UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*



CAPITOLO 4. SISTEMA IMPIANTISTICO RELATIVO ALLE SORGENTI DELLE ANTICHE TERME

PROF. MASSIMILIANO FABBRICINO

(Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale)

aprile 2010

4.1 Considerazioni preliminari

Il sistema impiantistico a servizio delle sorgenti afferenti alle Antiche Terme di C.mare di Stabia svolge un ruolo di primaria importanza non solo per consentire la corretta fruizione delle risorse idriche che costituiscono l'essenza stessa delle Terme, ma anche per permetterne la salvaguardia nei confronti di possibili contaminazioni sia di tipo naturale che di tipo antropico.

La struttura e la tipologia di impianti presente non è particolarmente complessa o articolata, potendosi distinguere, sostanzialmente, una parte dedicata alla captazione delle sorgenti, una parte dedicata all'utilizzo in sito delle acque termali, ed una parte dedicata all'utilizzo ex sito delle stesse (sollevamento alle Nuove Terme).

Essa, tuttavia, presenta alcune peculiarità legate alla presenza del sistema di adduzione e pompaggio diretto di una parte delle acque agli stabilimenti delle Nuove Terme, ed alla numerosità delle sorgenti captate.

Una ulteriore complicazione risiede nel fatto che l'intero sistema impiantistico risale a circa 50 anni fa, e negli archivi storici delle Società e/o Enti che a vario titolo si sono occupate o si occupano della gestione delle Terme è possibile risalire unicamente a dati ed informazioni molto parziali ed incomplete, oltre che frammentarie e non aggiornate, le quali, peraltro, non hanno potuto essere supportate da riscontri e sopralluoghi sul campo, anche per la presenza di un cantiere operativo, cui è affidato il compito di realizzare il progetto di restauro delle Antiche Terme Stabiane.

Il progetto citato, peraltro, include anche una adeguamento funzionale già oggetto di una perizia di variante, ed è potenzialmente soggetto a nuove modifiche in risposta ai più recenti dettati normativi ai quali il sistema impiantistico andrebbe adattato, non ultimo quello della Legge Regionale n. 8 del 22 luglio 2009, che fissa una serie di adempimenti nella disciplina della ricerca ed utilizzazione delle acque termali, a farsi nei primi mesi del 2010.

In definitiva si può affermare che la mancanza di rilievi su dimensioni lineari, areali e volumetriche e sui materiali dei diversi manufatti che concorrono a definire il sistema impiantistico oltre che su dati planimetrici ed altimetrici, unitamente ad una situazione progettuale e realizzativa già adesso in divenire, sulla cui configurazione definitiva sussistono dubbi di indeterminatezza, rappresentano delle carenze così profonde da minare le fondamenta di qualsiasi trattazione mirata a fotografare la situazione delle Antiche Terme,

compromettendo l'unicità delle soluzioni da potersi prospettare in merito alla razionalizzazione del sistema di distribuzione o all'implementazione di un sistema di monitoraggio della qualità e quantità delle acque che consenta di definire le modalità di sfruttamento delle sorgenti in modo da non alterarne le peculiari caratteristiche chimico-fisiche.

Per tutte le ragioni indicate le risultanze dello studio sono presentate in tre paragrafi distinti, di cui:

- il primo relativo ad una situazione presunta precedente alla realizzazione degli interventi di adeguamento funzionale in atto;

- il secondo relativo alle ipotesi di adeguamento funzionale risultante dalle perizie di variante sugli interventi in corso di esecuzione approvate prima dell'aprile 2010;

- il terzo relativo agli interventi che si ritiene andrebbero realizzati in aggiunta e/o in alternativa a quelli approvati.

4.2 Situazione attuale *presunta* precedente agli interventi previsti dal progetto di restauro delle Antiche Terme Stabiane

Come si è detto, la struttura impiantistica relativa alle sorgenti delle Antiche Terme precedente agli interventi previsti dal progetto esecutivo di Restauro delle Antiche Terme Stabiane, redatto dall'impresa Brancaccio Costruzioni S.p.A., può essere suddivisa in tre elementi tra loro strettamente correlati ed idraulicamente connessi che, secondo lo schema di Figura 1, comprendono, oltre alle opere di scarico: il convogliamento dell'affioramento sorgivo nei pozzetti di confluenza e ripartizione, l'adduzione delle acque ai punti di fruizione in sito, ed il sollevamento delle portate per la fruizione nelle Nuove Terme (utilizzo ex sito).

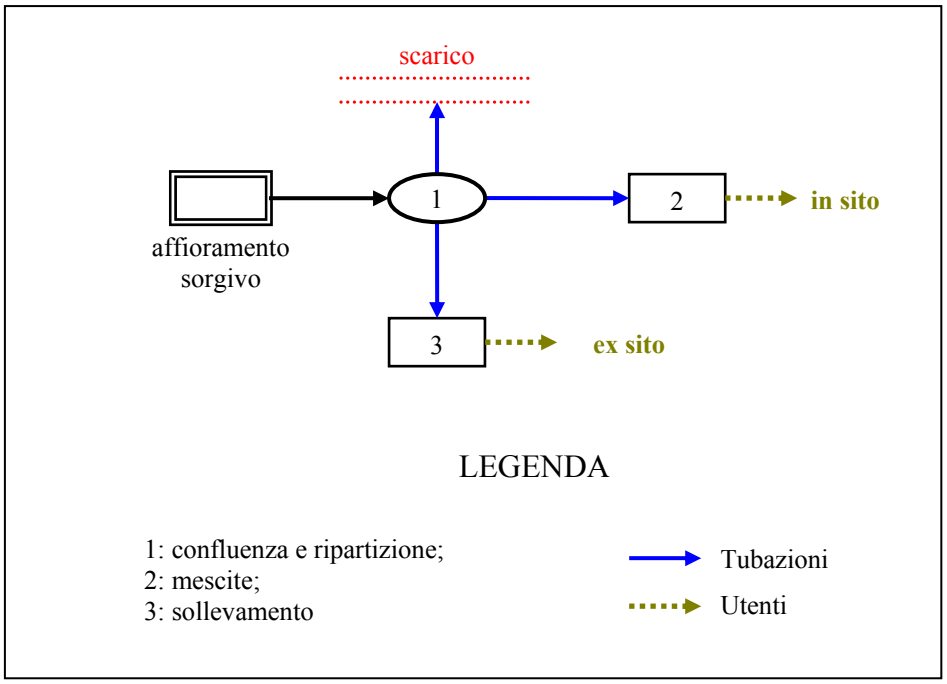


Figura 4.1 – Schema a blocchi della configurazione impiantistica

Da questa schematizzazione restano escluse le sorgenti esterne all'area delle Antiche Terme le quali, a quanto è dato sapere, non sono dotate di infrastrutture impiantistiche, se si esclude la semplice captazione e circoscrizione del punto di venuta a giorno.

Per le restanti 18 sorgenti interne all'area citata - gruppo Stabiano e gruppo Vanacore - in virtù della tipologia dei terreni che caratterizzano l'acquifero e dell'epoca della realizzazione dell'opera è da ritenere che il sistema di convogliamento delle acque nei

pozzetti di confluenza e ripartizione sia realizzato in tutti i casi allo stesso modo, a mezzo di bottini di presa, pozzi, o opere similari.

Si tratta di ipotesi che, pur importanti per la delimitazione dell'area di protezione, non hanno tuttavia eccessiva influenza sugli aspetti impiantistici e non impattano sulle caratteristiche quali-quantitative delle acque prelevate, se non nel senso di influenzare la permeabilità di un'area prossima al pozzetto di ripartizione, ed eventualmente di causare un leggero sfasamento temporale nella quantificazione delle isocrone del cono di depressione che potrebbe crearsi in fase di pompaggio se le portate addotte agli stabilimenti delle Nuove Terme risultassero maggiori delle portate naturali delle sorgenti.

Quest'ultimo aspetto, come più avanti evidenziato, ha una rilevanza notevole per la quantificazione dei volumi d'acqua massimi che è lecito sfruttare con il sistema impiantistico, ma è legato soprattutto alla permeabilità dell'acquifero, un parametro la cui determinazione, peraltro necessaria, è comunque affetta da un errore di misura rispetto al quale risulta trascurabile la non corretta conoscenza dell'esatto sistema di captazione.

Di fatto è quindi possibile considerare i pozzetti come nodi di partenza della rete di trasporto e distribuzione delle acque termali, trascurando la presenza in essi di eventuali tubazioni di ingresso, e focalizzando l'attenzione unicamente su quelle di uscita, come se l'affioramento sorgivo naturale fosse localizzato sul fondo del pozzetto stesso, e questo costituisse unicamente un sistema di recinzione e derivazione.

Con tale assunto, per comodità di analisi, i 18 pozzetti vanno suddivisi in tre categorie, ciascuna caratterizzata da un particolare funzionamento idraulico, che raggruppano, in maniera mista, alcune sorgenti del gruppo Stabiano, ed alcune sorgenti del gruppo Vanacore.

La suddivisione è desumibile dall'analisi comparativa delle Tavole del progetto redatto, circa 50 anni fa, da Viparelli, Carravetta e Barra Caracciolo per conto della Società Immobiliare Nuove Terme di Castellammare e di quello, assai più recente, redatto da ESP Progetti circa 10 anni fa, su incarico dello stesso Committente.

Il primo gruppo di pozzetti, indicato come G1, in particolare, include: la sorgente Stabia, la Sulfurea, la Ferrata, la Media I e la Media II del gruppo Stabiano, e, presumibilmente, la Sulfurea Ferrata, la Sulfurea Carbonica, la Ferrata, la San Vincenzo, e l'Acidula del gruppo Vanacore.

Si tratta di acque per le quali è prevista sia la fruizione negli stabilimenti della Antiche Terme che negli Stabilimenti delle Nuove Terme.

