

L'IU

L'INGEGNERE UMBRO



PERIODICO DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA

126

Kimia

Via Maestà delle Volte a Perugia dopo il restauro.
Opera eseguita con le malte di calce della linea Limepor.

DIAMO UN FUTURO AL PASSATO. OGNI GIORNO, INSIEME A TE.

Per il tuo progetto di recupero edilizio scegli Kimia. Dal 1979 realizziamo prodotti di alta qualità per il restauro e tecnologie innovative di consolidamento strutturale: malte e betoncini per il ripristino del calcestruzzo, miscele di calce per i beni storici, resine, impermeabilizzanti, deumidificanti e soluzioni per il trattamento dei beni monumentali. Vantiamo inoltre una gamma di sistemi compositi tra le più complete in Italia. Tecnologie in acciaio, carbonio, vetro e basalto testate in migliaia di cantieri e attraverso complesse procedure di certificazione.

Le nostre soluzioni garantiscono elevate prestazioni e affidabilità. Per questo Kimia è stata scelta per la Fontana di Trevi, la Reggia di Caserta, il Duomo di Pisa, il Palazzo del Quirinale, la Cattedrale di Santa Maria del Fiore a Firenze, la Fontana Maggiore, la Cattedrale di San Lorenzo, le Basiliche di San Benedetto a Norcia, di San Francesco d'Assisi e di Santa Maria degli Angeli, il Viadotto Italia, il Tecnopolo di Bologna, la stazione di Milano Centrale e lo stadio Meazza in San Siro.

Siamo al tuo fianco dal progetto al cantiere. I nostri tecnici ti guideranno nella scelta delle soluzioni più indicate e nella corretta modalità d'impiego delle tecnologie Kimia.

I NOSTRI SERVIZI

- ✔ Consulenza tecnica
- ✔ Supporto alla progettazione
- ✔ Assistenza di zona



Scansiona il QR code per compilare il modulo di supporto alla progettazione. Oppure visita il sito kimia.it

kimia.it | info@kimia.it | 075.5918071

Kimia S.p.A. - via del Rame 73, Perugia

SOMMARIO



In copertina:

Suggestiva immagine dell'albero di Natale sul Lago Trasimeno a Castiglione del Lago

(Fotografia: Riccardo Capecchi)

4 EDITORIALE

Resoconto delle principali attività in corso.
Gianluca Fagotti

6 IL CENTENARIO DELL'ALBO DEGLI INGEGNERI

L'Ordine degli Ingegneri di Perugia e la sua Fondazione hanno celebrato i cento anni di istituzione dell'Albo con un evento di tre giorni di incontri e approfondimenti sulla professione.
Alessio Lutazi

14 ENERGIA ED ANIDRIDE CARBONICA INCORPORATE NELLE PARETI IN MURATURA

Aumentare l'efficienza energetica negli edifici e ridurre l'impronta di carbonio dei materiali da costruzione sono alcune delle strategie chiave per raggiungere gli obiettivi dell'Unione Europea per il 2030.
Francesco Asdrubali

19 LO SPORTONE DI MADERNO: STUDIO DEGLI EFFETTI DI RIGURGITO DELLA PIENA DEL RECIPIENTE SULL'AFFLUENTE

Analisi del comportamento idraulico della nuova immissione Alveolo, nel Timia, da un punto di vista tecnico scientifico.
Vincenzo Giovannini

L'INGEGNERE UMBRO - n° 126 - anno XXXI - Dicembre 2023

Direttore Responsabile: Giovanni Paparelli

Redattore Capo: Alessio Lutazi

Collaboratori: Francesco Asdrubali, Paolo Belardi, Simone Bori, Michele Castellani, Guido De Angelis, Lamberto Fornari, Pietro Gallina, Antonello Giovannelli, Renato Morbidelli, Massimo Pera, Enrico Maria Pero, Alessandro Rocconi, Carla Saltalippi, Gianluca Spoletini.

Ha collaborato inoltre a questo numero: Vincenzo Giovannini

Grafica e impaginazione: Le Mani di Mary S.r.l. - Perugia

Stampa e Pubblicità: Unione Tipografica Folignate - Foligno

Questo numero è stato stampato in 6000 copie.

La Rivista viene inviata in abbonamento gratuito a chiunque ne fa richiesta. L'Editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati e la possibilità di richiederne gratuitamente la rettifica o la cancellazione. Le informazioni custodite verranno utilizzate al solo scopo di inviare agli abbonati la Rivista e gli allegati (legge 196/03 - tutela dei dati personali). Tutti i diritti sono riservati. È vietata la riproduzione anche parziale, eseguita con qualsiasi mezzo, di ogni contenuto della Rivista, senza autorizzazione scritta. Sono consentite brevi citazioni con l'obbligo di menzionare la fonte. Testi, foto e disegni inviati non saranno restituiti.

EDITORIALE



Care e cari colleghi, gli ultimi mesi di questo anno sono stati ricchi di importanti iniziative che hanno coinvolto il nostro Ordine.

Dal 27 al 29 settembre si è svolto a Catania il 67° Congresso Nazionale degli Ordini degli ingegneri d'Italia dal titolo "Metete, 100 anni e oltre".

Il congresso è stata l'occasione per celebrare i 100 anni dell'istituzione dell'Albo professionale ma anche uno spazio di dibattito, in particolare con le Istituzioni, sui futuri obiettivi che l'ingegneria italiana ed i suoi professionisti intendono raggiungere per contribuire alla modernizzazione, alla crescita ed alla sicurezza del Paese.

Molti i temi di aggiornamento e di confronto attraverso la presenza di esperti e *policy makers*: dalle norme sulle case green alla rimodulazione dei bonus per l'edilizia, dalla transizione energetica al contrasto alla crisi climatica, dalla mitigazione del rischio sismico alle nuove politiche per il contrasto al dissesto idrogeologico, dalle nuove norme in materia di appalti pubblici alle tutele per l'equo compenso dei professionisti fino alle nuove frontiere tecnologiche legate all'ingegneria.

Grazie alla metodologia partecipata dell'Open Space Focus Group, i vari delegati hanno approfondito numerose linee programmatiche che andranno ad impegnare il Consiglio nazionale nei prossimi mesi.

Tra queste particolare attenzione al ruolo della formazione universitaria, da riorganizzare e finalizzare alla formazione dell'Ingegnere con un ruolo attivo degli Ordini territoriali, ma anche un impegno maggiore alla formazione continua, in ragione dell'evoluzione della tecnica e alla necessità da parte dell'Ingegnere di possedere competenze integrative a quelle acquisite nel proprio percorso accademico, al fine di poter competere in un mercato che si rivela sempre più globale.

La richiesta dei delegati ha quindi riguardato il sostegno ad una proposta di legge che renda obbligatoria l'iscrizione all'Albo professionale non soltanto per coloro che svolgono la libera professione (ex art. 1 della legge 25 gennaio 1938 n.897), ma anche per tutti i laureati in ingegneria che operano come dipendenti pubblici e privati e che compiono atti corrispondenti alla professione di Ingegnere.

Relativamente al nuovo Codice dei contratti pubblici, fermo restando una chiara soddisfazione per alcune scelte, tra cui la digitalizzazione delle procedure, finalizzata a semplificare i meccanismi di partecipazione attraverso piattaforme aperte e la chiara distinzione, in sede di gara, della somma per lavori da quella prevista per i servizi di ingegneria è emersa la necessità che il Governo intervenga per porre rimedio ad alcune palesi discrasie, la più rilevante delle quali riguarda i requisiti di partecipazione che, in aperta contraddizione con uno dei principi cardine posti a fondamento del Codice, limita a 3 anni il periodo di riferimento per la dimostrazione della propria capacità tecnica.



Ciò riduce la platea dei potenziali partecipanti ai servizi di ingegneria, anche in considerazione della pandemia, rispetto a quanti, in vigenza del precedente Codice, potevano partecipare a determinate gare.

In merito all'equo compenso, la legge 21 aprile 2023 n.49, ha sancito l'applicazione dell'equo compenso, estendendolo anche alle prestazioni rese dai professionisti alle Pubbliche Amministrazioni, pertanto, nell'affidamento dei servizi di ingegneria e architettura, il compenso del professionista non può e non deve essere soggetto a ribasso e il criterio dell'offerta più vantaggiosa dovrà essere applicato sulla base dei criteri qualitativi.

