AZIENDA MERIDIONALE ACQUE MESSINA S.p.A.

Azienda Speciale iscritta alla Sezione Ordinaria del Registro delle Imprese di Messina – R.E.A. n. 157160

Lavori di somma urgenza per la risoluzione delle problematiche inerenti il servizio di erogazione idropotabile ed il servizio di collettamento e depurazione dei reflui:

1) COLLETTORI DI MANDATA IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO "CARMINE"
2) SOSTITUZIONE TRATTO IN GALLERIA DELL'ACQUEDOTTO MONTESANTO - TREMONTI IN PIAZZA D'ARMI

PROGETTO ESECUTIVO

Classe **1**	**RELAZIONI**
Elaborato **CRM_1.1**	**RELAZIONE GENERALE**
Scala **-**	

il Progettista

Ing. CRISTIAN BONETTI n°6390 ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PALERMO

Ing. Cristian BONETTI
n°6390 Ordine Ingegneri Palermo

il R.U.P.

Arch. Claudio Cipollini

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
2					
1					
0	**Ottobre 2017**	**PRIMA EMISSIONE**	**FI**	**GB**	**CB**

Redazione: ***AKWA ENGINEERING s.r.l. - Società di Ingegneria*** - Via L. A. Muratori n° 13, 90127 PALERMO (PA)

Questo documento è di proprietà del Tecnico Incaricato (L. 22.04.1941 n° 633 - art. 2575 e segg. C.C.) - Non può essere modificato, copiato, duplicato, riprodotto o divulgato senza autorizzazione scritta dello stesso

1 PREMESSA

La presente costituisce la relazione illustrativa dello progetto esecutivo dei "*Lavori di somma urgenza per la risoluzione delle problematiche inerenti il servizio di erogazione idropotabile ed il servizio di collettamento e depurazione dei reflui – 1) Collettori di mandata impianto di sollevamento "Carmine" 2) Sostituzione tratto in galleria dell'acquedotto Montesanto – Tremonti in piazza d'Armi".*

Anche se si tratta di due lavori distinti, nati da esigenze diverse e in zone geografiche distinte, i due lavori sono stati riuniti in un unico progetto per la scelta di eseguire il ripristino delle tubazioni in pressione con tecniche no dig, al fine di ottenere un'economia di scala sugli stessi.

In particolare il progetto prevede di eseguire un relining.

1) Collettori di mandata impianto di sollevamento "Carmine"

Il presente lavoro nasce a seguito agli avvisi di garanzia che la Procura della Repubblica ha inviato in data 24/12/2016, avendo ravvisato il sospetto di inquinamento ambientale per la presunta presenza di scarichi abusivi di acque reflue in numerosi Torrenti all'interno della Citta di Messina.

Il seguito a ciò, al fine di effettuare una ricognizione delle infrastrutture gestite dall'azienda e di eventuali interventi di manutenzione da effettuare sulle reti idriche e fognarie, il Direttore Generale dell'AMAM ha dato mandato ai tecnici dipendenti di redigere un piano sulle problematiche da affrontare e sui lavori da eseguire.

I vari interventi sono stati classificati con differenti priorità, e per alcuni il Direttore Generale di AMAM S.p.A., avendo ravvisato i notevoli rischi esistenti in termini di servizio idrico integrato e di possibilità di inquinamento, ha riconosciuto la necessità improcrastinabile di intervenire, secondo quanto disciplinato dalla vigente normativa per i casi di somma urgenza, in quanto si ravvisava l'insorgenza di pregiudizi gravi e impellenti alla pubblica e privata incolumità, trattandosi di materia afferente l'igiene e la salute della collettività. Tra queste sono state catalogate le problematiche relative alla condotta di mandata di Via del Carmine, in cui si sono riscontrate numerose e continue perdite lungo la strada su cui sono posate le due condotte di mandata.

2) Sostituzione tratto in galleria dell'acquedotto Montesanto – Tremonti in piazza d'Armi".

Nello schema attuale di funzionamento della rete idrica cittadina, l'alimentazione della zona Nord della città è garantita dall'acquedotto di collegamento in acciaio DN 600 tra il serbatoio Montesanto ed il serbatoio Tremonti.

La zona Nord della città riceve l'approvvigionamento idropotabile principalmente dalle sorgenti "Bufardo" a servizio dell'acquedotto Fiumefreddo. Tale acquedotto che costituisce la fonte principale di alimentazione dell'intera città di Messina con i suoi 900 l/s medi veicolati giunge al serbatoio "Montesanto 2".

Tra il serbatoio *Montesanto2* e il serbatoio *Tremonti* (5000 m^3, quota 134 m) è stato realizzato un collegamento tramite due tubazioni. La prima in acciaio di diametro DN 400 mm e la seconda in polietilene di diametro DN 450, connessa con una condotta già esistente di diametro DN 600 mm che originariamente avrebbe dovuto collegare il serbatoio d'arrivo dell'acquedotto *Alcantara* (*Montesanto1*), mai completato, proprio con il serbatoio *Tremonti*. Tale condotta serve oggi per collegare, attraverso pompaggio, il serbatoio *Montesanto2* con il serbatoio *Tremonti* che, a sua volta, alimenta la zona Nord della città vista la mancanza di fornitura dell'acquedotto *Alcantara*[1].

La stessa condotta prima di giungere al serbatoio Tremonti alimenta il Serbatoio *S. Corrao* (1000 m^3, quota 122 m) che serve le zone alte di Gravitelli.

Dal serbatoio *Tremonti*, mediante un sollevamento, l'acqua perviene al serbatoio *San Jachiddu* (500 m^3, quota 205.9 m) e tramite ulteriore sollevamento ai due serbatoi *Annunziata Bassa* (650 m^3, quota 170 m) e *Annunziata Alta* (650 m^3, quota 240 m). Dal serbatoio *Annunziata Alta* tramite un ulteriore sollevamento si alimenta il serbatoio *Piraino* (500 m^3, quota 295.0 m) che serve per caduta la parte posta a monte di Annunziata Alta e, con un ulteriore sollevamento, le utenze abitative posizionate in prossimità Portella Arena.

Dal Tremonti vengono inoltre alimentate le porzioni di rete della riviera nord che fanno capo ai serbatoi *S. Licandro* (2000 m^3, quota 105 m), *Pace* (800 m^3, quota 95 m), *S. Agata* (800 m^3, quota 95 m), *Torre Faro* (250 m^3, quota 92 m), *Ritiro* (500 m^3, quota 111.40 m) e *Paradiso* (800 m^3, quota 110.9 m).

Dal serbatoio *Ritiro*, con l'aggiunta dell'acqua del pozzo Ritiro, si perviene (mediante sollevamento) al serbatoio *Costarelli* (2000 m^3, quota 173 m), al serbatoio *Pisciotto* e tramite un altro sollevamento al serbatoio di *Portella Castanea* (500 m^3, quota 360 m); infine sempre tramite sollevamento vengono alimentati il villaggio di Badiazza e la parte alta di Ritiro.

La breve descrizione sopra riportata evidenzia l'importanza della dorsale Montesanto 2 – Tremonti,

[1] Va osservato che se l'acquedotto *Alcantara* fosse in funzione il serbatoio *Tremonti* alimenterebbe a gravità il serbatoio *Montesanto2* senza necessità di alcun pompaggio poiché la condotta dell'acquedotto *Alcantara* consegna al serbatoio *Tremonti*

e dell'assoluta necessità di intervenire al fine di prevenire una prevedibile interruzione dell'acquedotto causata da un ulteriore deterioramento delle già precarie condizioni di tenuta dell'acquedotto esistente in località Piazza D'armi

L'acquedotto in oggetto, in Piazza d'Armi, attraversa una collina in galleria realizzata con un tubo camicia DN 1000. Dai sopralluoghi effettuati si sono riscontrate perdite nella condotta in acciaio DN 600, la cui riparazione non può essere effettuata con normali interventi di manutenzione.

