati dagli interessati i diritti di cui all'art.7 del D.L.gs 196/2003 contattando il Titolare del trattamento AIPo con sede in Parma - Strada Garibaldi, 75

Chiuso il 10 dicembre 2021

3 eventi

1951-2021: 70 anni fa la grande alluvione del Polesine



4 attività e progetti

L'investimento "Rinaturazione dell'area del Po" nel PNRR italiano. L'impegno di AIPo



5

Ciclovía VENTO: avviato l'iter per il tratto San Rocco al Porto - Stagno Lombardo



6 attività e progetti

Progetto Change We Care: rilievo batimetrico multibeam del delta del fiume Po



9 letture e visioni d'acqua

Fiumi. Le arterie della vita sulla Terra



10 attività e progetti

Un nuovo sistema di monitoraggio integrato in fibra ottica per gli argini



13 attività e progetti

Progetto LIFE - Sand Boil: ridurre l'erosione retrogressiva degli argini

inserto tecnico

LA CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA

studio
progetti



Lo scorso mese di settembre si è spento prematuramente l'Ing. Luigi Fortunato (1952), Direttore di AIPo per sei anni (maggio 2008 - luglio 2014). La Direzione dell'Agenzia esprime sentimenti di cordoglio ai familiari e a tutti coloro che hanno collaborato con lui nel suo lungo impegno, supportato da elevate competenze professionali, a servizio della Pubblica Amministrazione, in particolare nella Regione Veneto e in AIPo.

1951-2021: 70 anni fa la grande alluvione del Polesine

“ Nel novembre del 1951 il Polesine e altri territori lungo il Po furono colpiti da una delle più disastrose alluvioni mai avvenute in Italia.

Nel 70° anniversario di quel tragico avvenimento molti sono stati gli eventi e i contributi dedicati a ricordarlo e a fare il punto su quanto realizzato da allora e sulle prospettive future. Come noto, l'evento più catastrofico si verificò a causa delle rotture arginali del 14 novembre 1951 nella zona di Paviole e Occhiobello: l'alluvione che ne conseguì provocò l'allagamento di 100.000 ettari di territorio polesano (più della metà del totale), un centinaio di vittime, danni enormi ad abitazioni, strutture pubbliche, attività economiche e agricole, infrastrutture. Quasi centomila persone dovettero lasciare quella terra negli anni immediatamente successivi, altre migliaia lo fecero successivamente. Anche altre aree furono colpite, soprattutto nel cremonese, nel parmense e nel reggiano. A seguito di quella tragedia il Parlamento

approvò, nel luglio 1956, la legge che istituiva il Magistrato per il Po (dal 2003 AIPo), organismo deputato a gestire e rafforzare le opere di difesa idraulica sull'intero corso del fiume, con una visione finalmente unitaria e una struttura tecnica adeguata. Da allora molto è stato fatto e le arginature maestre hanno resistito alle impressionanti piene del 1994 e del 2000, nonché a quelle successive, meno imponenti ma comunque pericolose.

Di particolare rilevanza è il programma di eventi organizzato a Rovigo e provincia, alcuni dei quali hanno visto la condivisione e la presenza di AIPo, con le relazioni svolte dal Direttore Luigi Mille, e la partecipazione dei propri tecnici: un convegno di studi il 15 novembre, dal significativo titolo "Uscire dal circolo vizioso disastro - ricostruzione - si

ripete", una mostra e seminari di approfondimento al Museo dei Grandi Fiumi, una mostra all'Accademia dei Concordi, l'inaugurazione del corso di laurea magistrale in "Water and Geological Risk Engineering" (eventi che hanno visto promotori Accademia dei Concordi, Consiglio di bacino Polesine, Comune di Rovigo, Consorzio Università Rovigo, Ordine degli ingegneri della Provincia di Rovigo, Università di Padova). Un'altra mostra dedicata al 70° dell'alluvione è in corso a Palazzo Roncale fino al 30 gennaio.

In quegli stessi giorni (11 novembre) il Comune di Adria e AIPo hanno firmato la convenzione per l'utilizzo da parte dell'Agenzia dell'ex Pretura in corso Mazzini come nuovo ufficio veneto AIPo di Adria, che dall'estate del 2022 si andrà ad aggiungere a quello "storico" di Rovigo. L'Assessore regionale veneto all'Ambiente, Clima, Dissesto idrogeologico e Protezione Civile, nonché componente del Comitato di Indirizzo AIPo,



Gianpaolo Bottacin, ha così commentato: "Sono particolarmente soddisfatto che si formalizzi l'accordo per il nuovo ufficio AIPo di Adria proprio in occasione di un anniversario, quello dell'alluvione del '51, così importante e così sentito dalla popolazione polesana. Come Assessore e come rappresentante della Regione veneto nel Comitato di Indirizzo AIPo ho sostenuto con grande convinzione la scelta di aprire una nuova sede dell'Agenzia nella zona del Delta, come segno di concreta attenzione verso un'area in cui la sicurezza idraulica è fondamentale per i cittadini, per le attività economiche e il turismo".

Il Comitato di indirizzo dell'AIPo



Irene Priolo - Emilia-Romagna



Marco Gabusi - Piemonte



Gianpaolo Bottacin - Veneto



Pietro Foroni - Lombardia

L'investimento "Rinaturazione dell'area del Po" nel PNRR italiano. L'impegno di AIPo

“ AIPo è stata individuata come soggetto attuatore di questo importante investimento, inserito nel PNRR, che il Governo italiano ha approvato ad aprile e presentato alla Commissione Europea, nei termini previsti dal Regolamento comunitario che istituiva il Fondo "Next Generation Europe".

A questa notizia era stato dedicato uno spazio, con interviste "a caldo" ai protagonisti dell'iniziativa, nel numero precedente di QuiPo. Ricordato che la proposta progettuale inserita nel PNRR nasce da uno sforzo congiunto di WWF ed Anepla, al quale AIPo e Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po (AdBPo) avevano concesso il loro convinto appoggio e patrocinio, proviamo ora a fare "un punto", ad introdurre qualche elemento che possa aggiornarci sulla situazione di questa proposta e sulle sue prospettive a breve.

Dapprima è utile cercare di inquadrare questa azione in uno spaccato delle diverse missioni, componenti e misure con le quali è strutturato il PNRR (come rappresentato in figura), per evidenziare come AIPo venga interessata da più tematiche ed obiettivi trattati e finanziati nello stesso: il nostro è "uno" dei 134 "investimenti" sostenuti dal PNRR, ma ci sono tanti altri contenuti che potranno, prossimamente ed attivamente, coinvolgere l'Agenzia.

AIPo si è impegnata da subito

nel cercare di caratterizzare al meglio le "aree" e le "azioni" che connotano la proposta iniziale; ad esempio con una sequenza numerica ed una rappresentazione complessiva dell'ubicazione delle 37 aree che, escludendo le 7 proposte nel Delta, concretizzano le operazioni lungo uno specifico tratto di Po, fra Pieve del Cairo (PV) e Ficarolo (RO) (vedi figura). Giova precisare che la proposta iniziale è fortemente collegata e coerente al Programma Generale di Gestione dei Sedimenti (PGGS) del fiume Po, che AdBPo aveva approntato fra il 2006 ed il 2008: possiamo immaginare, pertanto, che le aree proposte funzionino da puntuali "applicazioni operative" del Programma generale, e che tali applicazioni siano improntate ai principi stabiliti, dalla stessa AdBPo, con la "Direttiva", edita nel 2006, dedicata alla riqualificazione fluviale.

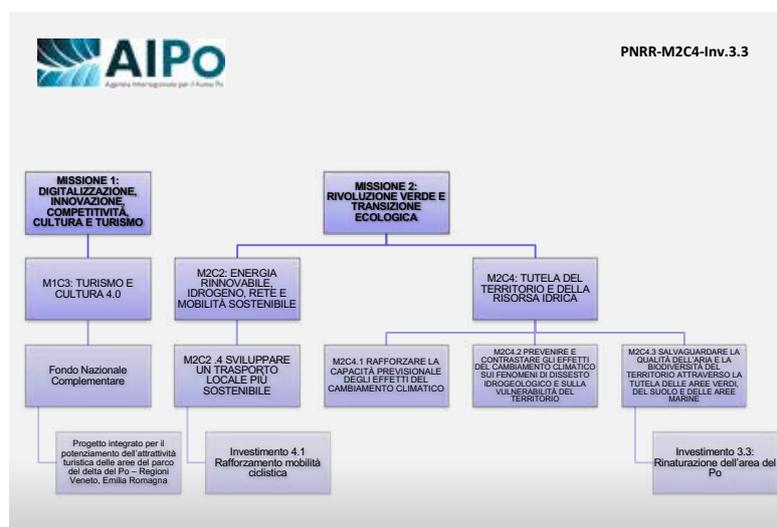
Mentre la proposta di PNRR veniva progressivamente legittimata a livello comunitario, la nostra Agenzia approvava una modifica del proprio assetto organizzativo,

istituendo l'unità dedicata alla "transizione ecologica", con una denominazione e finalità convergenti con la finalità della Missione 2 del PNRR (denominata appunto "Rivoluzione verde e transizione ecologica"). Nelle schede collegate al PNRR e nel Dossier curato dalla Camera dei Deputati, emerge poi un ruolo chiave - oltre a quelli del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) ed al nostro di "soggetto attuatore" - che è quello di "coordinatore", assegnato all'AdBPo, ruolo che si affianca a quello determinante delle Regioni del Po.

Da qui, col mese di luglio, la nostra Agenzia ha adottato il primo provvedimento formale, col quale ha preso in carico questo ruolo assegnatole dal PNRR, ha preso atto delle "tappe" concordate dal nostro Paese con l'UE ed ha iniziato un confronto serrato, con tutti i soggetti - pubblici e privati - citati finora. Un primo risultato di questo approccio corale

consiste nella elaborazione, a più mani, di un innovativo "Accordo istituzionale", fra sette soggetti pubblici (MiTE, Regioni Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna, Veneto, AdBPo, AIPo), finalizzato alla definizione dei rispettivi ruoli, delle responsabilità e degli strumenti per realizzare "insieme" l'investimento: atto che è stato deliberato da AIPo a metà ottobre e sottoscritto da tutti i soggetti nel corso della prima metà di novembre. Nell'Accordo viene prefissato - fra le altre finalità - un Protocollo d'intesa, che dovrebbe estendere la partnership ai due soggetti privati - proponenti iniziali - WWF ed Anepla, e definire un Tavolo di lavoro, nonché un Comitato Scientifico, organismi entrambi in capo al soggetto coordinatore AdBPo.

Con la stessa AdBPo, parallelamente, la nostra Agenzia ha definito in questi mesi un accordo specifico di collaborazione "a due", finalizzato





n.	NOME AREA	Area (ettari)
1	Pieve del Cairo Suardi (PV)	640
2	Mezzana Bigli (PV) - isola Gerole	250
3	Arena Po (PV)	117
4	Monticelli Pavese- isola Dogana foce Lambro (PV)	712
5	Somaglia (Lodi)	509
6	Foce del Tidone (PC- PV)	42,2
7	Foce Trebbia (PC)	132
8	Mortizza (PC) - in corso di verifica	65
9	Caselle Landi isolate (Lodi) - in corso di verifica	82,4
10	Foce Nure (PC) - in corso di verifica	190
11	Isola Pinedo e Bosco di Caorso (PC)	474
12	Bocche d'Adda (Lodi)	336
13	Isola Serafini (PC)	30
14	Olta-Fogarole (PC)	25
15	Lanca dei Livrini (PC)	60
16	Gerre de' Caprioli (Cr)	133
17	Zibello (PR)	740
18	San Daniele Po - Isola Pescaroli (CR)	221
19	Roccamanca (PR)	431
20	Torricella - Lanca di Gerole (CR)	454

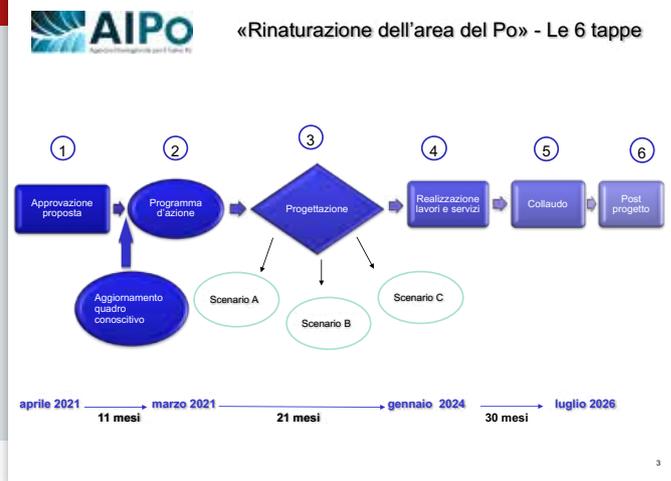
n.	NOME AREA	Area (ettari)
21	Coltaro (PR)	102
22	Colorno (PR)	599
23	Fossacaprara (CR)	454
24	Mezzano Inferiore (PR)	448
25	Viadana (Mn)	206
26	Boretto (RE)	243
27	Dosolo (MN)	734
28	Suzzara (MN)	791
29	"Isola Trento" San Colombano di Suzzara (MN)	113
30	Foce Oglio (MN)	686
31	Borghoforte (MN)	525
32	San Giacomo Po (MN)	199
33	Bagnolo San Vito (MN)	367
34	Sustinente (MN)	154
35	Ostiglia (MN)	377
36	Isola Boschina Ostiglia (MN)	56
37	Riqualficazione tra Ostiglia e Borgofranco (MN)	295
TOTALE		11.992

alla pronta applicazione dei primi indirizzi provenienti dal PNRR e della tempistica in esso indicata (il cui rispetto è fondamentale per riscuotere effettivamente le risorse stanziata da Bruxelles), e nel contesto più generale della Convenzione quinquennale, attiva dal 2019, che lega i due soggetti: si è potuto così elaborare un "terzo" programma operativo annuale (POA3, dopo quelli del 2019 e del 2020), con la finalità prima di una cooperazione per la redazione del "Programma d'azione".