Nel corso del Congresso è emerso che il principio dell'equo compenso vada esteso a tutte le categorie di committenti – inclusi anche gli incarichi nei Tribunali (CTU).

Da ultimo l'auspicio che venga introdotto un meccanismo tecnico-economico che consenta di rimodulare il sistema dei *bonus* per il risparmio energetico, in modo da rendere possibile il raggiungimento degli obiettivi di efficientamento del patrimonio edilizio previsto dalla Direttiva UE EPBD; rendendo sostenibile l'intervento finanziario dello Stato e prevedendo dei meccanismi di sostegno inversamente proporzionali al reddito per la parte di finanziamento delle opere di ristrutturazione a carico dei singoli proprietari di immobili.

A tal proposito occorre far rientrare a monte degli obblighi di ristrutturazione energetica previsti dalla Direttiva UE EPBD anche gli interventi di diagnostica preventiva sullo stato delle strutture e gli interventi di prevenzione dal rischio sismico: non è ammissibile eseguire interventi di efficientamento energetico di un edificio - attraverso un finanziamento pubblico - senza preventivamente assicurarsi che lo stesso sia in grado di resistere ad eventi sismici. In tali ambiti, sia gli Ordini provinciali che il Consiglio Nazionale continueranno ad impegnarsi, promuovendo sempre una maggiore consapevolezza verso le nuove tecnologie che spesso sono accompagnate a rischi specifici da valutare ma che si distinguono soprattutto come fonti di importanti opportunità.

Eventi celebrativi per i cento anni dall'istituzione dell'Albo degli Ingegneri sono stati organizzati anche direttamente dal nostro Ordine; in particolare nei giorni 22-23 novembre 2023 presso il Polo Universitario di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia e il 24 Novembre 2023 presso la prestigiosa Sala dei Notari del Palazzo dei Priori, nel centro storico di Perugia sono state svolte numerose attività congressuali, sociali e formative rivolte a tutti i nostri iscritti ma anche a professionisti di altri Ordini e Collegi professionali, con la presenza di importanti rappresentanti del mondo politico, economico, sociale, imprenditoriale e dell'informazione del Territorio. Le varie aree dell'Ingegneria sono state protagoniste di incontri, dibattiti e formazione in forte sinergia tra il nostro Ordine, il mondo accademico e le imprese industriali leader del nostro territorio, che con la loro presenza e sponsorizzazione hanno contribuito fattivamente al successo dell'iniziativa. In questo numero della rivista troverete un articolo specifico in merito. Anticipando gli auguri che ci scambieremo il prossimo 20 dicembre al Ristorante "La Chiesa Tonda" di Spello, rivolgo i migliori auguri di un felice e sereno Natale a voi e alle vostre famiglie, con la convinzione che l'impegno della nostra categoria nell'analisi e valutazione delle problematiche del presente consentirà la formulazione di valide proposte per il futuro, da guardare sempre con fiducia e coraggio.

Gianluca Fagotti

Presidente Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia



IL CENTENARIO DELL'ALBO DEGLI INGEGNERI



L'Ordine degli Ingegneri di Perugia e la sua Fondazione hanno celebrato i cento anni di istituzione dell'Albo con tre giorni di incontri e approfondimenti sulla professione

di Alessio Lutazi

L'iniziativa si è svolta a Perugia dal 22 al 24 novembre, tra il polo di Ingegneria dell'Università degli studi di Perugia e la sala dei Notari di Palazzo dei Priori.

Nella tre giorni, hanno portato il loro contributo illustri professionisti ed esperti che si sono focalizzati su tre temi principali, con particolare attenzione all'esperienza umbra con le sue eccellenze e una proiezione nel futuro prossimo. "La scuola umbra degli interventi sul costruito. Esperienze del mondo scientifico e delle professioni" è stato il tema della prima giornata, mentre la seconda è stata dedicata a "L'aerospazio e il motorsport: declinazioni naturali dell'ingegneria industriale e dell'informazione in Umbria".

La giornata conclusiva, invece, ha riguardato le "Grandi sfide dell'ingegneria nel nuovo millennio. L'esempio del ponte sullo Stretto".

L'Ordine degli Ingegneri ha voluto celebrare l'importante traguardo dei cento anni dell'istituzione dell'Albo con eventi di rilievo che puntano a sottolineare lo stato della professione in Umbria, con le sue eccellenze, e la ricerca continua che, dalle aule, si trasferisce sul "campo" in una evoluzione continua. I tre giorni sono stati un momento di festa, ma anche di prezioso confronto e di crescita. Come detto, la prima giornata ha avuto a tema "La scuola umbra degli interventi sul costruito.

Esperienze del mondo scientifico e





delle professioni”. Dopo i saluti istituzionali del Presidente – ing. Gianluca Fagotti, del Presidente della Fondazione – prof. Massimiliano Giofrè e del Direttore DICA prof. Giovanni Gigliotti, si sono succeduti gli interventi dell’ing. Riccardo Vetturini di Ingenium srl su “La strategia dell’isolamento alla base per l’adeguamento sismico di edifici in muratura di pregio storico artistico” e del prof. Marco Mezzi, docente Università eCampus e Simeas srls, che ha parlato de “La ricostruzione non convenzionale di Castelluccio di Norcia: paradigma di una rigenerazione urbana conservativa e sicura”. Mezzi si è soffermato sulla peculiarità della ricostruzione del gioiello della Valnerina, con la realizzazione di

una piastra antisismica sulla quale risorgerà l’area convenzionalmente intesa come centro storico. «Con la protezione sismica integrale – ha spiegato – si elimineranno tutti i danni futuri con minori tempi, con un cantiere unico sarà ricostruito il paese dove era». Di seguito l’ing. Massimo Mariani - Presidente del Centro Studi Sisto Mastrodicasa e già Consigliere CNi ha relazionato su “Studi e interpretazioni del sisma. Riflessioni sull’approccio al consolidamento strutturale in considerazione della sua componente verticale e delle sollecitazioni impulsive Jerk”. «È la disgregazione muraria a provocare i danni più letali per gli uomini» ha ricordato, ripercorrendo la “storia” dei terremoti

più gravi d’Italia, partendo dai casi più vicini a noi, nei quali la sua professionalità è stata impiegata direttamente. «Gli intonaci armati hanno salvato Norcia» ha ricordato ancora. Il prof. Antonio Borri, docente di Unipg, parlando di “Evoluzioni (e involuzioni) nelle analisi e negli interventi per le costruzioni in muratura”, ha ricordato come l’esperienza umbra, a partire dalla ricostruzione del 1997, sia stata decisiva per un approccio nuovo nelle fasi della costruzione e della ricostruzione, sia tecnico che normativo. A concludere gli interventi, il prof. Andrea Giannantoni, docente di UniFe, che ha fatto una “Analisi evolutiva del dissesto e sicurezza strutturale del costruito storico: esperienze fra tradi-





zione e innovazione”, dove l’esperienza della ricostruzione in Umbria, a partire dal 1979, ha segnato una significativa evoluzione nelle tecniche di progettazione e realizzazione nell’ottica della sicurezza.

La seconda giornata, invece, ha avuto come temi centrali l’aerospazio e il motorsport. Il settore aerospazio «è un settore che sta crescendo molto dopo la crisi del covid. C’è bisogno di attività di innovazione e di sviluppo, c’è bisogno di interagire a sistema con le università, con gli enti, con gli stakeholder per cogliere le sfide nuove del mercato». Lo ha detto l’ing. Luciano Pizzoni, vicepresidente Umbria Aerospace Cluster, tra i relatori, con l’intervento dal titolo “Aerospazio in Umbria - professionalità di un territorio che fa sistema e opera nel mondo”. Umbria Aerospace Cluster è un’associazione che rappresenta l’industria regionale umbra operante nei settori dell’aeronautica, dello spazio e della difesa. Ha l’obiettivo di promuovere tra le circa 40 aziende associate con oltre 3.500 addetti e 550 milioni di euro di fatturato/annuo, processi di internazionalizzazione, di formazione, di innovazione e di sviluppo, favorendo al contempo la collaborazione tra le imprese associate.

