



**PROVINCIA DI  
ALESSANDRIA**



**COMUNE DI  
ALESSANDRIA**

**IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO  
A SERVIZIO DELLA CITTA' DI ALESSANDRIA**

**PROGETTO PRELIMINARE**

COMMITTENTE

OGGETTO

**RELAZIONE TECNICA**



**EGEA – Produzioni e Teleriscaldamento S.r.l.**

C.so Nino Bixio, 8 – 12051 ALBA (CN)


tel. + 39 0173.441155

fax + 39 0173.441104

http: [www.egea.it](http://www.egea.it) – mail: [egea@egea.it](mailto:egea@egea.it)


a	08/05/2014	Emissione	Mollo	Carotta
rev	data	descrizione	preparato	verificato
tavola	TLR P08 14 P0000			revisione
RT			A	

LE INFORMAZIONI CONTENUTE NEL PRESENTE DOCUMENTO SONO DI NATURA RISERVATA E DI ESCLUSIVA PROPRIETA' DI EGEA - PRODUZIONI E TELERISCALDAMENTO S.R.L. E' FATTO ESPRESSO DIVIETO AL DESTINATARIO DEL PRESENTE DOCUMENTO; DI COPIARE, RISTAMPARE O RIPRODURRE IN ALTRO MODO LE INFORMAZIONI O ANCHE SOLO UNA PARTE DELLE STESSSE; DI FORNIRE, RIVELARE, DIVULGARE, ASSEGNARE O METTERE IN QUALSIASI ALTRO MODO A DISPOSIZIONE LE INFORMAZIONI O PARTE DELLE STESSSE, AI SUOI DIPENDENT, FATTA ECCEZIONE PER QUELLI CHE RISULTANO PREPOSTI ALLA GESTIONE DEL DOCUMENTO, O A TERZI IL DESTINATARIO DEL PRESENTE DOCUMENTO DOVRA' ALTRESI' PRENDERE TUTTE LE RAGIONEVOLI PRECAUZIONI QUALSIASI RIPRODUZIONE, DIVULGAZIONE OD UTILIZZO DELLE INFORMAZIONI PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI PREVISTI IN RELAZIONE ALLA NATURA E ALLA FINALITA' DEL DOCUMENTO. NONCHE' QUALSIASI ACQUISIZIONE DA PARTE DI PERSONE NON AUTORIZZATE.


	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 2 di 41	

## **INDICE**

<b><u>1</u></b>	<b><u>PREMESSA</u></b>	<b><u>4</u></b>
1.1	IL PROPONENTE: EGEA PRODUZIONI E TELERISCALDAMENTO S.R.L.	5
<b><u>2</u></b>	<b><u>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</u></b>	<b><u>7</u></b>
2.1	QUADRO NORMATIVO	7
	NORMATIVE NAZIONALI	7
	NORMATIVE REGIONALI	8
	ALTRE NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
2.2	ALTRI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	10
2.3	ALLEGATI	10
<b><u>3</u></b>	<b><u>DEFINIZIONE DEI FABBISOGNI</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b><u>4</u></b>	<b><u>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>5</u></b>	<b><u>PROPOSTA DI INTERVENTO</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>6</u></b>	<b><u>DESCRIZIONE DELLA CENTRALE DI PRODUZIONE</u></b>	<b><u>14</u></b>
6.1	CARATTERISTICHE DEL SITO	14
6.2	DESCRIZIONE DEGLI EDIFICI	15
6.3	PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE IMPIEGATE	18
	GRUPPI COGENERAZIONE	20
	IMPIANTO TURBOGAS A METANO	24
	CALDAIE A FIAMMA	24
	SISTEMA DI ANALISI DEI FUMI DI COMBUSTIONE (SME)	26
	STAZIONE DI POMPAGGIO	27
<b><u>7</u></b>	<b><u>DESCRIZIONE DELLA RETE DEL TELERISCALDAMENTO</u></b>	<b><u>28</u></b>
7.1	SCELTA DEL PERCORSO OTTIMALE	28
7.2	CARATTERISTICHE DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO	28
7.3	DESCRIZIONE TECNOLOGICA DELLA RETE	29
	TUBO DI SERVIZIO	29
	SISTEMA DI PROTEZIONE PASSIVA	31
	SISTEMA DI ALLARME	31
7.4	METODO DI POSA DELLA RETE	32
	DERIVAZIONI DI LINEA	32
7.5	DIMENSIONAMENTO MECCANICO	34
7.6	DIMENSIONAMENTO FLUIDO-TERMOIDRAULICO	34

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 3 di 41	

	PERDITE DI CALORE	36
	PREVALENZA DEL GRUPPO DI POMPAGGIO	37
<b>8</b>	<b>DESCRIZIONE SOTTOCENTRALI DI SCAMBIO TERMICO</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>STIMA DEI COSTI</b>	<b>40</b>
<b>10</b>	<b>CRONOPROGRAMMA</b>	<b>41</b>

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 4 di 41	

## **1 Premessa**


Il presente documento descrive la realizzazione dell'impianto di teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria. Analizzata la situazione delle potenziali utenze, sia in quanto ad attuale tipologia di riscaldamento, sia in funzione della collocazione territoriale, si prevede la realizzazione di una centrale di cogenerazione a sud della Città. La rete di trasporto del calore sarà costituita da due linee principali in uscita dalla centrale di produzione, l'una verso nord-est e l'altra verso nord-ovest, che, dopo aver contornato la Città, si ricollegheranno a nord della stessa formando un anello dal quale si staccheranno i vari rami di distribuzione, in alcuni casi costituenti reti magliate per maggior garanzia di continuità del servizio.

Il progetto illustrerà, quindi, le caratteristiche della centrale di produzione di energia termica ed elettrica, della rete di trasporto e distribuzione del calore in Città e delle sottocentrali di scambio termico che verranno realizzate contestualmente allo sviluppo della rete e man mano che i diversi edifici aderiranno al servizio.

La Proposta viene presentata da EGEA Produzioni e Teleriscaldamento S.r.l.. Grazie alla specifica esperienza di EGEA nella realizzazione e gestione di impianti di teleriscaldamento e, più in generale, alla decennale esperienza nell'erogazione di servizi pubblici a rete, si ritiene di poter elaborare una buona soluzione che consenta di ottimizzare il servizio reso al singolo Cliente finale attraverso la realizzazione di un impianto tecnologicamente all'avanguardia e tagliato esattamente sulla realtà alessandrina.

La scelta è ricaduta sulla procedura del *Project Financing* ai sensi del D. Lgs 163/2006 e s.m.i., che consente da un lato di dotare la Città di Alessandria di una importante infrastruttura quale è l'impianto di teleriscaldamento, grazie all'apporto di risorse private, dall'altro di adottare procedure di gara trasparenti che si riflettono sia nella migliore scelta del partner privato, sia nell'ottimizzazione dei costi di gestione. In tal modo l'Amministrazione Pubblica potrà svolgere la propria funzione di controllo sull'efficienza, l'efficacia e l'economicità del servizio, i privati potranno remunerare correttamente il proprio capitale investito e l'utente finale potrà ottenere un servizio più efficiente a costi convenienti.

