



RT SF 002-05

Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento
a Servizio del Centro Abitato di Canneto
nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)

- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -

0	10 Maggio 2005	emissione	UT Maurizio FERRI	DT Francesco REPOLA	AD Roberta SALOMONI
revisione	data	oggetto modifica	redazione	controllo	approvazione



INNOVA s.r.l.

Sede Legale
Via Vasari, 44
58100 - Grosseto
tel. & fax. 0564 - 456501

Reg. Imprese Grosseto 01342500533
c.f. e p.i.v.a. 01342500533
RE A n°115692
c.s. 10.000,00 €

Indice

1	Premessa	3
2	Analisi dei Fabbisogni Termici e Valutazione delle UtENZE	4
2.1	Zona Climatica Secondo la Legge n°10/1991 e Periodo di Funzionamento dell'Impianto	4
2.2	Sistemi dei Fabbisogni Termici ed Energia Erogata	5
3	La Risorsa Geotermica	6
3.1	Sistema di Produzione dell'Acqua Calda	6
3.2	Accordi tra ENEL e Comune di Monteverdi Marittimo	6
4	Descrizione dell'Impianto	6
4.1	Sistema d'Impianto e Limiti di Competenza	6
4.2	Temperature di Mandata e Ritorno	7
4.3	Apparecchiature Geotermiche a Condensazione	7
4.3.1	Descrizione del Funzionamento	7
4.4	Centrale Termica Primaria	8
4.4.1	Descrizione del Funzionamento	8
4.4.2	Tattamento dell'Acqua di Alimentazione	9
4.4.3	Pressurizzazione dell'Impianto	9
4.4.4	Pompe di Circolazione	9
4.4.5	Caratteristiche degli Edifici Tecnici	9
4.4.6	Criterio di Ubicazione della Centrale Geotermica	10
4.5	Rete di Distribuzione	11
4.5.1	Descrizione	11
4.5.2	Tubazioni Impiegate	11
4.5.3	Criteri di Dimensionamento	12
4.5.4	Verifica della Rete per Diverse Condizioni di Carico	13
4.6	Sottocentrali di UtENZA	13
4.7	Allacciamento delle UtENZE e Criteri di Regolazione	14
4.8	Criteri di Allacciabilità delle UtENZE	14
4.9	Modalità di Erogazione del Servizio	14
4.9.1	Valorizzazione a Forfait	14
4.9.2	Contabilizzazione del Calore	14

Allegati

- All. 1 Planimetria Generale della Rete
- All. 2 Configurazione delle UtENZE – Dati dell'Amministrazione Locale
- All. 3 Schema di Massima dell'Impianto
- All. 4 Quadro Economico dell'Impianto
- All. 5 Calcolo delle Dispersioni Termiche (Lg. 10/91)
- All. 6 Analisi Energetica
- All. 7 Analisi Economico-Finanziaria
- All. 8 Dati Forniti dal Gestore della Risorsa Geotermica



1 Premessa

Il presente documento contiene lo studio di fattibilità tecnica e l'analisi economica relativa ad un impianto di teleriscaldamento a servizio del centro abitato di Canneto sito nel Comune di Monteverdi Marittimo.

Pur essendo una relazione preliminare, questa ha un'impostazione tecnica e non descrittiva. Si danno quindi per scontate le nozioni di base legate alla tecnologia costruttiva e di funzionamento degli impianti di teleriscaldamento. Oltre a ciò, dal momento che i destinatari di questo documento hanno ben chiari i concetti e le implicazioni connesse alle argomentazioni trattate, si ritiene non pertinente allo scopo richiamarne qui i concetti generali.

Considerando la particolare caratteristica del sottosuolo, propria del territorio in cui insiste l'area in oggetto, questo studio sviluppa come ipotesi principale lo sfruttamento della fonte geotermica non utilizzabile per la produzione elettrica: teleriscaldamento geotermico.

Nell'eventualità in cui tale ipotesi non risultasse economicamente vantaggiosa, essenzialmente a causa dell'eccessiva distanza del baricentro termico dell'utenza dai punti di prelievo e reiniezione del fluido, verrà presa in considerazione l'ipotesi alternativa di utilizzare una macchina termica posta in corrispondenza del baricentro dell'utenza. In quest'ultima ipotesi, la macchina termica (motore a pistoni o a turbina) oltre a generare energia termica nella forma di gas di scarico e/o di acqua calda di raffreddamento del sistema, garantirebbe la produzione di energia elettrica: teleriscaldamento da cogenerazione.

Per soddisfare i fabbisogni delle utenze, l'ente gestore della risorsa geotermica del territorio, l'ENEL, metterà a disposizione competenze ed informazioni che rendano fattibile la configurazione di un impianto ottimale sia dal punto di vista tecnico che economico. La costruzione dell'impianto per la raccolta e la condensazione dei cascami di vapore disponibili nella zona (Centrale Termica Principale), la realizzazione della condotta di alimentazione e della rete locale di distribuzione che fornirà alle utenze il calore così recuperato, sarà a carico dell'Amministrazione Comunale. Le interfacce con la rete e le singole utenze, eventualmente comprensive degli strumenti di misura, saranno a carico dei privati.