«Ci sono settori nuovi come la urban air mobility o settori nuovi per la space economy – ha aggiunto ancora - che possono essere affrontati con il contributo di giovani ingegneri e di professionisti che mettano a disposizione la

loro esperienza per rafforzare questo percorso di sviluppo». «Stiamo vivendo una fase in cui c’è bisogno di tecnici specializzati, di ingegneri elettronici e meccanici, di ingegneri dell’automazione, elettricisti, aerospaziali: c’è una forte domanda» ha sottolineato ancora l’ingegner Pizzoni, per concludere: «L’Umbria è uno dei posti più belli per lavorare. Ci sarà sicuramente una possibilità di crescita anche grazie ai nuovi ingegneri che arriveranno a breve sul mercato del lavoro». Nella giornata moderata dal prof. Filippo Cianetti (UniPg), sono intervenuti anche l’ing. Marco Dionigi e l’ing. Giulia Morettini dell’Università di Perugia che hanno raccontato l’esperienza di Cubesat: “Verso l’infinito e oltre – Cubesat UniPG/Asi: la storia della progettazione, realizzazione e qualifica di un nano satellite che con-

sentirà a UniPG di solcare lo spazio”; il prof. Francesco Fantozzi (UniPg) che si è focalizzato su “Formula Student: campionato mondiale monoposto stile Formula progettate, costruite e guidate da studenti” e l’ing. Luca Regnini, ex studente dell’Università di Perugia e progettista di Red Bull Technology che ha parlato di “Analisi strutturali in Formula 1”. L’ing. Alessia Micarelli, project manager di Sinapsi, ha chiuso gli interventi con la sua relazione dal titolo “Cyber Security it’s not just about technology, it’s about people”. Il futuro dell’ingegneria e le sue grandi “imprese” come il ponte sullo Stretto di Messina sono stati al centro dei lavori della giornata conclusiva.

L’ultimo dei tre incontri in programma si è svolto alla sala dei Notari di Perugia. Hanno portato i loro saluti il vicepresidente della Provincia di Perugia, dott. Moreno Landrini, l’assessore all’Urbanistica del Comune di Perugia, arch. Margherita Scoccia, il vicepresidente dell’Ordine, ing. Alessio Lutazi, e il vicepresidente-segretario ing. Antonella Badolato, il presidente della Fondazione, prof. Massimiliano Giofrè, il direttore dipartimento di Ingegneria dell’Università di Perugia, prof. Ermanno Cardelli, e il direttore del dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell’ateneo perugino, prof. Giovanni Gigliotti. Quindi gli interventi in programma, intorno al tema “Le grandi sfide dell’ingegneria del nuovo



millennio. L'esempio del ponte sullo Stretto". L'allora ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, prof. Pietro Lunardi, ha ripercorso la storia del progetto del Ponte. «Il Ponte ha storia che inizia nel 251 a. C., ha avuto alterne vicende. Oggi abbiamo la possibilità di ripartire dopo il primo tentativo importante che è stato fatto nel periodo 2001-2006, in cinque anni di governo in cui sono stato ministro delle Infrastrutture e Trasporti. In questo periodo abbiamo fatto partire il progetto preliminare, facendolo approvare dalla Comunità Europea e riuscendo ad assegnare la gara. Già nel 2006 siamo riusciti ad aprire i cantieri, quello per la variante Ferroviaria di Campitello. E ora, siamo arrivati al progetto definitivo che in sei-sette mesi sarà affinato e portato a progetto esecutivo».

«Sarà un grande successo aprire il cantiere perché il Ponte è un'opera straordinaria, fondamentale per rafforzare la politica socioeconomica del Sud Italia che ne ha molto bisogno, e spostare il baricentro dell'Europa, portandola dal nord al sud in corrispondenza del Mediterraneo, che è strategico perché tra Canale di Gibilterra e quello di Suez passa il 35% del traffico mondiale.

Il Ponte sarebbe al centro del flusso trasportistico e l'Italia potrebbe fare da "aspira- traffico" per l'Europa impedendo che vada a lavorare su porti del nord, il ponte darà continuità territoriale per i siciliani, ma anche al trasporto. Insieme all'alta velocità in Sicilia e Calabria e il potenziamento dei porti, si attrezzerà il Sud a gestire il traffico da portare nel cuore dell'Europa. Il Ponte sarà una calamita» ha aggiunto. Lunardi si è soffermato sugli aspetti tecnici dell'opera, che sarà a campata unica lunga 3.300 metri e larga 62 metri con 3 corsie stradali per senso di marcia, 2 corsie di servizio e 2 binari ferroviari. La campata sospesa più lunga al mondo sarà sorretta da due coppie di cavi ad interasse di 52 metri composti da funi prefabbricate a fili paralleli (PPWS) portanti di lun-



ghezza pari a circa 5.400 metri e diametro di 1,2 metri, per un peso complessivo di 170.000 tonnellate. Ai lati due torri in acciaio ad H multipla aventi un'altezza pari a 399 metri e un peso di 55.000 tonnellate ciascuna, mentre la fondazione prevede due plinti circolari per un totale di 185.000 m³ di cemento.

Alla sommità delle torri, i cavi principali sono appoggiati e deflessi sulle selle, possenti strutture curve formate da 10 strati di "pettini" in acciaio, è in questo punto che si scarica sulle torri tutto il peso della campata sospesa. I blocchi d'ancoraggio hanno dimensioni poderose infatti il volume totale è di 533.000 m³, ma solo il 17% del volume è costruito fuori terra, rendendo minimo l'impatto visivo.

La revisione delle Reti Transeuropee (TEN-T), ha legato il Ponte sullo Stretto al Corridoio 1 Berlino-Palermo, che a sua volta lega l'Italia all'Europa, garantendo la continuità dei trasporti internazionali.

Le previsioni per il Ponte sullo Stretto parlano della circolazione di circa 6.000 veicoli/ora e 200 treni/giorno, diventando un collegamento stabile per più di 5 milioni di persone

Ad oggi, le Ferrovie hanno pianificato, finanziato e già affidato lavori per l'alta velocità ferroviaria, sia in Calabria sia in Sicilia, per un valore superiore ai 30 miliardi di euro.

Il completamento della rete trasportistica interna di Sicilia e Calabria permetterà il potenziamento strategico

del sistema portuale al centro del mediterraneo, in termini planetari, bloccherà la fuga dei trasporti mondiali dalla Rotta Gibilterra-Suez in favore della Rotta Baltica e libererà la Sicilia dall'insularità, il cui costo è stato quantificato in 6,5 miliardi di euro all'anno. Dopo 12 anni di stop, il progetto del Ponte è stato ripreso e adeguato.

Dovrà essere ora posto all'approvazione del Comitato interministeriale per la programmazione economica (Cipe) dopo l'aggiornamento avvenuto a settembre 2023, recependo le migliorie proposte dal Contraente in fase di gara, gli aggiornamenti resi necessari da sopravvenute prescrizioni di legge e le ottimizzazioni effettuate dai progettisti in sede di progettazione definitiva.

È del 4 ottobre la fondazione del nuovo comitato scientifico. Lo ha ricordato il prof. Claudio Borri, ordinario di Scienza delle Costruzioni dell'Università di Firenze, membro del comitato scientifico stesso.

Guardando alle date, l'orizzonte è quello dell'approvazione da parte del Cipe per marzo-aprile 2024. «Io credo che a settembre 2024 potrà partire il cantiere che in realtà è già partito con la variante ferroviaria di Campitello per permettere l'impostazione della pila di attraversamento che iniziò con la prima pietra posta nel 2012».