Il Programma d'azione rappresenta quindi il primo concreto strumento di "messa a terra" dell'investimento: entro la fine di marzo 2022 dovrà essere aggiornato il quadro conoscitivo proveniente dal PGG5, tarato l'approccio metodologico alla riqualificazione fluviale (ma anche alla forestazione naturalistica ed

alla rimozione delle specie infestanti), e finalizzate puntualmente le aree su cui effettivamente verrà implementato il progetto. Giova ricordare che l'Accordo istituzionale ha stabilito la possibilità di aggiornare anche l'ubicazione delle aree di intervento, estendendo la loro programmazione a tutta l'asta di Po, allargando l'impatto delle azioni al Po piemontese ed approfondendo la progettualità nell'area del Delta. Il Programma d'azione verrà definito da AdBPo, sottoposto alla validazione della "cabina di regia" istituita con l'Accordo istituzionale (dove AIPO è rappresentata dal proprio Direttore), ed infine definitivamente approvato dall'AdBPo, per essere poi rendicontato a Bruxelles come milestone rispettata.

AIPO si sta attrezzando per accompagnare questa nevralgica fase propedeutica,



relativamente "compressa", di impegno metodologico, ma anche di previsione programmatica e di rigore tecnico, con dialettica attiva verso le Regioni interessate ed AdBPo. La nostra Agenzia sta anche costituendo un proprio "Gruppo di pilotaggio", composto da tutti i suoi dirigenti e da una Segreteria tecnica, per trasformare questo piano in una irripetibile opportunità di corale crescita professionale e ri-orientamento strategico della propria missione istituzionale. Il Gruppo sta cooperando all'analisi ed alla proposizione delle diverse alternative progettuali, esamina e contribuisce alla revisione degli strumenti pattizi di più alto livello, prospetta ipotesi innovative per accrescere il valore dell'investimento che si andrà ad implementare. Sono al momento in corso approfondimenti specifici sulle tipologie di spese ammissibili, da

parte del soggetto attuatore, nella volontà di concludere al più presto l'accordo attuativo con il soggetto finanziatore MiTE (atto previsto del resto fin dall'Accordo istituzionale più volte citato): accordo attuativo che stabilirà in modo trasparente le "regole del gioco" in capo ad AIPO. Nel frattempo si sta allestendo anche una rete di relazione con altri enti pubblici del sistema regionale, con cui poi intraprendere accordi collaborativi in fase di attuazione. A seguire l'approvazione del Programma d'azione, prenderanno il via le attività di progettazione, acquisizione delle necessarie autorizzazioni, appalto dei lavori (che dovranno concludersi entro il 2026). Nella figura vengono schematizzate le tappe principali del percorso del progetto.

Romano Rasio (AIPO)



Ciclovía VENTO: avviato l'iter per il tratto San Rocco al Porto - Stagno Lombardo

“E' stata convocata la Conferenza dei servizi finalizzata all'approvazione del progetto definitivo del lotto funzionale prioritario lombardo della ciclovía turistica nazionale VENTO (<https://www.cicloviventito.it>) - tratto da San Rocco al Porto (LO) a Stagno Lombardo (CR), 58 km di sviluppo. Essa servirà anche per l'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e per la dichiarazione di pubblica utilità.

Il tracciato in questione, che si sviluppa lungo la Macrotratta 2 (Regione Lombardia), in particolare è composto dalla Tratta L4 e da parte della Tratta L5, attraverso le province di Lodi (con origine nel Comune di San Rocco) e di Cremona (con conclusione nel Comune di Stagno Lombardo). Sono interessati in totale 11 Comuni, 6 nella Provincia di Lodi (San Rocco al Porto, Santo Stefano Lodigiano, Corno Giovine, Caselle Landi, Castelnuovo Bocca d'Adda, Maccastorna) e 5 nella Provincia di Cremona (Crotta d'Adda, Spinadesco, Cremona, Gerre de' Caprioli, Stagno Lombardo), sulla sponda sinistra del fiume Po.

AIPO svolge le funzioni di ente attuatore della progettazione definitiva ed esecutiva per conto di Regione Lombardia, nonché di stazione appaltante. Una volta inserite le modifiche ed integrazioni recepite, il progetto definitivo approvato verrà trasmesso alla Regione con il relativo verbale di chiusura, che provvederà a inviarlo al Ministero delle Infrastrutture e Mobilità Sostenibili per le osservazioni del Tavolo tecnico ministeriale. Seguirà l'elaborazione del progetto esecutivo, poi la pubblicazione del bando per l'appalto dei lavori.

Esprime soddisfazione **Pietro Foroni**, Assessore regionale lombardo all'urbanistica, paesaggio, difesa del suolo, programmazione del territorio e componente del Comitato di Indirizzo AIPO:

“Si tratta - afferma - di un progetto cui Regione Lombardia ha creduto fortemente, un'opera di grande rilievo che si lega ad altri percorsi regionali già presenti e che deve essere la base di partenza per un'ulteriore valorizzazione turistica fondata sulla mobilità dolce della nostra Regione.”

Progetto Change We Care: rilievo batimetrico multibeam del delta del fiume Po

“Rilievo batimetrico multibeam del delta del fiume Po con imbarcazione AIPo “Leonardo” svolta nell’ambito del progetto Change We Care.

Premesse

Progetto Change We Care

Il progetto CHANGE WE CARE – Climate cHallenges on a coastal and traNsitional chanGing arEas: Weaving a Cross-Adriatic Response – si è posto l’obiettivo di implementare la conoscenza e il monitoraggio degli effetti dei cambiamenti climatici sugli ambienti di transizione e costieri nell’area Adriatica, al fine di pianificare le necessarie misure di mitigazione e adattamento. Il progetto in questione è interno al più ampio programma di Cooperazione Territoriale Europea transfrontaliera Interreg V A Italia-Croazia 2014-2020 approvato dalla Commissione Europea il 15 dicembre 2015 che persegue l’obiettivo generale di aumentare la prosperità ed il potenziale di crescita blu dell’area, stimolando partenariati transfrontalieri in grado di conseguire cambiamenti tangibili contribuendo alla strategia Europa 2020 per una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva con una dotazione finanziaria complessiva pari a € 236.890.847. La Regione Emilia-Romagna ha partecipato, in qualità di partner, ad una

proposta di candidatura per la presentazione del progetto CHANGE WE CARE, che ha visto come capofila l’Istituto di scienze marine CNR-ISMAR in risposta al primo bando per progetti “Standard” anno 2017 del Programma Interreg Italia-Croazia. Il suddetto progetto è stato approvato con Decisione del Comitato di Sorveglianza del 19-20 luglio 2018 ed è stata recepita dall’Autorità di Gestione del Programma con proprio Decreto n. 85 del 24 luglio 2018. Il progetto ha coinvolto, in qualità di partner associati, oltre alla Regione Emilia-Romagna anche le Regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia, l’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), l’Ente di gestione per i parchi e la biodiversità – Delta del Po, l’Ente pubblico per lo sviluppo della contea Spalato-Dalmatina, l’Università di Zagabria, l’Ente parco del lago di Vran, l’Ente pubblico per la gestione delle aree naturali protette della contea di Dubrovnik-Neretva, l’Istituto di Oceanografia e pesca di Spalato, con una dotazione finanziaria pari a € 2.700.780,00 ed una durata di 30 mesi. Il budget di progetto riferito alle attività di competenza della Regione Emilia-Romagna

ammonta ad € 312.160 di cui € 265.336 come quota di cofinanziamento del Fondo Europeo di Sviluppo regionale ed € 46.824 di cofinanziamento nazionale. Nella Work Package 3 del progetto (WP3) “Miglioramento delle basi conoscitive” è prevista l’attività 3.2 “Assetto geologico, geomorfologico e storia recente”, nell’ambito della quale sono state assegnate alla Regione Emilia-Romagna risorse per la realizzazione del rilievo batimetrico dei rami del Delta del fiume Po, con l’obiettivo di raccogliere i dati e le informazioni necessarie a comporre il quadro conoscitivo alla base delle analisi e delle previsioni da utilizzare nella predisposizione dei Piani di adattamento previsti nella WP5 “Siti pilota: strategie di adattamento e misure per accrescere la resilienza rispetto al cambiamento climatico”, della quale la Regione Emilia-Romagna è responsabile. Nell’aprile del 2019 si è insediata la Cabina di regia per il coordinamento delle attività di progettazione degli interventi di miglioramento delle condizioni di sicurezza degli argini maestri del fiume Po, con il coordinamento dell’Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po e la partecipazione di AIPo e della Regione per le funzioni di competenza. Tra le attività imposte figura l’aggiornamento dei dati conoscitivi relativi all’asta principale del

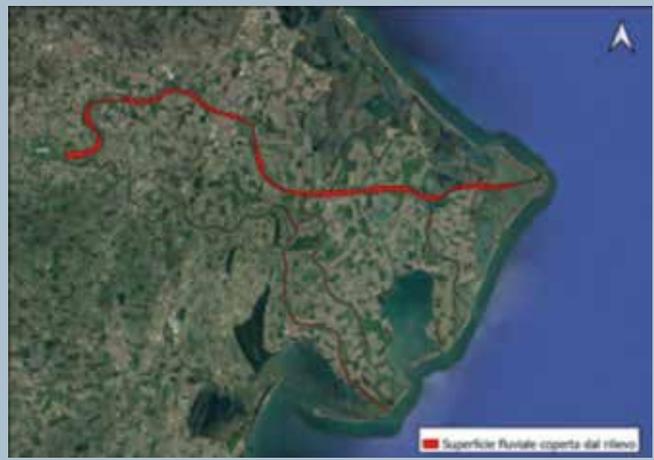
fiume Po e dei rami del Delta, tra cui rilievi topografici e batimetrie, indispensabili per la successiva revisione dei livelli di piena di riferimento e del bilancio di trasporto solido dei sedimenti fluviali. Le attività di rilievo batimetrico dei rami del Delta previste nell’ambito della WP3 hanno concorso alle attività di interesse comune portate avanti dalla Cabina di regia prima richiamata, in quanto l’acquisizione di nuovi set di dati topografici e batimetrie è appunto tra le sue attività primarie.

Convenzione con Regione Emilia-Romagna

Nella proposta di collaborazione del 29/06/2017 nell’Application Form, approvato dall’Autorità di Gestione del Programma Interreg V A Italia-Croazia 2014-2020, è stata espressamente definita l’intenzione della Regione Emilia-Romagna e di AIPo di attivare la più proficua collaborazione istituzionale e tecnica allo scopo di assicurare una attuazione efficace e coerente del progetto con gli obiettivi strategici comuni. A seguire, in data 21/06/2019 è stato siglato l’accordo di collaborazione tra Regione Emilia-Romagna e AIPo per la realizzazione delle attività del progetto europeo Change We Care. Il fine prevedeva la realizzazione di rilievi batimetrici lungo i rami principali del



Superfici fluviali battute nella prima campagna di rilievi 2019/2020.



Superfici fluviali battute nella seconda campagna di rilievi 2021

delta del fiume Po, fra il Po di Levante a nord e il Po di Goro a sud, dall'incile del Po di Goro al margine costiero dei suddetti rami. La Regione Emilia-Romagna con determinazione dirigenziale n. 16815 del 2019, ha impegnato la spesa complessiva di € 90.000 a favore di AIPo a titolo di rimborso delle spese effettivamente sostenute per l'attuazione dell'Accordo di collaborazione sottoscritto sulle annualità 2019, 2020 e 2021. La regione ha chiesto inoltre di effettuare due campagne di rilievo in condizioni idrometriche globalmente differenti al fine di effettuare un'analisi delle forme morfologiche dell'alveo fluviale in relazione a distinti valori di portata.

Mezzi e tecnologie utilizzate per il rilievo

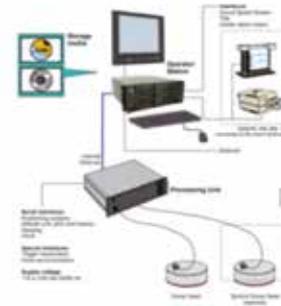
Caratteristiche dell'imbarcazione

L'imbarcazione utilizzata per i rilievi, denominata "Leonardo", è uno scafo di proprietà di AIPo di circa 9 metri di lunghezza ed è realizzata in una lega di alluminio e magnesio. Il sistema di propulsione è dotato di un motore Volvo Penta alimentato a gasolio con potenza di 191 Kw e una cilindrata di 3700 cm³ inserito in apposito vano interno. La conformazione della carena consente il massimo rendimento del

sistema multibeam in dotazione allo scafo.