Ipotizzando la presenza di uno scarico di troppo pieno per lo smaltimento delle portate non sfruttate, pur in assenza di indicazioni in tale senso sulle planimetrie presenti nei progetti citati, i nove pozzetti di ripartizione del gruppo G1 dovrebbero essere configurati secondo lo schema di Figura 4.2.

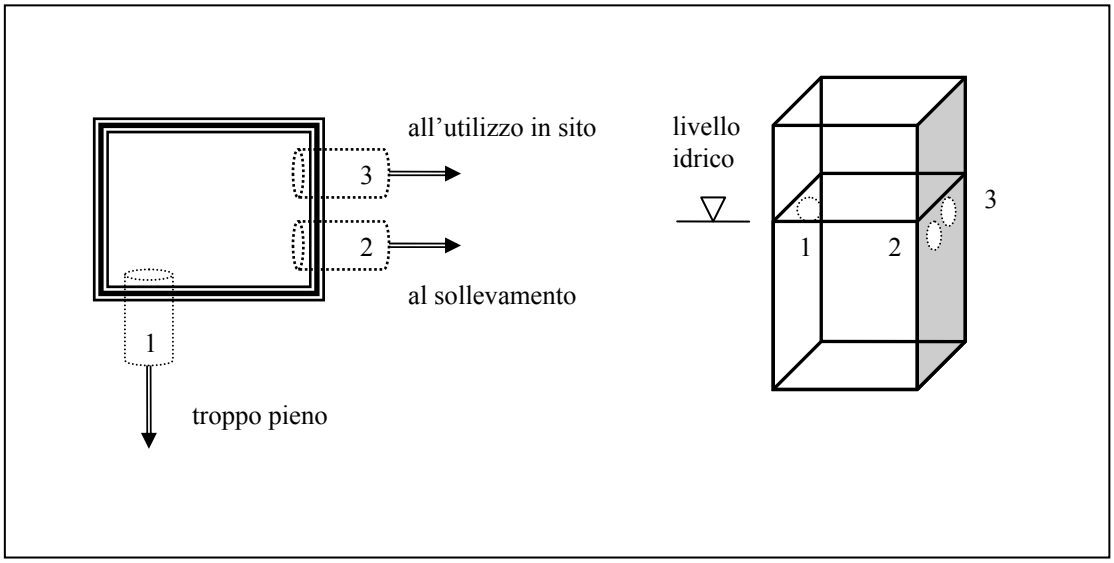


Figura 4.2 – Schema di pianta e sezione di un pozzetto tipo G1

Dall'analisi della Figura appare che il pozzetto tipo G1 sarebbe dotato di tre tubazioni di uscita, di cui due con funzionamento sotto battente, ed una con funzionamento alternato, a canaletta o a bocca piena, a seconda della quantità d'acqua stramazzata, scaricata direttamente senza prevederne un utilizzo diretto né indiretto.

Il secondo gruppo di pozzetti, indicato come G2, a sua volta comprende: la sorgente Magnesiaca, la San Vincenzo, e la Sulfurea Ferrata del gruppo Stabiano, e la Media, la Muraglione, la Magnesiaca e la Sulfurea del gruppo Vanacore.

Queste sorgenti non hanno un utilizzo indiretto negli stabilimenti delle Nuove Terme, e non sono pertanto addotte alla stazione di sollevamento.

Mantenendo, quindi, l'ipotesi della presenza di uno scarico di troppo pieno, i pozzetti tipo G2 sarebbero dotati di sole due tubazioni di uscita, come indicato in Figura 4.3, di cui una funzionante sotto battente, e l'altra in maniera alternata, come già specificato.

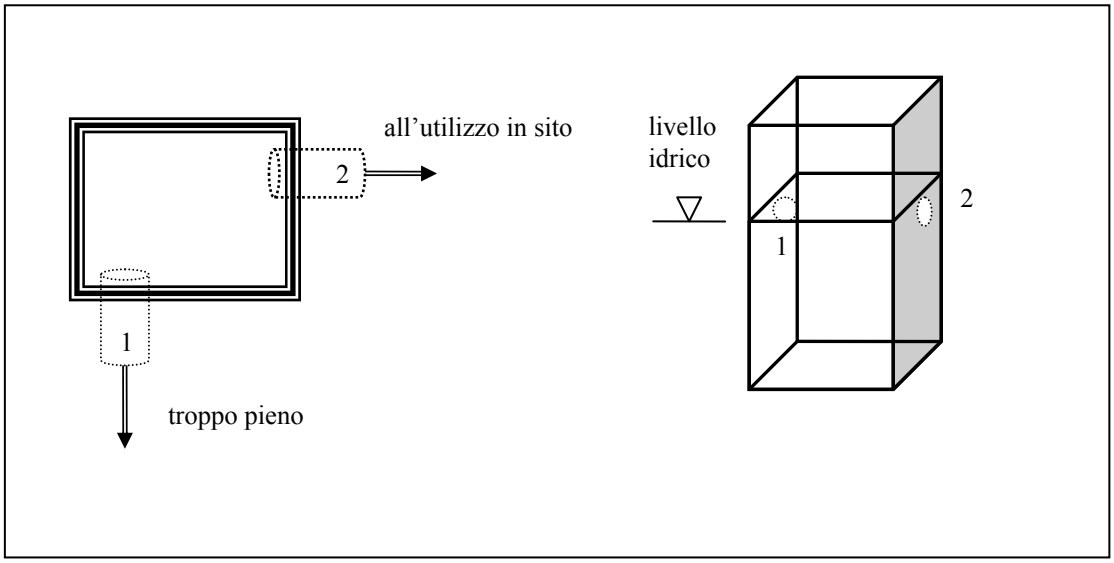


Figura 4.3 – Schema di pianta e sezione di un pozzetto tipo G2

Del tutto uguale ai pozzetti G2 risulterebbe anche l'unico pozzetto del gruppo G3 (vedi Figura 4.4), comprendente unicamente la sorgente Pozzillo del gruppo Stabiano. Questa volta, tuttavia, poiché l'utilizzo della sorgente è previsto solo nelle Nuove Terme, la tubazione funzionante sotto battente sarebbe diretta non alla fruizione in sito, come nel caso precedente, bensì alla stazione di pompaggio per l'utilizzo ex sito.

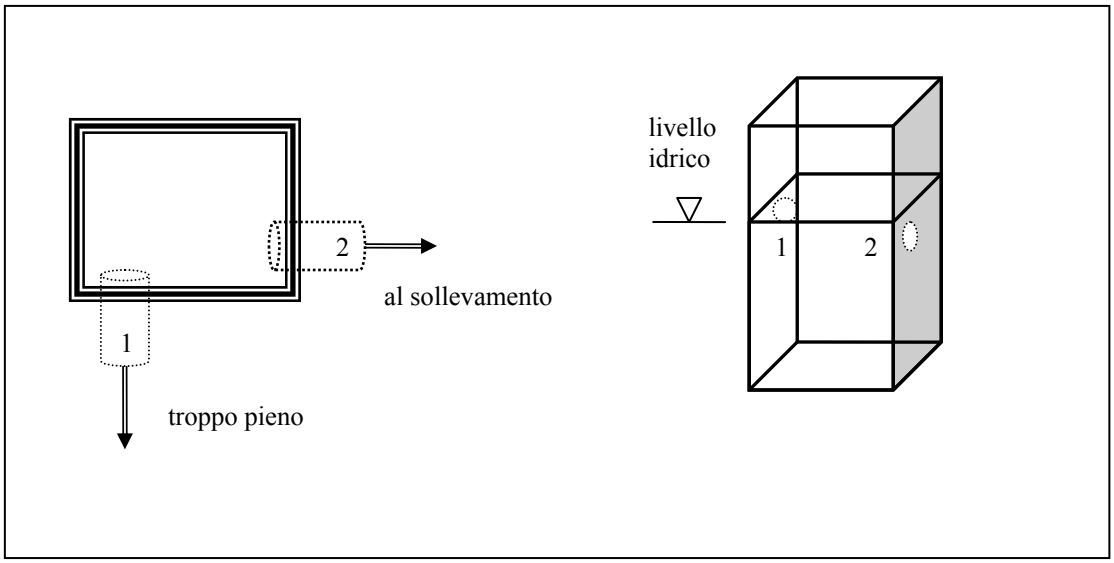


Figura 4.4 – Schema di pianta e sezione del pozzetto tipo G3

La distinzione dei tre gruppi è fondamentale ai fini della definizione delle portate erogate dalla sorgente (Q_s) e di quelle utilizzate per la fruizione diretta (Q_1) o indiretta (Q_2), e

quindi anche per la scelta e la localizzazione dei misuratori di portata, la cui installazione costituisce obbligo di legge, oltre che necessaria pratica gestionale per il corretto e consapevole sfruttamento delle risorse naturali costituite dalle acque termali.

Allo scopo va individuata la quota di localizzazione dei tratti terminali delle tubazioni rispetto a quella di alimentazione, e vanno caratterizzati i tratti di derivazione sia in termini planimetrici che dimensionali e tecnologici, questi ultimi riferiti, in particolare, alla tipologia di materiali adoperati.

Tutti i recapiti delle tubazioni dirette all'utilizzo in sito sembrerebbero essere localizzati a quota più bassa rispetto alla quota piezometrica della falda di alimentazione, anche nelle condizioni di massima depressione della stessa: ciò comporta una erogazione continua, dalle bocche di uscita, della portata Q_1, che, in assenza di funzionamento del troppo pieno, sarebbe equivalente alla portata della sorgente, Q_s, per i pozzetti del gruppo G2, e coinciderebbe con essa per i pozzetti del gruppo G1 in fase di arresto del sistema del pompaggio che adduce le acque termali all'utilizzo ex sito, almeno se quantificata dopo un lasso di tempo sufficiente per il ripristino della naturale quota dell'acquifero che alimenta le sorgenti, a seguito dell'eventuale depressione causata dal sistema di aspirazione delle pompe.