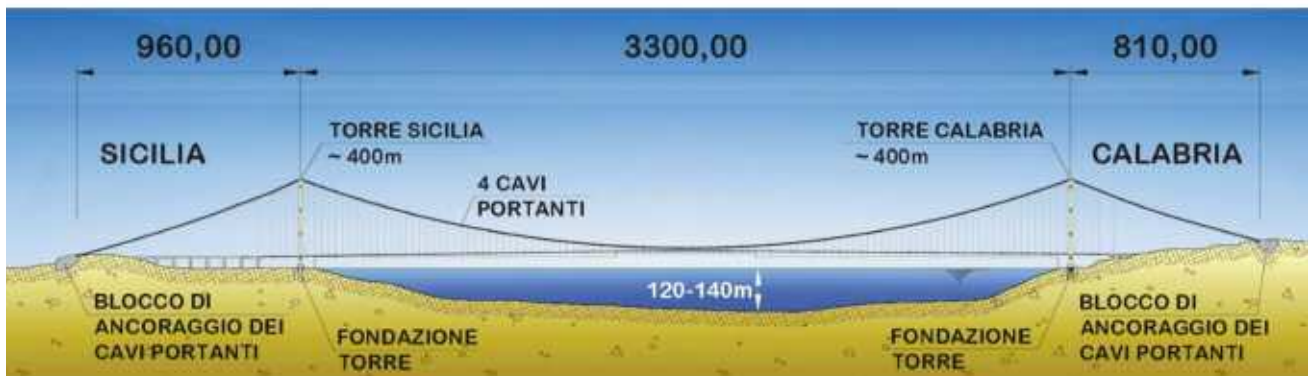
Ha ricordato Borri. Per il prof. Fabio Brancaleoni, ordinario di Scienze delle Costruzioni e titolare dei corsi di Teo-



ria e Progetto di Ponti e di Gestione di Ponti e Grandi Strutture della Sapienza di Roma, che ha ripercorso la secolare storia della costruzione dei ponti, «la storia stessa ci dice che la campata del ponte sullo stretto è possibile, c'è il progetto definitivo e ci sono, soprattutto, tanti progetti che dagli studi sul ponte sono partiti. Ad oggi il ponte con maggiore luce, ovvero lo spazio sottostante la campata, è di circa due chilometri. Studi, calcoli e simulazioni ci confermano che si può arrivare ai 3,3 chilometri dello Stretto».

A chiudere i lavori, il presidente del Consiglio nazionale degli Ingegneri, ing. Angelo Domenico Perrini: «Sono





passati 100 anni dalla nascita dell'Albo, la professione è completamente cambiata, oggi l'ingegneria si occupa di tutto lo scibile umano e del progresso della società: dalla bioingegneria all'intelligenza artificiale.

Quello che rimane invariato sono le conoscenze di base, fondamentali per un corretto esercizio della professione. L'approccio non è più quello di realizzare un manufatto ma di realizzarlo tenendo conto del suo ciclo di vita con materiali sostenibili».

Perrini ha concluso i lavori, rivolgendosi direttamente ai giovani, esortandoli a credere nell'ingegneria, per il bene ed il futuro della nostra società.



Unilab Sperimentazione S.r.l. nasce nel 2012 da uno Spin-Off dell'Università degli Studi di Perugia, come laboratorio specializzato nella diagnostica strutturale di opere monumentali, edifici pubblici e privati, residenziali e industriali.

Da luglio 2018, per effetto della Circolare 7617/STC, è anche Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione di prove su materiali da costruzione ed all'emissione di certificati, ex art. 59 DPR 380/01 e art. 20 L. 1086/71 – Settore A.

Un solide



Da gennaio 2022 è Laboratorio autorizzato secondo Circolare 633/STC per prove e controlli sui materiali da costruzione, su strutture e costruzioni esistenti, di cui all'art. 59, comma 2 del D.P.R. n. 380/2001:

- Settore "A": Prove su strutture in calcestruzzo armato normale, precompresso e muratura;
- Settore "B": Prove su strutture metalliche e strutture composte;
- Settore "C": Prove dinamiche sulle strutture.

DIAGNOSTICA IN SITU

Prove su elementi in cemento armato
Prove su murature
Prove di carico su strutture
Prove su elementi prefabbricati
Prove su legno e acciaio
Monitoraggi strutturali statici e dinamici
Diagnosi sullo sfondellamento dei solai
Prove su ponti, dighe e gallerie

futuro su basi



ANASTILOSIS BASILICA ULPIA
FORO di TRAIANO
(ROMA)
Monitoraggio strutturale

LABORATORIO
Calcestruzzi
Acciai
Malte e cementi
Aggregati
Bitumi
FRC - FRP - FRCM - CRM
Prove su prototipi
Prove su materiali innovativi



Unilab Sperimentazione S.r.l.
Via Giacomo Leopardi 27
06073 Corciano (PG)
Tel e fax 075 6978960
info@unilabsperimentazione.pg.it
www.unilabsperimentazione.pg.it

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
ISO 14001 - ISO 9001

ENERGIA ED ANIDRIDE CARBONICA INCORPORATE NELLE PARETI IN MURATURA



di Francesco Asdrubali*

Introduzione.

Aumentare l'efficienza energetica negli edifici, migliorare le strategie di economia circolare e ridurre l'impronta di carbonio dei materiali da costruzione sono alcune delle strategie chiave per raggiungere gli obiettivi dell'Unione Europea per il 2030. Diverse raccomandazioni e direttive sono già state pubblicate dall'UE, al fine di ridurre l'impatto ambientale del settore edile: la Direttiva sulle prestazioni energetiche nell'edilizia, la Direttiva sulla gestione dei rifiuti, la Direttiva sugli appalti di prodotti verdi, la Direttiva sulla progettazione eco-compatibile e la Direttiva sulla tassonomia sono solo alcuni esempi dell'impegno della Commissione su questo tema. Inevitabilmente lo sforzo progettuale e gestionale comporta l'analisi di tutte le fasi del ciclo di vita degli edifici e dei loro componenti. Per affrontare le sfide del cambiamento climatico, il settore dell'edilizia si è soprattutto concentrato sulla riduzione delle emissioni di anidride carbonica derivanti dai consumi energetici durante la fase operativa degli edifici. Tuttavia, poiché gli edifici stanno diventando sempre più efficienti dal punto di vista energetico (e la produzione di elettricità si è decarbonizzata), l'energia operativa e le relative emissioni di anidride carbonica dei nuovi edifici sono diminuite in modo significativo. Ciò significa che l'energia e l'anidride carbonica incorporate in fase di costruzione possono rappresentare una quantità significativa

nell'intero ciclo di vita di un nuovo edificio rispetto al passato, ad esempio fino al 40-70% del totale.

Energia e carbonio incorporati negli edifici.

La necessità di ridurre gli impatti incorporati richiede un aumento del contenuto di energia rinnovabile nei materiali da costruzione, nonché una transizione da modelli lineari a modelli circolari. Ciò è particolarmente importante poiché il settore edile richiede grandi quantità di risorse energetiche e materiali: basti pensare che consuma circa il 50% di tutti i minerali e materiali estratti del pianeta. Le emissioni totali di gas serra derivanti dall'estrazione dei materiali, dalla fabbricazione di prodotti da costruzione e dalla costruzione e ristrutturazione degli edifici possono rappresentare oltre il 10 % del totale delle emissioni di un paese industrializzato. Inoltre, la produzione di alcuni materiali da costruzione, come mattoni e cemento, è ad alta intensità energetica e di conseguenza, nel caso di catene di produzione basate sui fossili, è anche responsabile di una grande quantità di emissioni di gas serra. Le diverse quantità di energia e di emissioni di anidride carbonica, sia incorporate che operative, nel ciclo di vita degli edifici possono variare considerevolmente a seconda del tipo e della funzione dell'edificio, nonché di fattori quali la posizione, il clima, il tipo di combustibile utilizzato, l'orientamento dell'edificio, la tipologia di co-