Quanto prospettato nel seguito deve necessariamente essere considerato come derivante da valutazioni preliminari atte a definire le caratteristiche principali dell'impianto che si intende realizzare; vengono, pertanto, demandati ai successivi livelli di progettazione i dettagli, che necessariamente dovranno maggiormente tenere in considerazione le esigenze di tutti i soggetti coinvolti, *in primis* l'Amministrazione Comunale di Alessandria.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 5 di 41	

## 1.1 **Il proponente: EGEA Produzioni e Teleriscaldamento S.r.l.**

EGEA Produzioni e Teleriscaldamento “nasce” a seguito del conferimento, da parte della Capogruppo EGEA Ente Gestione Energia e Ambiente S.p.A., del ramo d’azienda teleriscaldamento, cogenerazione e gestione calore, comprendente:

- le reti, gli allacciamenti e gli impianti strumentali a tali attività;
- il personale alle stesse dedicato;
- i rapporti contrattuali relativi ai predetti servizi.

Il suddetto conferimento di ramo d’azienda è stato effettuato in applicazione alle norme in materia di tutela della concorrenza e del mercato, di cui alla Legge 10 ottobre 1990, n. 287.


Gli effetti giuridici del conferimento si sono prodotti dalla data di deposito dell’atto di conferimento presso il Registro Imprese, avvenuta il 6 agosto 2009.

### **ATTIVITÀ**

EGEA Produzioni e Teleriscaldamento (di seguito “EGEA”) ha assunto un ruolo di leadership nella realizzazione e gestione di impianti di teleriscaldamento a servizio di realtà cittadine inferiori a 100.000 abitanti.

EGEA inizia ad occuparsi di teleriscaldamento nel lontano 1986, dando avvio all’iniziativa che avrebbe portato la Città di Alba ad essere la città più “teleriscaldata” d’Italia tra quelle di analoghe dimensioni urbane. La favorevole predisposizione del tessuto urbano e la notevole concentrazione di edifici a riscaldamento centralizzato hanno dato impulso allo sviluppo del servizio che, in pochi anni, ha incontrato il favore di tutte le tipologie di utenza per la sicurezza degli impianti e i risparmi economici offerti. Dall’inizio degli anni novanta il teleriscaldamento è stato sempre più utilizzato per riscaldare le abitazioni del centro storico, contribuendo a ridurre in modo significativo la concentrazione di agenti inquinanti nell’aria cittadina. Parallelamente EGEA inizia ad autoprodurre energia elettrica tramite motori di cogenerazione.

Contemporaneamente allo sviluppo albese la Società avvia e realizza importanti iniziative in altri centri: Fossano, Acqui Terme, Canale, Piobesi, Cortemilia, Carmagnola sono alcuni esempi; impianti realizzati in altre città sono gestiti da società di scopo, in alcuni casi partecipate anche da terzi con quote minoritarie.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 6 di 41	


### CERTIFICAZIONE DELLA QUALITÀ

EGEA è in possesso della Certificazione del Sistema Qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9001 per il seguente campo applicativo: "Progettazione, installazione manutenzione, conduzione ed assistenza di: impianti termici e di teleriscaldamento per edifici. Erogazione di servizi per: teleriscaldamento, energia".

La procedura di acquisizione della Certificazione di qualità è stata fortemente voluta dalle Società del Gruppo, che hanno iniziato, così, un percorso di analisi interna e di verifiche dei propri processi, delle proprie procedure e del proprio modus operandi.

È stato, quindi, possibile identificare le procedure per l'ottenimento di performance aziendali migliori, ottimizzando i processi interni e le interazioni con l'esterno che caratterizzano le attività.

Il mantenimento della certificazione avviene attraverso periodiche verifiche di un Ente esterno di Certificazione, ed è assicurato dal rispetto di un completo ed articolato quadro procedurale aziendale che traduce gli obblighi di legge e gli obiettivi aziendali nel campo della sicurezza e qualità del servizio, della sicurezza e salute dei lavoratori nonché della tutela e del rispetto dell'ambiente, in procedure aziendali che sono eseguite, registrate, controllate e soggette ad iniziative di miglioramento degli standard raggiunti.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 7 di 41	


## **2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

### **2.1 Quadro Normativo**

Si riassumono di seguito le principali normative di riferimento per la procedura in oggetto:

#### Normative nazionali

- D.M. 31/01/2005 – “Emanazione di linee guida per l’individuazione e l’utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, per le attività elencate nell’allegato I del D.Lgs. 04/08/1999, n. 372”
- D.Lgs. 18/02/2005, n. 59 – “Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell’inquinamento”
- D.Lgs. 03/04/2006, n. 152 e s.m.i. – “Norme in materia ambientale”
- D.Lgs. 09/04/2008, n. 81 e s.m.i. – “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- D.M. 24/04/2008 – “Modalità, anche contabili, e tariffe da applicare in relazione alle istruttorie e ai controlli previsti dal D.Lgs. 18/02/2005, n. 59”
- D.L. 30/05/2008, n. 115 – “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE”
- Legge 23/07/2009, n. 99 – “Disposizioni per lo sviluppo e l’internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia”
- D.P.R. 13/03/2013, n. 59 – “Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale”
- DM 22 Gennaio 2008 n. 37 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- Legge 5 Marzo 1990, n. 46 e s.m.i., norme per la sicurezza degli impianti

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 8 di 41	


### Normative regionali

- Circolare del presidente della Giunta Regionale 4 ottobre 1988, n. 16 ECO del 4 ottobre 1988
- L.R. 07/04/2000, n. 43 e s.m.i. – “Disposizioni per la tutela dell’ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria”
- L.R. Piemonte 14/12/1998, n. 40 e s.m.i. – “Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione”
- D.D. 29/11/2001, n. 624 D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203, artt. 6, 15, 7 e 8; D.P.R. 25 luglio 1991 e D.C.R. n. 94617595 del 13 dicembre 1994 “Autorizzazioni di carattere generale per le emissioni in atmosfera provenienti da impianti per attività di servizio nuovi, da modificare o da trasferire”
- D.G.R. 22/12/2008, n. 8510404 Decreto Ministeriale 24 aprile 2008 “Modalità, anche contabili, e tariffe da applicare in relazione alle istruttorie e ai controlli previsti dal D.Lgs. 18/02/2005, n. 59. Adeguamento delle tariffe da applicare per la conduzione delle istruttorie di competenza delle Province e dei relativi controlli di cui all'articolo 7 comma 6 del D.lgs. 59/2005”
- D.G.R. 4/8/2009, n. 4611968 (e D.G.R. 22/03/2010, n. 3213618) – “Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria. Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative della L.R. 28/05/2007, n. 13 (Disposizioni in materia di rendimento energetico nell’edilizia) Articolo 21, lettere a), b) e q)”

### Altre normative di riferimento


- CEI 016 – “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle reti distributrici di energia elettrica”
- CEI 111 – “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”
- CEI 648 – “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- CEI EN 501101 – “Esercizio degli impianti elettrici”
- CEI EN 6007910 (3130) – “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza



	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 9 di 41	

di gas – Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi”