Anche la stazione di pompaggio per l'invio delle acque alle Nuove Terme sembrerebbe essere localizzata ad una quota inferiore rispetto agli affioramenti sorgivi. In fase di arresto delle pompe, quindi, la condotta di aspirazione risulterebbe completamente piena d'acqua per tutta la sua lunghezza, pure senza aversi alcun deflusso idrico, mentre in fase di marcia risulterebbe attraversata dalla portata, Q_2, da quantificarsi perché prelevata dalla sorgente per un utilizzo ex sito, ma potenzialmente eccedente la portata naturale della sorgente stessa, Q_s, o almeno potenzialmente eccedente la differenza tra la portata naturale della sorgente e quella erogata in sito (quando presente), a causa della depressione del livello della piezometrica causato dall'aspirazione della pompa che, in acquiferi ad alta permeabilità, si propaga a distanza considerevole dal punto di localizzazione della pompa stessa.

Per quanto riguarda, infine, le tubazioni di troppo pieno, possono essere effettuate due ipotesi diverse:

- le caratteristiche dimensionali, le pendenze, le quote topografiche, le lunghezze ed i materiali adoperati per le condotte sono tali da determinare, in relazione alle portate sfiorate, il funzionamento in pressione delle tubazioni almeno in un tratto terminale delle stesse;

- le caratteristiche dimensionali, le pendenze, le quote topografiche, le lunghezze ed i materiali adoperati per le condotte non sono tali da determinare, in relazione alle portate sfiorate, sempre un funzionamento a pelo libero.

In entrambe le ipotesi la portata effluente dalle tubazioni, Q_3, contribuisce a determinare la portata della sorgente: essa, in particolare, è pari a Q_s-Q_1 per i pozzetti del gruppo G2, e coincide con Q_s-Q_1 per i pozzetti del gruppo G1 in fase di arresto delle pompe, se quantificata dopo un lasso di tempo sufficiente per il ripristino della naturale quota dell'acquifero.

Sono tuttavia diversi, nelle due ipotesi, i sistemi che possono essere adoperati per la quantificazione della Q_3, dal momento che i normali misuratori di portata possono essere installati solo su tubazioni in cui il regime idraulico sia di tipo a pressione. La portata, infatti, come è noto, è fornita dal prodotto tra la velocità di deflusso e la sezione attraversata: quest'ultima non è definibile in termini assoluti nel caso di deflusso a pelo libero, perché il tirante idrico è soggetto ad oscillazioni al variare della portata stessa e non può essere, quindi, determinato in maniera univoca, a meno di non ricorrere a sistemi venturi o similari, che causano un risalto localizzato della corrente, in prossimità del quale è definibile una sezione di misura dove è possibile correlare la velocità e l'altezza della corrente defluente, e quindi calcolare la portata semplicemente da una misura del tirante.

In definitiva, in relazione alla configurazione dei pozzetti, in condizioni di marcia del sistema di sollevamento, risultano valide le seguenti equazioni:

gruppo G1: $Q^* = Q_1 + Q_2 + Q_3$

gruppo G2: $Q^* = Q_1 + Q_3$

gruppo G3: $Q^* = Q_2 + Q_3$

in cui Q^* è la portata complessivamente prelevata dalla sorgente.

Si ha inoltre, in condizione di arresto delle pompe:

gruppo G1: $Q_s = Q_1 + Q_3$

gruppo G2: $Q_s = Q_1 + Q_3$

gruppo G3: $Q_s = Q_3$

Va evidenziato che, in funzione della connessione idraulica esistente nei pozzetti tipo G1 e G3 tra la tubazione di aspirazione del sistema di pompaggio e l'affioramento del fronte sorgivo, in fase di marcia delle pompe si potrebbe determinare un forte abbassamento del livello idrico nel pozzetto stesso che, per le sorgenti del gruppo G1, potrebbe anche

modificare il funzionamento del sistema di erogazione in sito. Tale ipotesi andrebbe avvalorata anche sulla base della conoscenza della quota di arrivo di una eventuale tubazione di adduzione di cui, nelle ipotesi effettuate, si è trascurata l'esistenza.

Si tenga presente che nelle equazioni sopra riportate la portata prelevata dalla sorgente, Q*, e quella naturale della sorgente, Q_s, sono intese con significato distinto, e si ha $Q^* \geq Q_s$, tranne che per i pozzetti tipo G2, per i quali $Q^* = Q_s$.

La necessità di sottolineare questo aspetto non ha solo una valenza di tipo idraulico/impiantistico, ma è fondamentale da un punto di vista della conservazione qualitativa e quantitativa delle acque termali adoperate.

L'assetto idrogeologico della zona, il sistema di circolazione idrico sotterraneo, la vicinanza del mare, la presenza di affioramenti di gas naturali che, risalendo in superficie, caratterizzano la composizione delle acque termali, sono tutti elementi che possono concorrere a modificare il chimismo delle sorgenti se, per interventi antropici connessi con il prelievo di portate maggiori di quelle naturali delle sorgenti, venisse a modificarsi il regime piezometrico attuale.

Questo è il motivo per cui è necessario che siano noti non solo i volumi d'acqua utilizzati effettivamente in sito ed ex sito, ma anche quelli naturalmente erogati dalle sorgenti che, per quanto detto, possono essere maggiori o minori dei precedenti.

Per le stesse ragioni è necessario acquisire una archivio storico delle portate attraverso un sistema di rilevamento on-line ed acquisizione dati automatizzato, eventualmente integrato ad un sistema di trasmissione degli stessi tipo wireless.

Al rilevamento delle portate va associato quello delle temperatura e, possibilmente, quello della conducibilità, un parametro che può essere correlato in maniera diretta al grado di mineralizzazione delle acque fornendo utili indicazioni su eventuali variazione del chimismo delle sorgenti.

E' evidente che ogni tipo di valutazione acquista il giusto senso solo se riferita ad un campione di misure continuo nel tempo, e non a misure sporadiche, e solo incrociando dati di tipo quantitativo con dati di tipo qualitativo.

Allo stato, tuttavia, nessuno dei sistemi di misura citati è presente, e le uniche stime dei valori di portata ricavate dai dati presenti negli archivi storici portano a stimare valori massimi che si aggirano nell'intorno dei 10 l/s per ciascuna sorgente.

A completamento della individuazione della situazione degli impianti delle Antiche Terme precedente ai lavori previsti nel progetto di restauro, vanno definiti i diametri ed il materiale di cui sono costituite le tubazioni di derivazione che partono dai citati pozzetti per confluire nella stazione di pompaggio o per consentire la fruizione delle acque sorgive in loco.

La questione, tuttavia, non è risolvibile in maniera semplice o univoca.

Alcune informazioni desunte dalle Tavole del citato progetto redatto da Viparelli, Carravetta e Barra Caracciolo porterebbero ad individuare il gres come materiale adoperato per la realizzazione delle tubazioni del gruppo Stabiano; tuttavia, anche se alcune tubazioni in gres appaiono visibili in uscita dai pozzetti, non sono certamente in gres le tubazioni di alimentazione del sistema di pompaggio individuabili nella documentazione fotografica allegata al progetto redatto da ESP Progetti, né quelle di erogazione dell'acqua in sito, nei tratti in cui vengono allo scoperto (mescite).

Sebbene non sia stato possibile trovare testimonianza documentale degli interventi di sostituzione effettuati, le tubazioni per la fruizione in sito e quelle di aspirazione del gruppo di sollevamento, dalle Tavole grafiche del progetto di restauro redatto da Brancaccio Costruzioni risulterebbero tutte in PVC.

E' evidente che gli interventi di sostituzione potrebbero avere modificato anche la configurazione impiantistica del sistema di adduzione e distribuzione, e quindi potrebbero aver alterato l'originale scema funzionale fin qui descritto.

La questione dei materiali adoperati non è secondaria. In relazione alla tipologia di materiali, infatti, attesa la peculiare composizione chimico fisica delle acque termali trasportate, potrebbero innescarsi meccanismi di interazione tali da comportare delle alterazioni al chimismo stesso delle acque. Tale ipotesi non è da ritenersi remota neanche nel caso del PVC, sebbene gli studi a riguardo forniscano sovente risultati contrastanti, e meriterebbe quindi specifici approfondimenti attraverso analisi e test in piccola scala.

Sempre in base a quanto riportato nel progetto di restauro, indicando con t_{in} le tubazioni destinate al convogliamento delle acque per l'utilizzo in sito, e con t_{ex} quelle destinate al convogliamento delle acque per l'utilizzo ex-sito, i diametri, Φ risulterebbero quelli di Tabella I.

Tabella I – Diametri delle tubazioni

Sorgente	Φ t_{ex} (mm)	Φ t_{in} (mm)
Gruppo Stabiano		
Magnesiaca		40
San Vincenzo		40
Stabia	75	40
Sulfurea	63	40
Sulfurea Ferrata		40
Ferrata	63	40
Media I	63	40
Media II	63	40
Pozzillo	63	
Gruppo Vanacore		
Acidula	50	50
San Vincenzo	50	50
Ferrata	50	50
Media		50
Sulfurea Carbonica	50	50
Muraglione		50
Magnesiaca		50
Sulfurea Ferrata	50	50
Sulfurea		50

Si vuole infine evidenziare che nessuna ipotesi/indagine è stata effettuata in merito alle caratteristiche idrauliche delle pompe (prevalenza, curve caratteristiche etc.), né in merito alle caratteristiche delle tubazioni di mandata, le quali, peraltro potrebbero essere responsabili di sistematiche alterazioni delle caratteristiche di qualità delle acque addotte a seguito di quanto già evidenziato in merito alle interazioni acqua/materiale della condotta, anche in considerazione delle condizioni di deflusso in pressione, dal momento che lo studio effettuato è stato limitato al sistema impiantistico relativo alle Antiche Terme. Non si può tuttavia sottacere la necessità si eseguire indagini di campo approfondite anche per il sistema impiantistico relativo alle Nuove Terme, se non altro al fine di rispondere al dettato normativo dell'art. 44 della Legge Regionale n. 32 dell'11 agosto 2008.