Caratteristiche della strumentazione multibeam

L'imbarcazione "Leonardo" è opportunamente attrezzata con ecoscandaglio multifascio (MBES multibeam echosounder) a sistema acustico Kongsberg EM 3002 D con due teste sonar. Gli impulsi acustici vengono emessi da trasduttori posti sulle teste e ricevuti in modo separato da ricettori. Lo scafo è stato inoltre dotato di sistema di posizionamento satellitare GPS con correzione differenziale e collegato a un satellite geostazionario in grado di misurare in ogni istante la quota precisa del pelo dell'acqua. Il sistema è stato installato da una ditta esterna con servizio di noleggio. Le teste sonar sono in grado di rilevare una estensione del fondale ("swath") pari a circa 10/12 volte la profondità del fiume. Il sistema Kongsberg EM 3002 D è un ecoscandaglio multiraggio



Strumentazione Kongsberg EM 3002 a bordo.

che emette onde acustiche di frequenza 300 KHz. Quest'ultima è ideale per acque poco profonde, non oltre i 150 metri circa, permettendo una restituzione topografica precisa del letto del fiume e delle sponde sommerse anche in acque con carico di torbidità elevato. Il livello di attenuazione dell'onda sonora emessa dalle teste sonar è infatti inversamente proporzionale al valore di frequenza, ovvero l'attenuazione cresce all'aumentare di quest'ultima. Le due teste sonar sono collegate ad una unità di elaborazione (processing unit) la quale elabora i dati di rilevamento provenienti

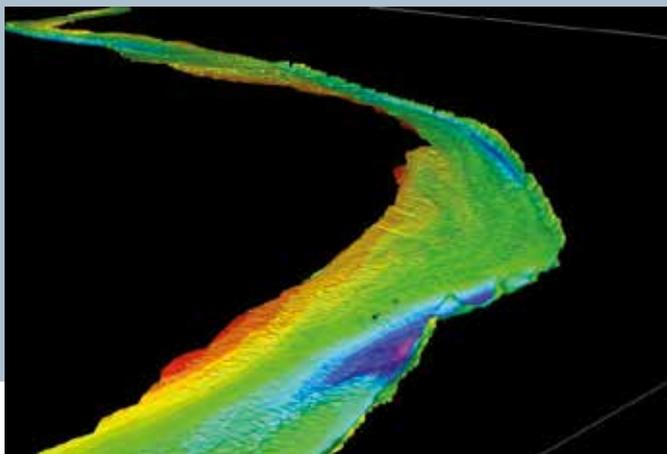
dai trasduttori e controlla la frequenza acustica eseguendo la compensazione dei movimenti sul posto dello scafo (pitch, roll, heading e heave) con sistema inerziale Kongsberg MRU 5 Seatex. L'unità di elaborazione a sua volta comunica con rete Ethernet ad una stazione per operatore (Operator Station) dotata di postazione monitor a fianco della postazione di timonaggio. La stazione dell'operatore con monitor è composta da interfaccia grafica e sistema operativo Windows a cui sono collegati i dispositivi di mouse e tastiera. Al sistema è incorporato il software SIS (Seafloor Information System) per l'elaborazione in tempo reale dei dati batimetrici. Tali dati sono poi memorizzati in apposito supporto di memoria fisica annessa al sistema.

Modalità di svolgimento dell'attività e ambito territoriale

L'intera attività di rilievo è stata organizzata e portata avanti dal personale meatore e tecnico della Direzione Area Navigazione di AIPo e si è svolta in due differenti campagne di rilievo batimetrico con l'imbarcazione Leonardo e ad altrettante conseguenti fasi di post-processing dei dati rilevati. Le operazioni della prima campagna di rilievi batime-



Plancia di comando con postazione timonaggio e monitor.



Risultato elaborazioni batimetrie in Cfloor.



Rilievo batimetrico aperto in Qgis nei pressi di Corbola (RO)

trici ha avuto ufficialmente inizio nel novembre 2019 ma si è dovuta interrompere alla fine dello stesso mese per il concomitante evento di piena che ha interessato il fiume Po. I rilievi con l'imbarcazione sono poi proseguiti fino a marzo 2020, quando la fase iniziale dell'emergenza sanitaria da Covid-19 e il conseguente "lockdown" hanno costretto a interrompere nuovamente l'attività di rilievo fino a giugno 2020. Nel luglio successivo si è conclusa la prima campagna di rilievo a cui è seguita la fase iniziale di elaborazione dei dati da parte di AIPo che si è protratta fino a settembre dello stesso anno. Tra ottobre e novembre 2020 l'impresa affidataria del servizio di noleggio del sistema GPS con correzione differenziale ha effettuato l'ulteriore processamento dei dati rilevati trasmessi loro dal personale AIPo per la determinazione delle traiettorie e la conseguente quota istantanea del pelo libero del fiume nei vari step temporali del rilievo. La consegna finale è datata novembre 2020. La seconda campagna di rilievi batimetrici è iniziata nel marzo 2021 in concomitanza al parziale allentamento delle misure restrittive di contrasto e prevenzione da contagio

per la recrudescenza dell'epidemia da Covid-19. I rilievi con l'imbarcazione sono proseguiti fino a maggio 2021 compreso. In seguito la fase di post-processing compiuta da personale AIPo si è conclusa nel mese di luglio 2021. In data 07/09/2021 la ditta affidataria del noleggio del sistema satellitare con correzione differenziale ha consegnato ad AIPo i dati elaborati con le stesse modalità del 2020.

Tronchi fluviali rilevati nella prima campagna

Tra novembre 2019 e marzo 2020 si è effettuato il rilievo batimetrico di tutto il Po di Goro fino a Goro (FE) e del Po grande fino a Bottrighe (RO). Tra giugno e luglio 2020 compresi è stato terminato il rilievo del Po di Venezia fino a Cà Zuliani, frazione del comune di Porto Tolle (RO), appena a monte dell'incile del Po delle Tolle e del Po della Donzella fino al ponte di barche nei pressi della frazione di Santa Giulia.

Tronchi fluviali rilevati nella seconda campagna

La seconda campagna di rilievi è cominciata nel marzo 2021, concludendo nello stesso mese tutto il Po di Goro fino allo sbocco in mare e il tratto di Po grande

dall'incile del Po di Goro fino alla sezione in prossimità della conca di navigazione di Volta Grimana. Nel mese di aprile si sono effettuati i rilievi batimetrici nei rami di Po della Donzella e di Maistra, del tratto di Po grande (o Po di Venezia) tra la sezione di Volta Grimana e l'incile del Po delle Tolle e tra Pila e lo sbocco a mare oltre il faro di Pila. Infine nel mese di maggio si è compiuto il rilievo del Po delle Tolle fino al mare nei pressi di Barricata e il tratto mancante di Po della Pila tra l'incile del Po delle Tolle e Pila.

Differenze tra le due campagne di rilievo

Nella seconda campagna di rilievi si è riusciti a coprire una lunghezza complessiva maggiore, in quanto effettuata in concomitanza a livelli idrometrici più favorevoli ai fini della navigazione della imbarcazione utilizzata. Inoltre si è prestata molta attenzione alla marea specie nei tratti più a valle cercando di far coincidere le operazioni con i suoi livelli più elevati riuscendo ad accedere e conseguentemente a uscire dai rami laterali. E' infatti in questi ultimi che si sono riscontrati i battenti d'acqua più critici per i rilievi. Nella prima campagna invece,

avendo l'emergenza sanitaria posticipato in piena estate la maggior parte delle operazioni, non si è potuto disporre delle stesse condizioni idrometriche.

Post-processing dei dati batimetrici

I files in formato "grezzo" in uscita dal SIS e reperito dalla memoria allocata sullo scafo è in formato proprietario .all. Il post-processing dei dati registrati è stato condotto utilizzando, in serie, i software Replay e Neptune (Simrad) su macchina Windows al fine di correggere in modo automatico i posizionamenti dei rilievi e apportare la correzione dei dati idrometrici forniti dalle stazioni della rete idro-meteorologica. Successivamente, attraverso l'utilizzo del software Cfloor su sistema operativo Solaris, i dati sono stati ulteriormente adattati e resi graficamente visionabili su altri softwares per sistemi informativi territoriali di uso comune come Qgis, Global Mapper, Arcgis ecc. essendo stati eliminati i punti anomali ("spikes") non aderenti alla realtà del rilievo. Il primo step di processamento con i software Replay e Neptune restituisce file di tipo .asc e .xyz. I files in uscita dopo l'ulterio-

LA CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA

Mirella Vergnani, Francesca Carisi (AIPo)

1

PREMESSA: IL NODO IDRAULICO DEI TORRENTI PARMA E BAGANZA

Il nodo idraulico dei torrenti Parma e Baganza (Fig. 1) è critico e complesso, caratterizzato da un rischio idraulico molto elevato per la città di Parma, che proprio nel centro urbano della città vede la confluenza dei due corsi d'acqua.

La complessità del nodo e la necessità d'intervenire con casse di espansione, su entrambi i corsi d'acqua, a monte della loro confluenza, per "laminare" parte dei volumi complessivi della piena, emerse già dalla Commissione De Marchi nel '66. Dopo un percorso ventennale, nel novembre 2005 venne inaugurata la cassa di espansione sul torrente Parma: un'opera importante, in grado di raccogliere 12 milioni di m³ e che contribuisce in modo sensibile alla sicurezza della città. Ma non risolutiva, come messo drammaticamente in evidenza dalla piena del Baganza del 13-14 ottobre 2014. L'esondazione del Baganza in città ha provocato l'allagamento di interi quartieri e di diverse infrastrutture strategiche come la centrale Telecom e l'ospedale delle Piccole Figlie (si veda area blu nella figura 1), e se non ci fosse

stata la cassa di espansione del torrente Parma a "laminare" la piena del Parma stesso, la somma delle due piene (Baganza e Parma) avrebbe causato l'allagamento di tutto il centro storico cittadino.

La realizzazione della cassa di espansione sul torrente Parma, quindi, seppur abbia ridotto notevolmente il rischio idraulico, non consente ancora un ottimale grado di sicurezza e subito dopo l'alluvione del 13-14 ottobre 2014 gli enti territoriali hanno promosso con convinzione la realizzazione della nuova opera cassa sul Baganza e avviato la richiesta del finanziamento nel Piano Nazionale sul Dissesto Idrogeologico.

L'Agenzia Interregionale per il fiume Po, individuata come il soggetto attuatore più idoneo, avendo già in gestione la cassa di espansione del Parma, ha chiuso a marzo del 2015 il progetto preliminare dell'opera e avviato un percorso partecipato con gli enti territoriali e portatori di interesse, per individuare gli approfondimenti tecnici e le azioni per migliorare dal punto di vista ambientale e della tutela del paesaggio lo sviluppo dell'iter di progettazione.

Per comprendere il complesso iter tecnico-amministrativo dell'opera, si riportano di seguito le tappe salienti.

Novembre 2015: conclusione del percorso partecipativo e approvazione del Progetto Preliminare da parte di AIPo.

Dicembre 2016: chiusura del Progetto Definitivo e avvio alle procedure per l'acquisizione dei pareri ed autorizzazioni.

19 dicembre 2016: avvio Fase Autorizzativa (conclusa il 1° giugno 2018) riguardo a

- valutazione di impatto ambientale;
- approvazione tecnica dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - DGD in esito al parere espresso dal Consiglio Superiore dei LLPP;
- verifica del progetto definitivo ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii.;
- l'espressione del parere sulle analisi idrologiche/idrauliche di ARPAE.

2 agosto 2018: conferma del finanziamento da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATT), per un importo complessivo di 55.000.000 di euro.

6 dicembre 2018: Integrazione del finanziamento con ulteriori 6.000.000 di euro da parte del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, che vanno a coprire gli ulteriori costi derivanti dalle prescrizioni tecniche richieste dal Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.

26 ottobre 2018: approvazione Progetto Definitivo e Dichiarazione di pubblica utilità per la prosecuzione dell'iter espropriativo.

18 marzo 2019: avvio Progettazione Esecutiva.

10 settembre 2019: immissione in possesso delle aree e conclusione della fase espropriativa.

7 ottobre 2019: conclusione della prima fase della progettazione esecutiva e avvio della sperimentazione su modello fisico.

30 marzo 2020: perfezionamento della progettazione esecutiva, con i risultati delle prove su modello fisico, ed invio del progetto alla DGD per verifica di ottemperanza alle prescrizioni e all'approvazione tecnica ai sensi dell'art. 1, comma 7 bis, del D.L. 507/1994 conv. L. 584/1994 (la suddetta approvazione tecnica tiene integralmente luogo degli adempimenti tecnici ed amministrativi di cui alla L. 1684/1962, alla L. 64/1974 e alla L. 1086/1971); avvio della Verifica Progetto Esecutivo ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii..

8 maggio 2020: consegna del Rapporto Intermedio dal gruppo di verifica.

28 maggio 2020: trasmissione da parte della DGD delle osservazioni sul Progetto Esecutivo.

02 luglio 2020: revisione Progetto Esecutivo in riscontro alle osservazioni della DGD e al rapporto di verifica.

09 ottobre 2020: espressione del parere della DGD con richiesta di revisione/integrazioni sulle verifiche strutturali sui manufatti.



Figura 1

06 marzo 2021: adeguamento e revisione Progetto Esecutivo in riscontro alla richiesta della DGD.

15 aprile 2021: approvazione Progetto Esecutivo da parte della DGD.

24 maggio 2021: conclusione positiva della Verifica Progetto Esecutivo ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii..

25 maggio 2021: validazione e approvazione del Progetto Esecutivo da parte del RUP.

31 maggio 2021: invio bando alla GUE per la pubblicazione della gara dei lavori.

28 giugno 2021: inizio lavori della Bonifica Ordigni Bellici.

19 luglio 2021: scadenza presentazione offerte e apertura della gara dei lavori.

31 agosto 2021: aggiudicazione provvisoria dei lavori.

14 settembre 2021: aggiudicazione definitiva dei lavori.

7 ottobre 2021: avvio lavori.

Giugno 2026: conclusione lavori (durata prevista per l'esecuzione dei lavori circa 4 anni e mezzo).

2

CARATTERISTICHE DELL'OPERA IN ESECUZIONE

L'area di espansione del Baganza è a circa 15 km a sud della città di Parma, a monte della confluenza con il torrente Parma, e si estende su un'area di 8,6 ettari che per gran parte è stata oggetto di attività estrattiva negli anni scorsi.

Come già previsto nel Progetto Definitivo, lo schema progettuale della cassa di espansione sul torrente Baganza (Fig. 2) è costituito da un primo invaso (comparto 1) "in linea" ed un secondo invaso (comparto 2), "in derivazione" posto in cascata rispetto al primo.