L'attuale situazione presenta significative condizioni di urgenza, perché un eventuale aggravamento delle perdite in condotta, con la rottura della stessa all'interno della galleria, non consentirebbe l'alimentazione della zona nord della città, con un fermo del servizio per un numero non quantificabile di giorni.

2 OBIETTIVI DEL PRESENTE INTERVENTO

La presente relazione generale del progetto esecutivo è redatta ai sensi dell'art. 34 del Regolamento ed ha i contenuti in esso prescritti. Lo scopo è quello di descrivere "i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi" oltre alla definizione delle peculiarità costruttive dell'opera. Inoltre, descrive, per i componenti prefabbricati previsti in progetto "le caratteristiche illustrate negli elaborati grafici e le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti da utilizzare".

1) Collettori di mandata impianto di sollevamento "Carmine"

Obiettivo del presente progetto è quello di ripristinare la totale funzionalità dei collettori di mandata a servizio dell'impianto di sollevamento "Carmine", che allo stato attuale versano in condizioni di degrado per due ordini di motivi: il primo è legato alla presenza di sedimenti all'interno dei collettori, tanto che uno dei due è totalmente inutilizzabile, il secondo è legato alla corrosione delle condotte in acciaio che hanno determinato la necessità di intervenire numerose volte con interventi di riparazione lungo la via del Carmine sulla quale sono posati i due collettori in pressione.

Il suddetto impianto di sollevamento costituisce di fatto l'ultima stazione di sollevamento del complesso sistema fognario di Messina, la funzione del suddetto impianto e dei relativi collettori in pressione è quella di raccogliere i reflui derivanti dalle pubbliche fognature della maggior parte del centro abitato di Messina, e pomparle ad un pozzetto di testata posto al termine della pubblica via e dal quale si diparte il collettore a gravità che giunge all'impianto di depurazione di Mili.

2) Sostituzione tratto in galleria dell'acquedotto Montesanto – Tremonti in piazza d'Armi".

Come detto nelle premesse l'acquedotto Montesanto – Tremonti, presenta un'elevata criticità nell'attraversamento di una collina posta al di sotto di Piazza d'Armi; in questa zona l'acquedotto attraversa la collina all'interno di un tubo camicia DN 1000.

Obiettivo del presente progetto è di aumentare l'affidabilità del tratto di acquedotto annullando le probabilità di un'interruzione dell'acquedotto e l'instaurarsi di un'emergenza idrica realizzando l'intervento di manutenzione straordinaria in poche ore al fine di ridurre i disagi per la cittadinanza.

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

I due interventi ricadono nella città di Messina ed in particolare nella Tavoletta "S. Stefano di Briga" F° 254 III N.O. della Carta d'Italia I.G.M. scala 1:25.000.

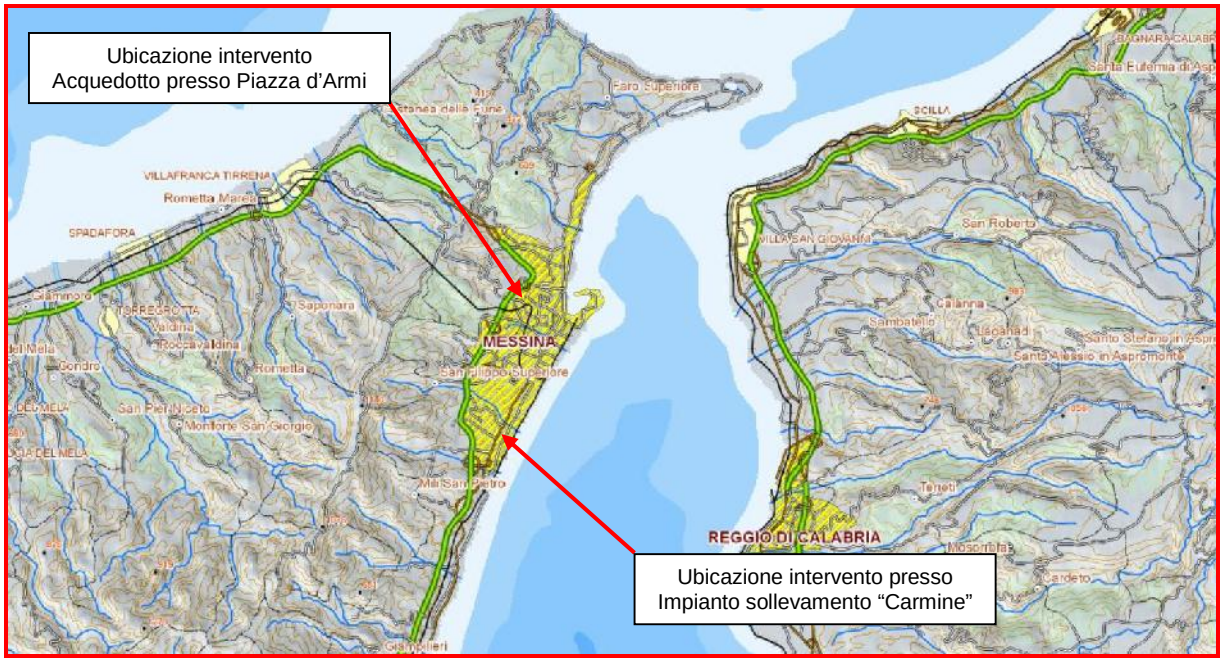


Fig. 1: *Inquadramento territoriale*

Fig. 2: *Foto satellitare*

1) Collettori di mandata impianto di sollevamento Via del Carmine

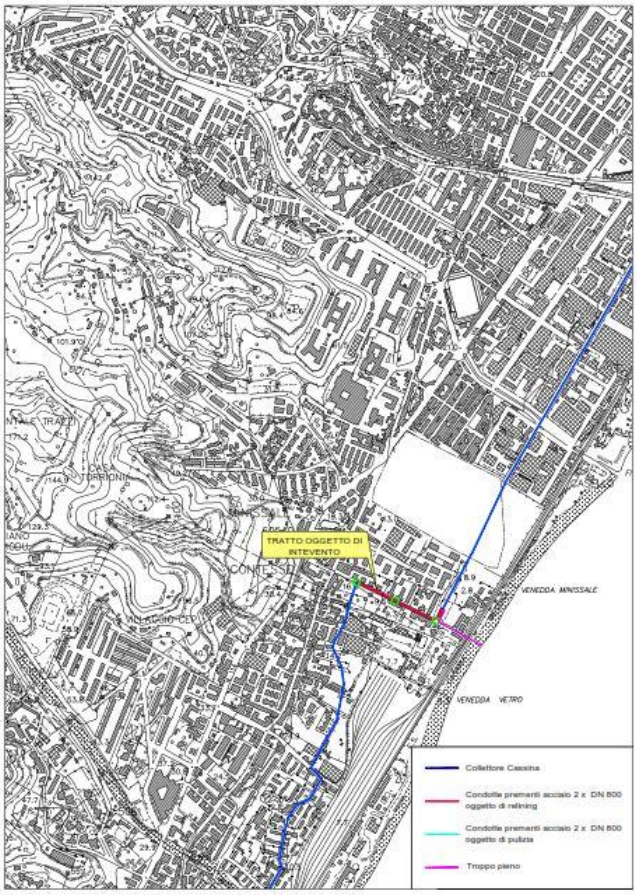
La zona oggetto dello studio è ubicata in corrispondenza dell'estremità nord-orientale della Sicilia nei pressi del centro abitato della Città di Messina ad una quota media di circa 10 m. s.l.m..

In termini di coordinate geografiche, l'intervento in coordinate UTM è così localizzato:

Inizio intervento: zona 33s: **547210.00 m** est, **4223305.00 m** nord.

Fine intervento: zona 33s: **546892.00 m est**, **4223432.00 m** nord.

Il sito ricade nella C.T.R. identificata **MESSINA 601030** e nei fogli catastali 112 e 119.