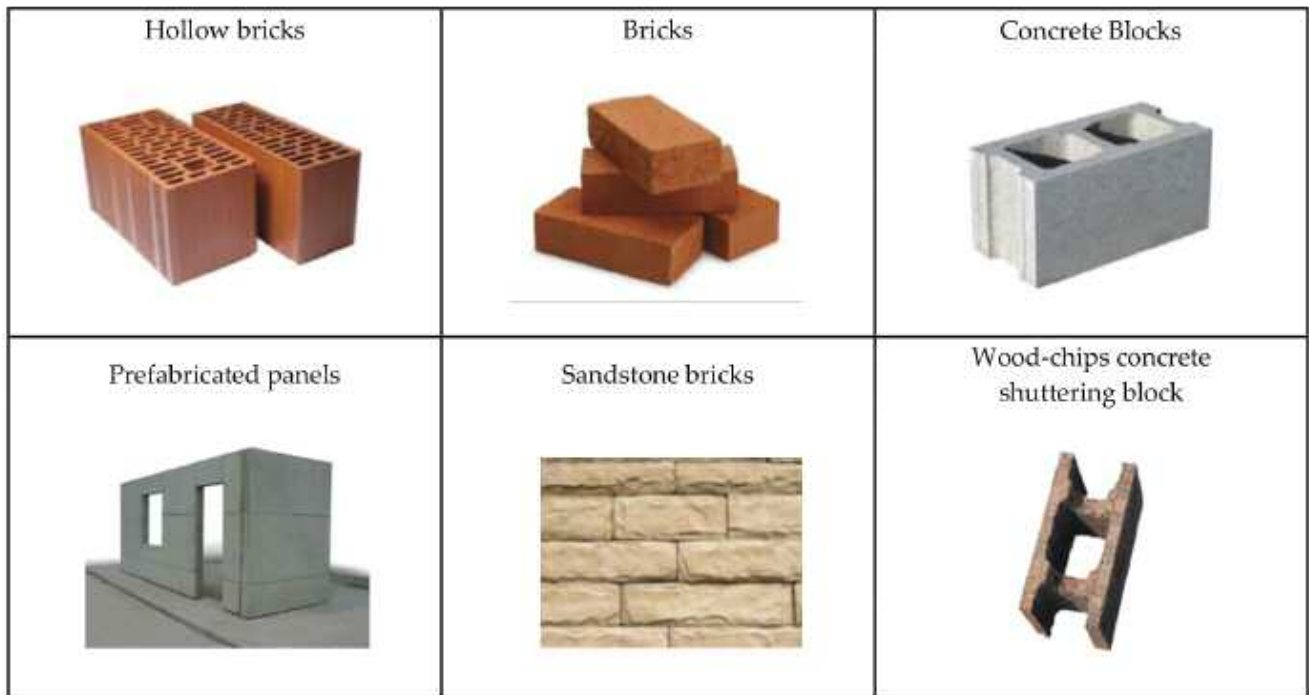


Figura 1: tipologie di mattoni e blocchi considerati nel lavoro - Da sinistra a destra e dall'alto verso il basso: Mattoni forati - Mattoni pieni - Blocchi in cemento - Pannelli prefabbricati - Mattoni in arenaria - Casseforme in cemento e cippato.

struzione, ecc. Molti autori hanno dimostrato che alcune parti dell'edificio (fondamenta, colonne, solai e involucro) offrono le maggiori opportunità di ridurre gli impatti ambientali e quindi dovrebbero essere al centro delle riduzioni del carbonio incorporato. L'involucro è un elemento costruttivo dominante sia per l'energia incorporata che per quella operativa e, soprattutto negli edifici alti, le pareti costituiscono la maggior parte dell'involucro dell'edificio e quindi danno il maggior contributo all'energia incorporata.

Mattoni e blocchi da costruzione.

La letteratura sull'impatto ambientale dei mattoni e dei blocchi da costruzione si avvale solitamente dell'analisi di ciclo di vita (LCA) come supporto per una valutazione oggettiva. Per quanto riguarda gli impatti incorporati, diversi studi hanno già dimostrato che la produzione di mattoni è un processo ad alta intensità energetica e che la maggior parte degli impatti sono legati al consumo di energia

nel sito di fabbricazione. I due principali processi impattanti sono la cottura e l'essiccazione che insieme possono rappresentare l'87% dell'energia totale impiegata nel processo di produzione. La cottura della materia prima, che avviene ad alte temperature (800–2000 °C) e con fiamma diretta, è solitamente il processo più impattante nella fabbricazione dei mattoni; questa fase è responsabile dell'80% del consumo di energia primaria dell'impianto di produzione. Il mix energetico o il combustibile utilizzato nel sito di fabbricazione influenzano fortemente l'impatto ambientale complessivo con una quantità generalmente elevata di emissioni di CO₂, SO₂ e NOx rilasciate nell'atmosfera, soprattutto in caso di combustibile fossile o di bassa qualità. Il processo di essiccazione può essere effettuato utilizzando il calore recuperato dai forni; tale soluzione è in grado di ridurre significativamente l'impatto connesso al suddetto processo. Un recente studio, condotto in collaborazione tra l'Università Roma Tre e il Politecnico di Torino, ha avuto l'obiettivo

di valutare le prestazioni ambientali di diverse tecnologie di costruzione delle pareti, analizzando quasi 180 set di dati basati su Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (Environmental Product Declarations - EPD) derivate principalmente dal mercato europeo delle costruzioni. Le EPD forniscono uno schema comune per dichiarare gli impatti ambientali legati al ciclo di vita di un prodotto attraverso la valutazione del ciclo di vita (LCA). Le EPD per i prodotti da costruzione in Europa utilizzano la norma europea (EN 15804) o le regole specifiche della categoria di prodotto (Product Category Rules - PCR) per garantire che le informazioni siano fornite utilizzando le stesse regole LCA con gli stessi indicatori ambientali. È stato adottato un approccio cradle-to-gate (dalla culla al cancello, ossia limitando l'analisi alla sola fase di produzione dei mattoni o blocchi), perché la maggior parte delle EPD si basa sulla EN1584 (2012) che non considera il fine vita dei prodotti. I prodotti analizzati sono indicati in Figura 1.

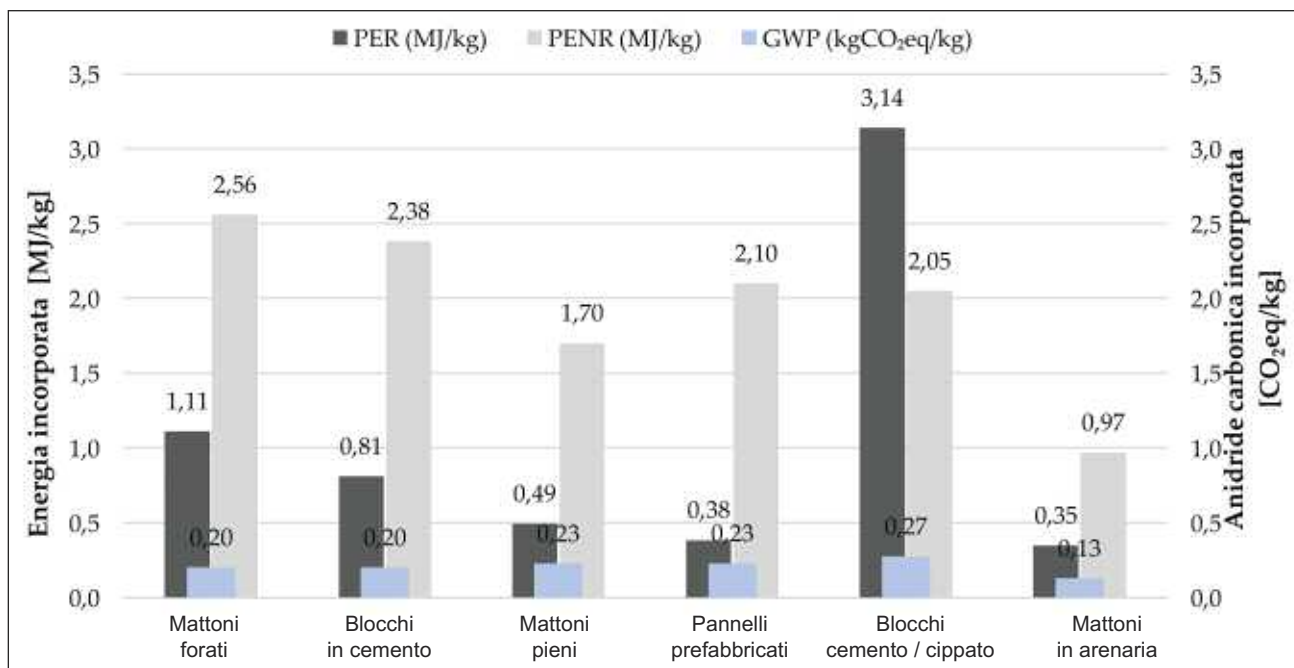


Figura 2: Energia Primaria Non Rinnovabile (PENR), Energia Primaria Rinnovabile (PER) e Anidride Carbonica (GWP) incorporate nei diversi blocchi e mattoni considerati.