Il comparto 1 è dotato di un manufatto di regolazione in alveo (manufatto A) con una quota di sfioro a 144.90 m s.l.m., provvisto di 4 luci di fondo di dimensioni pari a 6.00 x 3.50 m (larghezza x altezza), ciascuna delle quali è presidiata da una paratoia piana ad azionamento oleomeccanico; tali paratoie consentono di mantenere costante la portata in uscita dal manufatto stesso, indipendentemente dal livello idrico nell'invaso.

Gli elementi caratteristici del comparto 1:

- briglia in cls posta a monte dello sbarramento per garantire la stabilità del fondo alveo;
- sistemazione dell'alveo del torrente Baganza a valle della briglia fino al piede dello sbarramento;
- fondo della cassa ad una quota variabile da 138.80 m s.l.m. (in corrispondenza del lato Sud) a 134.72 m s.l.m. (in corrispondenza del lato Nord);
- realizzazione degli argini perimetrali aventi coronamento a quota 147.50 m s.l.m.; essi si elevano rispetto al piano campagna a valle per ridursi progressivamente verso monte, fino ad azzerarsi ove il piano campagna medesimo raggiunge la quota di 147.50 m s.l.m. Procedendo ulteriormente verso monte il comparto 1 della cassa non è più arginato ed il volume a disposizione si ottiene solo mediante scavo.

Il collegamento tra il comparto 1 e il comparto 2 avviene attraverso un manufatto in calcestruzzo (Manufatto B), adiacente al manufatto A; la quota di sfioro del manufatto B si pone a 143.70 m s.l.m. A valle del manufatto B il comparto 2 presenta i seguenti elementi caratteristici:

- il fondo della cassa presenta una quota variabile da 132.50 m s.l.m. (in corrispondenza del lato Sud) a 129.30 m s.l.m. (in corrispondenza del lato Nord);
- gli argini perimetrali hanno il coronamento a quota 145.50 m s.l.m.; essi si elevano rispetto al piano campagna a valle di circa 14.50 m per ridursi progressivamente verso monte a circa 5 m immediatamente a valle dell'argine di separazione tra comparto 1 e comparto 2.

Il manufatto C, infine, costituisce l'opera di svuotamento e lo scarico di emergenza; ha una forma planimetrica a ferro di cavallo e presenta un profilo di sfioro a



Figura 2

quota 142.00 m s.l.m., affiancato da due manufatti scatolari di dimensioni 3.0 x 3.0 m.

Completano le opere:

- la realizzazione di un canale per l'ittiofauna, in sinistra all'alveo;
- la risistemazione dell'alveo nel tratto interessato dalle casse;
- la realizzazione di una briglia di valle in alveo, al limite inferiore dell'intervento;
- le sistemazioni ambientali delle aree;
- gli impianti elettrici, di illuminazione e di gestione delle opere elettromeccaniche.

Le arginature di contenimento, in terra "zonata", con scarpate a bassa pendenza e inerbiti, possono laminare fino a quasi 5 milioni di metri cubi di acqua.

Molta cura, nel corso della progettazione, è stata riservata agli aspetti tecnici e ambientali, sia dal punto di vista dell'inserimento nel territorio, sia da quello delle possibili interferenze, attenzione che verrà mantenuta anche nella fase di realizzazione che di gestione dell'opera attraverso un attento monitoraggio delle diverse componenti suolo, acqua, morfologia, fauna e stato ecologico.

Le principali caratteristiche dell'opera sono riportate nella Tabella 1, mentre il suo funzionamento è illustrato in Fig. 3. I rendering della Fig.4, invece, mostrano alcuni esempi del basso impatto dell'opera sul paesaggio.

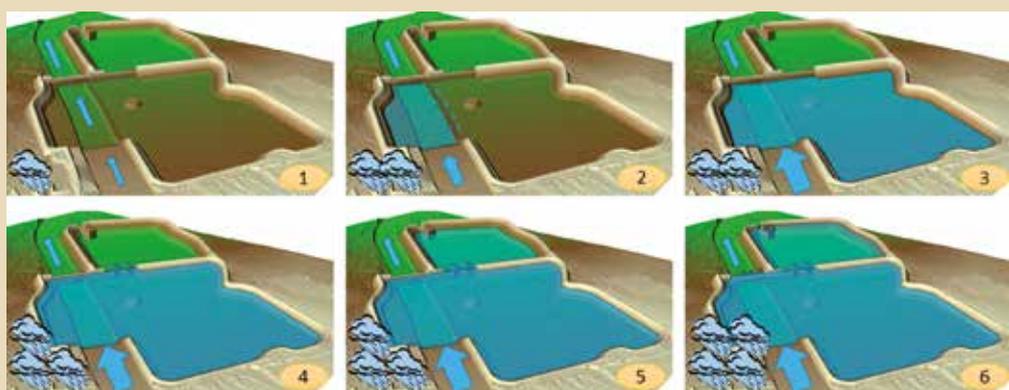


Figura 3

		Comparto 1	Comparto 2	Totale
Massimo volume di invaso	[m ³]	3'200'000 (145,70 m s.l.m.)	2'560'000 (143,70 m s.l.m.)	5'760'000
Volume di invaso alla massima ritenuta	[m ³]	2'900'000 (144,90 m s.l.m.)	2'160'000 (142,00 m s.l.m.)	5'060'000
Superficie dello specchio d'acqua in caso di massima piena	[ma]	38	23	61
Altezza minima argini (da fondo cassa / da p.c.)	[m]	8,7 / 0,0	13,0 / 6,4	-
Altezza massima argini (da fondo cassa / da p.c.)	[m]	12,78 / 9,0	16,22 / 14,2	-
Altezza media argini (da fondo cassa / da p.c.)	[m]	10,74 / 4,5	14,61 / 10,3	-
Lunghezza complessiva degli argini di contenimento	[m]	1'915	1'470	3'385

		Manufatto A	Manufatto B	Manufatto C
Lunghezza del profilo sfiorante	[m]	72	114	147,5
Lunghezza del manufatto nella parte centrale (esclusi conchi esterni di collegamento)	[m]	120	120	30
Altezza massima rispetto al piano di fondazione	[m]	17,90	15,20	22,40
Altezza rispetto alla soglia delle luci di fondo	[m]	11,90	-	-
Numero luci di fondo	[-]	4	-	-
Dimensioni delle luci di fondo (Bxh)	[m]	6,0 x 3,5	-	-
Apertura ottimale fissa luci di fondo (h) (Tr100/Tr200)	[m]	1,65 / 2,3	-	-
Apertura minore luci regolate (h) (Tr100/Tr200)	[m]	1,45 / 2,0	-	-
Portata evacuata (T200), luci fisse / regolate	[m ³ /s]	525 / 470	-	-
Portata evacuata (T100), luci fisse / regolate	[m ³ /s]	385 / 345	-	-

		Totale
Costo dell'opera	[€]	79.656.500,00

Tabella 1



Figura 4

Il progetto esecutivo dell'intervento ha confermato l'impostazione generale del progetto definitivo, approfondendo però gli studi e le analisi pregresse e apportando numerose modifiche, di cui alcune sostanziali, per ottemperare alle prescrizioni avute nell'iter approvativo e adeguare il progetto ai risultati delle ulteriori indagini geognostiche svolte successivamente alla redazione del progetto definitivo e ai risultati degli studi e del modello fisico realizzato dall'Università di Parma su incarico di AIPo, presso il Polo Scientifico dell'Agenzia a Boretto (si veda l'articolo su QuiPo n.3/4-2020).

3.1 Aspetti ambientali

Le integrazioni e gli approfondimenti apportati nel progetto esecutivo sono intervenuti in ottemperanza alle prescrizioni contenute nella Delibera della Regione Emilia-Romagna n.544 del 16 aprile 2018, nella quale la Valutazione di Impatto Ambientale risulta positiva ai sensi dell'art. 16 della LR n. 9 del 18 maggio 1999 e ss.mm.ii., a condizione che siano rispettate le prescrizioni in essa riportate, con particolare riferimento in particolare ai seguenti argomenti:

- Viabilità di cantiere
- Piano di monitoraggio ambientale
- Interferenze
- Terre e rocce da scavo
- Assistenza archeologica in fase di scavo
- Misure di mitigazione e compensazione
- Pista ciclabile

3.2 Aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici

Gli studi geologici, idrogeologici e geotecnici con le relative modellazioni hanno consentito l'analisi delle problematiche relative al comportamento dei terreni, in particolare in relazione ai moti di filtrazione e alle valutazioni in termini di cedimenti e stabilità.

Il principale miglioramento progettuale riguarda la scelta di realizzare i rilevati arginali di tipo zonato, nei quali i terreni sono suddivisi in:

- terreno per nucleo centrale, costituito da limo /argilla limosa, che dovrà raggiungere dopo costipamento una permeabilità molto bassa, caratterizzata da un coefficiente $k=10^{-7} \div 10^{-8}$ m/s;
- terreno per rilevato arginale (paramenti laterali adiacenti al nucleo) proveniente dagli scavi dell'unità geotecnica 2A, costituito ghiaia in matrice limosa che dovrà raggiungere dopo costipamento una permeabilità caratterizzata da un coefficiente $k \leq 5 \times 10^{-5}$ m/s;
- terreno per rilevato arginale (parte esterna ai comparti, posta sotto le banche e le piste laterali) proveniente dagli scavi dell'unità geotecnica 2A, di tipo A1-A2 secondo la classificazione HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006); tale terreno è caratterizzato da una permeabilità dopo costipamento con coefficiente $k=10^{-3}$ m/s.

La carenza di materiale fine, emersa dall'analisi dei risultati delle diverse campagne di indagine, nei terreni costituenti gli strati più superficiali oggetto degli scavi, e lo studio del piano di utilizzo delle terre, giustificano la scelta di realizzare la sezione zonata, che

offre il vantaggio di concentrare nel nucleo centrale i materiali a bassa permeabilità ($k=10^{-7} \div 10^{-8}$ m/s) e consente di minimizzare il volume di terreno con tali caratteristiche, oltre a migliorare le verifiche a sifonamento/filtrazione e di stabilità del rilevato arginale. Il progetto esecutivo ha confermato la geometria dei paramenti e del corpo arginale esterno prevista nel progetto definitivo, nonché l'inserimento del diaframma in jet grouting come elemento di ritenuta in fondazione, nei tratti di maggiore altezza del rilevato arginale. Al fine di garantire la continuità tra il nucleo centrale e il diaframma in fondazione, le colonne di jet grouting verranno immorsate nel nucleo stesso; per tale motivo è stato necessario prevedere un allungamento delle colonne stesse.

Particolarmente significativa risulta la modifica relativa al consolidamento del terreno di fondazione e alla geometria fondazionale dei manufatti A e B per i quali, al fine di soddisfare le verifiche pseudostatiche richieste dalla DGD, è stato necessario prevedere la realizzazione di due taglioni in c.a. a monte e a valle della fondazione e un importante intervento di consolidamento del terreno di fondazione, mediante colonne di jet-grouting poste al di sotto dell'opera stessa, tra i due taglioni in c.a., nonché a monte e a valle degli stessi.

Un'ulteriore significativa variante rispetto al progetto definitivo riguarda il diaframma di jet grouting in corrispondenza del manufatto C che viene realizzato mediante due allineamenti affiancati di colonne consolidate compenstrate, di diametro 600 mm, al fine di avere, ad opera finita, maggiori garanzie sulla sua tenuta idraulica.

Nel progetto esecutivo i diaframmi e i consolidamenti in jet grouting in corrispondenza dei manufatti sono immorsati nei livelli limoso-argillosi a bassa conducibilità idraulica ($K=10^{-7}$ m/s), prevedendo il loro allungamento ove necessario, come raccomandato nell'atto di approvazione tecnica rilasciato dalla DGD.

3.3 Aspetti sismotettonici, sismici e strutturali

Come richiesto nel citato atto di approvazione tecnica, data l'accelerazione sismica locale dell'area, nell'ambito della relazione nel progetto esecutivo è stato eseguito lo studio sismotettonico secondo le "Linee guida per la redazione e le istruttorie degli studi sismotettonici relativi alle grandi dighe". È stata stimata, quindi, la pericolosità sismica (PSHA) in termini di PGA ed accelerazione spettrale (AS), sia per la componente orizzontale sia per la componente verticale, nei diversi stati limite previsti dalla normativa. In merito al rischio da fagliazione superficiale in corrispondenza della diga e delle opere accessorie, dalle analisi effettuate è emerso che, allo stato delle conoscenze, la probabilità di accadimento di fenomeni che possano interferire direttamente con le opere risulta bassa e tale da non rivestire elemento ostativo alla futura gestione in sicurezza della cassa di espansione.

A valle di tale studio sono stati affrontati poi gli aspetti metodologici più rilevanti che riguardano il soddisfacimento delle "verifiche sismiche delle opere che fanno temporanea ritenuta idrica" richieste nel citato atto di approvazione tecnica, considerato che "allo stato attuale le Norme Tecniche per le dighe non fanno alcuna deroga per le sollecitazioni di carico in dipendenza dalla frequenza del verificarsi", e quindi "le sollecitazioni sismiche sono da applicare alle casse con riferimento al livello idrico di progetto [n.d.r.: quota massima di regolazione, coincidente con quota del livello

d'acqua al quale ha inizio, a cassa piena, lo sfioro degli appositi dispositivi]. Tali condizioni risultano integralmente soddisfatte nelle verifiche fondazionali e di stabilità dei rilevati arginali, nelle verifiche strutturali dei manufatti A e B, nelle verifiche del manufatto C, nelle verifiche delle paratoie degli scarichi dei manufatti A, B e C del progetto esecutivo. Si precisa che le verifiche sismiche richieste sono molto conservative: si deve tenere conto in simultanea di eventi che hanno una probabilità di accadimento molto bassa e caratterizzati da tempi di ritorno molto alti; la verifica sismica è infatti richiesta allo stato limite del collasso ed in condizioni di invaso pieno. Tale combinazione, di carattere improbabile, di eventi di per sé già poco probabili, rende alcune verifiche particolarmente gravose, in particolare per i manufatti A e B, per i quali è stata prevista la modifica della soluzione fondazionale prevista nel Progetto Definitivo: le verifiche dei diversi conci svolte con analisi pseudostatica risultano soddisfatte con l'inserimento di due importanti taglioni a monte e a valle della fondazione e con il consolidamento del terreno mediante colonne di jet grouting, di diametro 1500 mm.