- Guida CEI 3135 e 3135;V1 – “Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas – Guida all’applicazione della norma CEI EN 6007910 (CEI 3130) – Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili”
- CEI 8110;V1 parti 1, 2 e 3 – “Protezione contro i fulmini”
- Manuale Unichim n. 158/1988 – “Misure alle emissioni – Strategie di campionamento e criteri di valutazione”
- Manuale Unichim n. 494/1979 – “Flussi gassosi convogliati – Determinazione del materiale particellare”
- Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas – Delibera n. 42/02 e s.m.i. – “Condizioni per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79”
- Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas – Delibera n. 296/05 e s.m.i. – “Aggiornamento dei parametri di riferimento per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione dell’autorità per l’energia elettrica e il gas n.42/02”
- Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas – Delibera n. 307/07 e s.m.i. – “Aggiornamento, a decorrere dal 1° gennaio 2008, dei parametri di riferimento per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione dell’autorità per l’energia elettrica e il gas n.42/02”
- Direttiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo relativa alla definizione della cogenerazione ad alto rendimento
- Prescrizioni ENEL “Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL Distribuzione” – Dicembre 2009 Ed. 1.1
- I.S.P.E.S.L. Raccolta R edizione 2009 – “Specificazione tecniche applicative del Titolo II del D.M. 01/12/1975”
- IPPC – “Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants” – July 2006

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 10 di 41	


- Prevenzione e riduzioni integrate dell'inquinamento (IPPC) – Documento di riferimento per i principi di monitoraggio. (APAT Rapporto 43/2004)

## 2.2 **Altri documenti di riferimento**

- Piano Regolatore Generale Comunale 1990 approvato con modifiche "ex ufficio" con D.G.R. n. 36-29308 del 07/02/2000 e successiva rettifica con D.G.R. n. 13-29915, aggiornato alla variante parziale del febbraio 2012 (approvata a luglio 2012)

## 2.3 **Allegati**

- Allegato 1: **Inquadramento Storico Archeologico**
- Allegato 2: **Estratto Norme Tecniche di Attuazione**

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 11 di 41	

### 3 Definizione dei fabbisogni

La valutazione del teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria è partita necessariamente con la stima della potenziale utenza, sia in termini di fabbisogni di energia, sia di dislocazione degli edifici lungo le strade cittadine.


A tal riguardo è stato condotto un rilievo puntuale; basandosi sulla Carta Tecnica Regionale è stata calcolata la superficie degli edifici potenzialmente di interesse, mentre sul campo ne è stata determinata l'altezza e la tipologia di riscaldamento (metano o gasolio/olio, centralizzato o autonomo) e di utilizzo (civile, per servizi, commerciale...).

A livello preliminare gli oltre 1.000 edifici censiti (di dimensioni minime 6 alloggi) hanno dato una volumetria complessiva pari a circa 9.500.000 m<sup>3</sup>. Ipotizzando i seguenti tassi di penetrazione

Tipologia di riscaldamento	Tasso di penetrazione
gasolio	100 %
centralizzato a metano	80 %
autonomo	0%

si ottiene una volumetria teleriscaldata a regime pari a circa 6.500.000 m<sup>3</sup>.

Il fabbisogno termico all'utenza viene determinato in base a profili termici specifici per ogni tipologia di utenza; mediamente risulta un fabbisogno specifico pari a 32 kWh/m<sup>3</sup>; anche questo dato potrà essere validato quando disponibili gli attuali consumi di gas. Cumulativamente si prevede, quindi, un fabbisogno all'utenza di circa 200 GWh/anno, ai quali aggiungere le dispersioni termiche della rete di distribuzione; questo si traduce, tenendo conto del fattore di contemporaneità, con una potenza termica a bocca di centrale nelle condizioni di massimo consumo pari a circa 140 MW.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 12 di 41	

## **4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**


L'area interessata dall'intervento in progetto di fatto coincide con tutta la Città di Alessandria a est della linea ferroviaria; la restante parte della Città, coincidente con il Quartiere Cristo, è infatti interessata da altro progetto di teleriscaldamento. Oltre alle aree dove si è ipotizzata la realizzazione della centrale di produzione del calore, infatti, la posa delle tubazioni riguarderà la rete viabile cittadina; a tal riguardo si precisa che già in questa fase i tracciati delle reti di trasporto e distribuzione del calore sono stati pensati per minimizzare gli impatti delle attività di cantiere con il traffico.

Il DPR 412/93 classifica il Comune di Alessandria nella zona climatica E, con 2.559 Gradi Giorno e temperatura di progetto pari a -10 °C. Il territorio comunale di Alessandria è situato sulla sponda destra del fiume Tanaro, ad un'altitudine 95 m s.l.m. e ha un'estensione di circa 204 km<sup>2</sup>. Il Comune di Alessandria conta circa 92.000 abitanti.

La classificazione sismica del 2012 pone Alessandria in zona 3.

Per quanto riguarda il centro cittadino, le quote altimetriche non presentano variazioni significative, passando dai 100 m s.l.m. di Piazza della Libertà, ai 90 m s.l.m. delle aree periferiche. Questo fatto consente una semplificazione nello sviluppo del progetto, non comportando differenze di pressione della rete di distribuzione del calore dovuto al termine geodetico.

Per la realizzazione di un impianto con la complessità di un teleriscaldamento, si rende necessario procedere con valutazioni anche in merito alla situazione archeologica dei siti interessati; l'allegato ne riporta una sintesi, evidenziando alcuni elementi di attenzione, ma nessuna particolare criticità.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 13 di 41	


## 5 **PROPOSTA DI INTERVENTO**

L'impianto di teleriscaldamento previsto per la Città di Alessandria si compone delle seguenti sezioni:

- rete di trasporto dell'acqua calda dalla centrale di produzione alla Città. La rete è formata da due tubazioni in acciaio, preisolate, interrate prevalentemente su suolo stradale o comunque pubblico, che costituiscono un circuito chiuso (tubazione di mandata e tubazione di ritorno);
- reti di distribuzione del calore che, staccandosi dalla rete di trasporto, adducono l'acqua calda in prossimità degli edifici da servire. Sono ovviamente sempre costituite da due tubazioni in acciaio, preisolate con le stesse caratteristiche della rete di trasporto;
- allacciamenti alle utenze e relative sottocentrali di scambio termico fra la rete e il circuito di riscaldamento interno all'edificio;
- una centrale di cogenerazione per la produzione combinata di calore ed energia elettrica, con l'utilizzo di impianti di cogenerazione e caldaie a gas di integrazione e riserva.

Dopo un'attenta analisi della potenziale utenza, come meglio descritto ai capitoli successivi, si sono valutati i tracciati delle reti di trasporto e distribuzione del calore all'interno della Città in modo da erogare il servizio in tutte le aree con sufficiente densità abitativa.