Carta Tecnica Regionale MESSINA 601030 - Scala 1:10.000

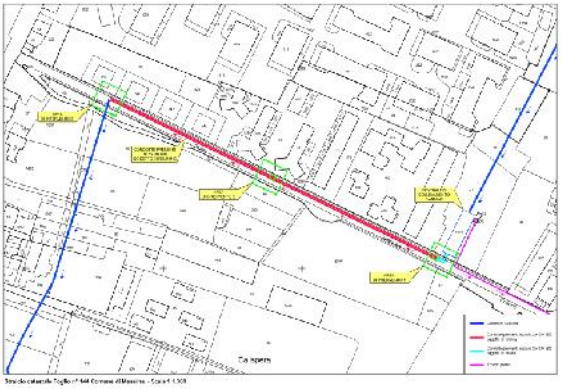


Fig. 3: *Carta tecnica regionale e stralcio catastale*

2) Sostituzione tratto in galleria dell'acquedotto Montesanto – Tremonti in piazza d'Armi".

L'intervento in oggetto ricade in C/da Gravitelli nel versante posto al di sotto di Piazza d'Armi, catastalmente il sito è identificato dalle particelle 597 e 1713 del foglio 119 e 1386 del foglio 112 del comune di Messina.

In termini di coordinate geografiche, l'intervento in coordinate UTM è così localizzato:

Inizio intervento: zona 33s: **547090.00 m** est, **4227354.00 m** nord.

Fine intervento: zona 33s: **547098.00 m est**, **4227418.00 m** nord.

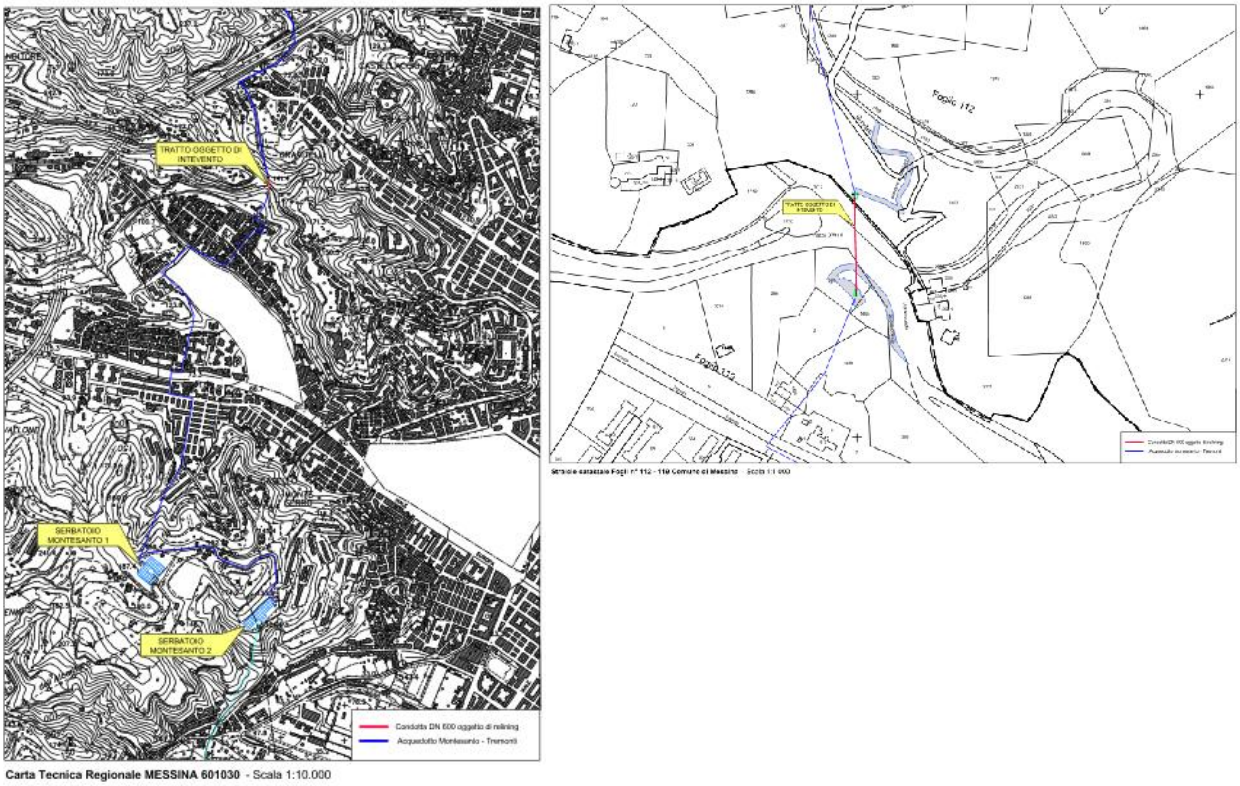


Fig. 4: *Carta tecnica regionale e stralcio catastale*

4 LINEAMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI GENERALI

4.1 Inquadramento strutturale

Le unità geologiche affioranti in un'area a scala regionale attorno al sito di progetto fanno parte delle falde di terreni cristallini dell'Arco Calabro-Peloritano.

L'arco Calabro-Peloritano, per Bonardi e Giunta(1982), rappresenta un frammento di catena eo-alpina Europa vergente, formato da elementi derivati da crosta oceanica e da crosta continentale africana, coinvolto nella costruzione della Catena Africana vergente appenninico-maghrebide.

Questa ampia struttura geologica, che interessa gran parte del territorio della regione Calabria e l'estremo nord orientale della Sicilia, risulta delimitata nel suo margine settentrionale ed in quello meridionale da due importanti faglie trascorrenti denominate rispettivamente "linea di Sangineto" e "linea di Taormina"; esse delimitano le coltri cristalline dell'Arco Calabro-Peloritano, rispettivamente dalla catena sud-appenninica (a nord) e da quella maghrebide (a sud).

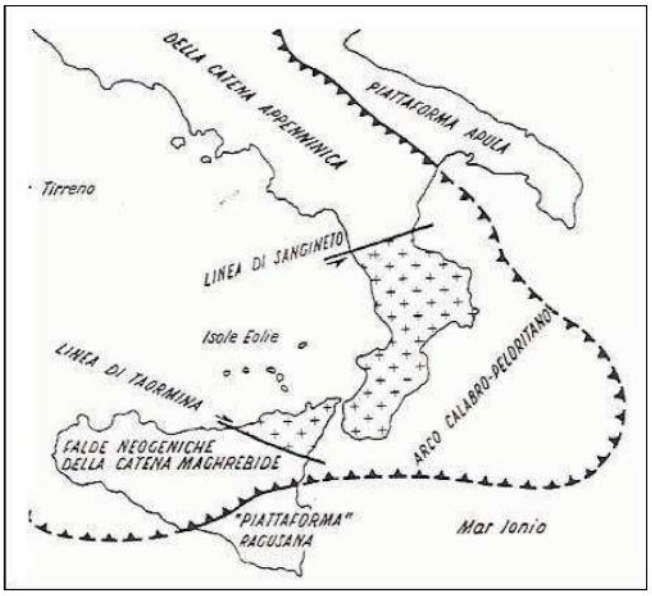


Fig. 5 *Schema geologico strutturale semplificato del sistema appenninico-maghrebide (da Amodio-Morelli et al., 1976)*

Oltre alle due importanti strutture sopra citate, l'intero settore calabro-peloritano risulta interessato da due altri importanti sistemi di faglie che possono venire globalmente divisi in due gruppi. Uno è dato da sistemi longitudinali, ovvero che seguono la curvatura dell'arco passando da direzioni N-S a direzioni NE-SW ed E-W, e l'altro dato da sistemi di faglie trasversali che interrompono la continuità della catena delimitando delle strutture di affondamento. La particolare struttura a blocchi che ne deriva è rappresentata nella fig. 2 in cui si evidenzia sia in senso longitudinale che trasversale, l'alternanza di alti e bassi strutturali.