3.4 Aspetti idrologici e idraulici

Al fine di ottimizzare il comportamento delle opere dal punto di vista idraulico sono state apportate le seguenti modifiche rispetto al progetto definitivo:

- aggiunta di speroni in c.a. e putrelle in acciaio alla briglia selettiva progettata in corrispondenza della briglia di monte, al fine di trattenere il materiale flottante trasportato dalla corrente del T. Baganza;
- inserimento di paratoie piane, in corrispondenza dei 4 scarichi di fondo del manufatto A, in luogo del sistema di paratoie a settore previsto nel progetto definitivo: la soluzione scelta presenta notevoli vantaggi sia dal punto di vista realizzativo, con un montaggio in opera di elementi più semplici e leggeri, che possono essere preassemblati fuori opera, sia dal punto di vista manutentivo, in quanto garantisce l'ispezionabilità e la sostituzione degli elementi utilizzando la camera accessibile dal cunicolo di ispezione superiore, oltre che garantire una migliore tenuta idraulica rispetto alle paratoie a settore;
- inserimento dello scarico di fondo del comparto 1 in corrispondenza della spalla sinistra del Manufatto B, attraverso un canale scatolare, di sezione 2.5 x 2.5 m, regolato da una paratoia piana, il cui sbocco è collocato in corrispondenza della vasca di dissipazione del manufatto stesso, nel comparto 2;
- modifica della geometria in pianta dello sfioro del manufatto C: nel progetto definitivo lo sfioro era previsto di geometria rettangolare, mentre nel progetto esecutivo il profilo ha una geometria a ferro di cavallo, al fine di evitare l'interferenza dei flussi disposti perpendicolarmente tra di loro;
- ottimizzazione dei profili di sfioro (profilo Creager) dei manufatti A, B e C.

Il progetto tiene inoltre conto dei risultati ottenuti mediante il modello fisico, che è stato realizzato dall'Università di Parma su incarico di AIPo (Fig. 5); si riepilogano nel seguito le principali modifiche apportate alle opere in progetto, in esito ai risultati del modello:

- modifica dei dissipatori nella vasca a valle del manufatto A, prevedendoli in corrispondenza degli scarichi e con una geometria in pianta a doppio cucchiaino;

- innalzamento delle quinte della vasca di dissipazione del manufatto A, realizzando il muro con un'altezza pari a 8.6 m rispetto al fondo della vasca;
- modifica dei dissipatori nella vasca a valle del manufatto C, prevedendo una serie di 10 blocchi tipo Rehbock, a sezione trapezia, di altezza pari a 3.60 m;
- modifica della parte terminale della vasca di dissipazione del manufatto C, ponendone la soglia di valle alla stessa quota dell'alveo a valle del manufatto pari a 128.62 m slm;
- innalzamento delle quinte della vasca di dissipazione del manufatto C, con una nuova altezza del muro pari a 6.0 m dal fondo alveo;
- aggiornamento del dimensionamento delle scogliere, portandone l'altezza a 3.50 m rispetto al fondo dell'alveo, nel tratto a valle del manufatto A e del manufatto C;
- rettifica del muro di contenimento dell'argine a valle del manufatto B, in sponda destra, e relativo allineamento con quello della vasca di dissipazione, per ridurre le velocità in uscita dalla vasca di dissipazione;
- protezione dell'argine a valle della vasca di dissipazione del manufatto B in sponda destra a tergo del muro e in sinistra;
- innalzamento dell'area presente tra l'alveo e il canale a valle del manufatto C.

Infine, si richiama brevemente lo studio degli ipotetici scenari di collasso e funzionamento della cassa effettuati dall'Università di Parma, come richiesto dalla normativa vigente in materia di dighe di ritenuta, che, seguendo le prescrizioni e le osservazioni della DGD, ha analizzato:

- 1) gli scenari di invaso della cassa in occasione di una piena millenaria e trimillenaria;
- 2) gli allagamenti conseguenti al collasso totale ed istantaneo del manufatto regolatore (dam-break);
- 3) gli allagamenti conseguenti all'apertura di una breccia nell'argine in terra del comparto fuori linea della cassa (comparto 2);
- 4) la stima della portata effluente dagli organi di scarico e la conseguente propagazione della piena.

Il progetto esecutivo recepisce i risultati di queste analisi, effettuate utilizzando un modello bidimensionale, in quanto negli scenari considerati non tutta la corrente idrica è contenuta in alveo e si propaga seguendo percorsi anche molto diversi da quest'ultimo.



Figura 5

4 GESTIONE DEI MATERIALI

Le operazioni di scavo necessarie per la realizzazione dell'invaso e delle opere necessarie per il suo funzionamento determinano la disponibilità di un quantitativo di materiale inerte di oltre 3.500.000 metri cubi, suddiviso in:

- G1 Ghiaie in scarsa matrice sabbiosa e in subordine limosa (ghiaie dell'alveo attivo e zone limitrofe);
- G2 Ghiaie in abbondante matrice limo argillosa;
- L Limi e limi argillosi presenti discontinuamente in superficie;
- R Terreni di riporto a granulometria prevalentemente fine (scarti di precedenti attività);
- B Terreni di riporto a granulometria prevalentemente fine contaminati (conformi alla colonna B).

Il quadro dei reimpieghi del materiale derivanti dalle operazioni di scavo è legato alla realizzazione delle seguenti opere:

- formazione di rilevato per costruzione di corpi arginali;
- collocazione in deposito intermedio del materiale di scavo;
- formazione di massciata stradale mediante la messa in opera di materiale di idonea pezzatura;
- formazione di difesa in cassero sommersa od in rilevato;
- riempimento di erosioni e depressioni/bassure d'alveo, da eseguire con materiale di tipo G1/2;
- rimbottimento di sponda, da eseguire con materiale tipo G1 e/o massi/trovanti di idonea pezzatura derivanti dalle operazioni di selezione e/o vagliatura del materiale di scavo.

Nel complesso si prevede il riutilizzo di circa 2.000.000 m³, mentre i materiali in esubero saranno destinati all'esterno del cantiere per il reimpiego in regime di sottoprodotti.

5 ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA AGGIUDICAZIONE ED ALLA CONSEGNA DEI LAVORI

Occorre sottolineare come nei mesi scorsi siano state avviate le attività propedeutiche alla aggiudicazione ed all'affidamento dei lavori.

In particolare, nel giugno del 2020 è stata eseguita la indagine ferromagnetica per la ricerca di materiale ferroso potenzialmente riconducibile ad ordigni bellici, su una superficie di circa 420.000 m². Tale attività ha permesso di ridurre a circa 77.000 m² (meno di 1/5 dell'areale di indagine preliminare) l'area su cui eseguire l'attività di Bonifica Bellica Terrestre, avviata nel giugno del 2021 sotto la supervisione del 5° Reparto Infrastrutture del Ministero della Difesa di Padova.

Dal giugno 2020, inoltre, per la durata di 1 anno, sono state eseguite le attività preliminari di monitoraggio ambientale, prescritte in sede di VIA, che hanno riguardato le principali componenti di cui è necessario definire il livello "zero" a cui riferire le indagini in corso d'opera: acque sotterranee, avifauna ed ittiofauna, stato ecologico complessivo.

6 CONSEGNA E DURATA DEI LAVORI

I lavori sono stati consegnati alla ditta appaltatrice - l'ATI "Strabag - Costruzioni Edili Baraldini Quirino" - il giorno 7 ottobre 2021. L'evento ufficiale di inizio dei lavori si è tenuto il 13 ottobre (si veda pagina successiva). È prevista una durata complessiva pari a 1706 giorni, circa 57 mesi, cioè poco più di 4 anni e mezzo, per cui si prevede la ultimazione degli stessi nel giugno del 2026.

In ragione dei finanziamenti disponibili, l'opera è stata suddivisa in due diversi stralci, entrambi aggiudicati secondo la modalità dell'accordo quadro. La durata complessiva fa riferimento alla esecuzione di entrambi gli stralci di intervento, in modo consequenziale, per cui non è da escludere che possano essere programmate alcune fasi in sovrapposizione, per ridurre la durata complessiva dell'opera.

La fasizzazione dei lavori, riportata nei pannelli esplicativi che sono affissi ai margini dell'area espositiva, ma attualmente in corso di continuo perfezionamento, è stata definita in modo da garantire la sicurezza idraulica del cantiere e degli abitati limitrofi, nonché garantire una efficace programmazione delle attività di gestione dei rilevanti quantitativi di materiale da escavazione.

Per l'accesso all'area di intervento è prevista la realizzazione o l'adeguamento di 3 piste di servizio, secondo quanto già previsto ed approvato in sede di approvazione del Progetto Definitivo:

- la prima pista consentirà l'accesso da Nord (INGRESSO 1), in particolare da via Montanara con accesso collocato in prossimità dello svincolo con la tangenziale Sud di Parma. La pista si svilupperà prevalentemente lungo l'alveo in destra idraulica. Lo sviluppo complessivo della pista sarà di circa 6,5 km.

- la seconda pista consentirà l'accesso da Ovest (INGRESSO 2), in particolare dalla SP15 in prossimità di Sala Baganza e quindi attraverso via Aguzzoli. Lo sviluppo della pista sarà pari a circa 800 m.

- la terza pista consentirà l'accesso da Sud (INGRESSO 3), in particolare dalla rotonda di raccordo tra la SP15, la pedemontana e la SP56. Lo sviluppo della pista sarà pari a circa 2 km.

In corrispondenza dell'immissione sulla pubblica via, verranno installati degli impianti di lavaggio delle ruote, in modo da annullare l'impatto di polveri e fango sulla viabilità.

La durata complessiva dei lavori è stata anche finalizzata a ridurre, per quanto possibile, il transito in uscita dei mezzi che conferiranno il materiale in esubero nei siti di destinazione finale, comportando, sulle tre direttrici di uscita dal cantiere, un incremento quantificabile in non più di 20-30 mezzi al giorno.

7 FINANZIAMENTI

TIPO FINANZIAMENTO / INTESA	79 656 500,00 €	FONTE
	656 500,00 €	AIPO - Linea di finanziamento opere urgenti
	55 000 000,00 €	Ministero Ambiente - Piano stralcio per le aree metropolitane DPCM 15/09/2015
	6 000 000,00 €	Ministero Infrastrutture e Trasporti - Piano Invasi
	4 494 957,38 €	Regione Emilia-Romagna - DGR n. 597 del 26/04/2021
	13 505 042,62 €	In corso di perfezionamento il finanziamento sui Fondi Sviluppo e Coesione (FSC) 2021-2017

L'AVVIO UFFICIALE DEI LAVORI DELLA CASSA DI ESPANSIONE DEL BAGANZA

(a cura della Redazione)



Il 13 ottobre 2021, a sette anni dall'alluvione che colpì interi quartieri di Parma, si è svolto a Sala Baganza (Pr), l'evento ufficiale di avvio dei lavori della cassa di espansione del torrente Baganza, con l'intervento delle Autorità e la presenza di oltre cento partecipanti. Nell'area allestita per l'occasione presso il cantiere, sono intervenuti il Presidente della Regione Emilia-Romagna, **Stefano Bonaccini**, l'Assessore all'Ambiente e Protezione civile e Presidente Comitato di Indirizzo AIPo, **Irene Priolo**, il Sindaco di Parma, **Federico Pizzarotti**,

il Prefetto di Parma **Antonio Lucio Garufi**, il Direttore generale dighe e infrastrutture idriche del Ministero Infrastrutture e Mobilità Sostenibili **Angelica Catalano**, il Vicepresidente della Provincia di Parma **Giuseppe Delsante**, il Rettore dell'Università di Parma **Paolo Andrei**, il Segretario generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po **Meuccio Berselli**, il direttore AIPo **Luigi Mille** e la dirigente AIPo della Direzione idrografica Emilia occidentale **Mirella Vergnani** (Responsabile Unico del Procedimento).