Si è scelta la soluzione classica di realizzare un'unica centrale di produzione di energia elettrica e termica, dalla quale partono due coppie di tubazioni per il trasporto del calore verso nord, che formano una circonferenza ricongiungendosi a nord della Città. In questo modo si ha la possibilità di ottimizzare la conformazione della rete di trasporto del calore e contemporaneamente di avere una maggiore sicurezza di esercizio. La posizione della centrale è stata determinata in modo tale da evitare che le emissioni, pur limitate e controllate, non interessino la Città. D'altra parte la riduzione delle emissioni dovuta alla sostituzione degli impianti preesistenti consente un significativo miglioramento delle condizioni su tutta l'area cittadina.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 14 di 41	

## 6 Descrizione della centrale di produzione

Come già accennato in precedenza, l'impianto di teleriscaldamento sarà costituito da una centrale di produzione di energia termica ed elettrica, costituita da macchine di cogenerazione di ultima generazione con caratteristiche energetiche e ambientali conformi alle prescrizioni più restrittive. Sarà completata con caldaie semplici di integrazione e riserva ad alto rendimento. Sarà particolarmente curato anche l'inserimento architettonico, per ottenere una percezione positiva da tutti i punti di vista da parte della collettività.

La centrale verrà realizzata in una nuova struttura fuori terra tenendo conto di un corretto inserimento urbanistico in un'area dedicata a servizi. L'edificio avrà una superficie coperta pari a circa 2.600 m<sup>2</sup> e altezza massima pari a circa 9 m. Attorno all'edificio verrà realizzata un'area carrabile tale da permettere l'accesso e la manovra di mezzi pesanti. Il perimetro dell'area verso via San Giovanni Bosco verrà piantumato con alberi ad alto fusto in modo da migliorare l'aspetto estetico della struttura.


Ai paragrafi che seguono se ne descrivono pertanto le sezioni principali.

### 6.1 Caratteristiche del sito

La Centrale è prevista nell'area compresa tra via San Giovanni Bosco e la Tengenziale, in un terreno che in base al PRGC vigente è codificata come "F" e si configura come "Aree per impianti e servizi di carattere comprensoriale ed urbano" (N.d.A. art. 32 septies). L'allegato 2 alla presente relazione riporta un estratto delle Norme Tecniche di Attuazione (testo coordinato adeguato ai contenuti della III Variante Strutturale); sintetizzando i principali vincoli sono riassunti nella tabella che segue:

<b><i>Norme Tecniche di Attuazione (estratto Art. 32)</i></b>	
Destinazioni d'uso ammesse	impianti e servizi di carattere comprensoriale
Modalità attuativa	Strumento Urbanistico Esecutivo
Rapporto di copertura	50 %
Utilizzazione fondiaria	1 mq/mq

L'appezzamento ad oggi individuato ha un'estensione di 20.000 m<sup>2</sup>.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 15 di 41	

## 6.2 Descrizione degli edifici

Gli edifici della centrale di produzione verranno realizzati nelle aree descritte al paragrafo precedente.

Avranno caratteristiche industriali e saranno realizzati con struttura prefabbricata in c.l.s. con tetto piano; l'altezza fuori terra sarà di circa 8-9 metri. A livello indicativo si stima che i fabbricati avranno indicativamente superficie coperta di circa 2.600 m<sup>2</sup>. Nella parte posteriore alcuni impianti, che necessariamente devono essere collocati all'esterno, saranno schermati da una struttura avente funzioni estetiche e fonoassorbenti.

Il layout della centrale, visibile negli elaborati grafici allegati, rispecchia la modularità degli impianti, costituiti infatti da componenti simili, nel numero necessario per garantire il servizio di riscaldamento alla cittadinanza.


La centrale sarà suddivisa in diverse zone:

- Locali cogeneratore (3);
- Locale ausiliari di cogenerazione;
- Locale caldaie;
- Locale pompaggio;
- Locale quadri elettrici.

All'esterno della centrale sono previsti quattro serbatoi in acciaio da 2.000 m<sup>3</sup> ognuno per l'accumulo di acqua calda, in modo da ottimizzare l'impianto secondo la tecnica del peak shaving, e parte degli impianti di cogenerazione (turbogas).

Sono previsti idonei spazi e aperture per lo scarico e posizionamento dei generatori di calore e dei cogeneratori, nonché di tutti i componenti a corredo e completamento delle centrali (sistema di contenimento modulo, silenziatori, camini, tubazioni fumi, cassoni di ventilazione, scambiatori di calore, elettroradiatori, quadri, ecc.) inclusi nel progetto.

All'esterno dell'edificio il livello di rilascio di rumorosità residua sarà in accordo alla normativa vigente.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 16 di 41	

Architettonicamente verrà curato l'inserimento paesaggistico, mitigando le caratteristiche impiantistiche in favore di una maggiore omogeneità con gli insediamenti adiacenti. Le aree esterne verranno sistemate anche con piantumazione di essenze vegetali autoctone di alto fusto e con una siepe sul perimetro.

Si riporta di seguito le prima ipotesi di ricostruzione tridimensionale della centrale di cogenerazione, ovviamente indicativa e correlata ad un livello di progettazione di tipo preliminare.




**Ricostruzione tridimensionale della centrale.**

Gli edifici dovranno avere le caratteristiche richieste dalla normativa di prevenzione incendi; in particolare dovranno essere compartimentate con murature REI 120 e rese non direttamente comunicanti le seguenti attività:

- Attività 74.3.C: Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 700 kW




	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 17 di 41	

- Attività 49.3.C: Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva > 700 kW
- Attività 12.1.A: Depositi e/o rivendite di liquidi con punto di infiammabilità sopra i 65 °C, con capacità da 1 a 9 mc (esclusi liquidi infiammabili).

Per la connessione con la Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. presumibilmente si renderà necessaria la realizzazione di una sottostazione elettrica in Alta Tensione che sorgerà in un'area posta tra l'impianto e la strada tangenziale. Risultano ancora da valutare le modalità realizzative dell'elettrodotto di collegamento con le infrastrutture esistenti. Vista l'ipotizzata localizzazione della centrale del teleriscaldamento, si devono tenere in considerazione le due cabine primarie a 132 kV più vicine, ovvero "Alessandria Sud" sita tra via San Giovanni Bosco e via don Orione e "Aulla" posta nei pressi dello svincolo della tangenziale (S.S. 30) di via Casalcermelli.



In ogni caso la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) attuabile si avrà solo dopo aver presentato a Terna la domanda di connessione alla rete ed ottenuto quindi il preventivo di connessione (TICA).

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 18 di 41	

Si presentano in allegato alcune tavole di possibili soluzioni architettoniche con relativa ricostruzione tridimensionale; la progettazione definitiva sarà eseguita tenendo conto delle indicazioni fornite, anche e in particolare, dall'Ente Concedente.

### **6.3 Principali caratteristiche delle apparecchiature impiegate**

All'interno della centrale è prevista l'installazione dei seguenti macchinari:


- 3 cogeneratori costituiti da un motore endotermico alimentato a gas metano abbinato ad un alternatore trifase sincrono;
- 2 cogeneratori costituiti da una turbina a gas alimentata a gas metano abbinata ad un alternatore trifase sincrono;
- 6 generatori di calore alimentati a gas naturale.