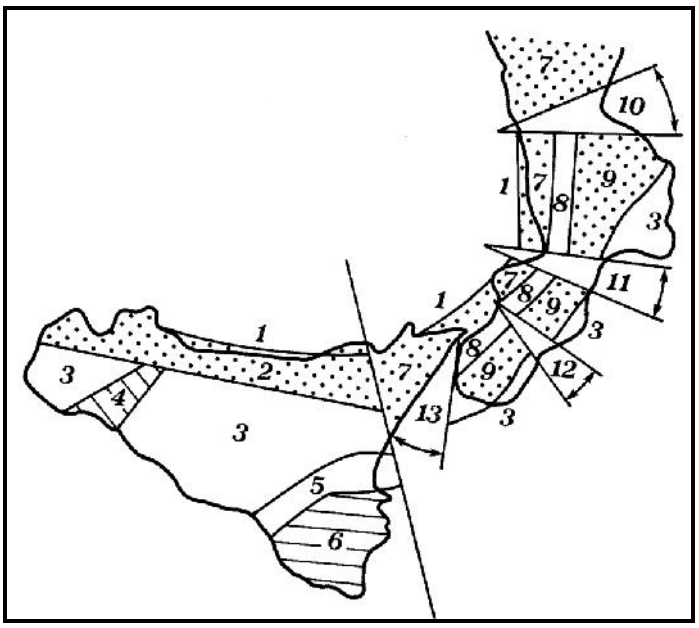


Fig. 6: *Segmentazioni a blocchi dell'Arco Calabro: 1) Bacini peri-tirrenici; 2) Monti Nebrodi e Madonie; 3) Bacini peri-ionici e di Caltanissetta; 4) Monti Sicani; 5) Fjossa Catania-gela; 6) Monti Iblei; 7) Catena Costiera calabra e Monti Peloritani; 8) Fosse dell'Alto Carati e del Mesima; 9) Sila, Serre, Aspromonte; 10) Fossa del Basso Crati-Sibari; 11) Fossa di Catanzaro; 12) Fossa di Siderno; 13) Fossa di Messina. Da Ghisetti,1979.*

In questo schema molto segmentato dell'arco, ritroviamo la fossa di Messina, delimitata nel suo margine occidentale da faglie normali con direzione NE-SW Messina-Fiumefreddo e ad Est da sistemi NNE-SSW ben evidenti lungo la costa calabra.

La catena montuosa dei Monti Peloritani, in cui si inquadra in nostro sito di progetto, risulta caratterizzata da numerose falde di terreni metamorfici, di età ercinica con lembi della loro originaria copertura sedimentaria.

L'attività tettonica di tipo distensivo che si è sviluppata in età plio-quaternaria, ha interessato le varie falde già sovrascorse, ed ha comportato la deposizione di varie formazioni sedimentarie che ritroviamo sia sul lato ionico che quello tirrenico dei Monti Peloritani.

Nel dettaglio l'attuale situazione stratigrafico-strutturale che caratterizza l'area di nostro interesse, risulta ancora oggi condizionata da una attività neotettonica, coincidente con il già citato sistema di faglie lungo la direttrice Messina-Fiumefreddo, che comporta il sollevamento del settore dei Monti Peloritani, e l'abbassamento del settore dello stretto di Messina. L'attività neotettonica che caratterizza i lineamenti della zona di Messina è anche testimoniata dalle quote raggiunte dai depositi terrigeni a partire dal Pleistocene inf. e dai terrazzi dislocati lungo la fascia ionica fino ad una quota superiore a 100 metri.

4.2 Inquadramento geologico

Le caratteristiche geologiche generali di un'area sufficientemente ampia intorno al sito di nostro interesse sono state desunte attraverso osservazioni dirette, nonché mediante consultazioni bibliografiche.

Nell'allegato n. 1 è riportato un stralcio della carta geologica della Carta Geologica della Provincia di Messina, da cui si evince che in una ampia zona intorno al sito di interesse, affiorano diffusamente litotipi sedimentari prevalentemente marini in discordanza su un substrato di rocce cristalline. In particolare dall'alto verso il basso abbiamo la seguente successione litostratigrafica di cui l'esatto andamento dei limiti formazionali viene riportato nell'Allegato 1 - Carta Geologica:

Terreni di età: OLOCENE

Alluvioni recenti e piane litorali (ar). Con questo termine vengono indicati quei depositi sabbioso-limosi e ghiaiosi presenti ai margini delle aste fluviali. Queste aree sono sede di intensa attività urbanistica o industriali ed anche di intense coltivazioni. Nel nostro caso rappresenta il substrato di buona parte del centro urbano della città di Messina *(Olocene).*

Terreni di età: PLEISTOCENE

Terrazzi Marini (tm). Sono costituiti da sabbie giallo ocra talora ghiaiose, da limi o cineriti rossastre e da ghiaie a ciottoli arrotondati ed appiattiti, eterometrici immersi in matrice sabbiosa, o da semplici spianate di abrasione. Affiorano in modo molto limitato intorno al sito di nostro interesse, ma la loro età e la loro quota permettono di ricostruire un tasso di sollevamento dell'area dell'ordine di 1 mm/a (Pleistocene medio.sup.).

Ghiaie e sabbie di Messina (Qg). Noti anche come "Formazione di Messina", si stratta di sabbie, ghiaie e conglomerati, di colore ghirio-giallastro o rossastro. I ciottoli, per lo più cristallini, sono generalmente arrotondati e di diametro compreso tra pochi cm ed il metro. Questi depositi clastici sono interpretati come il prodotto di antichi depositi fluvio-deltizi alimentati dalla dorsale peloritana durante le fasi di surrezione dell'area (Pleistocene medio).

Terreni di età: PLIOCENE

Alternanza di marne e sabbie (P). Alternanza di marne e sabbie passanti a sabbie e calcareniti. Negli orizzonti sommitali si rivengono talora limitati lembi di argille nerastre (Pliocene superiore).

Terreni di età: MIOCENE

Calcare evaporitico (Mc). Calcare bianco massivo generalmente brecciato e pulverulento tipicamente vaculare per fenomeni di dissoluzione (Messiniano).

Depositi terrigeni dei Monti Peloritani. Marne argillose grigie (Maa) con sottili intercalazioni di arenarie a grana medio fine. Facies argilloso-sabbiose costituiscono orizzonti intercalati alle alternanze arenaceo-argillose. Conglomerati poligenici(Mac) ad elementi eterometrici cristallini di alto grado, più raramente di basso grado, calcarei o quarzarenitici, con matrice (Serravalliano).

5 CONDIZIONI GEOMORFOLOCICHE

Gli interventi di cui al presente progetto ricadono nella parte centro meridionale del centro abitato di Messina. L'area interessata, è rappresentata dalla piana costiera compresa tra le prime propaggini collinari sul lato ovest e la linea di costa sul lato est.

Da un punto di vista generale le condizioni geomorfologiche dell'area risultano determinate dalle condizioni geologico e strutturali delle varie litologie e dalle numerose discontinuità tettoniche presenti sul territorio.

Le linee di impluvio principali, nell'area sono disposte in direzione NW-SE, ortogonalmente alla costa, e nelle aree in cui affiorano terreni metamorfici si presentano con valli piuttosto incise e versanti ripide, ove sono presenti altri tipi di terreni, generalmente più erodibili, i versanti si presentano con morfologie relativamente più dolci ma con la rete idrografica sempre piuttosto incisa.

L'attività neotettonica che caratterizza l'area, ha evidenziato morfologie relitte di vecchi piani di abrasione e terrazzi marini, con ringiovanimenti del reticolo idrografico dovuti al continuo sollevamento dell'area.

Più nel dettaglio, l'area di nostro interesse risulta essere caratterizzata da una morfologia da pianeggiante a sub-pianeggiante con quote che si innalzano gradualmente allontanandoci dalla costa in direzione NW, ma che solo nella parte più interna sfiorano 80-100 metri sul livello del mare.

Il reticolo idrografico che interessa l'area, è dato dalle incisioni principali dei torrenti e dalle fiumare, che attraversano la città con andamento WNW-ESE, e sfociano nelle acque dello stretto.