*“Oggi è una giornata importante per il parmense e l'intera Emilia-Romagna - ha dichiarato il presidente **Bonaccini**. “Con l'avvio del cantiere della cassa del Baganza onoriamo un impegno preso con il territorio quando l'alluvione mise a rischio Parma, i suoi abitanti e le loro case. Da quel giorno il nostro lavoro è proseguito senza sosta per mettere a punto un'opera idraulica tra le più importanti realizzate nell'ultimo decennio, per risorse impiegate e portata. Il progetto che prende vita oggi è merito di un confronto e uno studio collettivo che ha coinvolto, nelle sue diverse fasi, cittadini, istituzioni, professionisti, che ringrazio tutti. È un nuovo fondamentale tassello del percorso che la Regione sta intraprendendo per mettere in sicurezza tutto il territorio con infrastrutture moderne e adeguate. Cura, manutenzione, prevenzione del dissesto idrogeologico sono infatti le leve sulle quali dobbiamo agire per contrastare gli effetti del cambiamento climatico, in Emilia-Romagna e nell'intero Paese. Da questo punto di vista il piano di investimenti del PNRR deve essere un'occasione da non sprecare”.*



*“Mi piace che a parlare siano i fatti – ha affermato l'assessore regionale alla Difesa del suolo e presidente del Comitato di indirizzo Aipo, **Irene Priolo**. “Nel rispetto dei tempi annunciati, muove i primi passi un cantiere strategico in termini di sicurezza idraulica a cui la Regione, con AIPo e i Comuni, lavorano dal giorno successivo all'emergenza, sia per definire il progetto dell'intervento sia per costruire il quadro dei finanziamenti, per nulla scontato. La cassa è un'opera fondamentale per la sicurezza dell'intero nodo idraulico di Parma-Colorno. È l'investimento in sicurezza idraulica più importante in corso in Emilia-Romagna e il più importante almeno dell'ultimo decennio, frutto di un poderoso lavoro di squadra delle Istituzioni e di altissime professionalità che ringrazio per l'impegno messo in campo”.*

Il direttore di AIPo, **Luigi Mille**, ha ricordato l'impegno della struttura dell'Agenzia per giungere a questo momento fondamentale nei tempi previsti: *“E' doveroso un ringraziamento a tutti coloro che si sono spesi per questo risultato. Oggi non è solo una bellissima cerimonia, i lavori sono davvero iniziati. Abbiamo lavorato in modo molto intenso per arrivare all'avvio di un'opera così attesa dalla popolazione di Parma e anche degli altri centri abitati a nord della città”.*



I due video riguardanti l'evento, con interviste ai protagonisti, sono visionabili nel canale “AIPo video news”, al link: <https://www.youtube.com/channel/UCjLS1grnFkOsTzX2a8Ajrgw>

re processamento con Cfloor sono sempre dello stesso formato con maggiore portabilità e leggeri da un punto di vista della memoria occupata. Al fine di garantire una omogeneità fra i rilievi nei diversi tratti sono stati utilizzati i dati di due idrometri della rete idro-meteorologica a seconda del tratto rilevato. Tutti i rilievi batimetrici hanno infatti come riferimento lo stesso zero idrometrico della stazione a loro connessa svincolandoli dalle oscillazioni idrometriche e riportando poi i punti rilevati in quote assolute. Per quanto riguarda il ramo laterale più lungo del Po di Goro ci si è riferiti alla stazione idrometrica di Ariano nel Polesine. Per il Po grande o di Venezia (compreso anche il Po di Pila) e per tutti gli altri rami laterali ci si è riferiti invece all'idro-

metro di Cavanella Po. Tutti i rilievi sono in coordinate WGS 84 zona UTM 33.

Conclusioni

Nella prima campagna di rilievi a cavallo tra il 2019 e il 2020 si è coperta una superficie scandagliata di circa 12.6 Km² mentre nella seconda del 2021 si è riusciti a coprire ben circa 18.5 Km² (equivalenti a circa 2600 campi da calcio). Sempre nella seconda campagna si sono percorsi con l'imbarcazione Leonardo un totale di circa 680 chilometri lungo il corso dei rami laterali e di quello principale del Po considerando che in quest'ultimo, per rilevare al meglio le batimetrie fluviali, ad ogni chilometro sono corrisposte in media 10 passate. Ad oggi tale campagna di rilievi

batimetrici risulta essere la prima mai effettuata nel delta del Po anche in relazione alla sua estensione e precisione della strumentazione utilizzata. I risultati del rilievo saranno molto utili, oltre che per le finalità già menzionate del progetto Change We Care, in altri numerosi ambiti per AIPo e per gli altri enti che, a vario titolo e livello, operano sul fiume Po e nel delta. I sempre più avanzati applicativi di modellazione idraulica bidimensionale a fondo fisso e mobile in uso sono infatti tanto più fruibili e soddisfacenti nei risultati quanto più sono disponibili e precise le geometrie al di sotto della superficie. Sarà inoltre importante nel futuro prevedere ulteriori rilievi con cadenza temporale prefissata per valutare l'evoluzione morfologica fluviale nel tem-

po anche in tratti di speciale interesse come tra Corbola e Mazzorno anche al fine di tarare i già citati modelli idraulici a fondo mobile valutandone i risultati. Al momento (novembre 2021), con le stesse tecnologie multibeam già utilizzate, la Direzione Area Navigazione con il suo personale ha iniziato il rilievo batimetrico del restante intero corso del Po, tra foce Ticino e l'incile del Po di Goro. Si tratta di uno sforzo considerevole ma resosi ancora più necessario ai fini di una adeguata progettazione dei numerosi interventi previsti lungo il grande fiume compresi nel Piano di Ripresa e Resilienza nazionale (PNRR).

Giancarlo Focherini (AIPo)



LETTURE & VISIONI D'ACQUA

Fiumi. Le arterie della vita sulla Terra

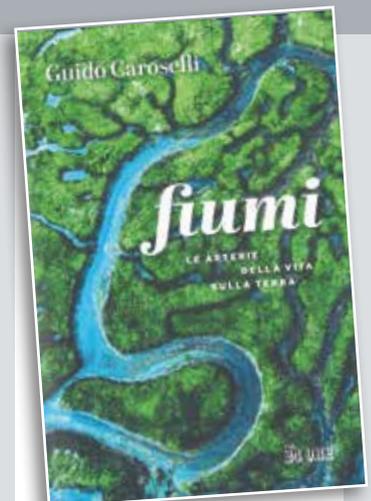
“**Segnaliamo la pubblicazione di questa interessante guida edita dal Sole 24 ore**

Il volume è frutto della curiosità dell'autore che abbandona, ma non completamente, i suoi abituali ambiti di studio e attività: la meteorologia e la climatologia. L'avventura che intraprende in ambito fluviale gli dà modo di raccontare e approfondire tanti temi, tra cui, tre grandi questioni interconnesse: l'incremento demografico, il cambiamento climatico e il dissesto idrogeologico. Come lo stesso titolo vuole indicarci, i fiumi in particolare e tutte le vie d'acqua in genere rivestono un'importanza fondamentale

per l'esistenza di ogni forma di vita. L'esplorazione che viene fatta riguarda, come scrive Caroselli, *“tutti gli aspetti che gli sono venuti in mente”*. Si parte dalla *“Storia delle civiltà fluviali”* alla *“Geografia fluviale”*, dai *“Fiumi d'Italia”* all'*“Ingegneria fluviale”*, passando per i capitoli centrali che ci parlano di *“fisica, chimica, ecologia, economia”* ... senza dimenticare aspetti importantissimi come la *“Meteorologia e la Climatologia”*, i suoi - diciamo così - *“cavalli di battaglia”*. Il libro

si chiude con I fiumi nell'arte, dove sono protagonisti di innumerevoli opere letterarie, pittoriche, scultoree, musicali e via dicendo. Sottolineiamo che il lettore non è costretto a leggere il libro *“in fila”*, rispettando quindi la successione temporale dei capitoli, ma può spaziare intervallando un argomento ad un altro, come più gli aggrada. Ogni capitolo termina con la sezione *“A proposito di ...”*, in cui si trovano bocconi di notizie alla rinfusa, curiose e singolari.

Rita Panisi (AIPo)



Fiumi.
Le arterie della vita sulla terra
di Guido Caroselli

Edizioni Il Sole 24 ore, 2021,
pagg. 232
€ 12.90

Un nuovo sistema di monitoraggio integrato in fibra ottica per gli argini

Introduzione e obiettivi di studio

L'ufficio federale per l'ambiente UFAM (Svizzera) ha approvato e finanziato il progetto "Advanced fiber optical monitoring system for levees: Testing facility" a favore della OST Università di Scienze Applicate della Svizzera Orientale di Rapperswil.

Il progetto dell'attività, incentrato sull'uso di moderne fibre ottiche, è stato redatto in collaborazione con il Centro Prove e Ricerche di AIPo e prevede la realizzazione di un argine sperimentale, da realizzarsi presso il Polo Scientifico AIPo di Boretto (RE).

L'obiettivo principale di questo progetto è lo sviluppo di un nuovo e unico sistema di monitoraggio per gli argini basato su sensori a fibra ottica distribuita (DFO). Un aspetto cruciale sarà la prova di fattibilità delle procedure di installazione in argini nuovi ed esistenti attraverso delle misure in un modello in scala reale. La tecnologia dovrà essere sicura e affidabile prima dell'implementazione in un vero argine fluviale. In dettaglio il progetto nasce dalla collaborazione tra l'Università di Scienze Applicate della Svizzera Orientale (OST) ed il Centro Prove e Ricerche dell'AIPo. In parallelo il Servizio di Protezione contro le piene del Rodano (in particolare in concomitanza con il "Progetto di correzione del

Rodano Svizzero", a carattere pluriennale) ha deciso di sostenere ed estendere il progetto di monitoraggio dell'erosione e dello scambio falda - fiume con il nuovo sistema.

Il progetto nel suo insieme comprende sei fasi principali:

1. Progettazione ed implementazione di un nuovo sensore DFO a fibre ottiche distribuite per la misurazione delle pressioni totali ed interstiziali dell'acqua nel suolo;
2. Verifica della funzionalità dei sensori (sensori DFO nuovi e standard) in un dispositivo su piccola scala all'OST;
3. Costruzione di un campo prova sperimentale in un'area di proprietà del Polo Scientifico AIPo a Boretto (modello in scala reale) per testare l'implementazione della metodologia del sensore DFO e del sistema di monitoraggio;
4. Interpretazione analitica e numerica delle misure ottenute con il sistema di monitoraggio DFO nel campo prova di Boretto;
5. Implementazione del sistema di monitoraggio DFO all'interno del progetto di rinaturalizzazione del Rodano¹ in Svizzera. Il nuovo sistema di monitoraggio in fibra ottica avrà come obiettivi: il monitoraggio distribuito su ampie tratte della stabilità di argini nuovi ed esistenti, il monitoraggio distribuito dei fenomeni di erosione interna (piping) ed esterna di argini nuovi ed esistenti e del fondo del fiume, il monitoraggio dell'interscambio tra acqua di falda e fiume;
6. Implementazione del sistema DFO nella Cassa di espansione della Dora Riparia ad Alpignano (TO) in Italia.

Metodologia

Presso il Polo Scientifico AIPo di Boretto saranno costruiti due diversi tipi di argini che saranno strumentati con sensori a fibre ottiche distribuite (DFO) e con sensori convenzionali (tensiometri, estensimetri, etc...). Il sistema di monitoraggio dovrebbe essere applicabile alle strutture future così come a quelle esistenti e più vecchie, da qui l'idea di dividere l'argine sperimentale in un tipo "ex novo" e uno "esistente" (vedi Fig 1).

Il bacino avrà una lunghezza di 85 m ed una larghezza di 35 m. La geometria del rilevato sarà realizzata con una pendenza $\frac{1}{2}$ e con un'altezza in sommità di 3 m dal livello del suolo. Questa geometria segue le indicazioni di diversi standard di costruzione degli argini, così come le specifiche della Correzione del Rodano² e le linee guida AIPo³.

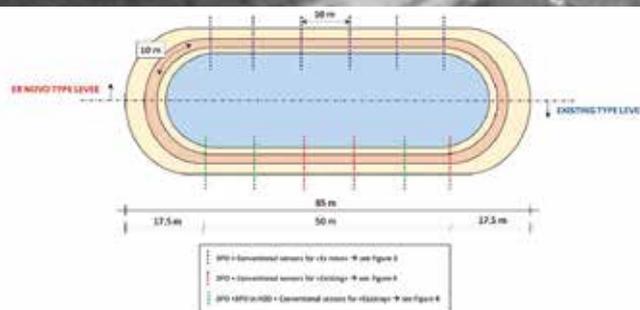


Fig 1: Tipi di argini previsti nel Polo Scientifico AIPo di Boretto: "ex novo" ed "esistente".

1 - La rinaturalizzazione del Rodano, finanziata con circa tre miliardi di franchi svizzeri dall'ufficio federale dell'ambiente UFAM (BAFU <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home.html>), è un progetto gestito dal Canton Vallese, in particolare dal Servizio della Terza Correzione del Rodano. Dal 2022 questo progetto sarà integrato nel servizio contro le calamità naturali del Canton Vallese.

2 - A report on third Rhone correction, Zimmerli U., Hoehn E., Speerli J., Rhonekorrektur - Bericht der Externen Expertengruppe zu den Alternativprojekten der Gemeinden für den Abschnitt Chippis - Martigny

3 - Presenti all'interno dei capitolati tecnici delle opere arginali AIPo

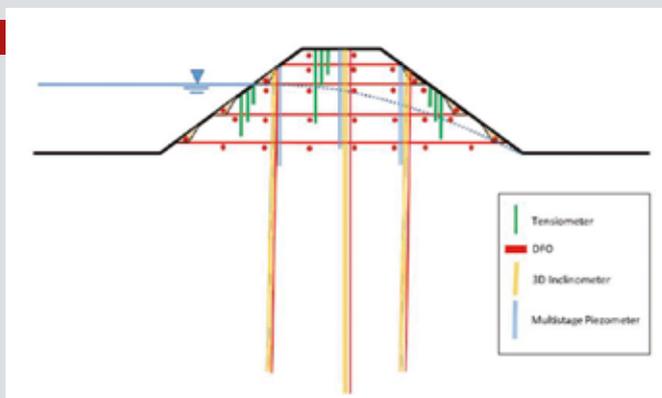


Fig 2: Esempio schematico di un layout di strumentazione per l'argine "Ex novo".

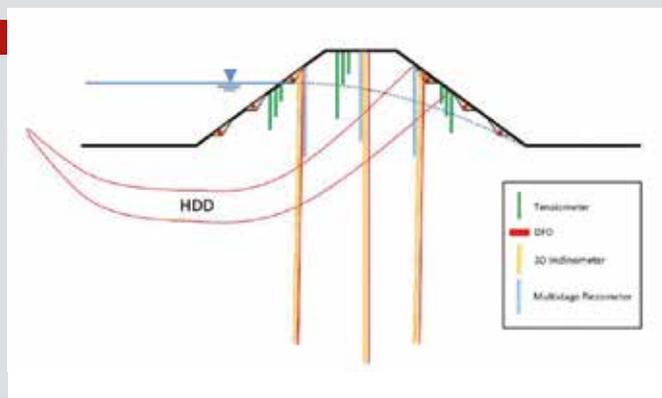


Fig 3: Esempio schematico di un layout di strumentazione per l'argine "esistente" (installazione HDD).