4.3 Situazione futura risultante dalla prima perizia di variante del progetto di restauro delle Antiche Terme Stabiane

Il progetto di restauro delle Antiche Terme Stabiane riguarda solo parzialmente la parte impiantistica, e per essa prevede interventi di adeguamento funzionale alla nuova struttura solo per quanto concerne l'utilizzo in sito.

Nulla, in fase di redazione del progetto esecutivo e della prima perizia di variante, è previsto per modificare, integrare, razionalizzare o rifunzionalizzare l'utilizzo della acque ex sito. Nulla è inoltre previsto per il monitoraggio quantitativo delle sorgenti, che è invece divenuto un obbligo di legge, ed al quale il progetto potrebbe adeguarsi con una successiva perizia di variante.

Dal materiale documentale avuto a disposizione (Tavole DT001 e DT002, entrambe rev. 1 del 11/03/2009), che riferisce della nuova distribuzione delle acque in termini di planimetria generale e schema di funzionamento, non risulta evidente - perché non evidenziata graficamente né specificata in una relazione tecnica di accompagnamento – la distinzione tra gli interventi a farsi e la situazione pregressa.

Sembra tuttavia abbastanza chiara la volontà di sovrapporsi, dove possibile, allo schema esistente, evitando di intervenire sui pozzetti di adduzione e distribuzione, e realizzando, quindi, nella maggior parte dei casi, delle derivazioni in parallelo rispetto alle condotte già presenti nell'area.

Tale volontà può essere attribuita alla mancanza di informazioni precise, già lamentata nel paragrafo precedente, in merito all'attuale configurazione impiantistica, che si è quindi cercato di lasciare inalterata, intervenendo con quella che potrebbe essere considerata una sovrastruttura integrata con l'esistente.

Con tale impostazione i bilanci di portata di cui al paragrafo precedente restano validi nell'ipotesi che venga interrotta l'erogazione attraverso le tubazioni previste nel progetto di variante, cosa possibile dal momento che ciascuna di esse è dotata di apposita saracinesca di intercettazione del flusso idrico, o alimenta una stazione di sollevamento.

Entrando nel dettaglio del progetto di restauro, va innanzitutto evidenziato che gli interventi previsti per le sorgenti del gruppo Vanacore e quelli previsti per le sorgenti del gruppo Stabiano sono molto differenti.

Nel primo caso tutte le sorgenti sono addotte, separatamente, ad una stazione di pompaggio, che le solleva ad una nuova mescita, definita per uso civico, ubicata in prossimità della facciata esterna laterale dell'edificio. Si tratta di un utilizzo che può ancora essere definito in sito, anche se esterno, perché localizzato comunque nell'area della Antiche Terme e non in quella delle Nuove Terme.

L'adduzione viene effettuata attraverso una serie di derivazioni in parallelo da realizzarsi sulle condotte esistenti con tubazioni in PVC, di diametro De 50.

Schematicamente la configurazione impiantistica per il nuovo utilizzo in sito è quella rappresentata in Figura 4.5, e si ripete identica per le nove sorgenti del gruppo.

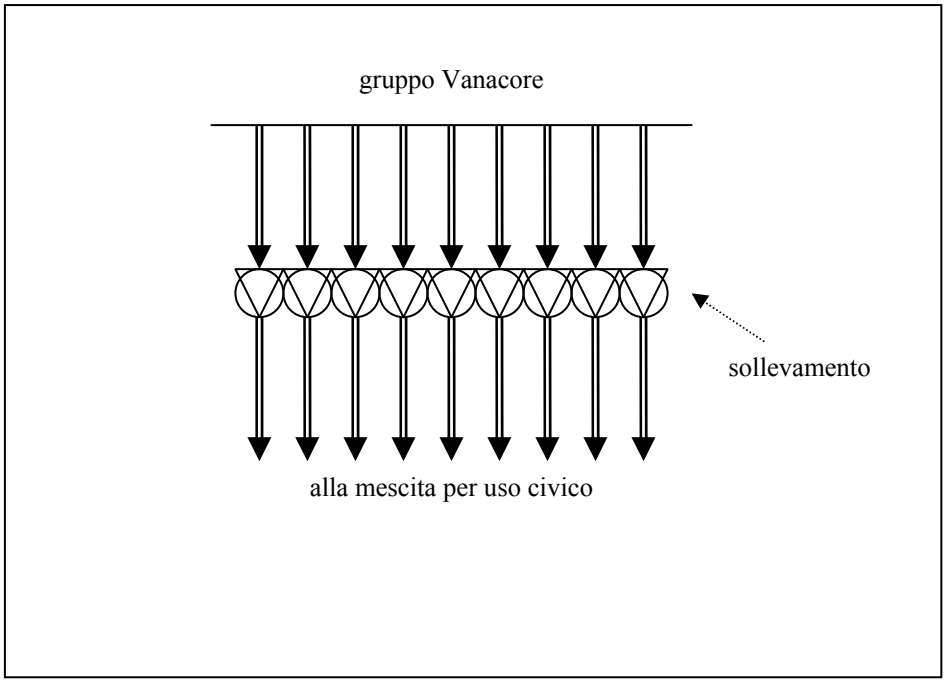


Figura 4.5 – Schema relativo al nuovo utilizzo in sito delle sorgenti del gruppo Vanacore

L'integrazione del sistema di distribuzione in sito relativo alle sorgenti del gruppo Stabiano è invece assai più complesso.

Per tutte le sorgenti, tranne per quella definita Pozzillo (o almeno così è dato ipotizzare, visto che la leggenda riportata sulla citata tavola DT001 non corrisponde al disegno) è prevista, in aggiunta alla esistente mescita, denominata bassa, una nuova mescita, denominata alta, cui le acque sono addotte dopo derivazione in parallelo sulle tubazioni esistenti con tubi di caratteristiche uguali a quelli presenti, e sollevamento con elettropompe e condotte di mandata in PVC De 32. Si veda a riguardo lo schema di Figura 4.6.

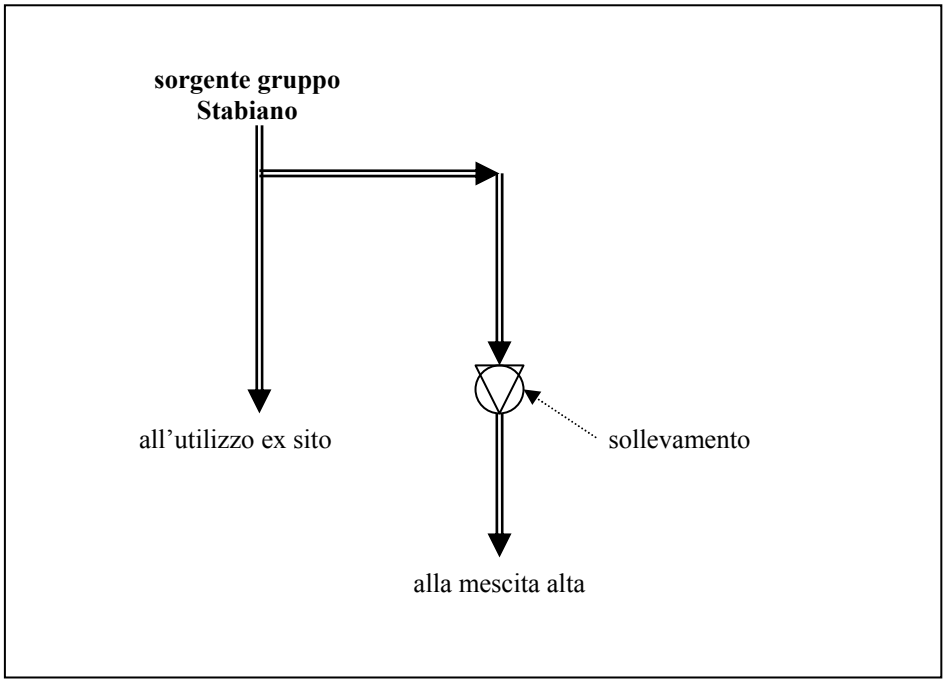


Figura 4.6 - Schema relativo al nuovo utilizzo in sito di tutte le sorgenti del gruppo Stabiano, ad esclusione della sorgente Pozzillo

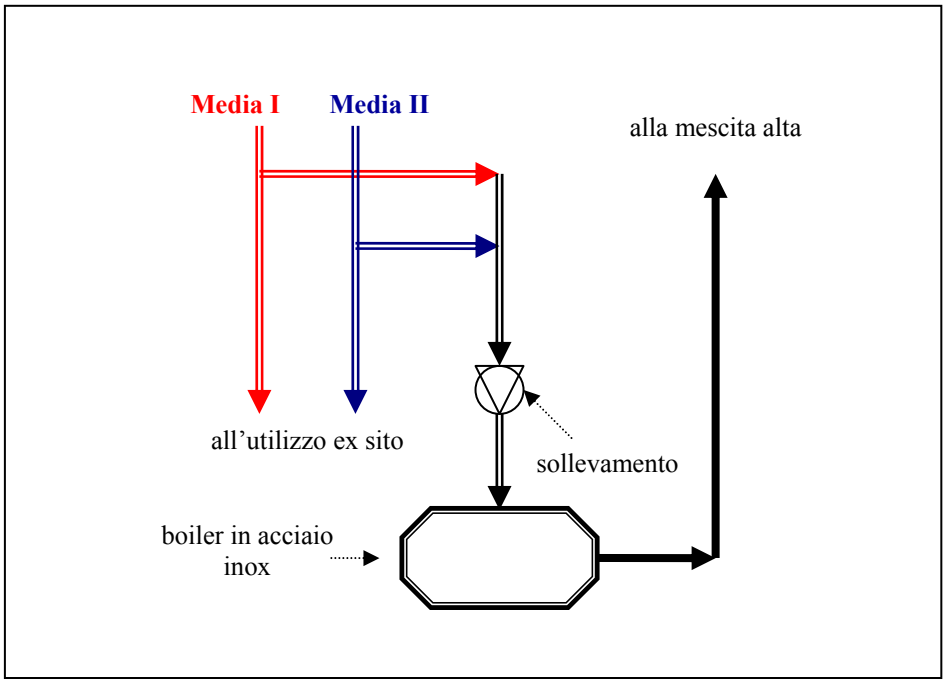


Figura 4.7 - Schema relativo al riscaldamento delle sorgenti Media I e Media II del gruppo Stabiano prima dell'utilizzo in sito