L'area geografica interessata al progetto, di cui questo documento ne è la sintesi, è – come anticipato – quella del centro abitato di Canneto sito nel Comune di Monteverdi Marittimo. La popolazione che godrà i benefici di questo impianto è quella ivi residente che ammonta a circa 320 abitanti.

I sopralluoghi effettuati sull'area hanno evidenziato l'assenza di una rete di distribuzione del gas metano che, come risulta dai contatti con i rappresentanti degli enti locali, non è nemmeno in programmazione, dal momento che il territorio comunale si trova ben lontano dalla rete di distribuzione del gas naturale. È presente una minima rete di distribuzione di GPL con prelievo da serbatoi.

2 Analisi dei Fabbisogni Termici e Valutazione delle Utenze

2.1 Zona Climatica Secondo la Legge n° 10/1991 e Periodo di Funzionamento dell’Impianto

Ai sensi della Legge n° 10/1991, del decreto attuativo D.P.R. 412 del 26/08/’93 secondo le modifiche e le integrazioni apportate dal D.P.R. 551 del 21/12/’99, e secondo l’Allegato A del suddetto decreto – Regione Toscana – Provincia di Pisa, già aggiornato con modifiche ed integrazioni apportate dai D.M. 6/8/’94 e 6/10/’97, il Comune di Monteverdi Marittimo con 290 m s.l.m., rientra nella zona climatica D, presentando un numero di gradi-giorno pari a 2039, ed una durata convenzionale del periodo di riscaldamento di ore 12 giornaliere, per un periodo compreso fra il 15 ottobre ed il 15 aprile, per un totale di 166 giorni/anno.

I dati climatici di riferimento risultano pertanto i seguenti:

località		
Canneto		
altitudine s.l.m.	[m]	290
latitudine	[deg]	43°20’
longitudine	[deg]	10°80’
meridiano di riferimento	[deg]	0
parametri ambientali di progetto		
		inverno
		estate
temperatura esterna b. s.	[°C]	-2
umidità relativa	[%]	70
		48

Dal momento che le caratteristiche di un impianto di teleriscaldamento geotermico richiedono di limitare la potenza termica di punta, a parità di energia erogata, e di mantenere la rete di distribuzione in condizioni di esercizio il più possibile stabili nel tempo con l’adozione di apparecchiature di termoregolazione del tipo prescritto dalla Legge 10/1991, si ipotizza di mantenere l’impianto in esercizio anche durante la notte. Al contrario, nel corso del periodo estivo non è previsto il funzionamento dell’impianto a causa della limitata energia richiesta dalla produzione di acqua calda sanitaria.

È fuor di dubbio che un periodo prolungato di funzionamento determinerebbe un tempo di rientro dell’investimento minore. Per tale ragione, l’estensione di tale periodo potrebbe essere favorita dal contemporaneo sviluppo di utenze a carattere industriale, agricolo o comunque non residenziale. L’ottimale utilizzo dell’impianto nel corso dell’anno passa anche dalla creazione di nuove utenze, che poi – di fatto – possono essere considerate come ulteriori opportunità.

Fra l’altro, l’uso continuativo di un impianto di teleriscaldamento, che permette un miglior sfruttamento ed un periodo di ammortamento più breve, può essere raggiunto stimolando l’utilizzo di macchine ad assorbimento che, tramite un ciclo termico inverso, permettono la produzione dell’acqua calda anche ai fini di una climatizzazione estiva.

2.2 Sistemi dei Fabbisogni Termici ed Energia Erogata

Al fine di rendere il più possibile aderente alla realtà la stima della potenza termica richiesta, è stato effettuato un calcolo delle dispersioni termiche suddividendo le singole utenze, presenti nell'area indicata come di interesse per l'installazione dell'impianto in oggetto, per tipologie edilizie: tipo di costruzione, fascia volumetrica, destinazione d'uso.

Il centro abitato di Canneto, così come quello di gran parte dei paesi della zona, si caratterizza per la presenza di:

- a) un nucleo storico, pressoché centrale, costituito da strutture abitative addossate le une alle altre per autosostenersi e realizzate, in modo prevalente, in pietra o pietra e mattoni con tetti a travi, travicelli e mezzane, e pavimenti su terra o roccia. Le strade sono prevalentemente lastricate in pietra e, soprattutto nel centro storico, sono state oggetto di un recente intervento di ristrutturazione;
- b) agglomerati abitativi moderni, organizzati e/o autonomi, costruiti in cemento armato e tamponature in laterizio. L'assetto viario è ben organizzato e le strade sono in gran parte asfaltate.

In particolare, sulla base delle cartografie che riportano la quota altimetrica del piede degli edifici e la loro altezza in gronda, sono stati eseguiti i calcoli delle dispersioni termiche dell'intero paese di Canneto, attribuendo agli edifici le tipologie di strutture su indicate ed eseguendo il calcolo, ai sensi del D.P.R. 412/93, in base alle norme UNI 7357-74 ("Metodo di calcolo generale") e in base alla Legge 10/1991, al decreto attuativo D.P.R. 412 del 26/08/93 secondo le modifiche ed integrazioni apportate dal D.P.R. 551 del 21/12/99.