Il sito di nostro interesse è compreso tra i corsi d'acqua rappresentai a nord dalla Fiumara Gazzi, e a sud dal torrente San Filippo.

Questi corsi d'acqua, nei tratti in cui attraversano la città non sono più visibili poiché sono stati tombati e sedi di importanti assi viari.

L'area di nostro interesse risulta intensamente urbanizzata, non risulta interessata da fenomeni morfoevolutivi, e non sono presenti fattori di natura geomorfologica che possano pregiudicare la fattibilità di quanto previsto in progetto.

6 STATO ATTUALE

6.1 Condizioni lungo i collettori di mandata impianto di sollevamento "Carmine"

I reflui giungono nell'impianto "Carmine" attraverso il Collettore Cassina. L'impianto di sollevamento rilancia su due collettori in acciaio DN 800, con un ricoprimento di 1,60 metri sulla generatrice superiore, che dopo un percorso di circa 300 metri su via del Carmine giungono ad un pozzetto di testata da

cui si diparte un ulteriore tratto del collettore "Cassina" che giunge al sollevamento Zaffaria.

Uno dei due collettori risulta inutilizzabile a causa dell'elevata presenza di solidi sedimentati all'interno della sezione, ed entrambi presentano problemi di corrosione che hanno determinato la necessità di numerosi interventi di riparazione sulla sede viaria.

Ogni interruzione di servizio dei collettori in pressione determina l'impossibilità di sollevare i reflui e quindi impone il disservizio della centrale di sollevamento e lo scarico emergenziale a mare dei reflui in arrivo.

Inoltre la sede viaria ha una sezione molto ristretta con accessi ad edifici residenziali su entrambi i lati della strada.

Fig.7: *Panoramiche lungo Via del Carmine*

Ne emerge un quadro della situazione attuale in cui risulta essere improrogabile trovare una soluzione tecnica definitiva che possa eliminare lo stato di degrado in cui si trova questo tratto di condotta lungo la Via del Carmine, stante la necessità di dover garantire alla popolazione residente, nonché a tutto l'ambiente circostante, condizioni di igiene pubblica adeguate.

6.2 Condizioni del tratto in galleria dell'acquedotto Montesanto - Tremonti

Il tratto dell'acquedotto Montesanto – Tremonti, presenta un'elevata criticità in corrispondenza dell'attraversamento di una collina posta al di sotto di Piazza d'Armi; in questa zona l'acquedotto attraversa la collina all'interno di un tubo camicia DN 1000 ed è frequentemente afflitto da perdite, stante il grave stato di vetustà in cui versa.

Il tratto è stato oggetto di numerose riparazioni ed allo stato attuale presenta delle perdite riscontrabili nel tubo camicia nel pozzetto di valle; le perdite idriche sono dovute allo stato di degrado dell'acciaio dovuto al trascorrere del tempo.

Il tratto in oggetto ha uno sviluppo di circa 50 metri, a monte ed a valle dell'attraversamento sono presenti due pozzetti di ispezioni in cui giunge il tubo camicia DN 1000 e dove è presente un organo di sfiato con relativa valvola di intercettazione.

Intervento 2: Stato di conservazione della condotta in corrispondenza del manufatto di entrata – lato Bisconte

Intevento 2: Stato di conservazione della condotta in corrispondenza del manufatto di uscita – lato Gravitelli

7 OPERAZIONI PRELIMINARI

7.1 Rilievo topografico

Una corretta progettazione non poteva prescindere da una approfondita conoscenza dell'infrastruttura idraulica esistente e delle condizioni al contorno. Per tale motivo, sia per l'intervento lungo i *collettori di mandata impianto di sollevamento "Carmine"*, sia per i lavori lungo il tratto in *galleria dell'acquedotto Montesanto-Tremonti in Piazza d'Armi,* è stata acquisita presso l'AMAM s.p.a. la documentazione tecnica disponibile relativamente a questi tratti di infrastrutture. Inoltre è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio dell'area di intervento con l'ausilio di una stazione totale.

8 MODALITA' DI RISANAMENTO

Relativamente all'intervento di risanamento del collettore di mandata lungo la Via del Carmine, al fine di limitare i disagi connessi ai lavori di sostituzione totale dei tratti di condotta in progetto mediante il tradizionale metodo degli scavi a cielo aperto, si è optato per una metodologia che permette un risanamento definitivo delle condotte sotterranee senza la loro sostituzione.

Anche nel caso di risanamento del tratto dell'acquedotto Montesanto – Tremonti situato a Piazza d'Armi si è scelto di adoperare la metodologia suddetta anziché sostituire l'intero tratto di tubazione, al fine di ridurre il fermo del servizio idrico da più giorni a poche ore, così da limitare il disagio alla cittadinanza.

Si è dunque previsto l'utilizzo della tecnologia " no-dig" (ovvero "trenchless" letteralmente "senza trincea") con tecniche di relining.

Questa tecnologia, alternativa agli scavi a cielo aperto, consente di intervenire in aree fortemente antropizzate e con presenza di numerosi sottoservizi, effettuando lavori sulle reti tecnologiche senza generare disagi, di impatto ambientale trascurabile ed in grado di ridurre al massimo il rischio di seppellimento per i lavoratori.

La tecnica proposta avrà rifluenze positive su tutti gli aspetti dell'appalto, in perfetta aderenza agli stessi obiettivi del progetto

1.1 <u>Tecnologia NO-DIG</u>

La modalità di intervento proposta permette di conseguire innumerevoli vantaggi che di seguito si riassumono:

Limitata rottura del manto stradale: Si interviene nel sottosuolo limitando notevolmente lo scavo di trincea limitandolo ai vani di accesso alla tubazione.

Si evitano i sottoservizi: Gli scavi sono limitati ai soli vani di accesso, per cui le interferenze con i sottoservizi sono molto limitati.

Nessun danno a strutture vicine: Non essendovi operazioni di scavo non si creano danni agli edifici o strutture vicine.

Ridotto materiale di scavo: La posa della tubazione non determina materiale di risulta, l'unico presente è legato alla realizzazione delle nicchie di accesso ed uscita della tubazione, si va ad eliminare un notevole costo economico ed un notevole rischio.

Ininfluenza acqua di falda: La presenza di falda acquifera non costituisce un limite costruttivo.

Ridotto impiego di inerti: Il particolare tipo di posa della tubazione non necessita di formazione di letto di posa di materiale inerte e nemmeno riempimento dei cavi.

Impatto ridotto: La ripercussione più tangibile di un cantiere stradale è sulla vita dei cittadini; necessitando di una limitata area di cantiere la tecnologia no dig è poco impattante sulle persone.

Ininfluenza condizioni climatiche: Non dovendo trasportare materiale gli interventi no-dig si possono effettuare con qualsiasi condizione metereologica.

Nessun disturbo attività commerciali: Essendo l'area di cantiere molto ridotta si evita una riduzione della produttività delle aree commerciali.

Ridotto disturbo al traffico: L'intervento di posa della tubazione può essere effettuato senza modificare il traffico veicolare o ridurre la sezione di marcia dei veicoli.

Sicurezza tecnologia No – Dig. La tecnologia proposta, se applicata correttamente, con una attenta indagine preliminare, di posa e di verifica, è sicura ed efficiente. I dati statistici indicano che le tecnologie No-Dig riducono del 70% gli infortuni nei cantieri.

Costi socio-ambientali La realizzazione delle opere con la tecnologia proposta, da dati statistici, riduce dell'80% i costi socio-ambientali che

derivano da danni al manto stradale e disagi per i centri abitati.

Vi sono numerose tecniche di risanamento con tecnologia di "relining". In particolare di è scelto il "cured in place pipe e packer".

La tecnologia generalmente denominata Cured in Place Pipe fa ricorso a una guaina plastica o tessile, ovvero mista plastica / tessile, di dimensioni e lunghezza idonea al rivestimento interno del tratto di condotta da rinnovare.

Le operazioni prevedono di versare, all'interno della guaina, un determinato quantitativo di resina allo scopo di impregnare totalmente e capillarmente la superficie interna in feltro che, a inserzione avvenuta, andrà ad aderire alle pareti interne della condotta da rinnovare.