Una ulteriore derivazione in parallelo sulla Media I e Media II, fatte poi confluire in un'unica tubazione, le adduce, con un altro sollevamento, ad un boiler in acciaio inox da 0,5 m^3, dal quale l'acqua è inviata nuovamente alla mescita alta, sempre con una tubazione di mandata in PVC De 32. Lo schema descritto è rappresentato in Figura 4.7.

La stessa configurazione impiantistica descritta per la Media I e la Media II si ripete anche per la Stabia, come indicato nello schema di Figura 4.8.

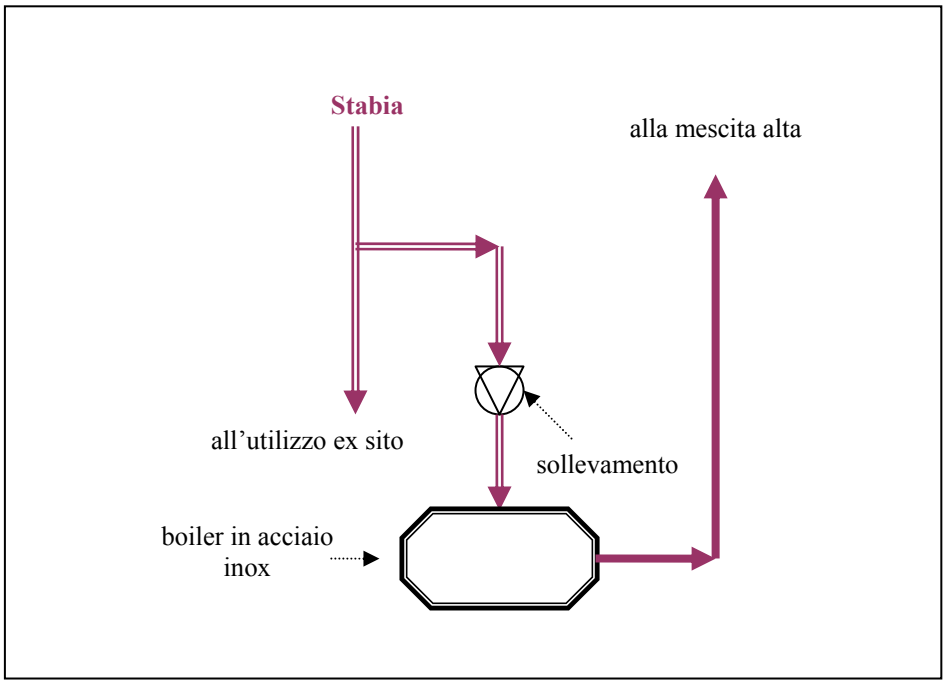


Figura 4.8 - Schema relativo al riscaldamento della sorgente Stabia del gruppo Stabiano prima dell'utilizzo in sito

Anche sulla tubazione di aspirazione della Sulfurea è presente una derivazione, che, questa volta, adduce la portata derivata a 5 serbatoi di accumulo, da 4 m^3 ciascuno, realizzati in acciaio inox, da cui le acque vengono sollevate con tubazioni di mandata in PVC De 75 ed adoperate direttamente in balneoterapia, o preventivamente riscaldate grazie a due boiler da 1 m^3 ciascuno, e poi trasportate con due tubazioni in PVC De 75, che confluiscono in un unica tubazione dello stesso materiale De 90, per essere adoperate per balneoterapie e inalazioni, come indicato in Figura 4.9.

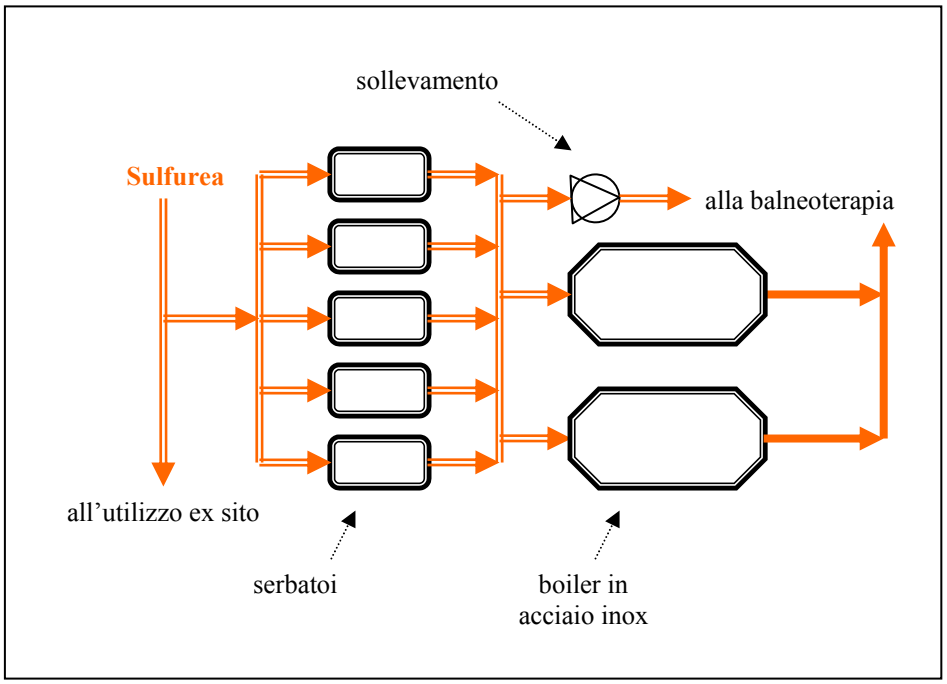


Figura 4.9 - – Schema relativo al riscaldamento della sorgente Sulfurea del gruppo Stabiano prima dell'utilizzo in sito

E' inteso che le operazioni di riscaldamento potrebbero modificare le caratteristiche di qualità delle acque in maniera non prevedibile. Su tale aspetto andrebbero effettuati opportuni approfondimenti.

4.4 Interventi richiesti

Le considerazioni fin qui effettuate mostrano che la corretta gestione del sistema impiantistico delle Antiche Terme e quindi di quello delle Nuove Terme - che rappresentano un altro luogo di fruizione della stessa risorsa - richiederebbe, innanzitutto, un **rilievo** accurato sul campo, completo di:

- prelievi ed analisi di materiali adoperati per i diversi manufatti;
- misure di lunghezze e diametri delle tubazioni;
- stima delle portate circolanti nella rete di adduzione, derivazione e scarico;
- tracciamento di planimetrie quotate ed in scala della rete di tubazioni;
- caratterizzazione delle opere elettromeccaniche, con particolare riferimento alle pompe presenti nella stazione di sollevamento.

Tale rilievo andrebbe effettuato prima che i lavori di sistemazione idraulica previsti dal progetto di restauro vengano completati, in modo da poter eventualmente meglio **razionalizzare la distribuzione**, e comunque sicuramente contemperare con essi anche l'installazione di un **sistema di monitoraggio** quali-quantiativo delle sorgenti, da articolare in maniera minimale per rispondere unicamente alle esigenze normative, o in maniera più completa, per rispondere ad esigenze anche gestionali, di ottimizzazione economica dello sfruttamento delle sorgenti, nel rispetto della salvaguardia dell'ambiente e della conservazione delle risorse naturali.

Con riferimento a tali questioni, e stante l'indeterminatezza dei dati a disposizione, sono di seguito suggerite diverse opzioni - con una indicazione dei prezzi da ritenersi indicativa unicamente dell'ordine di grandezza della cifra da stanziare per la realizzazione degli interventi - facenti capo a due possibili scenari: il primo di mantenimento del sistema di distribuzione previsto desumibile dalla prima perizia di variante del progetto di restauro; il secondo di razionalizzazione dell'intero sistema di adduzione, distribuzione ed utilizzazione.

Si precisa che tutte le opzioni prevedono l'installazione di strumentazioni che non hanno requisiti di unicità, e che sono prodotte e fornite da numerose società italiane e straniere. Un elenco meramente indicativo e non esaustivo di tali società è riportato in Tabella II.

Tabella II – Elenco indicativo di alcuni rivenditori delle apparecchiature richieste per il monitoraggio qualitatitivo e quantitativo delle sorgenti

Nome	Sito web	E-mail	Telefono
Automation Progetti	www.automationprogetti.it	info@automationprogetti.it	081 5062769 049 8805322
Easys	www.easys.it	info@easys.it	0535 40734
Euromag	www.euromag.it	euromag@euromag.it	049 9005064
Isoil	www.isoil.it	vendite@isoil.it	02 660271
Ital Control	www.italcontrol.it	vendite@italcontrol.it	0362 805200
Ramit	www.ramitsrl.com	info@ramisrl.com	0363 3963311
Riels	www.riels.it	commerciale@riels.it	049 8961771

4.4.1 Scenario 1

Lo scenario 1 (S1) non prevede alcun intervento di modifica rispetto allo schema impiantistico descritto ai paragrafi precedenti, ma unicamente interventi finalizzati al monitoraggio quali-quantitativo delle risorse sfruttate.