Al fine di massimizzare l'efficienza economica dell'impianto si è deciso di imporre come specifica progettuale quella di indirizzare l'intervento verso il nucleo abitativo principale, senza – per altro – precludere la possibilità ad eventuali unità sparse di allacciarsi alla rete, nel caso in cui la distanza da questa, e quindi il costo, rientri nei parametri di ammortamento previsti. In base ai calcoli eseguiti risulta che la volumetria totale da riscaldare, dell'abitato di Canneto risulta pari a 36.400 m³, mentre il fabbisogno energetico determinato è pari a circa 1.680 kW.

Dal momento che non è stato possibile avere un dettaglio delle finestrate presenti, ma avendo constatato la quasi totale omogeneità delle caratteristiche architettoniche degli edifici, è stato eseguito il calcolo di un edificio tipo, preso come significativo per ciascuna tipologia individuata. A tale struttura edile sono state assegnate delle finestrate coerenti con le caratteristiche architettoniche della tipologia di appartenenza. Questo ha permesso di valutare la differenza di fabbisogno energetico rapportandolo al fabbisogno di fabbricati analoghi con le stesse finestrate ma tipo standard.

Lo sviluppo analitico evidenzia che il fabbisogno energetico degli edifici deve essere maggiorato del 10%, e quindi risulta pari a circa 1.850 kW. Il fabbisogno di calore specifico medio risulta pari a 50,8 W/m³.

La valutazione analitica sviluppata in funzione delle specifiche e dei vincoli, anche normativi, richiamati ha permesso di evidenziare una situazione che è ben descritta dai parametri seguenti:

fabbisogno energetico totale per riscaldamento	[GJ]	6.970
potenza totale necessaria	[kW]	1.850

3 La Risorsa Geotermica

3.1 Sistema di Produzione dell'Acqua Calda

I dati forniti dall'ente gestore la risorsa geotermica, l'ENEL, che per altro collabora fattivamente al positivo sviluppo di questo impianto, evidenziano che il fluido geotermico disponibile è presente sotto forma di vapore saturo già depurato ("lavato") presso il pozzo di vapore denominato Monteverdi 5a, alle seguenti caratteristiche:

Monteverdi 5a			
	pressione [bar A]	temperatura [°C]	portata [t/h]
valore medio	9,45	176,6	15,45
valore minimo	8,00	170,3	12,70

Il recupero del calore geotermico viene ottenuto inviando il vapore ad una Centrale Termica Principale, posta in prossimità del pozzo di vapore situato a quota 338 m s.l.m.. Questa centrale permette la produzione di acqua surriscaldata tramite uno scambiatore di calore a fascio tubero. L'acqua surriscaldata viene poi inviata agli scambiatori di calore, del tipo a piastre, posti all'interno della Centrale Termica Secondaria di Scambio e Pompaggio, posta a quota 290 m s.l.m.. Le condense di vapore vengono rinviate all'impianto di recupero condensa che, in questo studio, si assume coincidente con il punto di prelievo.

Data la corografia del terreno e le quote delle utenze da servire e considerando che l'impianto di spillamento (Centrale Termica Principale) servirà contemporaneamente i 2 nuclei di utenza previsti, ovvero, i centri abitati di Monteverdi Marittimo e di Canneto, sarà necessaria l'installazione di 2 Centrali Termiche Secondarie di Scambio e Pompaggio in prossimità delle 2 macro-utenze. Per ciascuna delle suddette Centrali Termiche Secondarie si prevede l'utilizzo di 2 scambiatori a piastre del tipo acqua surriscaldata/acqua calda. Tale scelta è dettata esclusivamente dalla garanzia di assicurare un funzionamento continuo in qualsiasi condizione e dall'ottimizzazione degli scambi termodinamici.

3.2 Accordi fra l'Ente Gestore (ENEL) e l'Amministrazione Locale

L'ente gestore la risorsa geotermica (ENEL) ha dichiarato la propria disponibilità a cedere il calore sotto forma di vapore geotermico già depurato nel punto più vicino al baricentro termico delle utenze, a fornire tutte le informazioni tecniche e funzionali delle interfacce con i propri impianti, necessarie allo sviluppo di quest'opera, nonché ad agevolarne, per quanto possibile, la realizzazione.

4 Descrizione dell'Impianto

4.1 Schema dell'Impianto e Limiti di Competenza

L'impianto proposto può schematicamente essere descritto dalle seguenti parti:

- 1) 1 circuito geotermico, avente la funzione di recuperare il calore geotermico e di renderlo disponibile sotto forma di acqua surriscaldata;

- 2) 1 circuito di trasporto del calore, ad acqua demineralizzata in circuito chiuso, che tramite una rete di distribuzione trasporta l'acqua surriscaldata alle Centrali Termiche Secondarie di Scambio termico;
- 3) 1 circuito destinato alle utenze, che dalla Centrale Termica Secondaria di Scambio trasporta tramite acqua calda, il calore ai moduli di utenza;

Sia il circuito geotermico di condensazione descritto al punto 3.1, detto primario, sia il circuito di trasporto del calore con acqua surriscaldata, detto secondario, nonché i circuiti di utenza, sono di pertinenza (realizzazione e gestione) dell'Amministrazione Comunale. Il limite di batteria, di pertinenza dell'ente gestore, ENEL, è limitato alla fornitura della presa vapore.