L'inserzione della guaina all'interno della condotta da risanare avviene per reversione sotto l'azione della pressione d'aria o sotto il carico di una colonna d'acqua. In tale fase si ottiene quindi il rivoltamento della guaina che determina l'adesione tra la sua parte impregnata di resina e la superficie interna della condotta.

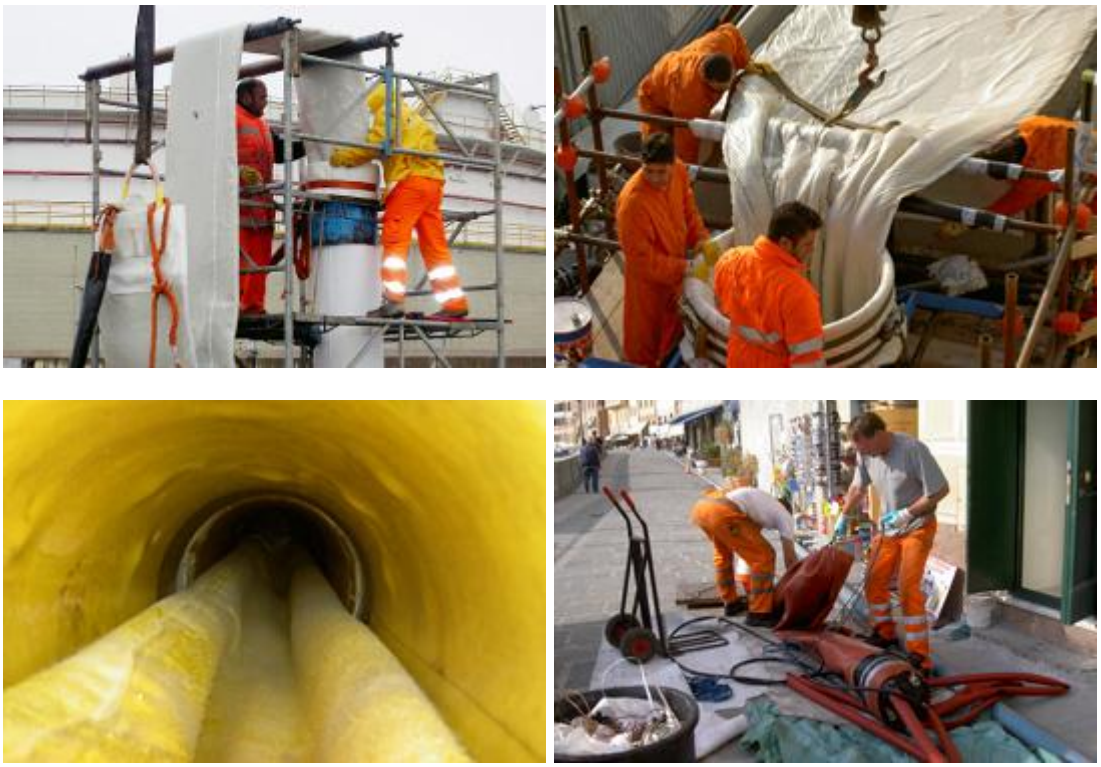


Fig.8: *Fasi Lavorative*

Un processo chimico riguardante la resina di cui è impregnato il tubolare determina il consolidamento dello stesso. la reazione può avvenire per il solo trascorrere di un determinato tempo (indurimento catalitico) o per azione dell'aumento della temperatura del sistema (termoindurimento) ovvero per fotoattivazione.

A consolidamento terminato la guaina viene sezionata in corrispondenza dei pozzetti di ispezione intermedi e dei terminali.

Le eventuali immissioni laterali vengono ripristinate dall'interno mediante l'impiego di una fresa robotizzata. Tale apparecchiatura, guidata dall'esterno da un operatore, opera sotto il continuo controllo di una telecamera a circuito chiuso. Per mezzo di tale fresa vengono riaperti, in sequenza, i fori di immissione, temporaneamente occlusi dalla guaina.

Specificatamente alle lavorazioni in oggetto, l'applicazione di questa metodologia di risanamento consisterà nell'esecuzione delle seguenti fasi di lavorative:

8.1 Ispezione visiva e rilievi

La prima fase, necessaria per una corretta impostazione dei lavori e per l'organizzazione del cantiere, è l'esecuzione di un'ispezione visiva delle condotte, oggetto dell'intervento di risanamento, e di un accurato rilievo degli stessi, per la verifica delle caratteristiche tecnico - logistiche del cantiere e la determinazione dei materiali necessari. I dati raccolti consentiranno la redazione di un programma di lavoro, che dovrà essere concordato con la D.L., sulla base delle esigenze operative specifiche e della logistica del cantiere.

Prima di iniziare ogni lavorazione all'interno di una tubazione, quest'ultima dovrà essere posta fuori esercizio, ossia dovrà essere isolata dalla rete di cui fa parte.

8.2 Pulizia delle condotte con sistemi idromeccanici o manuali

Le condotte verranno quindi sottoposte ad un intervento di pulizia, allo scopo di asportare i depositi presenti e consentire quindi una corretta applicazione dei materiali. In funzione delle dimensioni delle condotte e della quantità e tipologia dei depositi presenti potranno essere utilizzate metodologie diverse. I lavori di pulizia potranno essere di norma eseguiti idrodinamicamente mediante autospurghi, di capacità e potenza adeguate, dotati di utensili di vario genere in funzione delle necessità. In alternativa, qualora il grado di depositi fosse tale da rendere inefficace l'intervento meccanico e lo spazio disponibile e le condizioni fossero tali da permettere il lavoro umano all'interno delle condotte, la pulizia potrà essere eseguita manualmente all'interno di esse,

da operatori muniti dei necessari dispositivi di protezione individuale. Al termine dell'intervento di pulizia, le condotte dovranno essere idonei all'applicazione dei materiali impermeabilizzanti.

8.3 Ispezione televisiva preliminare

Prima dell'inizio dei lavori di risanamento dovrà essere eseguita un'accurata ispezione televisiva preliminare, allo scopo di verificare la buona esecuzione dell'intervento di pulizia e le condizioni della superficie interna delle condotte. Tale ispezione dovrà essere eseguita mediante telecamera montata su carrello mobile filoguidato collegato ad una stazione per l'elaborazione dei dati acquisiti. Un sistema di illuminazione dovrà consentire la visione dell'intera superficie interna delle condotte. La telecamera dovrà essere a colori con schermo ad alta risoluzione con illuminazione integrata a 60 Watt e campo di oscillazione pari a 270° e angolo di rotazione oltre i 360°. La telecamera si dovrà pertanto poter azionare in tutti i punti all'interno delle condotte, rivolgendola anche all'indietro in direzione del punto di ingresso. I dati acquisiti dovranno essere registrati su supporto digitale, producendo anche fotografie dei particolari di maggior interesse e relazioni planimetriche schematiche in scala.

8.4 Installazione di cantiere

La squadra operativa provvederà a trasferire e posizionare in cantiere gli automezzi e i macchinari con essi trasportati, necessari ad effettuare l'intervento. L'area di intervento verrà delimitata con coni, e/o picchetti e strisce segnaletiche, cartelli stradali (deviazione, strettoia, lavori in corso, etc.) e verrà apposta la necessaria cartellonistica di cantiere.

8.5 Realizzazione e impregnazione del tubolare

In fabbrica si procederà alla realizzazione del tubolare composto da un multistrato in 100% fibra di vetro, e avente una superficie costituita da una pellicola di PE PP, che risulterà rivolta all'interno della condotta a valle dell'inserimento. L'impregnazione del tubolare con resina poliestere insatura

verrà effettuata miscelando preventivamente la resina con additivi catalizzatori. Questa operazione verrà effettuata in speciali vasche di miscelazione, all'interno delle quali saranno inserite le quantità necessarie per il caso specifico. I catalizzatori saranno preparati in contenitori separati, determinandone le quantità a mezzo di una bilancia elettronica. L'impregnazione del tubolare dovrà avvenire secondo un processo qualitativamente controllato, realizzando e controllando il vuoto all'interno del tubolare in modo che risulti impregnato ogni interstizio del feltro. La sezione, lo spessore del manufatto e la resina impiegata saranno quelli previsti nella specifica applicazione.

