

Napoli, potenziamenti fino a 40 m di profondità

↓ Le criticità del sistema fognario del collettore Arena S. Antonio, un antico corso d'acqua naturale trasformato nella principale arteria di drenaggio urbano dei quartieri occidentali di Napoli.

■ di Alessandro Paoletti, Giovanni Di Trapani, Filippo Malingegno, Vincenzo Ciccarelli



FIG. 1: DANNI NELLA ZONA STADIO
A SEGUITO DEGLI EVENTI DEL 15 SETTEMBRE 2001



FIG. 2: ALLAGAMENTO DEL 9 SETTEMBRE 2003
NEL PIAZZALE DELLA MOSTRA D'OLTREMARE



FIG. 3: ZONA SOCCAVO - VIA BEN HUR INCROCIO LINEA CIRCUMFLEGREA - DANNI PROVOCATI DALL'ALLUVIONE DEL SETTEMBRE 2005



Le criticità idrauliche e strutturali del sistema fognario e di drenaggio urbano del settore occidentale della città sono riemerse durante il nubifragio del 15 settembre 2001, che provocò l'entrata in pressione e improvvisi cedimenti strutturali e sprofondamenti del collettore Arena S. Antonio, principale dorsale fognaria di Napoli ovest.

A seguito di quell'evento il Sindaco di Napoli, nella sua qualità di Commissario Straordinario per l'Emer-

genza Sottosuolo (nota 1), dispose per la progettazione preliminare generale dell'intero sistema di drenaggio del bacino di circa 2.100 ettari afferente al collettore Arena S. Antonio, interessato per oltre tre quarti dall'intensa urbanizzazione che caratterizza i quartieri di Bagnoli, Fuorigrotta, Soccavo e Pianura, con una popolazione di circa 210.000 abitanti.

La causa principale di precarietà risiede nell'impetuosa espansione industriale e urbanistica della città.

La figura 4 mostra la "Carta topografica e idrografica della città di Napoli e dei suoi Contorni" redatta dal R.O.T. - Reale Ufficio Topografico del Regno di Napoli, di circa metà ottocento, quando il bacino in oggetto, del tutto privo di urbanizzazione, era solcato dal corso d'acqua naturale Arena S. Antonio e dai suoi due affluenti principali Cupa di Pianura e Palmentello. La città successivamente sviluppata, soprattutto nella seconda metà del secolo scorso (figura 5), ha chiuso e