4.2 Temperature di Mandata e Ritorno

La temperatura di progetto del vapore geotermico disponibile presso il pozzo di Monteverdi 5a coincide con il valore minimo fornito: 170°C. Di conseguenza, sarà possibile avere sulla mandata del circuito primario acqua surriscaldata ad una temperatura di 120°C e, dimensionando opportunamente gli scambiatori di calore a piastre, acqua calda ad una temperatura di 90°C sulla mandata del circuito d'utenza.

Dal momento che la quasi totalità delle utenze abitative da allacciare alla rete di teleriscaldamento è internamente dotato di impianti caratterizzati da unità terminali tipo termosifoni e/o radiatori e non sono presenti corpi scaldanti a bassa temperatura, la temperatura media fra andata e ritorno sarà circa 70°C.

Gli impianti di termosifoni esistenti sono parte a circolazione forzata e parte a circolazione naturale. I primi sfruttano un ΔT di 10°C, mentre per i secondi, il ΔT massimo sfruttato (in condizioni non di punta) può raggiungere i 20°C.

4.3 Apparecchiature Geotermiche a Condensazione

4.3.1 Descrizione del Funzionamento

Il principio di funzionamento delle apparecchiature geotermiche a condensazione si basa sulla peculiarità che caratterizza questo passaggio di stato di essere un processo esotermico: il vapore, trasformandosi in acqua surriscaldata, cede calore all'interno di uno scambiatore che è da questo raccolto e trasferito ad un fluido operatore.

In considerazione delle inevitabili perdite di calore lungo la rete, di eventuali possibili ampliamenti di utenze e della contemporaneità di utilizzo dell'impianto in fase di produzione di acqua calda sanitaria da parte di più utenze, gli scambiatori principali sono stati dimensionati per poter garantire una potenza pari a 900.000 kcal/h cadauno.

Questa soluzione prevede la condensazione del vapore di processo nel condensatore, dove è realizzato il riscaldamento del circuito secondario dell'acqua surriscaldata che passa da una temperatura di circa 120°C a 80°C.

La potenza termica dello scambiatore può essere variata agendo sulla valvola di modulazione del vapore dello scambiatore stesso comandata dal segnale di temperatura acqua di mandata.

4.4 Centrale Termica Primaria

4.4.1 Descrizione del Funzionamento

La Centrale Termica Primaria destinata alla produzione di acqua surriscaldata, è costituita da 2 scambiatori di calore calcolati per fabbisogno attuale di 900.000 kcal/h cadauno, ma con la possibilità di aumentarne la potenzialità mediante l'inserimento di eventuali ulteriori scambiatori.

Il circuito secondario ad acqua surriscaldata, è un circuito chiuso rappresentato da una doppia tubazione per la mandata ed il ritorno. Allo scopo di sfruttare maggiormente il calore fornito, come anticipato, quando il carico termico è al 100%, la temperatura dell'acqua surriscaldata risulta di 120°C sulla mandata e 90°C sul ritorno, con un salto termico minimo utile di 30°C.

La dilatazione di tutta l'acqua surriscaldata contenuta nel circuito secondario, sarà assicurata da due vasi di espansione chiusi pressurizzati a livello e pressione costanti, collegati direttamente all'impianto e mantenuti in pressione per mezzo di un compressore. Allo stesso modo, la dilatazione dell'acqua calda dei circuiti utenze e la relativa pressurizzazione è assicurata da vasi di espansione chiusi pressurizzati a membrana.

La pressurizzazione dell'acqua surriscaldata all'interno del circuiti secondario sarà garantita da un sistema basato su pompe, valvole di controllo pressione e serbatoi atmosferici. La regolazione della temperatura avverrà tramite una valvola a due vie modulante sul circuito vapore, comandata dalla temperatura di mandata.

La circolazione dell'acqua surriscaldata sarà ottenuta mediante un sistema di spinta, costituito da una pompa per la mandata, installata nella Centrale Termica Primaria di scambio vapore/acqua surriscaldata, e da una pompa per il ritorno installata nella Centrale Termica Secondaria di Scambio acqua surriscaldata/acqua calda che alimenterà in parallelo i 2 scambiatori a piastre precedentemente citati: Questa soluzione si è resa necessaria per suddividere il salto di pressione e sovraccaricare meno le tubazioni.

La portata sarà regolata mediante un controllo elettronico ad inverter che agirà sul suddetto sistema di spinta, regolato dalle differenze di temperatura fra ingresso e uscita negli scambiatori, in modo da mantenere costante la differenza di temperatura tra mandata e ritorno del circuito acqua surriscaldata, attenuando il regime di portata quando questa differenza tende a diminuire, al fine di ridurre le dispersioni termiche del circuito secondario (acqua surriscaldata) e di minimizzare l'energia necessaria al pompaggio.

La regolazione della temperatura sul circuito utenze sarà realizzata mediante una valvola a tre vie posizionata sul primario dei due scambiatori a piastre, comandata dalla temperatura di mandata del circuito utenze.

La circolazione del circuito utenze sarà realizzata utilizzando 2 pompe ad inserimento automatico, una di riserva all'altra (ridondanza 2), da installare nella Centrale Termica Secondaria di Scambio acqua surriscaldata/acqua calda.

