COMUNE DI MONTE DI PROCIDA – RISANAMENTO IDRAULICO E AMBIENTALE – I STRALCIO

AFFIDATARIO: Finalca Ingegneria s.r.l. (già S.T.I.GE srl)

COMMITTENTE: Comune di Monte di Procida

LUOGO DI ESECUZIONE: Comune di Monte di Procida

IMPORTO LAVORI: €3.171.680,41 €

ANNO: approvazione 2013

LIVELLO DI PROGETTAZIONE: Progetto Preliminare, Definitivo, Esecutivo e CSP

CLASSI E CATEGORIE RELATIVE AL SERVIZIO	
D.05	€ 1.956.236,78
S.05	€ 1.215.443,63

SUB CRITERIO A.1. - Valore tecnico e grado di analogia per servizi di ingegneria svolti per prestazioni attinenti alla progettazione idraulica di opere fognarie.

Il presente progetto, elaborato di concerto con il Comitato Tecnico Amministrativo del Provveditorato alle Opere Pubbliche, affronta la problematica dello smaltimento delle acque di drenaggio del Comune di Monte di Procida, intervenendo sull'emissario generale di Via G. da Procida e sul sistema di scarico a mare.

Dal progetto generale (Grande Progetto per il risanamento ambientale dei laghi flegrei) è stato estratto il presente I Lotto esecutivo che prevede le seguenti opere:

► Adeguamento del collettore di Via G. Da Procida attraverso l'ampliamento della sezione esistente per circa L=150 dall'incrocio con Via Solferino fino al pozzo a vortice; ► Adeguamento dei manufatti di confluenza ivi esistenti, in corrispondenza delle principali immissioni fognarie (Via Solferino, Via Mennillo); ► Realizzazione di un pozzo a vortice e relativa camera di spinta alla fine del collettore fognario; ► Realizzazione di un collettore profondo di collegamento del pozzo a vortice al mare; ► Realizzazione di un nuovo manufatto di derivazione delle acque nere di Via G. da Procida; ► Realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento; ► Demolizione del Pozzo a vortice esistente; ► Demolizione dell'impianto di sollevamento esistente; ► Sistemazione stradale e regimentazione delle acque superficiali in Via G. da Procida nel tratto interessato dai lavori.

Il sistema fognario comunale nel suo complesso denotava gravi criticità funzionali, riconducibili sostanzialmente, all'insufficienza della rete di drenaggio promiscua allo smaltimento dei deflussi di piena, anche in occasione di eventi atmosferici non eccezionali. L'insufficienza della rete di drenaggio era riconducibile al significativo sviluppo urbano intervenuto negli ultimi decenni, con incremento delle superfici costruite, o comunque pavimentate, a scapito delle aree a verde che, unitamente ai modesti tempi di risposta del bacino, con trasformazione rapida degli afflussi pluviali in deflussi nella rete di drenaggio, determinavano la formazione di piene che superavano la massima capacità di trasporto della rete di drenaggio, talché le acque pluviali del bacino urbano finivano per defluire lungo le strade del centro abitato.

Il collettore emissario generale di via G. da Procida ha inizio dalla Piazza XXVII Gennaio e termina a mare; si sviluppa in una stretta gola naturale con sponde molto acclivi costituite da terreni piroclastici; sul finire degli anni '70 lo storico alveo venne trasformato in strada comunale mediante "tombatura" delle sezioni idrauliche. **In quella occasione, il tracciato dei primi 150,00 m fu affiancato da un collettore fognario di tipo ovoidale da 80 x 120 cm, disposto lungo l'omonima strada comunale, in un tratto dove la strada si presenta strettissima, con forte pendenza e fabbricati vecchi direttamente incombenti sulla sede stradale.** Prima degli interventi di progetto, in occasione di eventi piovosi di ordinaria intensità, le sezioni rettangolari esistenti non erano sufficienti ad addurre a valle la portata in arrivo da monte, con frequenti esondazioni e allagamento della strada e conseguenti danni alle strutture esistenti.

Le verifiche idrauliche condotte in progetto, in base alla portata massima pluviale corrispondente al Tempo di Ritorno (T) di 100 anni e 50 anni (trattasi a tutti gli effetti di alveo, benché tombato) con il metodo Razionale, condussero a valori massimi di portata pericolosamente incompatibili con le sezioni esistenti, anche con valori di portata corrispondenti a tempi di ritorno minori, dimostrando la non idoneità dell'attuale collettore a svolgere il proprio ruolo di recapito finale. Le simulazioni effettuate sul pozzo a vortice terminale dimostrarono che non aveva la capacità di smaltire le portate di piena e, infatti, nel corso dei numerosi sopralluoghi, si riscontrarono tracce di esondazione.