Napoli, potenziamenti fino a 40 m di profondità

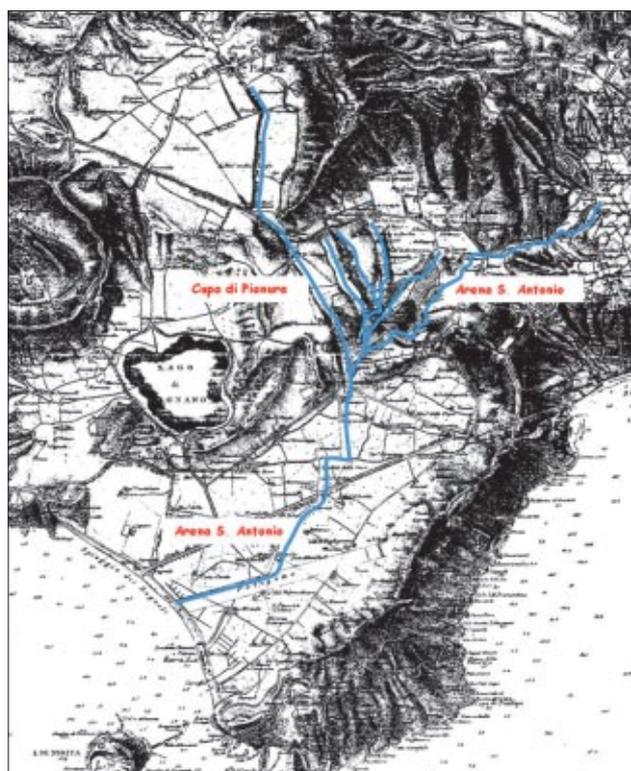


FIG. 4: COROGRAFIA DELL'AREA DI INTERESSE ATTORNO AL 1850 CON L'ANTICO TRACCIATO DELL'ARENA S. ANTONIO

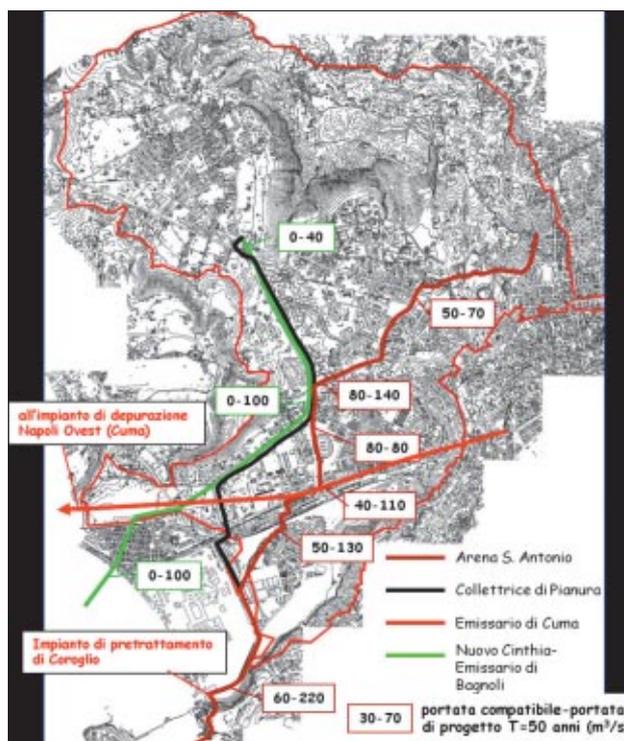


FIG. 5: COROGRAFIA ATTUALE DEL BACINO DELL'ARENA S. ANTONIO, CON I COLLETTORI PRINCIPALI DI DRENAGGIO E LE CORRISPONDENTI PORTATE CARATTERISTICHE

seppellito l'antico reticolo idrografico, sostituendolo con una rete artificiale di drenaggio caratterizzata dai collettori fognari principali Arena S. Antonio, Pianura e Palmentello che ricalcano l'antico percorso degli omonimi corsi d'acqua, ma che oggi presentano le sezioni chiuse e le caratteristiche di collettori di un sistema fognario di tipo misto percorso da acque nere e meteoriche.

Lo sviluppo intensivo della città e la conseguente impermeabilizzazione del territorio hanno progressivamente determinato un massiccio incremento dei deflussi meteorici, con portate di punta esorbitanti rispetto ai valori compatibili con le sezioni utili disponibili.

La perdurante intensificazione urbanistica e infrastrutturale della città continua ad aggravare tali problematiche: si pensi alle trasformazioni seguite al violento terremoto del 1980; agli sconvolgimenti provocati al collettore Arena S. Antonio e

al suo reticolo dalle realizzazioni allo Stadio S. Paolo per i mondiali di calcio di "Italia '90"; alle modifiche viabilistiche della zona con la costruzione di sottopassi direttamente interferenti con l'Arena S. Antonio; alla costruzione di nuove linee metropolitane convergenti sul nodo di Piazzale Tecchio.

Lo sviluppo intensivo della città ha anche interrotto i processi di trasporto dei sedimenti naturali che una volta scendevano dalle pendici di Soccavo, Pianura e Posillipo fino al mare, alimentando il ripascimento naturale dei litorali di Nisida e Bagnoli. Anche la dinamica lungo costa dei sedimenti è stata penalizzata con la costruzione dell'istmo di Nisida, che trasformò in penisola l'antica isola, e con la realizzazione delle banchine e dei moli del grande polo industriale di Bagnoli, oggi in via di completo recupero urbanistico.

Il progetto generale degli interventi approvato dal Commissario

Straordinario nel luglio 2002, di circa 125 milioni di euro, è stato impostato nell'ottica di una riqualificazione complessiva, con concezione integrata e unitaria delle molteplici e interconnesse esigenze di riequilibrio ambientale, risanamento igienico e protezione idraulica, seguendo le linee di indirizzo tracciate dall'autorevole e pregevole studio che nel 1997 lo stesso Commissario Straordinario commissionò al C.U.G.R.I. (Consorzio Inter-Universitario per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi) – nota 2.

Al progetto preliminare generale hanno fatto seguito i progetti definitivi ed esecutivi di alcuni lotti prioritari, oggi quasi ultimati ed entrati in regolare esercizio, con significativo sollievo delle principali insufficienze idrauliche.

LA PROFONDITÀ DELLE FOGNATURE

In molte parti della città di Napoli, come anche nel bacino dell'Arena

Nota 1 - Il Commissario Straordinario è cessato il 31 dicembre 2011. Successivamente le relative competenze sono confluite nella gestione amministrativa ordinaria del Comune di Napoli.

Nota 2 - Si ricorda in particolare la pubblicazione del C.U.G.R.I. "Il Sistema Fognario della Città di Napoli alle Soglie del 2000", a cura del prof. ing. Giacomo Rasulo, 2000.