Le pompe saranno regolate da un inverter che leggerà la minima differenza di pressione tra mandata e ritorno e la differenza di temperatura fra ingresso ed uscita nello scambiatore, in modo da mantenere costante la differenza di temperatura tra mandata e ritorno, al fine di ridurre le dispersioni termiche del circuito e di minimizzare l'energia necessaria al pompaggio.

I moduli di utenza saranno realizzati mediante scambiatore a piastre, della potenza necessaria, regolato mediante valvole a tre vie comandata dal termostato ambiente.

Sia sul circuito acqua surriscaldata che sui circuiti utenze, si impiegheranno elettropompe centrifughe, con corpo in ghisa, del tipo monoblocco per acqua calda alla temperatura di 120°C, con motore elettrico trifase. Tali pompe avranno prevalenza e portata adeguate alla rete servita.

L'acqua che alimenta il circuito di riscaldamento secondario ad acqua surriscaldata ed i circuiti utenze ad acqua calda, sarà trattata da apposito depuratore e addolcitore, fino a ridurre la durezza dell'acqua a 10 ÷ 15°F.

4.4.2 Trattamento dell'Acqua di Alimentazione

Come accennato, è previsto un addolcimento parziale dell'acqua di riempimento e reintegro dell'impianto fino ad una durezza residua di 10 ÷ 15°F, seguito da una iniezione di sali neutralizzanti. A tale scopo sarà installato un addolcitore a resine scambiatrici in ciclo sodico con una capacità ciclica massima di 1000°F m³ e portata nominale di 10 m³/h che permetterà il riempimento totale dell'impianto in un tempo di circa 18 h.

L'addolcitore abbate la durezza fino a 0°F. Il valore di durezza residua richiesto viene ottenuto miscelando, tramite una valvola di *by-pass*, acqua trattata con acqua non trattata.

Una pompa dosatrice del tipo volumetrico a membrana manuale con serbatoio di prelievo da 100 l provvede all'iniezione dei sali neutralizzanti al 5% direttamente nel collettore di ritorno dell'impianto. Un filtro dissabbiatore a calza della portata di 9 m³/h assicura l'eliminazione delle particelle solide 30 µm a monte dell'impianto di depurazione.

4.4.3 Pressurizzazione dell'Impianto

La pressurizzazione dell'impianto è garantita da vasi di espansione chiusi a pressione e livello costante, collegati direttamente all'impianto e tenuti in pressione con un compressore ed un apposito riduttore di pressione. Il volume dei vasi di espansione sarà determinato in conformità al D.M. 01/12/'75.

Si prevede di utilizzare sia vasi chiusi pressurizzati con diaframma, sia vasi chiusi pressurizzati a pressione e livello costante.

4.4.4 Pompe di Circolazione

Le pompe di circolazione sono calcolate per un salto termico utile minimo $\Delta T_2 = 30^\circ\text{C}$ sul secondario e $\Delta T_{ut} = 20^\circ\text{C}$ sul circuito utenze, quindi per una portata complessiva di punta rispettivamente pari a 60 m³/h di acqua surriscaldata, di 90 m³/h di acqua calda.

L'installazione degli inverter consente la regolazione continua delle portate, evitando le discontinuità causate dall'inserimento delle pompe. Le caratteristiche delle pompe sono tali da assicurare la massima portata anche nel caso di avaria di una di esse.

4.4.5 Caratteristiche degli Edifici Tecnici

Dovranno essere realizzati 3 edifici tecnici, rispettivamente:

- 1 Centrale Termica Primaria per lo scambio vapore/acqua surriscaldata;
- 1 Centrale Termica Secondaria di Scambio acqua surriscaldata/acqua calda;
- 1 Stazione di Rilancio rete centro abitato.

La tipologia costruttiva individuata come la più idonea è quella che prevede una struttura in muratura ordinaria di mattoni pieni, con faccia-vista all'esterno, allo scopo di conseguire omogeneità estetica ed unità architettonica con i fabbricati attigui, alcuni dei quali presentano caratteristiche simili.

Le dimensioni in pianta della centrale di scambio acqua surriscaldata/acqua calda saranno 10×6 m, mentre per la centrale di scambio a vapore si prevedono dimensioni inferiori, l'altezza interna utile sarà di 3 m, mentre l'ingombro massimo esterno in altezza prevede 3.3 m. Le dimensioni sono state calcolate tenendo conto di un possibile sviluppo futuro all'interno delle centrali.

Il solaio di copertura sarà realizzato in laterizio e cemento armato, del tipo a nervature parallele, da gettarsi in opera, adatto per sostenere i carichi permanenti ed accidentali ed eventuali carichi sospesi. I tamponamenti laterali ed il solaio saranno isolati termicamente ed acusticamente con pannelli in schiuma poliuretana espansa.

I gruppi pompa poggeranno su basamenti in calcestruzzo. All'esterno degli edifici verrà realizzata un'area di pertinenza per la manovra degli automezzi.

Per la stazione di rilancio sarà sufficiente un locale di dimensioni minime idoneo al contenimento delle apparecchiature previste.