Risultati e discussione.

La Figura 2 mette a confronto i valori medi (ottenuti dalle 180 EPD analizzate) di Energia Primaria Non Rinnovabile (PENR), Energia Primaria Rinnovabile (PER) e Anidride Carbonica (GWP) incorporate nei diversi blocchi e mattoni considerati.

I risultati evidenziano come i diversi elementi murari siano caratterizzati da differenti impatti ambientali. È stato in particolare riscontrato un elevato livello di energia non rinnovabile incorporata per i mattoni forati (2,56 MJ/kg in media) e un elevato contenuto di anidride carbonica incorporata per i pannelli prefabbricati in calcestruzzo e i blocchi di cemento (0,23 - 0,27 kg CO₂eq/kg in media rispettivamente). L'analisi critica delle EPD esaminate fornisce alcuni spunti di riflessione.


Un prima problematica riguarda la attendibilità e la comparabilità dei risultati; non tutte le EPD contengono i parametri richiesti per la conversione delle unità funzionali necessarie per effettuare un confronto, mentre in altri casi i parametri riportati non sono specifici e viene dichiarato un ampio intervallo di variazione. È necessaria una maggiore standardizzazione per stabilire i parametri completi che devono essere contenuti nelle EPD. La durabilità gioca un ruolo cruciale nella valutazione degli impatti ambientali dell'intero ciclo di vita dei diversi materiali considerati, ma non tutte le EPD riportano informazioni adeguate in tal senso. Un forte limite è inoltre legato all'impossibilità di uno smontaggio a fine vita dei componenti con vita utile più bassa.

La durabilità dichiarata nell'EPD per i singoli prodotti non risulta pertanto rappresentativa dell'intero sistema parete. Le linee guida europee relative agli Appalti Pubblici Verdi (direttive UE 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE) stanno rafforzando la diffusione delle Dichiarazioni Ambientali di Prodotto nel settore delle costruzioni. Di conseguenza, tutti i diversi operatori del mercato delle costruzioni (produttori, progettisti, rivenditori, utenti finali) dovrebbero essere maggiormente incoraggiati a utilizzare i materiali dotati di EPD poiché il loro impatto ambientale è calcolato e dichiarato.

* Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale presso Università per Stranieri di Perugia

Riferimenti

1. CEN EN 15804-2012; Sustainability of Construction Works, Environmental Product Declarations, Core Rules for the Product Category of Construction Products. European Standards: Bruxelles, Belgium, 2012.
2. CEN EN 15804:2012+A2:2019. Sustainability of Construction Works—Environmental Product Declarations—Core Rules for the Product Category of Construction Products. European Standards: Bruxelles, Belgium, 2019.
3. F. Asdrubali, G. Grazieschi, M. Roncone, F. Thiebat, C. Carbonaro, Sustainability of Building Materials: Embodied Energy and Embodied Carbon of Masonry, *Energies*, 2023, 16(4), 1846.



Il nostro supporto non andrà in fumo.

Siamo al tuo fianco sempre, dalla progettazione alla manutenzione, offrendo assistenza e competenza per ogni aspetto, tecnico e normativo.



**Soluzioni per locali
filtro a prova di fumo**



**Rivestimenti di canalizzazioni
di servizio e tubazioni**



**Sistemi di pressurizzazione
per vani scale**



**Soluzioni per
protezioni strutturali**



**Condotte di ventilazione
e adduzione aria**



**Soluzioni per la riqualificazione
di compartimentazioni**



**Barriere al fumo
e tende tagliafuoco**



Strumenti di misura



NOVITÀ

Scopri il nostro Portfolio Progetti
www.sacop.it

sacop
SOLUZIONI ANTINCENDIO®



PANNELLI
elcom system
PERUGIA

TERMOPARETI® - TERMOCOPERTURE®
LAMIERE GRECATE RETTE e CURVE - SOLAI

FACCIAE ARCHITETTONICHE
per RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA e ARCHITETTONICA

PRIMA



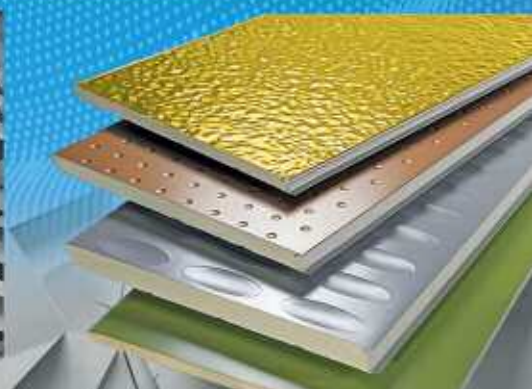
DOPO



PRIMA



DOPO



LE GEOMETRIE

bubble
TERMOPARETI®

RUGBY
TERMOPARETI®

FLAT
TERMOPARETI®

CAOS
TERMOPARETI®

BREVETTATI
elcom system

elcomsystem.it

facciatearchitettoniche.it

LO SPORTONE DI MADERNO: STUDIO DEGLI EFFETTI DI RIGURGITO DELLA PIENA DEL RECIPIENTE SULL'AFFLUENTE



di Vincenzo Giovannini*

Nel precedente articolo sono state esposte le problematiche della sistemazione idraulica dell'immissione delle acque basse (Alveolo canale di scolo della Piana Trevana) in quelle alte Marroggia Teverone Timia a mezzo della Sportone di Maderno. Nell'attuale articolo si analizza invece il comportamento idraulico della nuova immissione Alveolo, nel Timia, da un punto di vista tecnico scientifico.

Prove su modello per la determinazione della geometria ottimale alla bocca di scolo in Timia del fosso Alveolo.

Sono state effettuate presso la Facoltà di Ingegneria di Firenze, Dipartimento di Ingegneria Civile - Laboratorio Idraulico, 1986-87-88, eseguite dal Prof. Ing. Ignazio Becchi. Le prove hanno avuto lo scopo di determinare la geometria ottimale da assegnare alla bocca di scolo dell'Alveolo nel Timia e pertanto individuare i coefficienti di deflusso, diretto e inverso. Per la determinazione di tali coefficienti della bocca nei due sensi, è stato realizzato un modello in scala 1:27, che ha permesso di individuare una disposizione geometrica che possiede il requisito di avere un coefficiente di efflusso più elevato in uscita che in entrata (Figura 1).

Dalle relazioni del Laboratorio della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Firenze, si può rilevare come la nuova bocca di base 9,20 m ed altezza 0,67 m, presenta un coefficiente di efflusso in senso diretto pari a 0,55 mentre in

senso inverso a 0,45 (Figura 2). In un secondo tempo è stato predisposto un modello matematico per schematizzare il fenomeno ed analizzare l'influenza delle dimensioni dell'opera ottimizzando gli effetti tramite:

- verifica idraulica di funzionamento della rete di bonifica;
- determinazione degli effetti di rigurgito che si hanno sull'affluente (Alveolo) durante le piene del recipiente (Fiume Timia);
- determinazione degli effetti della piena dell'affluente (Alveolo) in presenza di un'altezza d'acqua predeterminata nel recipiente (Fiume Timia);
- studio degli effetti di contemporaneità degli eventi di piena sia nell'affluente (Alveolo) che nel recipiente (Timia).

Infine, si è costruito un modello idraulico d'insieme della nuova confluenza Alveolo Timia (Figura 3) per verificare:

- le turbative dell'alveo che detta bocca produce sia nel caso di scolo esterno che in quello di piena del Timia;
- il comportamento globale del sistema.