Napoli, potenziamenti fino a 40 m di profondità

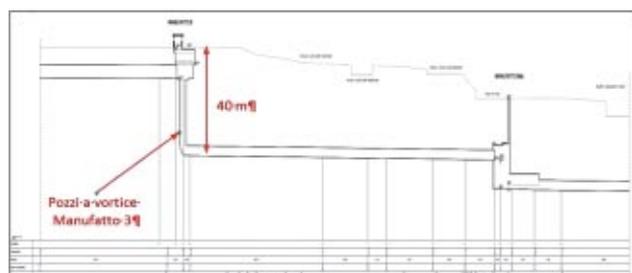


FIG. 6: PROFILO DEL COLLETTORE DI VIA CINTHIA – EMISSARIO DI BAGNOLI IN CORRISPONDENZA DEL MANUFATTO DI SALTO NR. 3

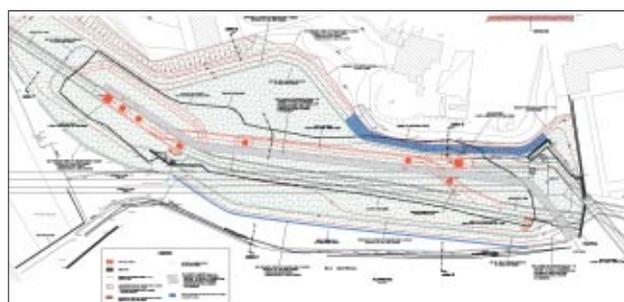


FIG. 7: PLANIMETRIA DEL MANUFATTO PARTITORE DI VIA CINTHIA



FIG. 8: IL MODELLO FISICO REALIZZATO NEL LABORATORIO DI IDRAULICA DEL POLITECNICO DI MILANO E CANTIERE DEL MANUFATTO PARTITORE DI VIA CINTHIA

S. Antonio, le fognature si trovano a profondità notevoli, spesso di alcune decine di metri.

Caratteristica legata innanzitutto alle notevoli acclività dei versanti su cui è costruita la città, che non permettono di adottare le medesime pendenze per i collettori di drenaggio a causa delle eccessive velocità di scorrimento delle acque che ne deriverebbero. I collettori, pertanto, sono necessariamente configurati con un profilo longitudinale composto da tratti a pendenza ridotta, compatibili con valori accettabili della velocità, intervallati da salti di fondo che recuperano il dislivello naturale del terreno. Laddove il profilo altimetrico del terreno presenta dislivelli di alcune decine di metri, molti di tali salti di fondo e molti tratti fognari risultano disposti a grande profondità dalla superficie del suolo.

Inoltre in diverse aree della città, caratterizzate da versanti di notevole pendenza, l'urbanizzazione si è spesso sviluppata regolarizzando le superfici con ingenti riporti di terra, talvolta di alcune decine di metri di altezza, soprattutto lungo le incisioni vallive più profonde,

che coincidevano con le aste dell'antico reticolo di drenaggio. Non solo quindi l'urbanizzazione ha comportato la tombinatura del reticolo idraulico in sezioni chiuse, ma ha seppellito e relegato tali tombinature a notevole profondità che, in molte zone, si portano su valori dell'ordine di 20, 30 e anche 40 m dalla superficie del suolo.

L'ARENA S. ANTONIO E L'EMISSARIO DI BAGNOLI

Il sistema di drenaggio del bacino dell'Arena S. Antonio è costituito da 3 grandi collettori idraulicamente interconnessi e aventi uno sviluppo totale di circa 18,8 km: l'Arena S. Antonio, asta principale del bacino, la collettrice di Pianura, affluente dell'Arena S. Antonio, e il collettore di gronda di via Cinthia, destinato allo scolmo delle portate pluviali in eccesso, che, nella sua parte terminale fino allo scarico a mare, è anche denominato Emissario di Bagnoli.

Il collettore Arena S. Antonio è lungo circa 8,2 km. Attraversa da nord-est a sud-ovest i quartieri di Soccavo, Rione Traiano, Rione Lauro e Fuorigrotta, fino al litorale di Coro-

glio prospiciente Nisida, dove in passato sfociava liberamente a mare, mentre oggi è intercettato dal nuovo impianto di pretrattamento (grigliatura, dissabbiatura, rotostacciatura e sollevamento) di Coroglio che immette le acque nere diluite nello storico Emissario di Cuma, allacciato all'impianto di depurazione di Napoli Ovest (Cuma). L'Arena S. Antonio è caratterizzata da 17 tipologie differenti di speco, alcune delle quali restringono sensibilmente la luce di passaggio a causa dei rinforzi strutturali effettuati nel tempo. Pressoché a metà dello sviluppo del collettore, in prossimità del Cimitero di Fuorigrotta nel tratto terminale di via Cinthia, è stato ricostruito, con i recenti interventi di ricostruzione e rifunzionalizzazione, l'importante nodo idraulico (manufatto baffled-weir e leaping-weir) che oggi assicura lo scolmo nell'Emissario di Bagnoli di una portata massima di circa 60 m³/s, rispetto a una portata in arrivo stimata per l'evento di progetto in circa 100 m³/s.