4.4.6 Criterio di Ubicazione della Centrale Geotermica

Particolare cura è stata posta nella scelta della ubicazione della Centrale Termica Primaria di scambio termico vapore/acqua surriscaldata e di quella secondaria di scambio acqua surriscaldata/acqua calda.

La prima sarà collocata in prossimità del pozzo geotermico, a quota 338 m s.l.m. per non avere problemi per il pompaggio del ritorno condense. La seconda sarà collocata, in accordo con l'Amministrazione Comunale, presso il centro abitato di Canneto.

Come si evince dall'allegato planimetrico in cui è indicato il percorso della rete principale, il tracciato delle tubazioni, prescelto mediante sopralluoghi e ricognizioni sul posto, è stato ottimizzato in termini di minimizzazione della lunghezza percorso totale. La corografia del posto genera l'andamento progressivo altimetrico del tracciato, e da questo si deduce come il posizionamento scelto per la centrale di scambio sia necessario per ridurre le pressioni totali agenti sulle tubazioni poste a quota inferiore, mediante l'interposizione degli scambiatori acqua surriscaldata/acqua calda; infatti il dislivello totale della rete, pari a 10 m comporterebbe pressioni eccessive e conseguenti costi per il tratto di rete a quota più bassa.

La scelta di utilizzare acqua surriscaldata nel primo tratto del circuito secondario permette, oltre ad avere portate inferiori e conseguentemente tubazioni di diametro ridotto, anche la possibilità di effettuare lo scambio intermedio come sopra descritto, grazie ai salti di temperatura realizzabili.

Dato il dislivello tra lo scambiatore vapore/acqua surriscaldata a quota 338 m s.l.m. e la centrale di scambio a quota 290 m s.l.m. per il mantenimento del circuito acqua surriscaldata ad una pressione superiore a 2 bar è sufficiente pressurizzare il circuito alla quota centrale di scambio, ove saranno installati anche i rispettivi vasi di espansione.

L'eventuale contemporanea realizzazione dell'analogo impianto destinato al centro abitato di Monteverdi Marittimo renderebbe percorribile la possibilità di costruire un'unica Centrale Termica Primaria, dimensionata rispetto ai fabbisogni di entrambi i centri abitati.

Questa scelta tecnico-economica risulterebbe oltremodo obbligata in virtù del fatto che così facendo si garantirebbero economie di scala sia nella realizzazione che nella gestione di tale impianto.

Diversamente, per quanto riguarda le Centrali Termiche Secondarie queste sono separate ed in numero di 1 per ogni centro abitato.

4.5 Rete di Distribuzione

4.5.1 Descrizione

La scelta adottata per la realizzazione della rete di distribuzione è stata quella di utilizzare tubi pre-isolati in stabilimento e semplicemente interrati lungo il percorso scelto, sia per le condotte di distribuzione, sia per le condotte di allacciamento all'utenza.

La rete di distribuzione ha uno sviluppo complessivo di 2.130×2 m, escluse le tubazioni per l'allacciamento delle utenze, derivate dalla rete principale interrata e segue un percorso sia in terreno su sede stradale comunale, sia in terreno di campagna. La tubazione che la compone è, ovviamente, caratterizzata da diametri diversi.

I tubi pre-isolati in stabilimento con schiuma poliuretanicca sono protetti esternamente da una guaina in polietilene A.D. con densità 0.96 g/cm^3 ed allungamento a rottura 350%. Tale guaina svolge contemporaneamente le funzioni di protezione meccanica e di barriera idrorepellente per consentire l'interramento diretto delle condotte. Queste vengono posate in funzione del diametro alle seguenti profondità:

diámetro [inch]	profondità [m]
$\Phi \ 2'' \div 2 \frac{1}{2}''$	1,15
$\Phi \ 3'' \div 4''$	1,20
$\Phi \ 5'' \div 6''$	1,25
$\Phi \ 8'' \div 10''$	1,40

Questa profondità dal suolo è stata scelta per contenere le dispersioni termiche e le possibilità di manomissione. Le tubazioni vengono posate su un letto e circondate di sabbia fine per uno spessore di almeno 10 cm. In corrispondenza delle giunzioni, la continuità della coibentazione e della guaina protettiva delle condotte viene adeguatamente ripristinata con le modalità indicate dal costruttore.

I punti fissi e le camerette di ispezione per valvole, compensatori angolari, ecc., vengono realizzati in opera secondo i disegni allegati e dimensioni in modo da sopportare gli sforzi trasmessi dalla dilatazione dei tubi. I tubi sono ancorati ai punti fissi per mezzo di flangie saldate a profili metallici annegati nel getto di calcestruzzo.

Le valvole di intercettazione sono parte del tipo di ghisa a flusso libero ad asse inclinato disposto sul piano orizzontale, parte del tipo in acciaio a farfalla con sede sferica cromata a spessore. Questa seconda soluzione è stata adottata in particolare là dove era opportuno limitare l'ingombro delle camerette di ispezione.

4.5.2 Tubazioni Impiegate

Le tubazioni pre-isolate impiegate nella rete sono realizzate tramite un tubo di acciaio nero saldato a norma UNI EN 10217 – 1 : 2002 o equivalente, isolato esternamente con schiuma poliuretanicca rigida, materiale che presenta elevatissimi valori di isolamento. L'isolamento poliuretanicco è protetto esternamente da un robusto tubo in polietilene resistente agli urti.