Per i macchinari sopra elencati, come già accennato il fabbricato sarà suddiviso nei seguenti locali:

- locale generatori di calore;
- locale cogeneratori e recupero termico;
- locali di servizio dei cogeneratori (locale quadri MT e locale olio/urea);
- area turbine a gas e recupero termico;
- locali di servizio dei turbogas;
- locale di distribuzione idraulica, destinato ad ospitare la circuiteria idraulica e le apparecchiature necessarie al funzionamento della rete di teleriscaldamento (collettori, pompe, impianto di trattamento dell'acqua, vasi di espansione...);
- locale power center, per alloggiare quadri elettrici MT e BT e trasformatori;
- locali di servizio (magazzino, ufficio e servizi igienici).

All'interno dei locali di cui sopra verranno altresì installati tutti gli impianti accessori necessari al funzionamento delle apparecchiature citate:

- condotte di aspirazione ed espulsione aria per il locale cogeneratori, comprendenti i

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 19 di 41	

necessari ventilatori e i setti insonorizzanti;


- sistema catalitico SCR per l'abbattimento delle emissioni in atmosfera del cogeneratore;
- sistemi di ventilazione forzata per i locali trasformatore;
- canali da fumo atti a collegare i vari generatori ai rispettivi camini;
- impianto luce (ordinario e d'emergenza) e forza motrice;
- impianto di rivelazione gas ed incendio;
- impianto telefonico e di telecomunicazione;
- impianto di controllo accessi.

Oltre a quanto già descritto, per il corretto funzionamento della centrale risulteranno necessari i seguenti interventi:

- installazione dei gruppi di riduzione e misura del gas per l'alimentazione della centrale da parte della rete nazionale;
- realizzazione delle interconnessioni con la rete elettrica gestita da Terna/ Enel Distribuzione;
- realizzazione degli allacciamenti alla rete idrica per l'alimentazione della centrale e della rete di teleriscaldamento, nonché alle reti fognarie.

A livello preliminare si ipotizza che la centrale abbia la seguente configurazione:

<b><i>CENTRALE</i></b>	
Cogeneratori	4,4 MW <sub>e</sub> ( $\eta_e=46\%$ )
	4,2 MW <sub>t</sub> ( $\eta_t=44\%$ )
Turbogas	6,5 MW <sub>e</sub> ( $\eta_e=32\%$ )
	10,4 MW <sub>t</sub> ( $\eta_t=53\%$ )
Caldaia	5 MW ( $\eta_t=95\%$ )
Caldaie	15 MW ( $\eta_t=96\%$ )
Caldaie	20 MW ( $\eta_t=96\%$ )
Stoccaggio termico	4 x 2.000 m <sup>3</sup>

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 20 di 41	

Di seguito si descrivono brevemente i principali componenti e le modalità di realizzazione delle opere.

## GRUPPI COGENERAZIONE

I gruppi di cogenerazione verranno allestiti completi di componenti ausiliari, nonché cablaggi elettrici e collegamenti idraulici. Al fine di limitare l'impatto acustico interno ed esterno alla centrale, è prevista la compartimentazione dei gruppi di cogenerazione.

E' prevista la realizzazione dei seguenti impianti di servizio ai gruppi di cogenerazione:

### Sistema di ventilazione

Il sistema di ventilazione a servizio dei moduli prevede la realizzazione di:

- un cassone silenziatore d'immissione aria in testa alla struttura, corredato di ventilatori;
- un cassone silenziatore di espulsione aria collocato in posizione opposta.


I sistemi di ventilazione saranno dimensionati per garantire un livello di rilascio di rumorosità residua in accordo alla normativa vigente nell'area di installazione.

### Piping a bordo motore e di dissipazione

E' prevista la realizzazione dei collegamenti relativi ai circuiti di recupero termico e dissipazione a bordo motore, cioè camicie motore, olio ed intercooler (primo e secondo stadio), mediante tubazioni in acciaio con giunzioni saldate, complete di staffe di fissaggio, di diametro secondo specifiche costruttive.

Correlati al piping di centrale verranno inoltre installati:

- valvole, accessori, componenti e strumentazione di servizio;
- vasi di espansione, corredati di strumentazione ed accessori;
- linea ISPEL sul circuito a valle dello scambiatore per recupero fumi;
- pompe sui circuiti in oggetto con caratteristiche di portata e prevalenza opportune;
- valvole a tre vie di regolazione modulante;
- coibentazione delle tubazioni dei circuiti di cui sopra.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 21 di 41	

L'impianto consterà inoltre dei seguenti collegamenti dei circuiti di dissipazione

- tubazioni realizzate in tubi in acciaio con diametro idoneo che collegano il circuito motore con l'elettroradiatore d'emergenza, posto sulla copertura del locale;
- tubazioni che collegano l'intercooler con il relativo dissipatore, posto ugualmente sulla copertura del locale.

Sono infine comprese le connessioni a bordo modulo del sistema di rabbocco automatico olio lubrificante.

#### Sistema di alimentazione gas modulo motore

Si prevede una linea di alimentazione a servizio dei moduli motore, realizzata mediante tubazioni in acciaio con diametro opportuno, che collega la dorsale di alimentazione gas metano alla rampa di alimentazione del motore.

Tale linea, completa di staffe di supporto, è corredata di una valvola di intercettazione generale; inoltre sulla stessa sarà montata una valvola elettromagnetica idonea all'intercettazione del gas, in esecuzione antideflagrante, ed il misuratore gas.


#### Linee fumi e camini

Si prevede la realizzazione della linea fumi da gas di scarico dei moduli motore per il collegamento dei motori alle marmitte silenziatrici, al sistema di trattamento e da questo allo scambiatore per recupero calore dai fumi, infine al camino.

Al servizio di ciascun modulo motore è previsto un camino in acciaio, completo di terminale tronco conico, opportunamente coibentato.

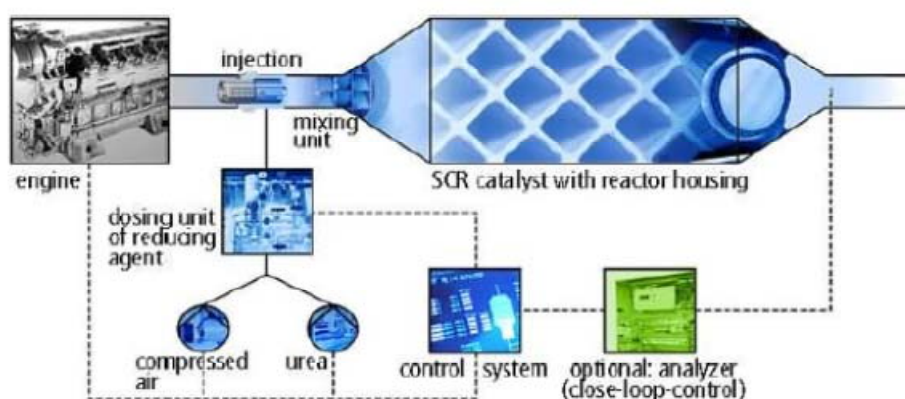
#### Impianto di abbattimento delle emissioni (SCR)

Si prevede l'uso di un sistema di abbattimento emissioni basato sull'utilizzo di un agente riducente, rappresentato da una miscela di acqua e urea, immesso in quantità nota a monte del reattore catalitico (Riduzione Catalitica Selettiva). Tale sistema SCR prevede che i fumi generati dal motore siano condotti al reattore, integrato nel sistema di gas di scarico del motore. La soluzione di acqua e urea (40 %) è alimentata da un serbatoio per mezzo di una pompa e un dosatore. Il segnale di switch è dato dal motore a gas e dal raggiungimento di una

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 22 di 41	

temperatura minima dei fumi di 350°C, mentre la massima temperatura ammessa è di 510°C.