Il collettore di via Cinthia - Emissario di Bagnoli - complessivamente è lungo circa 5,6 km. Inizia a Pianura

Napoli, potenziamenti fino a 40 m di profondità

in corrispondenza di via Montagna Spaccata dove raccoglie la portata massima di sfioro di circa 36 m³/s della fognatura di Pianura. Dopo un primo salto iniziale con 2 grandi pozzi a vortice di circa 28 m di profondità, il collettore corre parallelamente alla collettrice di Pianura per circa 2,2 km lungo via Cinthia, costituito per gran parte del tracciato da 2 condotte in calcestruzzo parallele di DN 2500 mm dotate di numerosi salti di fondo e di ulteriori 2 pozzi a vortice di profondità pari a circa 20 m.

Nel tratto terminale di via Cinthia riceve le acque meteoriche di scolo provenienti dal collettore Arena S. Antonio (portata di scolo massima pari a 36 m³/s) mediante il manufatto ripartitore oggetto dei recenti interventi di ricostruzione e rifunzionalizzazione.

Prosegue poi in un'unica galleria in calcestruzzo DN 5000 mm per 2,6 km, e successivamente con 2 strutture scatolari affiancate di dimensioni 3,0 x 3,50 m verso Bagnoli, attraversando, con i recenti inter-

venti di potenziamento, la linea ferroviaria Circumflegrea all'altezza di via Silla, per poi giungere al litorale. Successivamente sfocia a mare sia attraverso le 4 condotte sottomarine in PRFV DN 2500 mm, atte ad allontanare lo scarico a circa 700 m dal litorale, sia con un manufatto scatolare in calcestruzzo, di sbocco libero di emergenza a mare di dimensioni 8,0 m x 3,50 m, realizzato e completato nel 2009 in occasione dei recenti interventi di ricostruzione e rifunzionalizzazione. Le simulazioni svolte con la modellazione numerica, confermando le insufficienze evidenziate dallo studio C.U.G.R.I., hanno mostrato come anche per eventi con bassi tempi di ritorno, dell'ordine di 2 anni, il collettore Arena S. Antonio risulti in molti tratti drasticamente insufficiente, come confermato dai ricorrenti nubifragi, tra cui quello del settembre 2001. A fronte della necessità di scaricare dall'intero bacino una portata stimata dell'ordine di 300 m³/s, in corrispondenza di eventi meteorici

associabili a tempi di ritorno di 30-50 anni, la capacità di smaltimento in mare complessiva, che nel 2000 era ancora interamente affidata all'Arena Sant'Antonio, raggiungeva solo un valore dell'ordine di 100 m³/s. In effetti il collettore di Via Cinthia-Emissario di Bagnoli, realizzato a metà degli anni '80 con le opere post-terremoto allo scopo di scolare una portata complessiva di circa 100 m³/s dalla collettrice di Pianura e dall'Arena S. Antonio, fin dal 1994 fu messo fuori esercizio a causa di malfunzionamenti idraulici a monte, in corrispondenza dei pozzi a vortice presso l'inizio del collettore, e nel tratto terminale a Bagnoli, dal sottopasso della Ferrovia Cumana al mare. In altri termini non era stato possibile ottenere il raddoppio della capacità di smaltimento delle portate meteoriche del sistema, dimezzandone così il relativo deficit. Obbligata quindi la scelta di realizzare con la massima priorità tutte le opere necessarie per la riapertura e rifunzionalizzazione del collettore di Via Cinthia-

Curtarolo (PD) – Tel 0499623345 – Fax 0499623343 www.dimgroup.it info@dimgroup.it

DSP - Riciclaggio e stabilizzazione terre da scavo
Tecnologie innovative per il movimento terra