Rispetto a tale scenario vengono prospettate 4 opzioni distinte, con una possibile integrazione per la terza e la quarta, riportata al paragrafo 4.1.5.

4.1.1 *Opzione 1.S1*

Questa opzione è prevista per soddisfare, in maniera minimale, le richieste delle Regione Campania in merito alla determinazione delle portate fruite e della temperatura dell'acqua captata, con tecnologie semplici ed economiche.

Allo scopo è possibile prevedere l'installazione di misuratori di volume, normalmente definiti contatori, i quali quantificano e memorizzano la portata d'acqua complessivamente adoperata in un certo periodo di tempo.

In particolare, per ciascuno dei pozzetti di tipo G1 presenti all'interno dell'area delle Antiche Terme è da prevedersi:

- un contatore totalizzatore non azzerabile del tipo volumetrico, a turbina, o a disco nutante (con una leggera preferenza per quest'ultimo in virtù della semplicità del funzionamento associata alla precisione della misura) da installare sulle tubazioni t_{in}, a breve distanza dai pozzetti, nell'ipotesi di voler valorizzare, anche dal punto di vista estetico, la venuta a giorno delle sorgenti, limitando la presenza, al loro interno, di ulteriori manufatti. La distanza del

contatore dall'affioramento sorgivo andrà variata da un pozzetto all'altro, in modo da poter allineare tutti i contatori su un'unica fila, per facilitare la realizzazione della trincea di scavo dove alloggiare i contatori stessi (Figura 4.10). E' inteso che i contatori dovranno essere del tipo non azzerabile, che la trincea di alloggiamento dovrà essere ispezionabile dall'altro per consentire la lettura dei valori registrati, e che il materiale adoperato per il contatore dovrà essere resistente all'azione aggressiva dell'acqua defluente (tipo AISI 316 o Teflon).

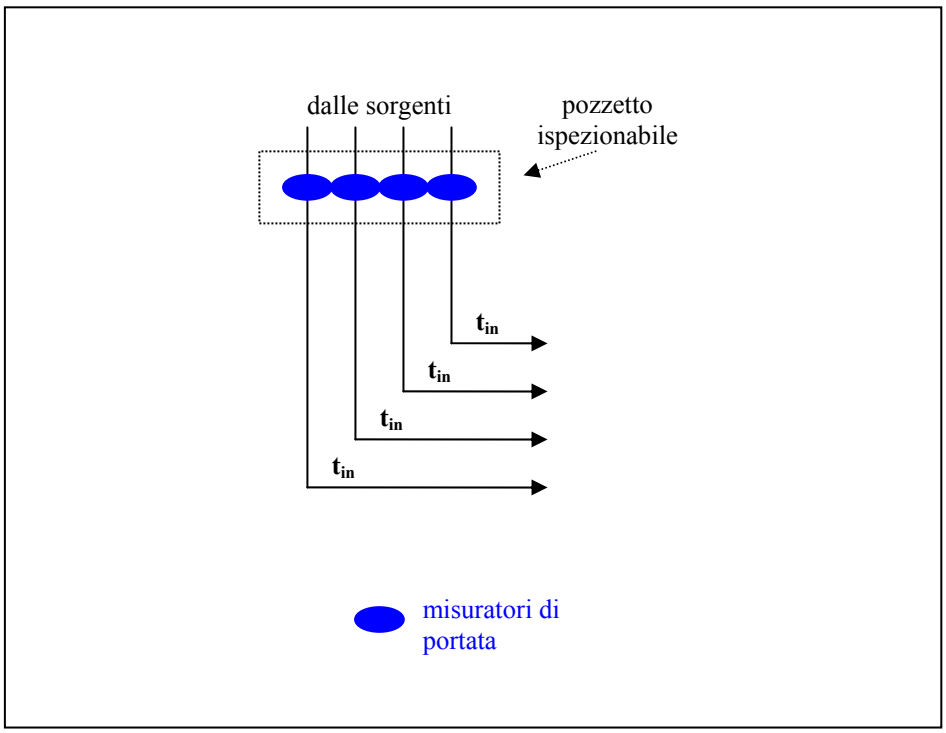


Figura 4.10 – Scenario 1: posizionamento dei misuratori di portata sulle tubazioni t_{in}

- un contatore dello stesso tipo descritto al punto precedente da installare nella stazione di sollevamento sulle condotte di aspirazione delle pompe t_{ex} prima della eventuale derivazione prevista, per le acque del gruppo Stabiano, per gli altri utilizzo in sito, e comunque prima di qualsiasi altra eventuale ramificazione della tubazione (Figura 4.11). Anche in questo caso, nei limiti consentiti dai tracciati delle tubazioni esistenti, i contatori andranno allineati per permettere la realizzazione di un'unica trincea ispezionabile.

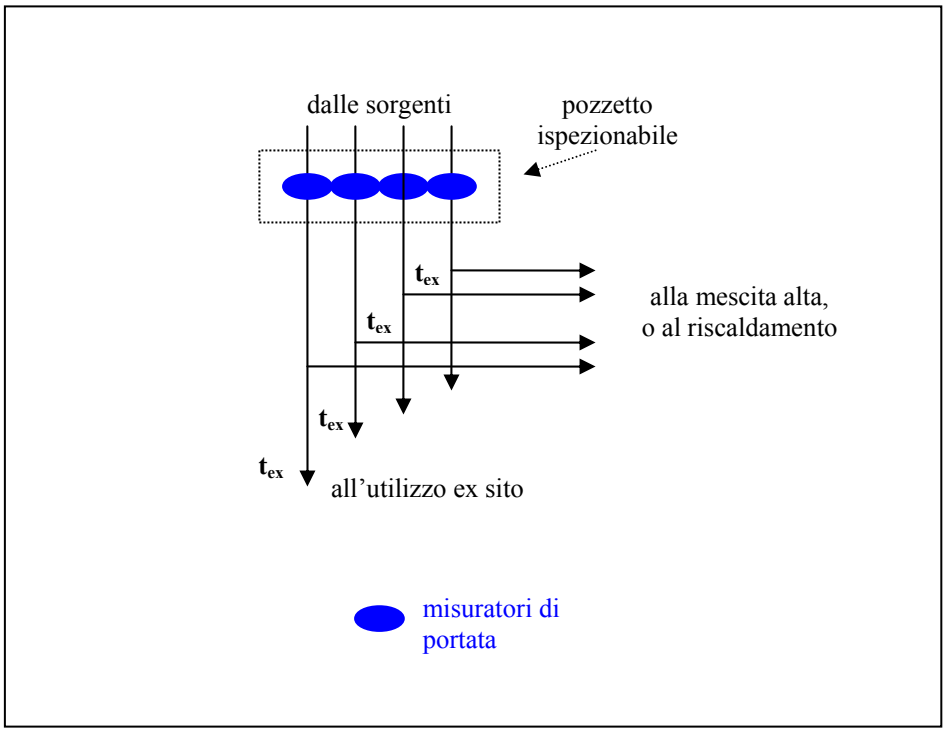


Figura 4.11 – Scenario 1: posizionamento dei misuratori di portata sulle tubazioni t_{ex}

Per ciascuno dei pozzetti G2, invece, è da prevedersi, unicamente un contatore totalizzatore, sempre del tipo già descritto, da installare come indicato in Figura 4.10.

Per il pozzetto tipo G3, infine, è da prevedersi ancora lo stesso contatore, ma installato sulla condotta t_{ex}, anche questo, possibilmente, allineato con gli altri, e posizionato nella trincea di cui alla Figura 4.11.

In ciascuno dei 18 pozzetti, inoltre, andrà installata una sonda per la misura della temperatura, anche a funzionamento manuale (Figura 4.12).

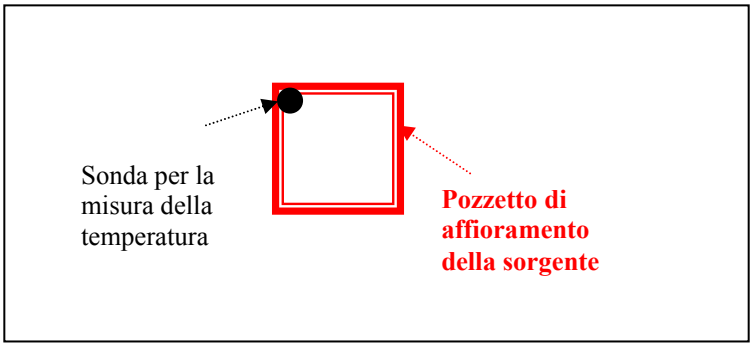


Figura 4.12 – Scenario 1: Posizionamento delle sonde per la misura della temperatura

Lo stesso tipo di strumentazioni potrà essere adoperata anche per le sorgenti localizzate all'esterno dell'area delle Antiche Terme. Per esse, in particolare, se risultasse confermata la configurazione ipotizzata in precedenza, andrebbe prevista unicamente la sonda per la misura della temperatura ed un contatore totalizzatore sulla condotta destinata all'utilizzazione.

Il costo complessivo presunto ed orientativo per il totale delle installazioni citate si aggira intorno ai 20.000 Euro. Il quadro riassuntivo dei misuratori e delle sonde previsti per l'Opzione 1.S1 è riportato in Tabella III.