Giunti dielettrici adatti alle temperature di esercizio, posti in uscita dalla centrale termica ed in ingresso alle sottocentrali, isolano elettricamente la rete dalle apparecchiature fuori terra. Inoltre le tubazioni precoibentate da impiegare nel terreno vengono fornite con due fili di rame annegati nella schiuma isolante, per l'impiego di un sistema di controllo elettronico che combina la segnalazione dell'eventuale avaria con la localizzazione della stessa varia.

La rete di distribuzione è soggetta ad una dilatazione termica rettilinea descritta dalla relazione:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$$

dove: α è il coefficiente di dilatazione lineare del materiale;
 ΔL è la variazione fra la lunghezza a riposo ed in esercizio della tubazione;
 ΔT è il salto termico fra la condizione di riposo e di esercizio.

Per quanto è stato possibile, si sono utilizzati i cambiamenti di direzione del tracciato per consentire alla tubazione di dilatarsi liberamente senza ingenerare tensioni. Nei tratti rettilinei dove l'auto-compensazione non era possibile o non sufficiente, si sono impiegati dilatatori a U realizzati con curve preformate, saldate alle condotte e, come queste ultime, coibentate. I dilatatori ad U saranno ubicati al centro di tratti rettilinei, delimitati da due punti fissi contigui per rendere simmetrica la deformazione degli stessi dilatatori.

Il calcolo delle auto-compensazioni ammissibili ed il dimensionamento dei dilatatori necessari è stato condotto assumendo la temperatura massima di esercizio ed ammettendo per il materiale una tensione indotta da sollecitazioni termiche non superiori a $650 \div 750 \text{ kg/cm}^2$. I cambiamenti di direzione ed i dilatatori ad U delle condotte pre-isolate, rivestiti e semplicemente interrati come la condotta stessa, sono protetti ad cuscinetti di materiale spugnoso deformabile che evitano il danneggiamento e la compressione del rivestimento.

4.5.3 Criteri di Dimensionamento

Il dimensionamento delle tubazioni della rete di distribuzione è stato effettuato nell'ipotesi di punta massima del carico termico e non introducendo coefficienti di contemporaneità, in modo da porsi nelle massime condizioni cautelative. Relativamente al fluido operatore, è stata assunta una velocità di progetto di 1.2 m/s. Per il calcolo diametro delle tubazioni è stata usata la formula:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}}$$

dove: d è il diametro in m;
 Q è la portata in m^3/s ;
 v è la velocità in m/s.

Nei casi in cui il diametro così calcolato si colloca in posizione intermedia tra i due diametri nominali, si è optato, sempre cautelativamente, per il maggiore dei due.

Per consentire alla rete una maggiore flessibilità di funzionamento, indipendentemente dalle portate effettivamente circolanti, è stato previsto un dimensionamento idoneo tale da consentirne futuri sviluppi.

Le perdite di carico sono state calcolate per ogni tronco, in modo da poter determinare la potenza richiesta per le pompe di circolazione.

4.5.4 Verifica della Rete per Diverse Condizioni di Carico

Al fine di accertare la rispondenza della rete di distribuzione alle diverse condizioni di esercizio, sono state eseguite due verifiche per condizioni di carico e scarico termico al 50% ed al 100% rispettivamente.

Nel primo caso il ΔT sfruttato dalle utenze è mediamente di 15°C (considerando sia gli impianti di termosifoni a circolazione naturale che quelli a circolazione forzata), nel secondo caso il ΔT di utenza si abbassa a 10°C .

4.6 Sottocentrali di Utenza

L'allacciamento delle singole utenze avviene tramite il circuito secondario dei moduli di utenza, alimentati dalla rete ad acqua calda.

Il modulo di utenza consiste principalmente in:

- a) 2 scambiatori di calore a superficie a piastre in AISI 316 completi di telaio, guarnizioni e tiranti, per il riscaldamento;
- b) 1 valvola a tre vie a globo PN16, corpo in bronzo, montata sulla mandata del circuito secondario di utenza, motorizzata con motore reversibile con microinterruttore tarabile;
- c) 1 sonda ad immersione, valvola porta-manometro, saracinesche di intercettazione;
- d) 1 entrata ed 1 uscita del circuito secondario di alimentazione, con valvole di intercettazione a flusso libero, valvola porta-manometro, pozzetto termometrico.

Le suddette apparecchiature sono alloggiare in appositi contenitori, installati a parete o incassabili ed ubicati nell'interno delle singole proprietà.

Lungo il percorso della rete di distribuzione saranno installati 159 moduli di utenza di potenzialità idonee in funzione dei fabbisogni termici.

4.7 Allacciamento delle Utenze e Criteri di Regolazione

Dalla rete acqua calda saranno derivate, per ciascuna utenza, le tubazioni di andata e ritorno, realizzate in tubo di polietilene reticolato, fino ad uno sportello di contenimento dei moduli di utenza.

L'interfaccia tra l'impianto di proprietà dell'Amministrazione Comunale e l'impianto privato dell'utente avverrà a valle dello scambiatore mediante allaccio con valvole d'intercettazione. Da queste valvole dovranno essere derivate, a carico dell'utente, le tubazioni di andata e ritorno fino al rispettivo impianto.