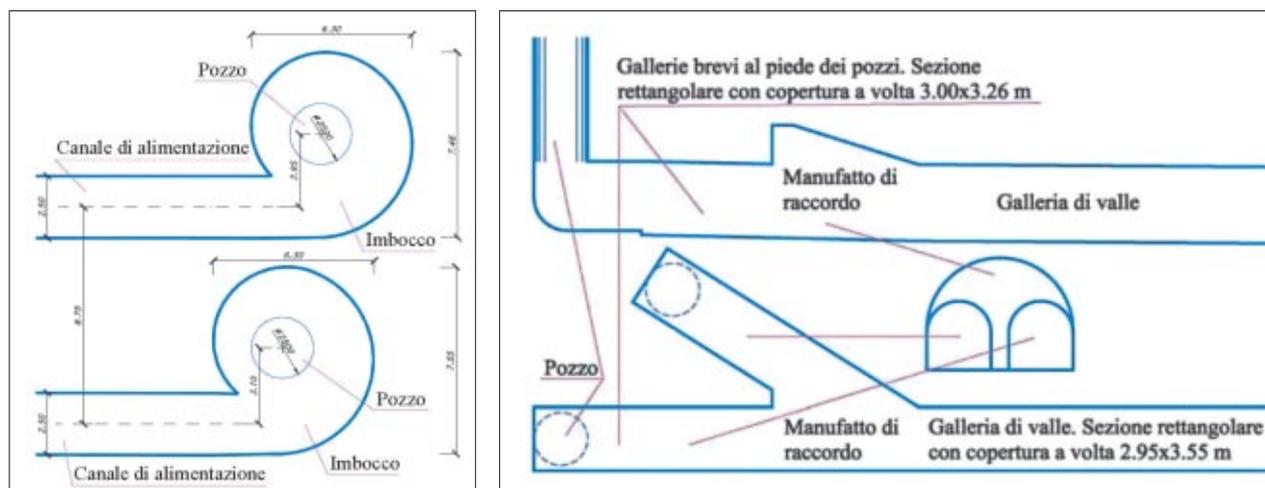


FIG.9: GEOMETRIA DELLA STRUTTURA ESISTENTE DEI POZZI A VORTICE E DELLA CAMERA DI DISSIPAZIONE

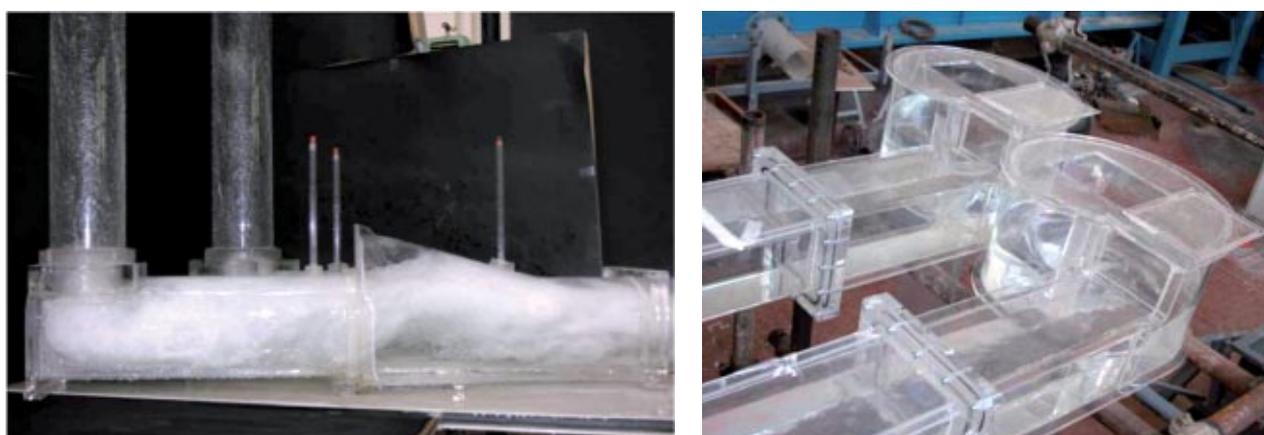


FIG.10: MODELLO FISICO DI FUNZIONAMENTO DEI POZZI A VORTICE

Emissario di Bagnoli. Altri interventi prioritari sono stati decisi e ormai realizzati su alcuni tributari dell’Arenella S. Antonio, in particolare presso lo Stadio S. Paolo, per risolvere le annose insufficienze idrauliche della zona, ulteriormente esaltate a seguito della costruzione della metropolitana Linea 6, e nel potenziamento delle reti fognarie di Soccavo e Fuorigrotta.

RICOSTRUZIONE DEI POZZI A VORTICE DEL COLLETTORE DI VIA CINTHIA - EMISSARIO DI BAGNOLI

Uno dei principali interventi ha riguardato la ricostruzione dei 2 pozzi a vortice in corrispondenza del manufatto di salto n° 3 del collettore di via Cinthia – Emissario di Bagnoli, fuori esercizio dal 1994. Il tratto di collettore a monte delle camere di alimentazione a coclea dei rispettivi pozzi di caduta è costituito da 2 gallerie parallele a

sezione rettangolare di dimensioni 2,50 x 2,70 m. I pozzi verticali sono costituiti da tubazioni in calcestruzzo circolari di diametro 2,5 m ciascuno, per un’altezza di caduta di 28 m circa (figura 9). Dal piede dei 2 pozzi si dipartivano, prima degli interventi di ricostruzione, 2 brevi gallerie 3,00 x 3,26 m, a sezione rettangolare con copertura a volta, terminanti in un breve tronco di raccordo con copertura a sezione rapidamente convergente e confluyente nell’unica galleria di valle di dimensioni 3,00 x 3,25 m con copertura a volta.

Oltre a non rispettare perfettamente gli standard progettuali delle camere a coclea legati alle proprietà idrauliche che ne reggono il processo di moto (Pica M., 1970), il malfunzionamento del nodo idraulico si manifestava soprattutto al piede dei pozzi, a causa dell’inopportuno disegno della confluenza delle correnti idriche a elevato con-

tenuto energetico, con formazione di sovrappressioni e violenti battimenti, anche per l’assenza di condotti aerofori.