Tabella III – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 1.S1

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Contatore totalizzatore volumetrico, a turbina o a disco nutante	26	2/3
Sonda per misura della temperatura	18	2/3

4.1.2 *Opzione 2.S1*

La seconda opzione consente di soddisfare le esigenze di monitoraggio prescritte a livello regionale, riducendo le operazioni manuali di lettura e consentendo la registrazione dei valori misurati di portata e temperatura. Essa prevede l'utilizzo di misuratori di portata di tipo elettromagnetico, basati sulla determinazione della velocità dell'acqua attraverso la determinazione della differenza di potenziale tra due elettrodi posti ad una certa distanza tra loro ed a contatto con l'acqua termale, generata per effetto del campo magnetico indotto dal misuratore. Questo sistema è associabile alla sonda per la determinazione della temperatura, che quindi non dovrà essere installata nei pozzetti di adduzione e ripartizione.

Per ciascuno dei pozzetti G1 vanno previsti:

- un misuratore di portata elettromagnetico associato alla sonda per la determinazione della temperatura da installarsi su ciascuna delle tubazioni t_{in}, con immagazzinamento dei dati misurati on line, da scaricarsi periodicamente, ad esempio tramite porta USB, per eventuali elaborazioni successive. In merito alla localizzazione ed ai materiali da adoperarsi vale quanto già indicato per l'Opzione 1.S1 (cfr. Figura 4.10). Per una buona sensibilità della misura, in relazione all'entità delle portate in gioco, il misuratore dovrà essere installato su una tubazione di diametro non superiore ai 50 mm, per cui, se non risultassero confermati i valori

di Tabella I, potrebbe essere necessaria la predisposizione di pezzi speciali per il raccordo con alcune delle tubazioni pre-esistenti;

- un misuratore di portata elettromagnetico del tipo indicato in precedenza, ma non provvisto di sensore per la misura della temperatura, da installare sulle condotte t_{ex}, secondo le indicazioni già fornite per l'opzione precedente (cfr. Figura 4.11).

Per ciascuno dei pozzetti G2 va previsto, invece un misuratore di portata elettromagnetico associato alla sonda per la determinazione della temperatura da installarsi su ciascuna delle tubazioni t_{in}, del tipo indicato per i pozzetti G1 (cfr. Figura 4.10).

Per il pozzetto G3, infine, va previsto lo stesso misuratore elettromagnetico associato alla sonda per la determinazione della temperatura, da installarsi sulla tubazione t_{ex}, come indicato per i pozzetti G1 (cfr. Figura 4.11).

Per le sorgenti localizzate all'esterno delle Antiche Terme resta valido quanto indicato nell'Opzione 1.S1, con la sostituzione del contatore con un misuratore elettromagnetico di portata associato alla sonda di misura della temperatura.

Il costo complessivo presunto ed orientativo per il totale delle installazioni citate si aggira sui 40.000 Euro. Il quadro riassuntivo dei misuratori e delle sonde previsti per l'Opzione 2.S1 è riportato in Tabella IV.

Tabella IV – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 2.S1

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Misuratore di portata elettromagnetico con sensore per la misura della temperatura	18	2/3
Misuratore di portata elettromagnetico senza sensore per la misura della temperatura	10	-

4.1.3 *Opzione 3.S1*

La terza opzione, pur limitandosi a misurare unicamente le portate d'acqua effettivamente erogate all'utenza e non anche a valutare quelle naturali delle sorgenti termali, associa alla misura e registrazione della temperatura anche quella della conducibilità, in modo da consentire, attraverso opportune comparazioni ed analisi, di conoscere eventuali anomalie nella salinità delle acque associate ad un sovra-utilizzo della risorsa, ed in modo da permettere

di ottimizzare le quantità d'acqua da prelevare per evitare alterazioni del chimismo delle sorgenti. E' inteso che in tal modo si ha evidenza dei fatti quando questi sono già in essere, e non si prevede anche una salvaguardia preventiva della risorsa, pur consentendo interventi correttivi.

L'opzione prevede di installare in ciascuno dei 18 pozzetti, una sonda per la misura e la registrazione della temperatura e della conducibilità delle acque, con possibilità di acquisire periodicamente, tramite, ad esempio, porta USB, i valori immagazzinati in memoria.

Il corpo delle sonde dovrà essere in materiale resistente all'azione aggressiva dell'acqua termale (tipo AISI 3116 o Teflon), e gli elettrodi dovranno essere in grafite .

Vanno inoltre previsti: per i pozzetti di tipo G1 un misuratore di portata elettromagnetico del tipo indicato per l'opzione precedente, da installarsi su ciascuna delle tubazioni t_{in} (Figura 4.10) ed un misuratore di portata elettromagnetico dello stesso tipo, da installare sulle tubazioni t_{ex} (Figura 4.11); per i pozzetti G2 un misuratore di portata elettromagnetico da installarsi sulle t_{in} (Figura 11), sempre dello stesso tipo; per il pozzetto G3 lo stesso misuratore elettromagnetico, da installarsi sulla tubazione t_{ex} (Figura 4.11).

Lo scarso utilizzo delle sorgenti esterne all'area delle Antiche Terme suggerisce di mantenere, anche in questo caso, la scelta indicata per l'opzione precedente, senza necessità di ricorrere in continuo anche a misure conducibilità, che potranno comunque essere effettuate a campione.

Il costo complessivo per questa opzione è stimabile intorno ai 60.000 Euro. Il quadro riassuntivo dei misuratori e delle sonde previsti per l'Opzione 3.S1 è riportato in Tabella V.

Tabella V – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 3.S1

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Misuratore di portata elettromagnetico senza sensore per la misura della temperatura	28	-
Sensore per la misura della temperatura e della conducibilità	18	-
Misuratore di portata elettromagnetico con sensore per la misura della temperatura	-	2/3

4.1.4 *Opzione 4.S1*

La quarta opzione è **quella consigliata** perché permette un effettivo monitoraggio della risorsa utilizzata e di quella utilizzabile. Essa può essere prevista anche come up-grading dell'opzione precedente, dal momento che coincide con essa, ed in più prevede la misura delle portate scaricate attraverso le tubazioni di troppo pieno.

Poiché è lecito ritenere che queste tubazioni abbiano, almeno periodicamente, un funzionamento a pelo libero, per realizzare la misura di portata è richiesta una modifica dei pozzetti, in modo che l'alimentazione delle tubazioni di troppo pieno avvenga attraverso soglie stramazzanti.

La misura della portata potrà così essere effettuata attraverso la lettura del livello idrico sullo stramazzo, a mezzo di sensori di livello ad ultrasuoni.

I costi complessivamente stimabili in questo caso ammontano a circa 95.000 Euro. Il quadro riassuntivo dei misuratori e delle sonde previsti per l'Opzione 4.S1 è riportato in Tabella VI.

Tabella VI – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 4.S1

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Misuratore di portata elettromagnetico senza sensore per la misura della temperatura	28	-
Sensore per la misura della temperatura e della conducibilità	18	-
Misuratore di portata elettromagnetico con sensore per la misura della temperatura	-	2/3
Misuratore di portata per correnti a pelo libero con sensori di livello ad ultrasuoni	18	

4.1.5 *Ulteriori interventi*

Una **estensione,** consigliata, della terza e della quarta opzione, è quella di prevedere, in aggiunta alle apparecchiature indicate, una vera e propria stazione di telecontrollo, da ubicarsi anche al di fuori dell'Area delle Antiche Terme (ad esempio presso Villa Ersilia), con trasmissione dei dati di portata, temperatura e conducibilità. Ciò consentirebbe di creare un vero e proprio centro di monitoraggio on line, ed una banca dati delle misure effettuate, che

andrebbe a costituire un patrimonio di conoscenza in base al quale gestire, in maniera veramente efficiente, efficace e responsabile, l'immensa ricchezza naturale delle terme di C.mare di Stabia.

Il costo complessivo dell'estensione è da ipotizzarsi intorno al 20% in più del costo stimato in precedenza.

4.4.2 Scenario 2

Lo scenario 2 (S2) prende in considerazione la possibilità di razionalizzare il sistema di distribuzione all'interno dell'area delle Antiche Terme.

A tal fine esso prevede di eliminare tutte le tubazioni di uscita attualmente presenti nei pozzetti che fungono da captazione delle acque termali - di seguito sinteticamente indicati come pozzetti P_i – e di creare, per ciascuna sorgente, dei nuovi pozzetti di adduzione e derivazione - di seguito indicati come P_i* – idraulicamente connessi con i precedenti, e caratterizzati da un'unica tubazione di uscita funzionante sotto battente, e da uno stramazzo triangolare per lo sfioro del troppo pieno.

Sull'unica tubazione di uscita vanno derivate, in parallelo, le portate dirette agli utilizzi in sito e quelle dirette al sollevamento per l'utilizzo ex sito (Figura 4.13), inserendo, prima della derivazione, le apparecchiature previste per il monitoraggio delle acque, ed adducendo le sorgenti del gruppo Stabiano direttamente alla nuova mescita alta, senza necessità di addurle a valle per poi sollevarle nuovamente verso monte, eliminando così un gruppo di otto elettropompe (PT1-8 della citata Tavola DT001), con conseguenti vantaggi economici e gestionali.