Si prevede innanzitutto che gli interventi da realizzare sugli impianti esistenti siano minimi, in quanto le temperature di progetto non dovrebbero differire sensibilmente da quelle attuali. Nel caso contrario di una forte variazione delle temperature in gioco rispetto a quelle del vecchio impianto, occorrerà una verifica sul dimensionamento dei radiatori, della pompa di circolazione e del vaso di espansione.

Per quanto riguarda la regolazione dell'afflusso dell'acqua calda dallo scambiatore di utenza fino all'utilizzazione negli impianti, essa è realizzata secondo il seguente schema di regolazione:

Regolazione della Temperatura dello Scambiatore

Consiste in un regolatore di temperatura a punto fisso regolabile con scala $20^{\circ}\text{C} \div 120^{\circ}\text{C}$, completo di trasformatore per servocomando e sonda termica ad immersione, che agisce sulla valvola a tre vie sul circuito primario.

In tali condizioni, una variazione di temperatura della sonda permette di variare le percentuali di miscelazione dell'acqua, per mantenere sempre la temperatura di progetto.

Le ragioni che hanno indotto ad effettuare un ricircolo dell'acqua di ritorno sono state spiegate al punto 4.2.

4.8 Criteri di Allacciabilità delle Utenze

Il presente studio di fattibilità si riferisce alla realizzazione di una rete di teleriscaldamento urbano, atta a soddisfare i fabbisogni di calore delle utenze site nell'abitato di Canneto nel Comune di Monteverdi Marittimo.

Tutti i fabbricati presenti nella zona interessata dal citato intervento sono risultati avere caratteristiche favorevoli per l'allacciamento ad una rete di teleriscaldamento tradizionale. Nonostante ciò, la fattibilità tecnica, ma soprattutto la convenienza economica ha comportato l'esclusione di quelle utenze che, pur presentando caratteristiche idonee, risultano particolarmente isolate e quindi lontane dall'area interessata dal progetto.

4.9 Modalità di Erogazione del Servizio

4.9.1 Valorizzazione a Forfait

L'analisi della tipologia ed il valore dell'impianto e la valutazione dei contenuti del servizio energetico da fornire all'utenza evidenzia che una delle scelte praticabili da parte dell'Amministrazione Comunale sia quella di definire un valore temporale a forfait.

Questa scelta permette di disporre di entrate certe che possono essere gestite in bilanci previsionali e quindi consentire la tranquillità del periodo di ritorno dell'investimento.

4.9.2 Contabilizzazione del Calore

L'ipotesi fatta per la contabilizzazione del calore erogato alle utenze è quella di prevedere l'installazione di un misuratore di calore per ogni impianto di utenza, se espressamente richiesto.

Il misuratore di calore è costituito da un contatore volumetrico per acqua calda, dotato di trasmettitore di impulsi installato sul circuito di ritorno. Detto contatore trasmette gli impulsi proporzionali al volume fluente ad un modulo elettronico digitale che totalizza in cifre l'energia elettrica sottratta. Tramite un sistema di misura della differenza di temperatura tra mandata e ritorno, vengono inviati una serie di impulsi ad un circuito di memoria, gestito tramite elaboratore elettronico, che misura così l'energia utilizzata.



Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento
a Servizio del Centro Abitato di Canneto
nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)
- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -

data
10 Maggio 2005

Allegato 1
Planimetria Generale della Rete



Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento
a Servizio del Centro Abitato di Canneto
nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)
- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -

data
10 Maggio 2005

Allegato 2
Configurazione delle Utenze – Dati dell'Amministrazione Comunale

 <p>inon Grosseto srl</p>	<p>Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento a Servizio del Centro Abitato di Canneto nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)</p> <p>- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -</p>	<p>data 10 Maggio 2005</p>
--	--	--------------------------------

Allegato 3
Schema di Massima dell'Impianto

 <p>inon Grosseto srl</p>	<p>Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento a Servizio del Centro Abitato di Canneto nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)</p> <p>- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -</p>	<p>data 10 Maggio 2005</p>
--	--	--------------------------------

Allegato 4
Quadro Economico dell'Impianto



Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento
a Servizio del Centro Abitato di Canneto
nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)
- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -

data
10 Maggio 2005

Allegato 5
Calcolo delle Dispersioni Termiche (Lg. 10/91)



Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento
a Servizio del Centro Abitato di Canneto
nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)
- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -

data
10 Maggio 2005

Allegato 6
Analisi Energetica



Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento
a Servizio del Centro Abitato di Canneto
nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)
- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -

data
10 Maggio 2005

Allegato 7
Analisi Economico-Finanziaria



Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento
a Servizio del Centro Abitato di Canneto
nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)
- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -

data
10 Maggio 2005

Allegato 8
Dati Forniti dal Gestore della Risorsa Geotermica

 <p>inon Grosseto srl</p>	<p>Realizzazione di una Rete di Teleriscaldamento a Servizio del Centro Abitato di Canneto nel Comune di Monteverdi Marittimo (PI)</p> <p>- Studio di Fattibilità Tecnica ed Analisi Economica -</p>	<p>data 10 Maggio 2005</p>
--	--	--------------------------------