La progettazione esecutiva, e la successiva costruzione, del nuovo manufatto è stata impostata in base alle prove condotte su un apposito modello fisico realizzato presso il Laboratorio di Idraulica dell’Università Federico II di Napoli (C.U.G.R.I., 2007). Sono emerse le cause del malfunzionamento del sistema e le conseguenti indicazioni progettuali delle modifiche necessarie:

- abbassamento di 2 m del fondo del tratto terminale (lunghezza di circa 25 m) dei 2 collettori scattolari che alimentano i corrispondenti pozzi a vortice attraverso le camere a coclea
- modifica della geometria delle 2 camere a coclea per migliorare l’avvolgimento della vena liquida
- completa ricostruzione del



water technology



Zenit presenta **BOX**^{PRO}
la nuova gamma di stazioni
di sollevamento con capacità
fino a 18.000 litri.

SERIE **BOX**^{PRO}, STAZIONI DI SOLLEVAMENTO
PREFABBRICATE IN POLIETILENE DISPONIBILI IN
QUATTRO MODELLI DA 1.000 A 18.000 LITRI, IDEALI
PER INSTALLAZIONI IN IMPIANTI CIVILI ED INDUSTRIALI
DI NOTEVOLI DIMENSIONI.

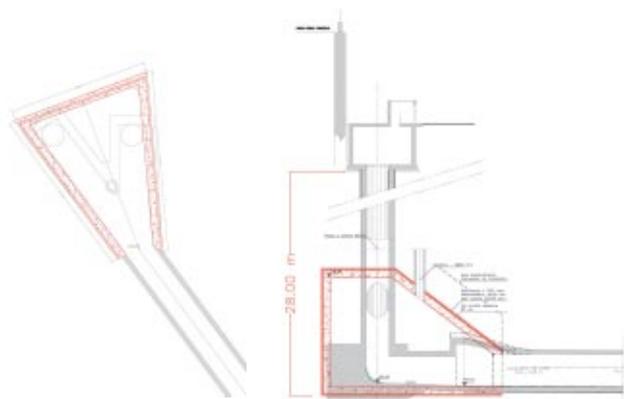
www.zenit.com



JOIN OUR WATER MOVEMENT



Napoli, potenziamenti fino a 40 m di profondità



**Fig.11: PLANIMETRIA E SEZIONE DELLA CAMERA
DI DISSIPAZIONE REALIZZATA A VALLE DEI POZZI A VORTICE**

manufatto al piede dei pozzi a vortice con una nuova
ampia camera di dissipazione dell'energia avente una
configurazione conica convergente e confluyente nella
galleria di valle.

Particolarmente complessa l'organizzazione del cantiere e
l'esecuzione dei lavori per la costruzione della grande
camera conica di dissipazione e confluyente a circa 40 m di
profondità. Oltre ai limitati spazi di manovra in confronto
alle considerevoli dimensioni dell'opera da realizzare
(fronte di scavo di larghezza pari a 16 m e altezza 14 m), si
sono dovuti studiare specifici apprestamenti e fasi di lavoro
per il sostegno delle pareti di scavo, essendo il terreno
costituito dai tipici depositi vulcanici dell'area napoletana,
le cui caratteristiche meccaniche decadono rapidamente in
presenza di percolazioni idriche. La necessità di configura-
re una camera di dissipazione con geometria conica complessa
ha richiesto articolati sistemi di sostegno delle pareti
di scavo e di cassetatura, da riconfigurare a ogni step di
avanzamento per tratti di lunghezza massima pari a 1 m,
procedendo da valle verso monte. La successione di opera-
zioni ha previsto: la demolizione dei piedritti e della volta
del manufatto esistente; il sostegno delle pareti e della
volta di scavo con centinature HEA 200 e marciavanti e
chiodatura della parete frontale (in vetroresina per il fronte
di scavo in avanzamento e in diwidag per la parete frontale
terminale); l'armatura, cassetatura e getto della volta
a sezione variabile del tratto del tratto di intervento (in
successione: platea, piedritti e volta).

Alla complessità delle lavorazioni si sono aggiunte note-
voli difficoltà cantieristiche, dovendo utilizzare mezzi d'o-
pera di piccole dimensioni a causa della contenuta geometria
della galleria di accesso (3,00 x 3,25 m con copertura
a volta). L'intervento è stato infine completato con la
realizzazione di un condotto aeroforo circolare di diame-
tro 1 m sulla calotta della camera di dissipazione in grado
di assicurare sia il necessario ricambio d'aria durante la
fase cantieristica, sia per il corretto funzionamento idraulico
del sistema a opere ultimate.