Una parte del rilevato sperimentale sarà strumentata con sensori DFO e convenzionali direttamente incorporati nel suolo durante la costruzione (tipo "ex-novo"), vedi anche Fig 2.

In tre sezioni dell'argine "esistente" dell'impianto di prova, il sistema DFO sarà installato con la perforazione direzionale orizzontale (HDD) come nella pratica corrente delle telecomunicazioni. La perforazione attraverserà il bacino con un angolo e continuerà sotto il bacino fino all'altra sponda (vedi Fig 3 e Fig 4). Questa parte dell'argine artificiale dovrà simulare le condizioni reali di un argine esistente su cui le fibre ottiche possono essere installate solo in certi punti e con tecniche non distruttive.

Una volta che gli argini saranno costruiti e strumentati, verranno eseguite all'interno del bacino artificiale prove

d'invaso e di rapido svasso grazie ad alcune chiaviche. Il bacino artificiale realizzato sarà riempito con l'acqua della falda freatica pompata dal pozzo esistente all'interno dei terreni di proprietà di AIPO. Accanto agli argini, sarà scavato un bacino di drenaggio per contenere l'acqua di svuotamento del bacino artificiale (vedi Fig 5).

Gli altri test saranno organizzati come segue:

- una prima serie di prove (della durata di circa 24 ore) con condizioni idrauliche che simuleranno i tempi delle piene reali nei corsi d'acqua di alta pianura (fiume Rodano);
- una seconda serie di prove (della durata di alcuni giorni) con la persistenza di livelli d'acqua più alti simulando idrogrammi di piena in tratti di pianura (fiume Po).

Un altro test simulerà l'erosione del fondo causata dalla

corrente del fiume durante le piene. Un piccolo escavatore sarà usato per rimuovere una porzione di terra ed il sistema di monitoraggio DFO dovrebbe essere in grado di misurare la riduzione di copertura del suolo.

Il programma di test sarà definito più dettagliatamente al termine della fase 3 di costruzione dell'argine sperimentale e comprenderà simulazioni che ricostruiranno le condizioni idrauliche dei bacini di riferimento (fiume Rodano per la Svizzera, fiume Po per l'Italia).

In futuro, l'AIPO prevede di adattare l'argine sperimentale ed eseguire ulteriori test a proprie spese per studiare i danni causati dalle tane degli animali. Infatti negli ultimi anni la proliferazione di animali fossori lungo i corsi

d'acqua ha causato ingenti danni al sistema arginale con elevati costi di ripristino. L'AIPO intende anche in futuro installare le fibre ottiche tradizionali oltre a quelle tensio piezometriche su un grande progetto nel territorio di Alpignano (TO). Infatti, la cassa di espansione della Dora Riparia è in fase di progettazione e le fibre ottiche potrebbero essere installate sia sui manufatti a valle che su quelli a monte e lungo gli argini del bacino, nelle modalità testate nella porzione dell'argine sperimentale di tipo "ex novo".

Risultati e conclusioni

L'obiettivo principale di queste prove sarà capire come le pressioni interstiziali e l'umidità si distribuiscono

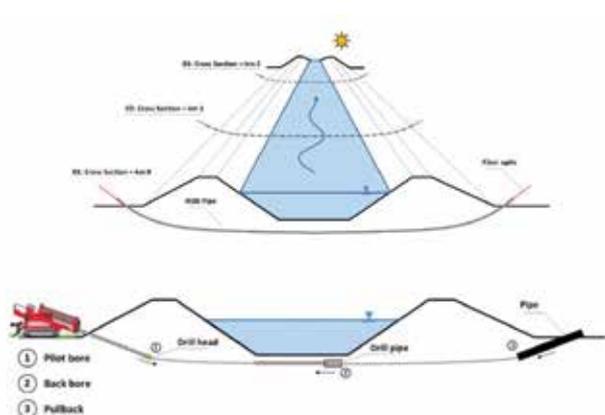


Fig 4: Layout proposto per l'installazione dell'HDD.



Fig 5: Possibile disposizione del bacino sperimentale nel campo prove AIPO di Boretto.



all'interno del sistema arginale durante le piene, in diversi tipi di fiumi di interesse per BAFU e AIPo. Questi test permetteranno di indagare la risposta del sistema di monitoraggio con fibre ottiche ed il relativo comportamento geotecnico dell'argine. In particolare i sensori installati monitoreranno:

- I movimenti dell'argine e l'eventuale instabilità;
- Il livello dell'acqua e il contenuto di umidità all'inter-

no del rilevato.

I risultati sperimentali permetteranno di sviluppare ulteriormente ed ottimizzare l'ingegneria e l'ubicazione dei sensori.

Il confronto tra il tipo ex-novo (cavo installato durante la costruzione) e la procedura di retrofit (installazione HDD) sarà di particolare interesse per sviluppare le tecniche di installazione più adeguate per inserire cavi di rilevamento in fibra ottica in argini

esistenti. Inoltre, questi test avranno lo scopo di studiare la diversa risposta dei sensori installati (DFO e convenzionali) al momento della piena e del rapido svaso.

Il progetto è stato presentato dal Prof. Dr. Carlo Rabaiotti di OST il 24 Settembre scorso a RemTech Expo Blended Edition 2021 a FerraraFiere, all'interno del ciclo di conferenze "PNRR e Progettazione integrata/Multidisciplinare per la mitigazione dei rischi

naturali e l'adattamento ai cambiamenti climatici" a cui erano presenti anche il Direttore Luigi Mille e la Presidente AIPo Irene Priolo, anche Assessore all'ambiente, difesa del suolo e della costa, protezione civile della Regione Emilia-Romagna.

Agnese Bassi (AIPo)



PARTNER



Università di Scienze Applicate della Svizzera Orientale (OST)

Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Dr ETH, Ingegneria Civile
Professore Dipartimento Geotecnica OST
carlo.rabaiotti@ost.ch

Alessio Hötting

MSc ETH, Ingegneria Civile
Capo Progetto OST
alessio.hoetting@ost.ch

Isabel Sara Bohren

BSc OST, Ingegneria Civile
Personale addetto al Progetto OST
isabel.bohren@ost.ch



Agenzia Interregionale per il fiume PO (AIPo)

Dr. Geol. Alessandro Rosso

Responsabile Centro Prove e Ricerche AIPo
alessandro.rosso@agenziapo.it

Dr.ssa Geol. Agnese Bassi

Geologa Centro Prove e Ricerche AIPo
agnese.bassi@agenziapo.it

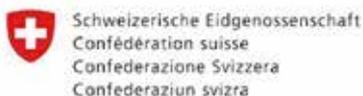


Solifos AG (Produttore sensori in fibra ottica)



Iridis Solutions AG (Specialisti sensori a fibre ottiche)

FINANZIATORI



Bundesamt für Umwelt BAFU

Ufficio Federale per l'Ambiente UFAM (CH)



**CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS**

**Ufficio contro i rischi naturali del Canton Vallese (CH)
Progetto Terza
Correzione del Rodano**

Progetto LIFE - Sand Boil: ridurre l'erosione retrogressiva degli argini

“ Una soluzione eco-compatibile per mitigare il rischio alluvione generato dalle riattivazioni dei fontanazzi

Descrizione e Obiettivi del Progetto

LIFE SandBoil è un progetto coordinato dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM) dell'Università di Bologna e finanziato dalla Unione Europea all'interno del Programma LIFE Environment and Resource Efficiency. I partner del progetto sono tre: l'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPo), Officine Maccaferri Italia srl (OMI) ed il North-Transdanubian Water Directorate (ÉDUVIZIG), un ente pubblico ungherese responsabile della sicurezza delle strutture arginali di una porzione del bacino del Danubio.

L'obiettivo principale di questo progetto è quello di mettere a punto una tecnologia di mitigazione del fenomeno dell'erosione retrogressiva,

noto in letteratura come *backward erosion piping*. La progressione di questo pericoloso meccanismo di collasso arginale, che si manifesta in superficie con la formazione dei fontanazzi, può essere fermato attraverso una soluzione ingegneristica efficace, sostenibile, innovativa ed eco-compatibile, che si configura con la realizzazione di un inserto di materiale a granulometria controllata nella zona influenzata dal processo di erosione. La tecnologia, tutt'ora in via di sviluppo, una volta messa a punto potrà essere replicata su vasta scala, con costi contenuti, e sarà accompagnata da linee guida progettuali per un corretto dimensionamento del prototipo in diversi contesti idro-geologici.

I fenomeni di erosione retrogressiva si verificano

LIFE SUB-PROGRAMME	LIFE Environment and Resource Efficiency
SETTORE	Water
INIZIO DEL PROGETTO	1 Ottobre 2020
TERMINE DEL PROGETTO	30 Settembre 2025
BUDGET TOTALE	2.831.933 €
CONTRIBUTO UE	1.552.062 €

Tab 1 - Dettagli del progetto.

in maniera sempre più ricorrente sotto i rilevati arginali durante gli eventi di piena. Si tratta di un processo di erosione interna nel quale si formano piccoli canali (pipes) nel terreno di fondazione, a causa dell'asportazione di particelle di sabbia per azione della filtrazione dell'acqua (Fig 1). Questi canali si originano dapprima nella zona di efflusso, in prossimità del piede arginale, per poi svilupparsi a ritroso verso il fiume, mentre il materiale eroso si deposita in superficie a valle dell'argine, creando i cosiddetti fontanazzi, in inglese sand boils, termine tecnico da cui deriva il nome del progetto. Il fenomeno, se non contrastato, può determinare il collasso dell'argine, con conseguenze

ovviamente catastrofiche per l'ambiente circostante.

Negli ultimi decenni, lungo il fiume Po sono stati censiti dall'Autorità di Bacino del fiume Po e da AIPo oltre 130 fontanazzi (Fig 2), alcuni dei quali anche di notevoli dimensioni, che spesso si riattivano contemporaneamente in occasione delle piene. Ma il problema riguarda anche molte strutture arginali di grandi fiumi in Europa e nel mondo, fra cui il Danubio e il Mississippi. Gli interventi di mitigazione attualmente adottati risultano non solo molto costosi e quindi scarsamente implementati su larga scala, ma talvolta anche inefficaci.

Il progetto nel suo insieme comprende sette fasi principali, due fasi preparatorie (A) e cinque di implementazione (B): A.1 - Aggiornamento dei database fontanazzi per i fiumi Po e Danubio. Questi database saranno utilizzati per censire i fontanazzi "storici" nei bacini del Po e del Danubio e per definire le

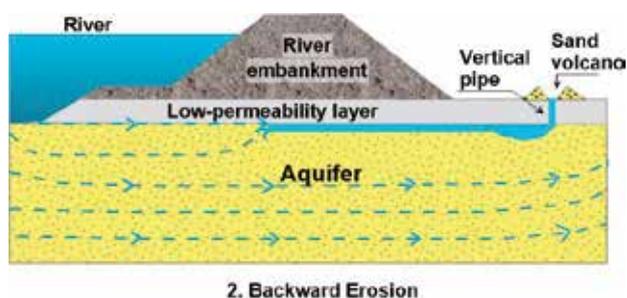


Fig 1 - A sinistra: schema del fenomeno di erosione retrogressiva, in fase di progressione, che può portare al collasso arginale. A destra: una coronella creata attorno ad un fontanazzo nel bacino del Danubio (Ungheria).

ATTIVITÀ E PROGETTI

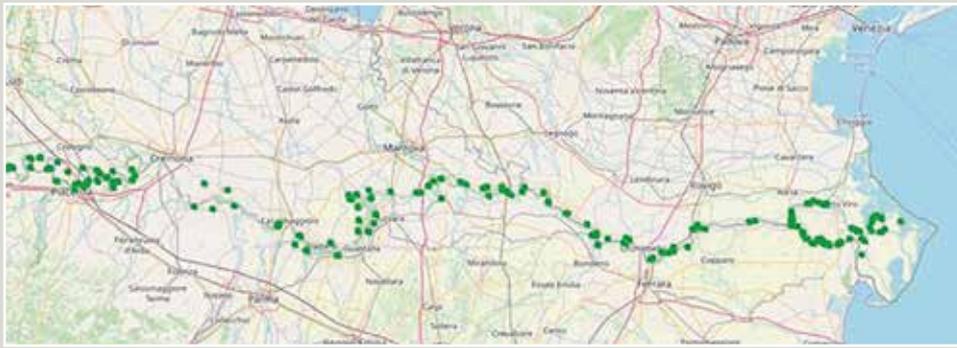


Fig 2 - Il database fontanazzi di AIPo.

priorità nell'implementazione della strategia di mitigazione, a cura di AIPo e ÉDUVIZIG; A.2 - Analisi preparatorie e Autorizzazioni per il Pilot, Demonstration e Replication sites. In questa fase verranno sviluppate le questioni tecniche, gli aspetti legali e i diritti di proprietà delle tre aree in cui verrà implementata la nuova tecnologia, a cura di AIPo e ÉDUVIZIG; B.1 - Progettazione del prototipo a cura di UNIBO e OMI; B.2 - Validazione del prototipo su larga scala in laboratorio, a cura di UNIBO (Fig 3); B.3 - Validazione del prototipo su scala reale nel Pilot site, in area di proprietà del Centro Prove e Ricerche AIPo, a

Boretto (RE), a cura di AIPo, UNIBO e OMI (Fig 4); B.4 - Test dimostrativo del prototipo nel Demonstration site, un'area del reticolo di competenza AIPo in cui è presente un fontanazzo "storico", a Revere (MN), a cura di AIPo, UNIBO e OMI (Fig 5); B.5 - Linee guida finali per la progettazione e repliche dell'intervento nel bacino del Danubio (Ungheria), la nuova tecnologia sarà applicata in un tratto del il Danubio e di un suo affluente (Fiume Marcal) in cui sono presenti fontanazzi "storici" (Fig 6).