Dall'analisi dei risultati sperimentali si può rilevare:

- una buona stabilità del fondo (*modellazione a ciliegia*);
- un trascurabile rigurgito del Timia pari a 2,7 cm dovuto all'innesto delle nuove opere nel caso della piena simulata dello stesso;
- nessun riscontro di sedimentazione

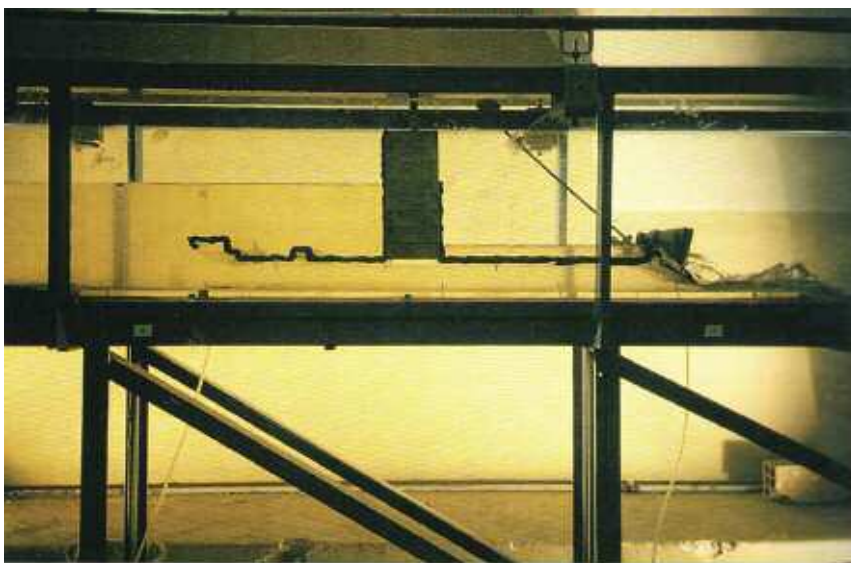


Figura 1. Modello bocca immissione deflusso inverso

in prossimità dell'apertura della bocca;
- la necessità di realizzare una protezione in pietrame sul fondo del Timia, per un breve tratto.

Verifica idraulica della rete di bonifica.

La verifica della rete è stata effettuata con il metodo del volume d'invaso, a mezzo dell'integrazione dell'equazione di continuità secondo il procedimento del Supino: $p dt = q dt + dV$.

L'integrazione di detta equazione si effettua sotto le seguenti ipotesi:

- validità della relazione: $v = V \left(\frac{q}{Q} \right)^{1/m}$

- costanza dell'intensità di pioggia nel tempo t_p ed afflusso alla rete fin dall'inizio della pioggia, al tempo $t = 0$ la pioggia trovi la rete completamente vuota.

Indicando con T_R il tempo occorrente al riempimento della rete, a monte della sezione considerata fino a raggiungere lo stato idraulico corrispondente alla portata Q della sezione ed alla capacità di invaso V della rete, sotto l'azione di un afflusso costante p , l'equazione che regola il fenomeno è la seguente: $T_R = \frac{V}{p} \psi_m(z)$

dove: $p = K I A$ [$m^3/giorno$];

$$\frac{1}{p} = \frac{z}{Q} \quad T_R = \frac{V}{Q} [z \psi_m(z)] \quad \text{con:}$$

I : intensità di pioggia m/h ; A : superficie del bacino scolante m^2 ; K : coefficiente di afflusso 0,56; Q : portata affluente $m^3/giorno$.

$$z = \frac{Q}{P} \\ \psi_m(z) = 1 + \frac{z}{m+1} + \frac{z^2}{2m+1} + \frac{z^3}{3m+1}$$

con:

V_s : volume dei piccoli invasi m^3/ha ; Ω : sezione defluente m^2 ; L : lunghezza canale m . È ben noto che per una data curva di pioggia, l'intensità relativa ad un dato T_p (tempo di pioggia) diminui-

sce con l'aumentare della durata della pioggia. In pratica mettendo a confronto T_r con T_p (durata compatibile del collettore con la durata possibile delle piogge), si possono manifestare i tre casi distinti:

$T_r < T_p$ «il collettore risulta insufficiente in quanto il riempimento dello stesso viene raggiunto prima del cessare della pioggia»;

$T_r = T_p$ «collettore sufficiente»;

$T_r > T_p$ «collettore esuberante in quanto cessa, per ogni tempo t , prima del completo riempimento del collettore».

Studio dell'effetto di rigurgito sull'affluente durante la piena del recipiente 1° Studio contenuto nel Progetto Generale e di Massima.

Un primo studio, sull'effetto di rigurgito, è stato realizzato all'atto della stesura del Progetto Generale e di massima per la sistemazione idraulica del bacino del fiume Clitunno e dei suoi affluenti, Foligno, Consorzio Bonificazione Umbra, Spoleto, 1985 secondo il seguente schema di calcolo (Figura 4). Tenendo conto del volume racchiuso dal prisma di base sez. B-B l'equilibrio dinamico è regolato dalla equazione: $q dt = dv$.

Sostituendo il valore della portata q entrante all'istante t e la somma delle

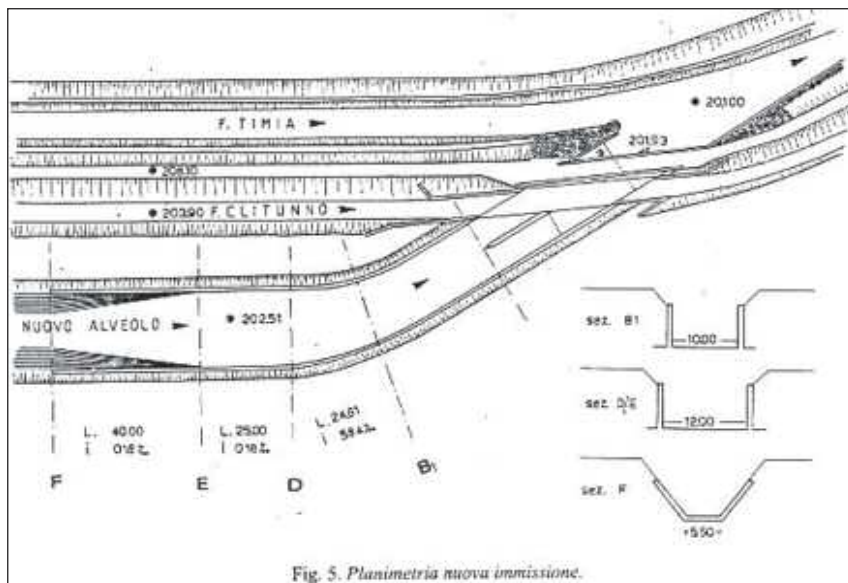


Figura 2. Particolare nuova immissione

perdite di carico distribuite e localizzate di imbocco e di sbocco, unitamente all'equazione dell'idrogramma di piena secondo Nash, t/t_c rapporto tra tempo generico t e tempo di corrivazione, u coefficiente variabile da cui dipende la forma dell'idrogramma", l'equazione del moto diviene:

$$y' = f(y, t) = \frac{tgi \times \beta \times \left[H_{\max} (t / t_c)^u \times e^{u(1-t/t_c)} - y \right]^{0.5}}{(b + y \times tg\vartheta)y}$$

La durata significativa del fenomeno di piena del recipiente è stata assunta pari a quattro volte il tempo di corrivazione. Per la soluzione dell'equazione differenziale è stato elaborato un programma di calcolo che ha permesso di analizzare varie ipotesi.

Anche per la nuova immissione si è potuto constatare che il livello d'acqua massimo raggiungibile nel Timia prima assunto, è perfettamente compatibile con lo stato dei luoghi.

2° Studio Progetto esecutivo I Lotto.

Nello schema di calcolo proposto nel Progetto Generale e di Massima, non era stato preso in esame l'effetto della resistenza dell'acqua che rigurgitando scorre nel canale.

Con il nuovo modello di calcolo proposto si è anche tenuto conto di tale fenomeno. L'equazione finale che regola il moto è:

$$D = \frac{\beta^2 (H - y - y_0) \left[\frac{\Omega_m R'}{\sqrt{R}} (2R\sqrt{R} + \gamma) - 2\Omega_m (\sqrt{R} + \gamma)^2 \right]}{174^2 \Omega_m^3 R^3}$$

$$\frac{\beta^2 (\sqrt{R} + \gamma)^2 [R + 2R'(H - y - y_0)]}{174^2 \Omega_m^3 R^3}$$

Si ottiene così l'espressione dell'equazione differenziale che regola il fenomeno:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\beta(H - y - y_0)}{\sqrt{|H - y - y_0|} \frac{dv}{dy}}$$

La sua soluzione è stata effettuata a mezzo di un programma di calcolo, denominato "bonr" tramite il metodo di integrazione di Runge Kutta, al quarto ordine.