COSTRUZIONE DEL NUOVO POZZO DI SALTO DI VIA TERTULLIANO NEL RIONE TRAIANO

Anche il manufatto di confluyente nel collettore Arena
S. Antonio della nuova dorsale fognaria "Nord-Sud" delle
acque nere e meteoriche provenienti dal quartiere Socca-
vo, realizzata ex novo e recentemente ultimata, è stata
un'opera di rilievo per la sua valenza realizzativa e fun-



Fig. 12: ESECUZIONE DELLE OPERAZIONI DI CASSERATURA E SCAVO CON PIANO DI LAVORI A QUOTA 6,50 RISPETTO AL FONDO DELLA GALLERIA DI VALLE

zionale.

Nel punto di confluenza con la nuova dorsale fognaria il collettore Arena S. Antonio scorre a circa 24 m di profondità dal piano stradale: gli interventi di potenziamento fognario hanno quindi previsto la costruzione di un grande pozzo verticale di caduta a sezione circolare di diametro utile 8 m e profondità 24 m, contenente all'interno le strutture di dissipazione a salti successivi e contrapposti, nonché un settore destinato all'aerazione dei salti idraulici e all'accesso del personale e dei mezzi meccanici di manutenzione. Al piede del pozzo il manufatto è completato da una breve galleria di collegamento con il collettore Arena S. Antonio.

Le operazioni di scavo del manufatto sono avvenute previa realizzazione di una berlinese di micropali f 250 mm armati con profilati HEB 120 per una profondità complessiva di 28 m, lungo l'intero perimetro della sezione circolare della struttura (diametro 9 m) sostenuta da centine con effetto cerchiante montate ogni 2 m di profondità.

Al fondo del pozzo la galleria di collegamento e confluenza con l'Arena S. Antonio, alta 3 m e con larghezza crescente fino alla finestra di sbocco, è stata costruita sostenendo le pareti e la calotta dello scavo con raggiungere di infilaggi armati, con tubo in acciaio e con la posa in opera di centinature ad interasse variabile.

Particolarmente articolate sono risultate le lavorazioni di apertura della finestra di confluenza di dimensioni nette 5,50 x 2,50 m nel piedritto laterale della galleria nell'Arena S. Antonio, caratterizzata



Fig. 13: CANTIERI LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA CAMERA DI DISSIPAZIONE AL PIEDE DEI POZZI A VORTICE

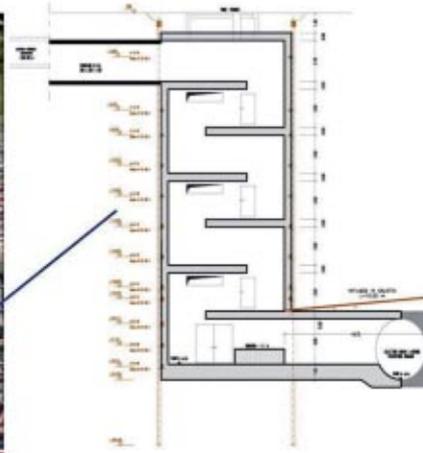
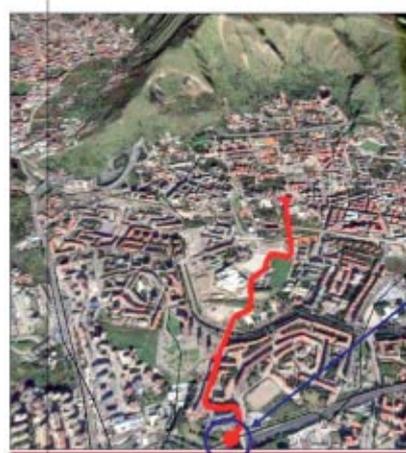


Fig. 14: PLANIMETRIA DELLA DORSALE NORD – SUD CON INDICAZIONE DELLA POSIZIONE DEL POZZO DI VIA TERTULLIANO – SEZIONE DEL MANUFATTO DI SALTO

in tale posizione da una sezione ovoidale ribassata 3,80 x 3,90 m e struttura del piedritto da demolire in calcestruzzo non armato e spessore 65 cm. L'apertura della finestra ha richiesto la costruzione di un

complesso portale in cemento armato per scaricare sulla nuova galleria il carico gravante sulla struttura esistente dell'Arena S. Antonio dovuto al notevole spessore del terreno sovrastante.



FIG. 15: BERLINESE DI MICROPALI E RELATIVA CENTINATURA REALIZZATA NEL POZZO DI VIA TERTULLIANO

CONCLUSIONI

Le notevoli criticità idrauliche e strutturali del sistema fognario e di drenaggio urbano del settore occidentale della città di Napoli hanno determinato scelte obbligate nella definizione degli interventi di priorità importanza.