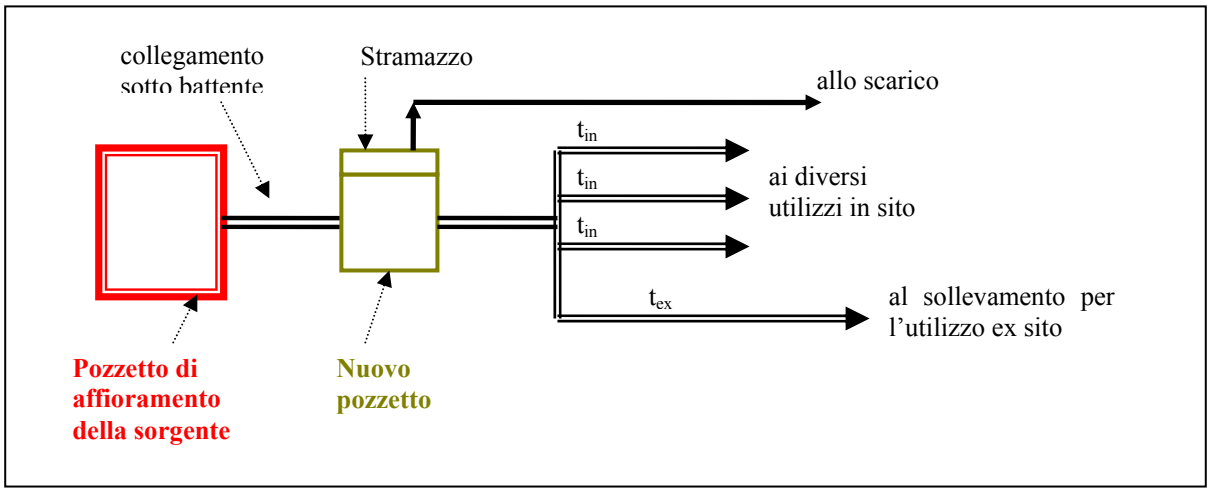


Figura 4.13 - Scenario 2: Nuova articolazione del sistema di distribuzione

La nuova sistemazione impiantistica comporta evidenti semplificazioni in termini di esercizio, ed in termini economici e gestionali nel monitoraggio quali-qantitativo delle sorgenti, a fronte, ovviamente, di maggiori costi per la installazione del nuovo sistema di condotte e per la realizzazione dei nuovi pozzetti.

Essa, inoltre, consente di valorizzare la venuta a giorno delle sorgenti, dal momento che i pozzetti P_i non sono gravati da nessuna opera o apparecchiatura idraulica.

La razionalizzazione del sistema è peraltro urgente perché l'attuale *intreccio* di tubazioni, il cui tracciato è in gran parte sconosciuto, è talmente complicato che, almeno per alcune sorgenti del gruppo Stabiano, chiudendo l'imbocco delle tubazioni che si dipartono dai pozzetti esistenti, l'acqua defluisce ugualmente all'estremità delle tubazioni corrispondente ai punti di mescita. Ciò può essere dovuto a rotture di tratti interrati di tubazioni che, non essendo in pressione, lasciano entrare, all'interno, acque di provenienza ignota, o alla presenza di collegamenti non conosciuti tra le adduttrici, con conseguente mescolamento di sorgenti a diversa denominazione.

4.2.1 *Opzione 1.S2*

La prima opzione prevede solo di soddisfare, nella maniera più economica possibile, le richieste delle Regione Campania in merito alla determinazione delle portate fruite e della temperatura dell'acqua captata.

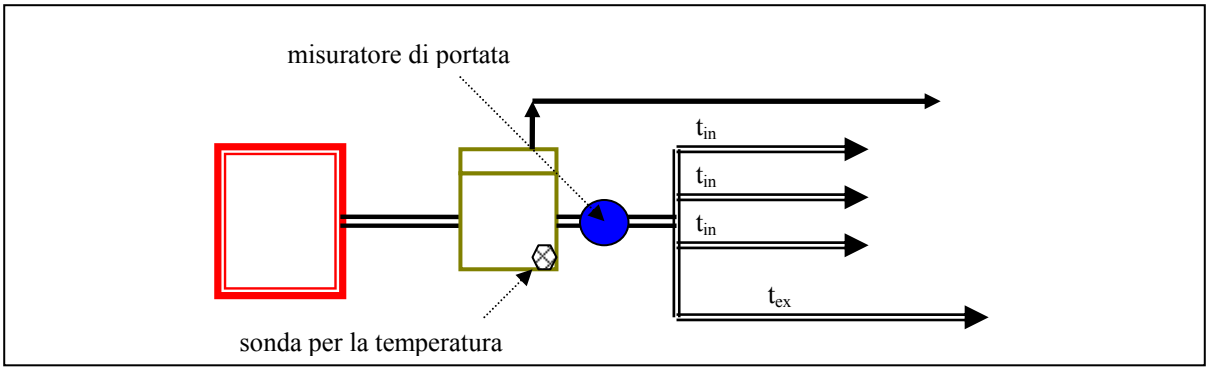


Figura 4.14 - Scenario 2: Posizionamento dei misuratori di portata e delle sonde per la misura della temperatura

Allo scopo, come per l'Opzione 1.S1, vanno installati dei semplici contatori sulle tubazioni di uscita dai pozzetti P_i*, e delle sonde per la misura della temperatura all'interno degli stessi pozzetti (Figura 4.14). Ovviamente il numero complessivo di contatori da installare rispetto all'Opzione 1.S1 si riduce da 28/29 a 20/21, e conseguentemente il costo complessivo presunto per il totale delle installazioni si riduce di circa il 25%, aggirandosi intorno ai 15.000 Euro. Valgono ovviamente, le stesse considerazioni già fatte per l'Opzione 1.S1 in merito alla tipologia di strumenti ed alle caratteristiche dei materiali da adoperarsi. Il quadro riassuntivo dei misuratori e delle sonde previsti per l'Opzione 1.S2 è riportato in Tabella VII.

Tabella VII – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 1.S2

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Contatore totalizzatore volumetrico, a turbina o a disco nutante	18	2/3
Sonda per misura della temperatura	18	2/3

4.2.2 *Opzione 2.S2*

La seconda opzione prevede la sostituzione dei contatori con dei misuratori di portata elettromagnetici, ai quali, come già detto per l'Opzione 2.S1, è possibile associare la sonda per la determinazione della portata. Tali misuratori vanno posizionati sulle tubazioni di uscita dai pozzetti P_i*, come indicato in Figura 4.14, avendo cura di inserire eventuali tratti di

raccordo, se il diametro della tubazione dovesse risultare superiore ai 50 mm. Valgono ovviamente le considerazioni già effettuate in merito alle caratteristiche delle apparecchiature.

Gli stessi misuratori vanno adoperati anche per le sorgenti localizzate all'esterno delle Antiche Terme.

Il costo complessivo presunto ed orientativo per il totale delle installazioni citate si aggira sui 30.000 Euro. Il quadro riassuntivo dei misuratori previsti per l'Opzione 2.S2 è riportato in Tabella VIII.

Tabella VIII – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 2.S2

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Misuratore di portata elettromagnetico con sensore per la misura della temperatura	18	2/3

4.2.3 *Opzione 3.S2*

La terza opzione integra la precedente, aggiungendo al monitoraggio della temperatura e della portata delle acque sorgive anche quello della conducibilità in modo da consentire, attraverso opportune comparazioni ed analisi, di conoscere eventuali anomalie associate ad un sovra-utilizzo della risorsa, ed in modo da permettere di ottimizzare le portate da prelevare per evitare alterazioni del chimismo delle sorgenti. Come già osservato ciò non consente di intraprendere azioni preventive di salvaguardia, ma permette, almeno, azioni correttive.
L'opzione prevede il posizionamento, nei pozzetti P_i*, di sonde analoghe a quelle indicate per l'Opzione 3.S1, e di misuratori elettromagnetici della sola portata sulle tubazioni di uscita dai pozzetti.

Lo scarso utilizzo delle sorgenti esterne all'area delle Antiche Terme suggerisce di mantenere la scelta indicata per l'opzione precedente, senza necessità di ricorrere in continuo anche a misure conducibilità, che potranno essere effettuate a campione.

Il costo complessivo per questa opzione è stimabile intorno ai 50.000 Euro. Il quadro riassuntivo dei misuratori e delle sonde previsti per l'Opzione 3.S2 è riportato in Tabella IX.

Tabella IX – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 3.S2

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Misuratore di portata elettromagnetico senza sensore per la misura della temperatura	18	-
Sensore per la misura della temperatura e della conducibilità	18	-
Misuratore di portata elettromagnetico con sensore per la misura della temperatura	-	2/3

4.2.4 *Opzione 4.S2*

La quarta opzione è **quella consigliata.** Essa prevede, in aggiunta a quanto indicato nell'opzione precedente, anche l'installazione di misuratori di livello ad ultrasuoni sulle soglie di sfioro dei pozzetti P_i* consentendo il calcolo delle portate scaricate attraverso le tubazioni di troppo pieno, e quindi la valutazione delle portate erogate da ciascuna delle sorgenti presenti all'interno dello stabilimento delle Antiche Terme. Per le sorgenti esterne resta valido quanto già indicato per la terza opzione.

I costi complessivamente stimabili in questo caso ammontano a circa 80.000 Euro. Il quadro riassuntivo dei misuratori e delle sonde previsti per l'Opzione 4.S2 è riportato in Tabella X.

Tabella X – Misuratori di portata e temperature relativi all'Opzione 4.S2

Apparecchiatura	N° area Antiche Terme	N° area esterna
Misuratore di portata elettromagnetico senza sensore per la misura della temperatura	18	-
Sensore per la misura della temperatura e della conducibilità	18	-
Misuratore di portata elettromagnetico con sensore per la misura della temperatura	-	2/3
Misuratore di portata per correnti a pelo libero con sensori di livello ad ultrasuoni	18	

4.2.5 *Ulteriori interventi*

Anche per lo scenario S2 è consigliata, come **estensione** dell'Opzione 3.S2 e dell'Opzione 4.S2, la realizzazione di una stazione di telecontrollo.

Vale a riguardo quanto già riportato nel paragrafo 4.1.5.

Per completezza, *ed ad a puro titolo indicativo*, in Appendice II, si riportano le schede descrittive delle strumentazioni richieste per le opzioni consigliate per entrambi gli scenari, fornite da una delle ditte di cui alla Tabella II. E' utile sottolineare che nella citata Appendice II la parte principale è rappresentata dai dati tecnici riportati che possono fornire delle utili indicazioni per le specifiche soluzioni da adottare.