Dettagli del Progetto

Il primo step condotto nell'ambito del progetto è stato quello della raccolta dati e analisi delle evidenze

dei fenomeni di piping da erosione retrogressiva in Italia ed Ungheria, per lo sviluppo di un database comprensivo dei fontanazzi "storici" lungo il fiume Po in Italia e lungo il tratto del Danubio in Ungheria gestito da ÉDUVIZIG. AIPo nel 2020 ha affidato tramite gara la programmazione di una nuova versione del database fontanazzi alla società Hortus. Questo nuovo software sviluppato in ambiente GIS, che sarà a disposizione anche del partner ungherese, permette:

- di catalogare le più recenti attivazioni e riattivazioni di fontanazzi lungo diverse aste fluviali,
- di inserire dati geologico-geotecnici disponibili,

- di valutare il livello minimo di acqua del fiume che causa la riattivazione di ogni fontanazzo, inserendo i dati reali scaricati dagli idrometri presenti lungo l'asta fluviale di riferimento. La validazione del prototipo, su un modello a scala ridotta, è in corso di sviluppo presso i laboratori del dipartimento DICAM. La nuova tecnologia verrà poi implementata nelle aree adiacenti al Centro Prove e Ricerche AIPo di Boretto (RE) dove verrà costruito un bacino con un argine sperimentale (Pilot site, Fig 4). Il prototipo verrà poi messo in opera in un sito dimostrativo lungo il fiume Po a Revere (MN), dove è presente un fontanazzo "storico" incline a ricorrenti riattivazioni durante importanti eventi di piena (Demonstration site, Fig 5). La tecnologia sarà successivamente implementata in due siti critici del bacino del Danubio in Ungheria (Replication sites, Fig 6), che sono stati soggetti a fenomeni di piping significativi durante l'evento di piena del 2013, con il verificarsi di grandi

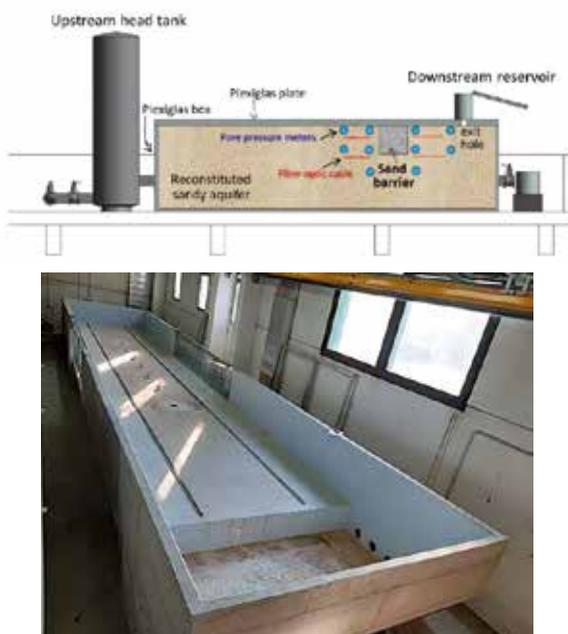


Fig 3 - Laboratorio dell'Università di Bologna dove verrà testato il prototipo.

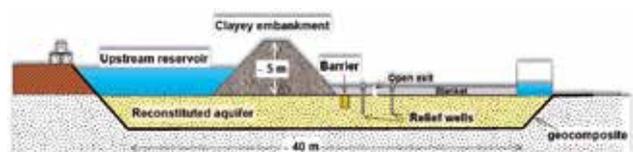


Fig 4 - Area di validazione del prototipo: Pilot site di Boretto (RE).



Fig 5 – Area dimostrativa: sito di Revere (MN), in azzurro la posizione del fontanazzo "storico".

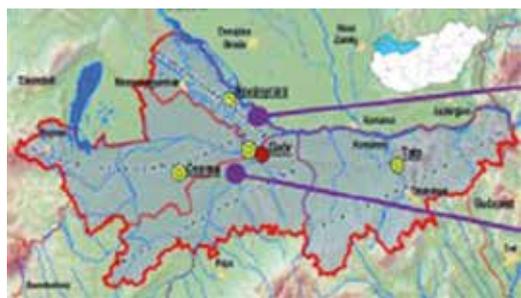
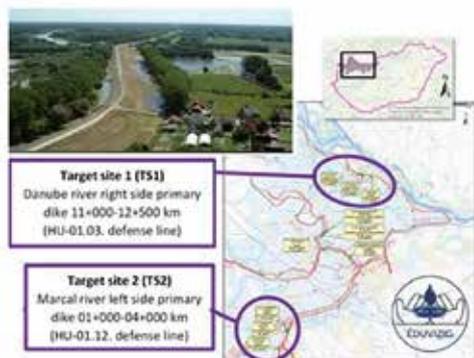


Fig 6 – Area di replicazione: due siti in Ungheria, nel bacino del Danubio, indicati in viola.

fontanazzi, replicando a livello europeo le soluzioni innovative proposte come obiettivo specifico dei progetti LIFE.

Risultati e conclusioni

L'obiettivo finale del progetto è quello di sviluppare una tecnologia pronta per il mercato, replicabile in qualsiasi contesto fluviale, dove i fontanazzi mettono in pericolo la stabilità degli argini. La contromisura proposta può essere vista come una soluzione integrata, che combina una tecnologia di mitigazione con un sistema di monitoraggio completamente automatizzato, destinato a monitorare l'efficacia

dell'intervento nel lungo termine (Fig 7).

Particolare risalto verrà dato alla diffusione dei risultati del progetto, per il successo della trasferibilità e replicabilità della tecnologia di mitigazione proposta. Un'ampia varietà di azioni e strategie sono programmate, sia per aumentare la consapevolezza pubblica

del rischio alluvione dovuta al fenomeno di piping da erosione retrogressiva, sia per promuovere la replicazione della tecnologia. Nell'ambito delle azioni di comunicazione del progetto sono infatti previsti: organizzazione di seminari, gruppi di discussione a tavole rotonde rivolti alle parti interessate (stakeholders), partecipazione a conferenze, fiere commerciali, esposizioni, pubblicazioni di linee guida tecniche per la progettazione di soluzioni ingegneristiche, etc... Sono in oltre previsti eventi educativi sul campo, che si terranno nel sito pilota di Boretto (RE) e saranno principalmente rivolti a studenti di Master e di Dottorato.

Il progetto, nei suoi elementi essenziali, è stato presentato dalla Prof. Ing. Laura Tonni di UNIBO il 24 Settembre scorso in occasione di RemTech Expo Blended Edition 2021, presso FerraraFiere, all'interno del ciclo di conferenze "PNRR e Progettazione integrata/Multidisciplinare per la mitigazione dei rischi naturali e l'adattamento ai cambiamenti climatici", a cui hanno partecipato anche il Direttore Luigi Mille e la Presidente AIPO Irene Priolo, anche Assessore all'ambiente, difesa del suolo e della costa, protezione civile della Regione Emilia-Romagna.

Agnese Bassi (AIPO)

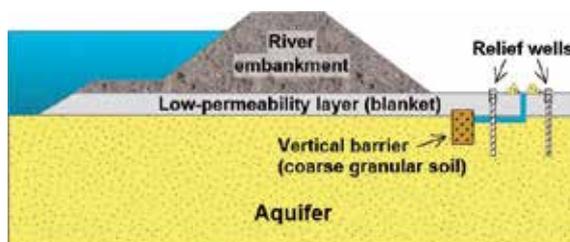
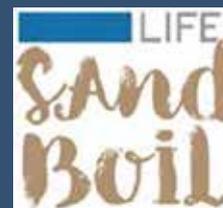


Fig 7 - Soluzione integrata che combina una tecnologia di mitigazione (Vertical barrier) con un sistema di monitoraggio integrato per verificare l'efficacia a lungo termine dell'intervento.

Gruppo di lavoro

Capofila



Alma Mater Studiorum – Università di Bologna (UNIBO)

Il progetto è coordinato dal Dipartimento di ricerca DICAM che ha una lunga esperienza in grandi progetti riguardanti problemi idraulici e geotecnici degli argini del bacino del Po, come lo sviluppo di sistemi di monitoraggio da remoto per le infrastrutture di protezione dalle piene. Le competenze del team DICAM spaziano dall'Ingegneria geotecnica, alla geologia, Ingegneria idraulica e Geomatica.



Agenzia Interregionale per il fiume PO (AIPO)

Collaborerà in tutte le attività e gli interventi che saranno realizzati sugli argini del fiume Po. In particolare AIPO sarà responsabile dell'installazione del sistema di monitoraggio, che è una parte integrante della misura di mitigazione proposta. Inoltre AIPO avrà un ruolo chiave nell'aggiornamento e completamento del database fontanazzi che ricopre tutto il bacino del Po.



Officine Maccaferri Italia Srl (OMI)

All'interno del progetto, OMI sarà attivamente impegnata nella progettazione, costruzione ed installazione del prototipo nei Pilot, Demonstration e Replication sites come nello sviluppo di Linee guida tecniche contenenti i criteri di progettazione, i metodi di calcolo, le procedure di installazione e manutenzione della tecnologia di mitigazione proposta contro il piping da erosione retrogressiva.



North-Transdanubian Water Directorate (ÉDUVIZIG)

Ente pubblico ungherese responsabile del monitoraggio e dell'implementazione delle strategie di protezione dalle piene lungo un segmento del fiume Danubio e dei relativi affluenti. All'interno del progetto ÉDUVIZIG supporterà e parteciperà alle diverse attività che saranno portate avanti durante tutta la durata del progetto. In particolare, sarà coinvolta nell'implementazione della tecnologia in due argini reali sul Fiume Danubio e di un affluente (F. Marcal), situati nella sua area di competenza e selezionati per la replica in conseguenza della loro suscettibilità al fenomeno di piping da erosione retrogressiva.



Interventi per la difesa idraulica del territorio e il bilancio idrico



Gestione delle vie navigabili interne



Servizio di piena, previsioni e monitoraggio Polizia idraulica



Progetti e studi di laboratorio

informazioni e contatti

PARMA

sede centrale

Strada G. Garibaldi, 75 - 43121 Parma
Tel. 0521.7971
Segreteria: 0521.797320
e-mail: protocollo@agenziapo.it

TORINO

Via Pastrengo, 2/ter
10024 Moncalieri (TO)
Tel. 011.642504 - fax 011.645870
e-mail: ufficio-to@agenziapo.it

ALESSANDRIA

Piazza Turati, 1 - 15100 Alessandria
Tel. 0131.254095 - 0131.266258
Fax 0131.260195
e-mail: ufficio-al@agenziapo.it

CASALE MONFERRATO (AL)

Corso Genova, 16/18
15033 Casale Monferrato (AL)
tel 0142.457879 - fax 0142.454554
e-mail: ufficio-casale@agenziapo.it

MILANO

Via Torquato Taramelli, 12 - 20124 Milano
Tel. 02.777141 - Fax 02.77714222
e-mail: ufficio-mi@agenziapo.it

PAVIA

Via Mentana, 55 - 27100 Pavia
Tel. 0382.303701 - 0382.303702
Fax 0382.26723
e-mail: ufficio-pv@agenziapo.it

CREMONA

Via Carnevali, 7 - 26100 Cremona
Tel. 0372.458021 - Fax 0372.28334
e-mail: ufficio-cr@agenziapo.it

MANTOVA

Vicolo Canove, 26 - 46100 Mantova
Tel. 0376.320461 - Fax 0376.320464
e-mail: ufficio-mn@agenziapo.it

PIACENZA

Via Santa Franca, 38 - 29100 Piacenza
Tel. 0523.385050 - Fax 0523.331613
e-mail: ufficio-pc@agenziapo.it

PARMA

ufficio territoriale

Strada G. Garibaldi, 75 - 43121 Parma
Tel. 0521.797336-337 - Fax 0521.797335
e-mail: ufficio-pr@agenziapo.it

MODENA

Via Attiraglio 24 - 41122 Modena
Tel. 059.235222 - 059.225244
Fax 059.220150
e-mail: ufficio-mo@agenziapo.it

FERRARA

Viale Cavour, 77 - 44100 Ferrara
Tel. 0532.205575 - Fax 0532.248564
e-mail: ufficio-fe@agenziapo.it

ROVIGO

Corso del Popolo, 129 - 45100 Rovigo
Tel. 0425.203111 - Fax 0425.422407
e-mail: ufficio-ro@agenziapo.it

SERVIZIO DI PIENA

Strada G. Garibaldi, 75 - 43121 Parma
Tel. 0521.797390 - 797391 - Fax 0521.797376
e-mail: servizio.piena@agenziapo.it

AREA NAVIGAZIONE, IDROVIE E PORTI

Settore Emiliano

Via Argine Cisa, 11
42022 Boretto (RE)
Tel. 0522.963811 - Fax 0522.964430
e-mail: boretto.ni@agenziapo.it

Settore Lombardo

Via Carnevali, 7
26100 Cremona
Tel. 0372.592011 - Fax 0372.592028
e-mail: cremona.ni@agenziapo.it

LABORATORI DI IDRAULICA E GEOTECNICA

Strada Provinciale per Poviglio, 88
42022 Boretto (RE)
Contatti: Tel. 0521.797375 - 0521.797162
e-mail: alessandro.rosso@agenziapo.it