Infine, da una ispezione effettuata sullo stato di conservazione strutturale della fogna esistente nel primo tratto di via G. da Procida emerse un quadro fessurativo del collettore esistente preoccupante.

Da tali analisi e approfondimenti emerse la necessità di prevedere il radicale ampliamento delle sezioni idrauliche, eliminando le strozzature del sistema e adeguando il sistema di scarico finale.

In particolare, il progetto prevede la posa di un collettore tra paratie di pali per una lunghezza di circa 150 m, la realizzazione di caditoie in ghisa disposte lateralmente alla strada, la realizzazione del manufatto di confluenza di Via Mennillo, il un nuovo manufatto di derivazione e la realizzazione di un nuovo pozzo a vortice, in sostituzione di quello esistente da abbattere, del diametro interno di 2,70 m e della profondità di circa 20.00m.

I vincoli progettuali adottati sono stati: garanzia di accessibilità alle numerose abitazioni esistenti, la necessità di non interrompere i sottoservizi, la continuità idraulica del collettore (emissario generale), la tutela della stabilità dei pendii e dei fabbricati circostanti.

Per il rispetto dei vincoli su indicati sono state previste soluzioni progettuali atte a: ► garantire la funzionalità del sistema di sottoservizi; ► prevedere che la sede stradale fosse impegnata dai lavori solo per un fronte minimo e che, in ogni caso, si potesse procedere alla quotidiana chiusura degli scavi al termine di ogni giornata lavorativa e la riapertura al traffico della strada.

In merito alle interferenze con i sottoservizi (rete idrica, rete elettrica, rete gas, reti di telefonia) è stata prevista in progetto una delocalizzazione degli stessi. Nello specifico, il suddetto procedimento, previsto nella fase antecedente la realizzazione degli scavi, consiste nelle seguenti fasi: ► Realizzazione cavidotto per posa nuovi sottoservizi; ► Collocazione al suo interno dei nuovi sottoservizi; ► Predisposizione nuovi allacci alle utenze; ► Dismissione vecchi sottoservizi; ► Realizzazione allacci provvisori alle utenze a lavorazioni in corso; ► Messa in esercizio dei nuovi sottoservizi. Al termine delle lavorazioni, infine, si sono programmati gli allacci definitivi alle utenze.

Tale metodologia operativa consente la realizzazione delle opere minimizzando le interferenze con i sottoservizi evitando quindi eventuali fuori servizio alla cittadinanza.

Dal punto di vista del miglioramento ambientale e paesaggistico, la rinnovata configurazione del pozzo a vortice, ha rappresentato altresì una valida occasione per la realizzazione di una scala, tesa a superare il salto di quota tra la Via G. da Procida e la passeggiata di "Torrefumo" ubicata lungo la linea di costa, oltre ad un incantevole belvedere panoramico ricavato sull'estradosso del pozzo. La struttura portante del pozzo a vortice è stata progettata completamente rivestita con pietre di tufo squadrate al fine di mitigarne l'impatto e relazionarsi con il costone retrostante, anch'esso in tufo.

SUB CRITERIO A.2. - Valore tecnico e grado di analogia per servizi di ingegneria/architettura svolti per prestazioni attinenti alla progettazione strutturale e funzionale di opere connesse al sistema fognario.

La località in esame risultava classificata secondo le direttive della O.P.C.M 3274, come zona sismica con $S = 9$, il progetto strutturale è stato redatto ottemperando alle disposizioni individuate dal D.M. 14/01/2008 ed in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV, adottando come vita nominale $V_n \geq 50$ anni ed associando una classe d'uso II ($C_u = 1$), ottenendo un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni. Nel dettaglio, i calcoli delle opere in c.a., per ottimizzare la fase di calcolo, è stato sviluppato raggruppando i vari manufatti ed eseguendo per ogni gruppo il calcolo dell'elemento di riferimento più sollecitato, estendendo i risultati ai restanti corpi di fabbrica.

Nello specifico in progetto si è condotto il calcolo dei seguenti elementi strutturali: ► **Opere di sostegno/protezione:** Paratia di pali $\varnothing 600/700$; ► **Manufatti scatolari in c.a.;** ► **Pozzo a Vortice fuori terra,** composto a sua volta da: Struttura in elevazione a pareti in c.a., Fondazioni su pali $\varnothing 800$ L= 10.00 m; Palificata $\varnothing 1000/1300$ L= 20.00 m., Tiranti di ancoraggio, Scala e rampe di accesso esterne. **Il calcolo e la verifica degli elementi strutturali in elevazione sono stati condotti con una modellazione agli elementi finiti utilizzando il software di calcolo di MASTERSAP TOP - Versione 2013 della AMV srl. La definizione dei parametri geotecnici e la verifica degli elementi contro terra ed in fondazione è stata condotta in automatico con l'ausilio dei programmi di calcolo CARL 10.0 (Carico Limite e Cedimenti) / MAX 10.0 (Muri di Sostegno) della Aztec Informatica srl.**