Figura 3. Modello in scala d'insieme

Il programma calcola l'evoluzione temporale del rigurgito nell'affluente (Alveolo), trasmesso dal transito della piena nel recipiente (Timia), tramite una bocca tarata (possibilità di ricercare la dimensione ottimale della geometria della bocca). Dall'esame dei dati, che mettono a confronto gli effetti di rigurgito prodotti dalla piena del Timia, sia sullo Sportone che sulla nuova opera d'immissione, si può osservare come la modifica proposta presenti diversi vantaggi rispetto all'attuale situazione e precisamente:

- diminuzione dell'altezza di rigurgito nell'affluente durante la piena del recipiente;
- aumento del volume invasato nell'affluente (Sportone circa 113.000 mc, nuova immissione circa 300.000 e quindi un aumento nella sicurezza del recipiente con un maggior effetto di laminazione);
- eliminazione del fenomeno di eson-

dazione dovuto al rigurgito del Timia sull'Alveolo tramite lo Sportone di Maderno.

Confrontando i risultati ottenuti, con quelli elaborati in sede di stesura del Progetto Generale e di Massima (non teneva conto della resistenza di attrito dell'acqua sulle pareti del canale), si può osservare come questi ultimi presentino uno scarto in difetto (minor altezza rigurgitata) di circa il 3%.

Studio della piena dell'affluente in presenza di una altezza d'acqua predeterminata nel recipiente.

Per l'esame di questo problema è stato elaborato un ulteriore programma di calcolo denominato "foplo", che analizza, per ogni curva di possibilità climatica, il funzionamento del sistema drenante di bonifica (Alveolo), in presenza di diverse altezze d'acqua (da 1 a 5 m.) nel recipiente (Timia).

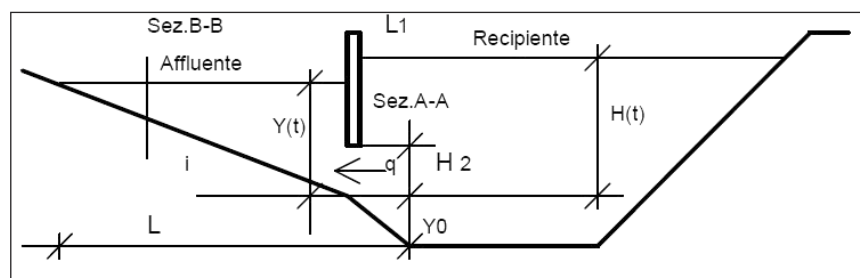


Figura 4. Sezione idraulica immissione



Figura 5A. Esecuzione lavori



Figura 5B. Esecuzione lavori



Figura 5C. Esecuzione lavori



Figura 5D. Esecuzione lavori

La legge di variazione delle portate per le reti idrauliche di drenaggio o pluviale (*E. Marchi, Rivista Ingegneri e Architetti Costruttori n° 7 Luglio 1961 Bologna*), in forma semplificata, è:

$$q = p \left[1 - e \left(\frac{Q}{V_0} t \right) \right] \text{ dove:}$$

p: portate affluente dovute alle piogge;
q: portata istantanea defluente attraverso la sezione terminale; V_0 : volume invasato all'istante t, crescente da 0 fino al massimo disponibile V_0 ; Q: portata massima pari a V_0 .

Da vari procedimenti di calcolo si evince come per altezze d'acqua nel recipiente superiori a 1.8 m, il calcolo, per necessaria approssimazione produce un valore minimo del rigurgito che sta ad indicare il passaggio dalla condizione non rigurgitata a quella rigurgitata.

Studio della contemporaneità degli eventi di piena sia nell'affluente che nel recipiente

Per esaminare questo problema si è predisposto un apposito programma di calcolo denominato "Fonew" che considera il sistema recipiente (*Timia*), affluente (*Alveolo*) sollecitato contemporaneamente.

Per il recipiente si assume la risposta dell'idrogramma di Nash per il quale sono considerati, per semplicità, tre casi:

1. durata delle precipitazioni uguale al tempo di risposta del bacino;
2. durata delle precipitazioni superiore al tempo di risposta del bacino;
3. durata delle precipitazioni inferiori al tempo di risposta del bacino.

Sotto questa ipotesi è possibile assegnare ad ogni durata di precipitazione un corrispondente stato d'acqua nel recipiente (*Timia*), con riferimento ad una assegnata frequenza di criticità ($Tr = 6 \text{ anni}$).

In parallelo si considera la risposta della rete di bonifica calcolata secondo lo schema riportato nel programma Foplo. Viene così determinata l'altezza di piena nel *Timia* H_c corrispondente al tempo di riempimento, secondo i tre casi precedentemente descritti, attraverso l'inversione della scala di deflusso.

Alla fine dell'iterazione si ottiene:

- la portata della bocca della rete di bonifica che si realizza in corrispondenza del relativo massimo nel *Timia* per la durata di pioggia che ha riempito la rete;
- il battente sulla bocca in progetto;
- le quote nella sezione iniziale dell'*Alveolo*;
- il volume invasato;
- il tempo di riempimento.

Dall'esame dei risultati ottenuti si può notare che gli effetti di contemporaneità sono controllati in maniera differente dallo Sportone originario e dalla nuova bocca. In particolare, si nota che per i casi critici minori ($Tr < 20 \text{ anni}$) il comportamento è analogo in quanto prevalgono gli effetti del rigurgito.

Per il massimo caso considerato, invece, la vecchia soluzione produce un aggravio permettendo il deflusso anticipato di una portata consistente prima di essere rigurgitata dalla piena del *Timia*.

La nuova soluzione, che sposta maggiormente la capacità d'invaso della rete scolante, evita invece del tutto questo rischio di aggravio delle condizioni più a valle (*Bevagna*).

* *Dott. Ing. Libero Professionista, ex Direttore del Consorzio Bonificazione Umbra - Foligno (PG).*



Figura 6. Vista dello Sportone di Maderno



CREPE NEI MURI PER CEDIMENTI DEL TERRENO? NECESSITÀ DI CONSOLIDARE IL TERRENO DI FONDAZIONE DI UN EDIFICIO?

RISOLVIAMO CON INIEZIONI DI RESINE ESPANDENTI

È un intervento di manutenzione che:

- aumenta la sicurezza statica dell'edificio
- riduce il rischio sismico



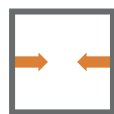
MESSA IN OPERA
RAPIDA



RISULTATO
IMMEDIATO



SOLUZIONI
NON INVASIVE



RIDOTTO
ACCANTIERAMENTO

SUPPORTIAMO I PROFESSIONISTI ANCHE NELLA PROGETTAZIONE
CON SOFTWARE DI CALCOLO ESCLUSIVO URETEK S.I.M.S. 2.0



GUARDA
IL VIDEO
DI UN
INTERVENTO
URETEK

REALIZZATI PIÙ DI
55.000 INTERVENTI

OLTRE 30 ANNI
DI ESPERIENZA

URETEK.IT

RIPRISTINIAMO STRUTTURE CON INIEZIONI DI RESINE

triPPlo+ e monoPiPe+ per sistemi fognari

IL + DI CUI UN PROGETTISTA HA BISOGNO PER UN OTTIMO RISULTATO



monoPiPe+ in PPHM monostrato
(galleria base del Brennero)



giunto anti-sfilamento
per monoPiPe+ e triPPlo+

❄️ **Idonei per la posa a -10°C**



Il sistema di giunzione di monoPiPe+ e triPPlo+ assicura un'ottima tenuta idraulica. La deformazione della guarnizione, dovuta alla sovrappressione, ne aumenta la tenuta

Per info: Ing. Vincenzo Sorella (Resp. Ufficio Tecnico) vincenzo.sorella@riccini.it

NEL NUMERO DI SETTEMBRE: kingcor e sedici plus in PPHM a doppia parete strutturata



Via Loredana, 34 - 06132 Perugia (PG) Loc. San Martino in Campo - Italia

info@riccini.it

+39 075 591031

+39 075 5917020

www.riccini.it

Riccini S.r.l.

Riccini S.r.l.