La lunghezza complessiva del tubolare impregnato sarà di circa 2 metri maggiore dello sviluppo lineare del tratto di condotta da risanare.

8.6 Inserimento nella condotta da risanare del tubolare impregnato, effettuato mediante tiro con argano e polimerizzazione

Dopo avere precedentemente ispezionato e poi pulita la tubazione (vanno tolte sporgenze, radici, ecc.) si introduce sul fondo un "pre-liner", che facilita lo scorrimento della calza lungo la tubazione. Il liner verrà introdotto da pozzetto a pozzetto trainandolo con un argano dotato di riduttori di coppia, per poterne regolare la velocità e potenza. Posizionato il liner, verranno applicati alle due estremità (nei due pozzetti) dei "packer" che permettono di mettere in pressione la tubazione. Sul camion è presente un compressore (per la precisione un Blower) che soffiando aria calda e secca all'interno del liner lo mette in pressione (0,3/0,4 bar) facendolo aderire perfettamente alle pareti della canalizzazione. Nel frattempo verrà introdotto all'interno del liner, attraverso il packer, il treno di lampade a raggi UV. Il packer ha una valvola che permette il passaggio del cavo di alimentazione/trazione del treno che lo collega con l'avvolgicavo montato sul camion. Tenendo in pressione il liner, si tira il treno fino all'altra estremità del tratto da risanare tenendo le lampade spente. Grazie alla telecamera montata in posizione frontale sul treno in questa fase si può vedere dall'interno del liner se tutto è pronto per cominciare il processo d'indurimento. Verranno accese le luci del treno e comincerà la reazione di polimerizzazione della calza. In questa fase (cioè di ritorno del treno nel punto in cui è stato inserito) la velocità d'avanzamento del treno è controllata da un computer (anch'esso installato sul camion) attraverso l'avvolgicavo. Il computer elabora i dati in tempo reale fornitigli dalle sonde di temperatura (una all'inizio, una in mezzo e una alla fine) installate sul treno di luci e i dati inseriti dall'utente (diametro della tubazione, spessore del liner, ecc.). Analizzando questi dati, in automatico il sistema regola la velocità di avanzamento del treno (circa 1 m/s per DN 400 mm e circa 0,5 m/s per DN 1000 mm). Il sistema registra tutti i dati fornitigli dalle sonde ed il filmato col quale si può vedere dall'interno il processo di polimerizzazione in tempo

reale. Una volta che il treno è ritornato al punto iniziale, vengono spente le luci, tolti i packer e riaperte se necessario le connessioni laterali medianti robot di fresatura.

8.7 Taglio del tubolare in corrispondenza dei pozzetti esistenti

Al termine del processo di catalisi della resina, il manufatto tubolare - miscela dovrà avere una consistenza solida, di notevole durezza. Gli operatori provvederanno quindi al taglio del tubolare in corrispondenza dei pozzetti. Le operazioni verranno eseguite da operatori all'interno del pozzetto, muniti dei necessari D.P.I. e costantemente assistiti dall'esterno. Il taglio verrà effettuato manualmente, mediante una mola ad aria o una sega pneumatica. Nel pozzetto di partenza e di arrivo il taglio sarà radicale, ossia verrà praticato lungo tutta la circonferenza della tubazione. In questo caso il taglio verrà effettuato lasciando una piccola sporgenza del controtubo, per consentire la successiva sigillatura dell'intercapedine, eseguita mediante un collare in materiali cementizi o resinosi.

8.8 Sigillatura del tubolare in corrispondenza dei pozzetti esistenti

L'intercapedine tra la tubazione esistente ed il tubolare dovrà essere sigillata, per ovviare ai problemi di infiltrazione di acqua che si potrebbero verificare, garantendo quindi la tenuta idraulica della condotta. La sigillatura potrà essere effettuata con prodotti a base cementizia. La sigillatura verrà realizzata creando un collare in grado di sigillare perfettamente lo spazio esistente fra la vecchia tubazione esistente ed il tubolare inserito. Il collare verrà realizzato con materiale a presa rapida, che in pochi secondi passerà dallo stato plastico a quello solido. Tale materiale dovrà aggrapparsi da un lato alla parete del pozzetto in verticale, e da un altro lato alla sporgenza del tubolare in uscita in orizzontale. In corrispondenza dei pozzetti passanti la sigillatura verrà realizzata riempiendo con cemento i due fianchi, compresi fra le pareti verticali del pozzetto ed il tubolare. Questa fase di lavoro verrà eseguita da operatori introdottisi all'interno del pozzetto, muniti di idonei D.P.I. e con assistenza di personale dall'esterno.

8.9 Ispezione televisiva finale

Al termine dei lavori dovrà essere effettuata una ispezione televisiva finale, per la verifica delle corretta applicazione del sistema di relining. Tale ispezione verrà eseguita secondo le modalità enunciate al punto 8.3.