Il calcolo degli scatolari è stato sviluppato per tutti i carichi agenti sulla struttura e per ogni combinazione di carico a partire dal tipo di terreno in modo dinamico (attraverso software). **La struttura scatolare è stata schematizzata come un telaio piano e risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM).** Il telaio è discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi. Il terreno di rinfianco e di fondazione è

invece schematizzato con una serie di elementi (molle) non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa. Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p . Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi. La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi strutturali è stato condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico. Per la valutazione della **spinta sui piedritti** si è applicata la teoria di Rankine, assumendo che sui piedritti agisca la spinta a riposo e che non ci sia attrito fra il terreno e la parete. Per la valutazione **spinta in presenza di sisma** si è applicato il metodo di Mononobe-Okabe.

Il calcolo delle opere di sostegno (paratie di Pali) afferenti: ► gli scavi per necessari alla posa in opera della nuova condotta fognaria a sezione circolare; ► gli scavi afferenti alla realizzazione del collettore scatolare e dei manufatti.

Per i primi si è condotta un'analisi nella quale, per il calcolo delle paratie di pali, non si è tenuto conto dell'incremento sismico della spinta in quanto le paratie stesse sono funzionali alla sola posa in opera della tubazione.

Diversamente per i secondi, nei quali è stato affidato alle paratie di pali il compito di contenimento delle spinte a tergo dello scavo in esercizio e di sostegno delle solette di copertura dei manufatti.

Per la realizzazione dei manufatti si prevede nell'ordine: 1) la realizzazione delle opere di contenimento 2) la realizzazione dei cordoli di sommità 3) l'esecuzione dello scavo 4) la posa della tubazione o realizzazione dei manufatti in c.a. Le fasi di realizzazione prospettate garantiscono sia la sicurezza sia la corretta distribuzione dei carichi sulle strutture.

Il calcolo del Pozzo a vortice per tutti gli elementi strutturali è stato condotto con le metodologie degli "elementi finiti", e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte secondo il criterio degli stati limite.

L'analisi della struttura è stata sviluppata con l'ausilio di un'elaborazione computerizzata eseguita col programma "Master-Sap Top" della AMV.

Il progetto ha previsto l'abbattimento dell'attuale pozzo a vortice, e la ricostruzione di un nuovo pozzo che andava ad occupare la medesima sede del precedente; tale evenienza ha comportato la predisposizione di una tubazione di by-pass atta a convogliare le portate meteoriche durante la realizzazione delle lavorazioni. Al fine di non creare interferenze tra la realizzazione delle nuove opere ed il funzionamento della fognatura comunale, sono state definite le opere nel modo seguente:

► Realizzazione dei due pali di estremità della paratia $\Phi 1000/1300$ di monte del pozzo a vortice; ► Apertura dello scavo e predisposizione della tubazione di by-pass $\Phi 2000$; ► Demolizione del pozzo a vortice esistente; ► Completamento della paratia di monte $\Phi 1000/1100$; ► Realizzazione nuovo pozzo a vortice: fondazioni ed opere in elevazione; ► Rimozione tubazione di by-pass; ► Chiusura dello scavo; ► Posa in opera dei tiranti di ancoraggio; ► Realizzazione scala e corpi accessori.

Le fasi di realizzazione prospettate garantiscono sia la sicurezza che la corretta distribuzione dei carichi sulle strutture.

Per quanto riguarda le interferenze con i fabbricati prospicienti la strada durante la fase realizzativa delle paratie di pali, il presente progetto ha individuato specifici accorgimenti di carattere tecnico.

Si evidenzia che lungo il tracciato dei collettori di progetto non vi erano interferenze con le fondazioni dei fabbricati di Via G. da Procida, in quanto la maggior parte di essi risulta essere arretrata dal filo strada, ad eccezione di tre punti singolari come evidenziato nella figura di fianco. Per tali fabbricati si sono previsti i seguenti accorgimenti:

Riduzione della velocità di rotazione e perforazione in fase realizzativa delle palificate al fine di ridurre le vibrazioni.

Campagna di monitoraggio dei fabbricati oggetto di interesse. Durante la realizzazione dei lavori, si è prevista la redazione di un'opportuna documentazione fotografica, ante e post opera, dei fabbricati potenzialmente interferenti in modo da avere un riscontro immediato degli eventuali danni provocati dalle lavorazioni in corso di esecuzione.

Inoltre, si sottolinea che il calcolo delle paratie è stato condotto adottando degli schemi tipo caratterizzati dalle condizioni più sfavorevoli riconducibili al caso di paratia alla base di un pendio; nel calcolo dei manufatti, essendo il terrapieno a valle pianeggiante, è stato considerato un sovraccarico a monte pari a 500 kg/m^2 .