L'agente riducente è immesso direttamente nei gas di scarico e il quantitativo introdotto nei fumi è influenzato dalla potenza installata nel motore; un ulteriore controllo è effettuato sulla base del confronto tra la concentrazione di NOx richiesta e quella misurata a valle del catalizzatore, al fine di ottimizzare la sequenza di controllo. Nel reattore i catalizzatori, in materiale ceramico, convertono gli NOx principalmente in azoto molecolare e acqua, grazie all'utilizzo di ossigeno e ammoniaca; l'ossidazione catalitica consente inoltre di convertire il monossido di carbonio e l'etilene in anidride carbonica e acqua. I gas di scarico in uscita dal sistema possono essere liberati in atmosfera, previo abbassamento della temperatura, mediante l'utilizzo di uno scambiatore di calore installato a valle del reattore.




#### By-pass scambiatore fumi

Si prevede la realizzazione del circuito di by-pass dello scambiatore per recupero calore fumi sui moduli motore, con la relativa valvola di by-pass a tre vie, completa di attuatore e regolatore per modulazione continua.

#### Marmitte silenziatrici

Si prevede la realizzazione di silenziatori per l'abbattimento acustico della rumorosità dei motori. Essi saranno realizzati in esecuzione monostadio ed eseguiti con corpi di forma cilindrica in acciaio e saldati a tenuta stagna e coibentati con materiali fonoassorbenti per ottenere il livello di rumorosità residua richiesto.



	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 23 di 41	

### Coibentazione

Si prevede la realizzazione della coibentazione termica delle linee fumi descritte con fornitura e posa di un rivestimento isolante, nonché rivestimento superficiale esterno in lamierino di alluminio sagomato;

### Strutture di sostegno

E' prevista la realizzazione delle strutture di sostegno ed ancoraggio di quanto sopra descritto ed ove necessario (quindi sia al servizio dei componenti della linea fumi posizionati sopra o presso la struttura di contenimento del modulo motore, sia al servizio dei camini di espulsione in atmosfera). Dette strutture saranno eseguite mediante manufatti tralicciati di carpenteria leggera, costituiti da profilati di acciaio saldati o imbullonati, con finitura superficiale mediante trattamento di zincatura a caldo.

### Modulo di recupero fumi per produzione di acqua calda


E' prevista, per ciascun gruppo, la realizzazione di un modulo di recupero calore dai fumi per produzione di acqua calda, a tubi da fumo in esecuzione orizzontale.

L'esecuzione dello scambiatore è con piastre, tubi e camere in acciaio, nonché tubi fissati alle piastre tubiere mediante mandrinatura con canalino senza l'ausilio del cordoncino di saldatura.

### Elettroradiatore d'emergenza

E' prevista l'installazione di dissipatori d'emergenza orizzontali al servizio del modulo, al fine di permettere il funzionamento del cogeneratore anche in mancanza di richiesta di calore da parte dell'impianto di teleriscaldamento.

Poiché la collocazione dei componenti è prevista sulla copertura del locale, si ricorda che all'esterno dell'edificio il livello di rilascio di rumorosità residua sarà in accordo alla normativa vigente nell'area di installazione.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 24 di 41	

### Impianto olio lubrificante

E' prevista la realizzazione di un impianto di rabbocco automatico dell'olio lubrificante del motore, ubicato in apposito locale; sarà costituito da serbatoi di stoccaggio per olio fresco e serbatoi di stoccaggio per olio esausto, completi di livellostato, indicatore di livello, bocchettoni e valvole, pompe di carico e scarico olio al motore, tubazioni di collegamento.

### IMPIANTO TURBOGAS A METANO

Vista l'interessante richiesta, a regime, di un fabbisogno termico rilevante per la richiesta di calore, si rende possibile e opportuna l'installazione di due moduli turbogas per produzione in cogenerazione, più spostati sulla produzione di calore rispetto agli impianti a ciclo otto. Questi impianti potranno coprire il carico di base dell'energia termica per oltre 6.000 ore/anno, alzando quindi il rapporto di cogenerazione per far rientrare l'impianto tra quelli ad alta efficienza energetica.

La turbina a gas, inoltre, ha parametri emissioni che la pongono tra le BAT (Best Available Techniques); il suo utilizzo per l'impianto di Alessandria comporta, quindi, importanti benefici ambientali.


Tale impianto è costituito da una turbina in cui si espandono i gas prodotti dalla combustione di gas naturale e sul cui asse è calettato un generatore elettrico sincrono. Il gas naturale ad alta pressione e l'aria, pressurizzata tramite un compressore, sono convogliati in un combustore, i fumi espandono in turbina e infine vengono convogliati in uno scambiatore di calore, dove raffreddando ulteriormente, forniscono calore all'acqua dell'impianto di teleriscaldamento.

I moduli selezionati per la centrale di Alessandria avranno potenza termica nominale di circa 10 MW e potenza elettrica di circa 6,5 MW.

### CALDAIE A FIAMMA

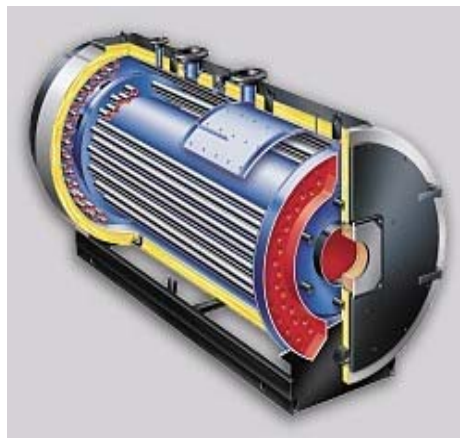
La centrale si compone di nr. 5 caldaie a fiamma, di diversa potenzialità, ma ciascuna di esse sarà del tipo a tre giri di fumo, per funzionamento a gas naturale, costruita in acciaio secondo norme UNI EN 15614-1, 287 e 473. I generatori soddisferanno inoltre le direttive europee e riporteranno il marchio CE.



	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 25 di 41	

### Descrizione tecnica

E' prevista l'installazione di caldaie in acciaio a tre giri di fumo con camera di combustione e d'inversione cilindriche, di ampie dimensioni e con basso carico termico volumetrico per una combustione con ridotte emissioni inquinanti.



La superficie di scambio termico convettiva sarà costituita da tubi fumo, posizionati radialmente alla camera di combustione.

La camera d'inversione e la parete frontale dovranno essere raffreddate dall'acqua di caldaia.

Il generatore verrà installato dotato di basamento.

Il corpo caldaia verrà isolato da speciale materassino di lana minerale ad alta densità e spessore 120 mm. La finitura esterna sarà costituita da lamiera verniciata a polveri epossidiche.