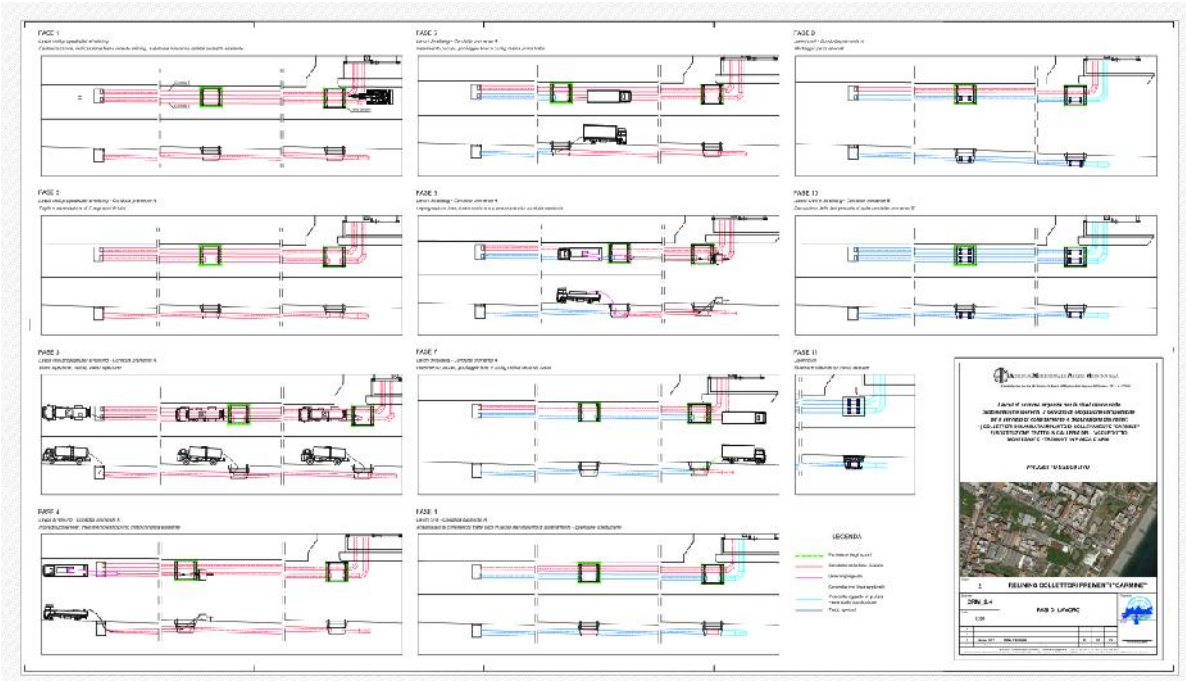


Fig.9: *Fasi Lavorative "Collettori via del Carmine"*

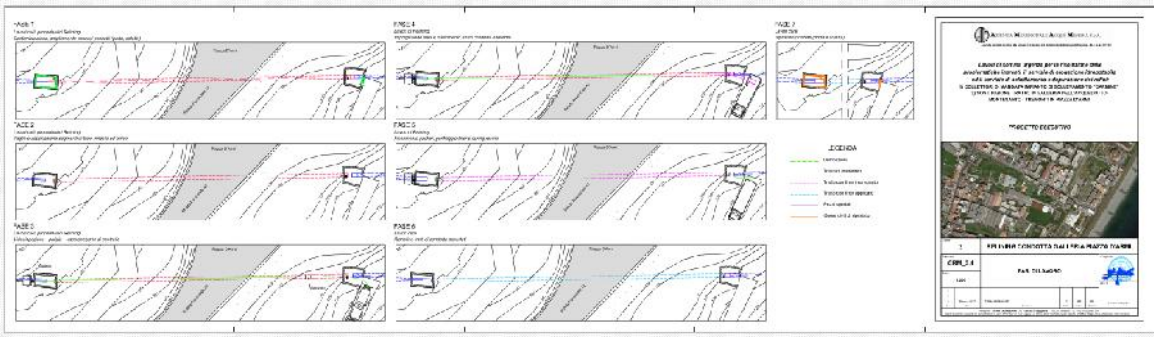


Fig.10: *Fasi Lavorative "Piazza d'Armi"*

9 VERIFICHE IDRAULICHE

Si può affermare che l'applicazione del metodo di relining e l'installazione dei tronchetti in PEad DN 800 nel caso di Via del Carmine e PEad DN 600 nel caso di Piazza d'Armi, comporta una variazione del funzionamento idraulico sostanzialmente irrilevante.

10 ASPETTI INERENTI LA SICUREZZA

Unitamente al progetto esecutivo delle opere è stato redatto il piano di sicurezza e di coordinamento che contiene l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi, e le conseguenti procedure esecutive, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori nonché la stima dei relativi costi.

Il piano contiene altresì le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva delle varie imprese ovvero dei lavoratori autonomi ed è stato redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva. Il piano che è costituito da una relazione tecnica e prescrizioni operative correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione, contiene anche gli elementi relativi alle modalità da seguire per la recinzione del cantiere mobile, gli accessi e le segnalazioni e le misure di sicurezza da adottare al fine di annullare i possibili rischi per la collettività e l'ambiente esterno.

11 ELABORATI ECONOMICO AMMINISTRATIVI

Un corretto approccio metodologico per conseguire il miglior risultato progettuale non poteva prescindere da un'approfondita analisi degli aspetti redazionali dei documenti economico-amministrativi che accompagnano il progetto stesso, con particolare riferimento a quelli specifici inerenti forniture e lavorazioni delle categorie di opere prevalenti e di più grosso impegno.

E' il caso dei disciplinari per fornitura e posa delle apparecchiature necessarie all'applicazione del metodo di relining scelto, posa dei pezzi speciali e l'esecuzione delle opere civili, con particolari e puntuali riferimenti ai controlli e collaudi da eseguire in corso di opera.

Stessa accuratezza è stata adottata per la redazione dell'elenco dei prezzi unitari, trattandosi di lavori singolari sono stati predisposti nuovi prezzi con una formulazione puntuale, dettagliata ed esaustiva della voce, a cui è stato associato un adeguato prezzo ricavato da un'approfondita analisi. Le analisi dei prezzi sono state condotte, soprattutto per le voci di maggiore impegno sulla base di approfondite ricerche di mercato, effettuate presso i maggiori produttori, e della quantificazione dei tempi, dei costi e dell'incidenza di tutti gli oneri derivanti dai dettagliati disciplinari che sono stati predisposti, sia per le singole lavorazioni necessarie per la posa in opera e la installazione, che per le operazioni di controllo ed accettazione.

12 CONFORMITA' URBANISTICA

In merito all'attestazione di conformità urbanistica dell'intervento, si evidenzia che lo stesso rientra tra quelli di cui all'art. 27 della L.R. n° 21/1985, così come confermato dalla L.R. n° 7/2003.

Tal articolo, per i progetti di opere da realizzare nel sottosuolo od interrate (reti di distribuzione acqua e gas, acquedotti, reti telematiche, ecc.), anche se piccole connessioni delle stesse opere (pozzetti, attraversamenti, ecc.) affiorino in qualche punto in superficie, stabilisce che non occorre attestazione di conformità urbanistica.

13 TEMPI CONTRATTUALI

Per la realizzazione delle opere in progetto è stato previsto un tempo contrattuale di 30 giorni, visto il regime di urgenza.

14 IMPEGNO DI SPESA

L'impegno di spesa è stato ottenuto mediante un computo metrico estimativo i cui prezzi unitari sono stati desunti dal Prezziario Regionale in vigore. Per le voci non comprese nel citato prezziario sono state predisposte apposite analisi dei prezzi, determinate applicando alle quantità dei materiali, mano d'opera, trasporti e noli, i rispettivi prezzi elementari dedotti da listini ufficiali o, in mancanza, dai prezzi correnti di mercato.

In definitiva l'importo complessivo del progetto è risultato di € 498.500,00 ripartito in € 345.009,60 per lavori ed € 153.490,40 per somme a disposizione dell'Amministrazione.

Il quadro economico del progetto è di seguito sintetizzato:

QUADRO ECONOMICO

A – LAVORI							
	-	**Importo complessivo netto dei lavori**				**€**	**345.009,60**
		di cui:					
a.1	-	Lavori a misura		€	336.434,10		
a.2	-	Lavori a corpo		€	-		
a.3	-	Lavori in economia		€	-		
a.4	-	Oneri per la sicurezza		€	8.575,50		
		Totale		€	345.009,60		
	-	Oneri per la sicurezza		€	8.575,50		
		Importo lavori soggetti a ribasso		€	336.434,10		
B – SOMME A DISPOSIZIONE							
b.1	-	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura (oneri accesso a discarica)		€	5.000,00		
b.2	-	Rilievi, accertamenti ed indagini (incluse indagini geologiche)		€	-		
b.3	-	Allacciamenti ai pubblici servizi		€	-		
b.4	-	Imprevisti pari al 5% dell'importo lordo dei lavori (A)		€	17.250,48		
b.5	-	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi		€	-		
		b.5.1 Spese per occupazione temporanea, asservimenti, espropriazioni, acquisizione aree, rifusione danni e contenziosi	€ -				
		b.5.2 Spese per procedure, trascrizioni atti ed adempimenti connessi	€ -				
b.6	-	Spese tecniche di cui agli articoli 24, comma 4 e 113 del D.Lgs. N°50/2016, spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie		€	34.193,62		
		b.6.1 Polizze assicurative rischi professionali progettisti interni	€ -				
		b.6.2 Spese per attività preliminari, autorizzazioni, concessioni	€ -				
		b.6.3 Progettazione esecutiva e coordinamento sicurezza in fase di progettazione	€ 19.359,42				
		b.6.4 Studio di prefattibilità ambientale	€ -				
		b.6.5 Studio geologico	€ -				
		b.6.6 Direzione dei lavori, misura e contabilità e Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione	€ 14.834,20				
		b.6.7 Collaudo tecnico amministrativo	€ -				
		b.6.8 Collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ -				
b.7	-	Incentivi per funzioni tecniche ex art. 113 D.Lgs. 50/2016		€	6.900,19		
b.8	-	Spese per commissioni giudicatrici		€	-		
b.9	-	Spese per pubblicità		€	-		
b.10	-	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto		€	-		
b.11	-	Forniture a carico stazione appaltante		€	-		
b.12	-	Iva 22% su A+b.1+b.2+b.3+b.4+b.5.2+b.6+b.7+b.8+b.9+b.10+b.11		€	89.837,86		
b.13	-	Arrotondamenti		€	308,25		
		Sommano		€	153.490,40	**€**	**153.490,40**
		TOTALE INTERVENTO				**€**	**498.500,00**