In particolare sono state privilegiate le opere di rifunzionalizzazione del collettore di Via Cinthia-Emissario di Bagnoli, fuori esercizio da più di 20 anni, il potenziamento della rete fognaria nel quartiere Fuorigrotta e della zona dello Stadio S. Paolo nonché la costruzione della nuova dorsale "Nord-Sud" di Soccavo. Tali interventi, recentemente realizzati e completati, hanno permesso di risolvere in modo definitivo alcune annose insufficienze idrauliche con notevoli benefici in termini di riduzione del rischio

Bibliografia

- C.U.G.R.I. - Consorzio Interuniversitario per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi, "Il Sistema Fognario della Città di Napoli alle Soglie del 2000", a cura di Giacomo Rasulo, 2000.
- C.U.G.R.I. - Consorzio Interuniversitario per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi, "Modello fisico dei pozzi a vortice di via Padula. Relazione finale", 2007.
- C.U.G.R.I. - Consorzio Interuniversitario per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi, "Modello fisico del nuovo scarico a mare a Bagnoli. Relazione finale", 2007.
- Politecnico di Milano – DIIAR – CIMI, "Il modello fisico del doppio scaricatore di piena del collettore Arena S. Antonio della fognatura di Napoli. Relazione finale", G. Becciu, A. Paoletti, M. Mutti, 2007.
- Pica Marco, "Scaricatori a vortice", *L'Energia Elettrica*, 47(4), 1970.

GLI AUTORI

ALESSANDRO PAOLETTI

a.paoletti@etatec.it

Professore Ordinario di Costruzioni Idrauliche al Politecnico di Milano e Presidente del Centro Studi Idraulica Urbana con sede presso il Politecnico di Milano fino al 2010. Fondatore dell'Associazione Professionale "Studio Paoletti Ingegneri Associati" e della Società d'Ingegneria ETATEC S.r.l.

GIOVANNI DI TRAPANI

sai@tin.it

Laureato in Ingegneria Civile Idraulica presso l'Università di Palermo nel 1968. Socio fondatore della Società d'Ingegneria "S.A.I. – Studio Applicazioni idrauliche S.r.l." di Palermo. Attività professionale nel settore della pianificazione, progettazione e direzione lavori di reti acquedottistiche e fognarie.

FILIPPO MALINGEGNO

f.malingegno@etatec.it

Laureato in Ingegneria Civile Idraulica presso il Politecnico di Milano nel 2002. Ingegnere Associato dello "Studio Paoletti" e socio della società ETATEC S.r.l.. Attività professionale nel settore della progettazione e direzione lavori di sistemazioni fluviali, fognature, impianti di depurazione delle acque reflue, impianti idroelettrici.

VINCENZO CICCARELLI

v.cicarelli@etatec.it

Laureato in Ingegneria Civile Idraulica presso l'Università di Napoli Federico II nel 2004. Ingegnere Associato dello "Studio Paoletti" e collaboratore della società ETATEC S.r.l.. Attività professionale nel settore della progettazione e direzione lavori di sistemazioni fluviali, fognature, impianti di depurazione delle acque reflue.

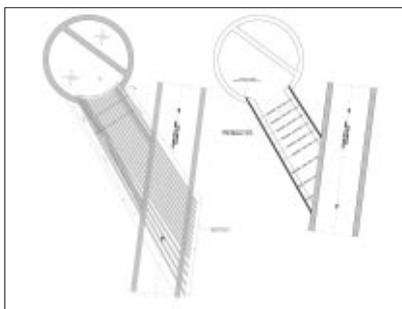


FIG. 16: PIANTE DELLA GALLERIA DI CONFLUENZA NELL'ARENA S. ANTONIO CON INDICAZIONE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE DELLE OPERAZIONI DI SCAVO (INFILAGGI E CENTINE) – OPERAZIONI DI TAGLIO PER L'APERTURA DELLA FINESTRA DI CONFLUENZA NELL'ARENA S. ANTONIO

idraulico di allagamento delle aree densamente urbanizzate.

Sono invece rinviati a successive fasi realizzative, in relazione alle disponibilità finanziarie, gli altri importanti interventi di riqualificazione dell'intero sistema di drenaggio, atti a superare i tuttora rilevanti deficit residui di funzionalità. Tali obiettivi sono stati raggiunti operando soprattutto su manufatti

esistenti sotterranei posti a notevoli profondità: gli interventi ricostruttivi e manutentivi hanno assunto caratteristiche del tutto peculiari, con tecnologie e opere d'arte tipiche dell'ingegneria mineraria o delle gallerie, che delle usuali tecniche dell'ingegneria idraulica delle fognature, richiedendo una complessa organizzazione del cantiere e delle fasi realizzative. ■

Nota 3 - La soluzione progettuale del manufatto partitore è stata studiata su modello fisico nel Laboratorio di Idraulica del Politecnico di Milano (2007).

Nota 4 - Anche per tale manufatto di scarico a mare, la complessità del sistema idraulico e dell'idraulica litoranea hanno richiesto la determinazione della soluzione progettuale su modello fisico nel Laboratorio di Idraulica dell'Università Federico II di Napoli (C.U.G.R.I., 2007).