La parte frontale è costituita da ampi portelloni apribili a tenuta dinamica con doppia guarnizione, e dalla portina bruciatore estraibile.


Verrà inoltre valutata la possibilità di installazione di scambiatori di calore fumi/acqua per utilizzo della tecnica di condensazione con caldaie a gas.

Tutti i componenti lato gas di scarico saranno in acciaio inossidabile, per impianti di riscaldamento con temperature di mandata max. fino a 95°C; omologazione secondo le direttive europee CE.

### Linee fumi e camini

Si prevede la realizzazione della linea per i fumi da gas di scarico delle caldaie, eseguita con tubazioni in acciaio in diametri opportunamente dimensionati ed adeguatamente coibentate.

E' previsto l'interposizione, tra la caldaia e il camino, di uno scambiatore di calore

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 26 di 41	

fumi/acqua, utile per recuperare ulteriormente calore dai fumi portando i fumi a condensazione parziale.

Su ciascun camino sarà realizzata una presa di campionamento analisi fumi.

#### Captazione condense

Si prevede la realizzazione di un sistema di captazione e scarico condense da fumi sui gas di scarico realizzato mediante tubazione inox e successivo convogliamento in pozzetti di scarico.

#### Bruciatore gas


Si prevede l'installazione di bruciatori gas a regolazione modulante, completi di accessori lato gas: filtro, stabilizzatore di pressione, controllo di tenuta, kit di modulazione e quadro di comando.

Tale linea è corredata di una valvola di intercettazione generale; inoltre sulla stessa sarà montata una valvola elettromagnetica idonea all'intercettazione del gas in esecuzione antideflagrante.

#### SISTEMA DI ANALISI DEI FUMI DI COMBUSTIONE (SME)

E' prevista la fornitura e messa in servizio di un complesso di apparecchiature atte al monitoraggio degli inquinanti gassosi contenuti nei fumi di combustione dei motori, del turbogas e delle caldaie a fiamma, tutti alimentati a gas metano. Il sistema deve essere idoneo al funzionamento in continuo senza la necessità di un presidio fisso e consentire la rilevazione in tutte le fasi del ciclo. Tutti i dati di analisi dovranno essere visualizzati, registrati e conservati per future consultazioni. Per ogni generatore è prevista una linea di analisi dedicata in grado di garantire misure con elevati livelli di accuratezza. Il campo scala degli analizzatori dovrà essere scelto in modo che il valore limite ricada al 50% del fondo scala. Nel caso si prevedano dei picchi durante le fasi transitorie, anche questi dovranno essere quantificati con un passaggio automatico su un secondo fondo scala.

Tutta la catena di misura dovrà essere realizzata e certificata per rispondere alle normative vigenti QAL1 secondo EN 15267-3, EN 14181, DM 152/06 e s.m.i., essere in

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 27 di 41	

accordo con il documento tecnico di riferimento per l'implementazione del sistema di monitoraggio in continuo ARPA e recepire eventuali successive richieste da parte delle Autorità competenti.

Il sistema analisi fumi sarà di tipo estrattivo e senza diluizione del campione, adeguato alla misura di:


- Ossigeno ( $O_2$ );
- monossido di carbonio (CO);
- ossidi di azoto ( $NO+NO_2=NO_x$ ) espressi come  $NO_2$ ;
- temperatura, umidità e portata dei fumi.

Al servizio del sistema sopra descritto è prevista naturalmente, in posizione accessibile, la presa di campionamento fumi su ciascuno dei camini.

#### STAZIONE DI POMPAGGIO

Le pompe demandate alla circolazione fluidi nei circuiti della centrale sono collocate in apposito locale.

Le elettropompe saranno del tipo centrifugo, corredate degli accessori necessari, cioè valvola di sezionamento, valvola di ritegno, filtro, manometro, termometro.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 28 di 41	

## **7 Descrizione della rete del teleriscaldamento**

Il capitolo presente descrive il progetto preliminare della rete di teleriscaldamento da realizzare nella Città di Alessandria.

Come si avrà modo di verificare il progetto preliminare consiste nella posa di quasi 53 km di doppia tubazione per realizzare la dorsale principale e le diramazioni secondarie. La rete di teleriscaldamento sarà composta da una tubazione di mandata, che trasporta acqua calda ad una temperatura massima di 95°C, e una tubazione di ritorno, che convoglia acqua ad una temperatura minima di 60°C, in modo da formare un anello chiuso, senza cessione d'acqua all'esterno. Tale rete alimenterà le varie sottocentrali d'utenza, nelle quali i gruppi di scambio termico sostituiranno le caldaie convenzionali.

In questo capitolo si riporta la descrizione dei materiali utilizzati, la scelta del tracciato, il metodo di posa delle condotte, la descrizione del sistema di monitoraggio perdite.

### **7.1 Scelta del percorso ottimale**


Il percorso individuato per la rete di teleriscaldamento è il risultato di valutazioni tecnico-economiche aventi per oggetto la fattibilità della medesima opera lungo percorsi tra loro alternativi.

Gli elementi che determinano principalmente la scelta del percorso della rete sono:

- l'esigenza di servire tutte le utenze comunali lungo il tracciato;
- la presenza di strade anguste, inadatte alla posa di coppie di tubi anche di piccole dimensioni;
- la necessità di evitare, dove possibile, il transito in importanti arterie stradali, effettuando gli scavi per la posa delle condotte in strade secondarie a bassa percorrenza;
- l'opportunità di servire la maggior parte delle utenze con il tragitto minore.

### **7.2 Caratteristiche della rete di teleriscaldamento**

La rete di teleriscaldamento da posare è composta da una tubazione di mandata, che

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 29 di 41	

trasporta acqua calda ad una temperatura massima di 95°C, e una tubazione di ritorno, che convoglia acqua ad una temperatura minima di 60°C.

La posa verrà realizzata con scavo a “cielo aperto”; le tubazioni verranno posate ad una profondità tale da garantire la ricopertura di circa un metro misurata fra la generatrice superiore delle tubazioni stesse ed il piano strada.

Le tubazioni da posare avranno caratteristiche meccaniche idonee al servizio e saranno costituite ciascuna da un tubo in acciaio preisolato con schiuma poliuretanica e rivestito esternamente in polietilene. Il collegamento tra le barre di tubo, di norma lunghe 12 m, e fra queste e i relativi pezzi speciali (curve, valvole, ecc.), verrà realizzato attraverso un processo di saldatura ad arco.

In corrispondenza delle giunzioni verrà inoltre ripristinato lo strato isolante ed il tubo esterno in polietilene mediante la posa di giunti termorestringenti in polietilene ed il successivo isolamento con poliuretano espanso avente le stesse caratteristiche dell’isolante del tubo.

Le tubazioni, pezzi speciali e relativi accessori saranno realizzati in conformità alle norme EN 253, EN 448, EN 488, EN 489.

### **7.3 Descrizione tecnologica della rete**

Le moderne reti di teleriscaldamento sono realizzate con impiego di tubazioni pre-coibentate che vengono posate direttamente nel terreno su un letto di sabbia.

Le tubazioni si presentano in barre da 6, 12 e 16 m costituite da un tubo interno di servizio in acciaio annegato in uno strato di isolamento in schiuma poliuretanica, il tutto protetto esternamente con una guaina in polietilene ad alta densità.

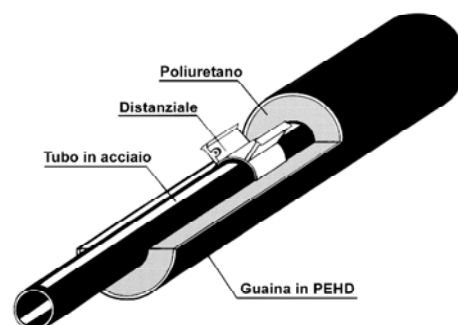
Tutti gli accessori di rete comprendenti curve, derivazioni, valvole, ecc. sono realizzati con questa tecnologia.


Di seguito si descrivono brevemente i principali componenti del sistema.

#### **Tubo di servizio**

La tubazione di servizio prevista è in acciaio di

EGEA Produzioni e Teleriscaldamenti



	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 30 di 41	

qualità Fe 360 o superiore conforme alle norme UNI 6363 per caratteristiche, dimensioni e forma.

Le tubazioni non devono presentare forme di corrosione localizzate e prima dell'applicazione dell'isolamento vengono pulite meccanicamente secondo le modalità previste dalla norma EN 253.

L'isolamento termico della tubazione di servizio viene ottenuto mediante rivestimento con schiuma rigida di poliuretano ad alta densità prodotto da reazione chimica tra isocianato e poliolo additivati. La schiuma viene iniettata tra la tubazione in acciaio e la guaina esterna in polietilene e una volta stabilizzata presenta una densità media di 80 kg/m<sup>3</sup>.

Lo strato isolante, che deve presentare un'assoluta adesione all'acciaio del tubo di servizio e alla guaina esterna, deve essere adatto per impiego continuo alla temperatura di 95 °C per una durata superiore a 30 anni.

Gli spessori, la conducibilità termica e le caratteristiche chimico-fisiche sono in accordo con quanto previsto nella norma EN 253.


La guaina esterna in polietilene ha funzione protettiva dello strato di isolamento termico. Essa risulta assolutamente impermeabile e presenta buone caratteristiche di resistenza chimica agli acidi, alle basi ed ai solventi.

Le caratteristiche del materiale sono in accordo con la norma EN 253 per tubazioni impiegate in sistemi di teleriscaldamento.

L'aderenza tra la guaina e la schiuma isolante consente di impedire ogni movimento reciproco ed ogni infiltrazione; sopporta inoltre senza rotture i movimenti del terreno nonché le pressioni e gli attriti tra terreno e tubazione durante i transitori di riscaldamento e raffreddamento.

Nelle reti di tubazioni i punti di congiunzione tra i vari componenti, ottenuti per saldatura, sono sede di discontinuità nella coibentazione che deve quindi essere ripristinata in opera a saldatura eseguita e verificata.

L'isolamento termico nei tratti di giunzione viene ripristinato con schiuma poliuretanica colata in sito con caratteristiche tecniche identiche a quelle specificate per l'isolamento dei

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 31 di 41	

tubi.

Per il ripristino della guaina esterna vengono impiegati appositi manicotti in polietilene o sistema equivalente di giunzione, termoretraibili o saldati per estrusione, ad assoluta tenuta ermetica.

La durata e le caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche delle riprese sulle giunzioni non sono inferiori a quelle delle tubazioni precoibentate.

#### Sistema di protezione passiva

Le tubazioni precoibentate, protette con guaina in polietilene, garantiscono un assoluto isolamento elettrico rispetto all'ambiente esterno.

Tuttavia in corrispondenza delle centrali di produzione e delle sottocentrali d'utenza, la tubazione di servizio in acciaio viene interconnessa con gli impianti di produzione e di distribuzione interna degli edifici. Poiché sono possibili dispersioni elettriche sugli impianti di produzione o potrebbe esistere, nei vecchi stabili, qualche collegamento di messa a terra sull'impianto idraulico, la continuità di isolamento elettrico della rete di distribuzione del calore dovrà essere ottenuta, al momento del collegamento dell'impianto degli edifici, interponendo dei giunti dielettrici tra i terminali della rete stessa e gli impianti esistenti.


I giunti dielettrici, di tipo monolitico, vengono saldati di testa secondo ISO 6761 nei punti di interfacciamento con l'utenza e a bocca di centrale ed operano una protezione passiva sulle correnti vaganti e quindi su eventuali corrosioni elettrolitiche.

#### Sistema di allarme

La rete di tubazioni precoibentate è generalmente dotata di un sistema di allarme in grado di rilevare la presenza di umidità nell'isolante.

Il sistema è costituito da una coppia di conduttori annegati nella schiuma di coibentazione durante la procedura di preisolamento dei tubi. I conduttori sono posati, mediante opportuni distanziatori, in modo da mantenere l'equidistanza con la tubazione in acciaio.

In caso di rottura accidentale della coibentazione o in caso di infiltrazione di umidità nella schiuma isolante, si verifica una variazione di resistenza del sistema che attiva la

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 32 di 41	

segnalazione di allarme. Mediante apposite centraline di sezionamento e di rilevamento collocate di norma nelle sottocentrali d'utenza, è possibile procedere all'individuazione del guasto.

#### **7.4 Metodo di posa della rete**

Le tubazioni precoibentate vengono posate direttamente nel terreno osservando alcune prescrizioni al fine di evitare sovrasollecitazioni sulla guaina esterna in polietilene e sulla schiuma poliuretana; deve inoltre essere garantita l'uniformità e l'omogeneità del letto di posa così da non ingenerare tensioni distribuite in modo anomalo lungo le tubazioni.

Lo scavo all'interno del quale vengono posate le tubazioni deve avere una profondità tale da garantire una ricopertura di circa 100 cm misurati sull'estradosso superiore dei tubi. Il fondo dello scavo viene preparato con uno strato di sabbia livellata dello spessore minimo di 10 cm sul quale vengono adagiate le tubazioni. La sabbia viene utilizzata anche per la rinalzatura e la ricopertura delle tubazioni con spessore finito minimo di 10 cm sull'estradosso dei tubi.

Prima di procedere al tombamento definitivo degli scavi mediante reinterro con misto granulare anidro di cava o di fiume (naturale) di nuovo apporto, sopra al letto di sabbia verrà posato un nastro segnalatore con lo scopo di evidenziare la presenza delle tubazioni, onde evitare possibili danneggiamenti derivanti da futuri scavi o ripristini stradali.

Anche le valvole, interamente coibentate, sono posate direttamente interrate; unica variante è la presenza di un pozzetto in calcestruzzo, munito di chiusino, per consentire l'accesso all'asta di manovra.


Alla fine delle attività di posa e ricoprimento tubazioni verrà posato uno strato di binder secondo il regolamento di manomissione suolo pubblico comunale, e successivamente sarà realizzato il tappetino d'usura sempre in accordo con il regolamento sopracitato. Verrà in seguito ripristinata la segnaletica verticale ed orizzontale necessaria alla viabilità.

Negli elaborati grafici sono riportate le sezioni tipo di scavo e alcuni dettagli costruttivi.

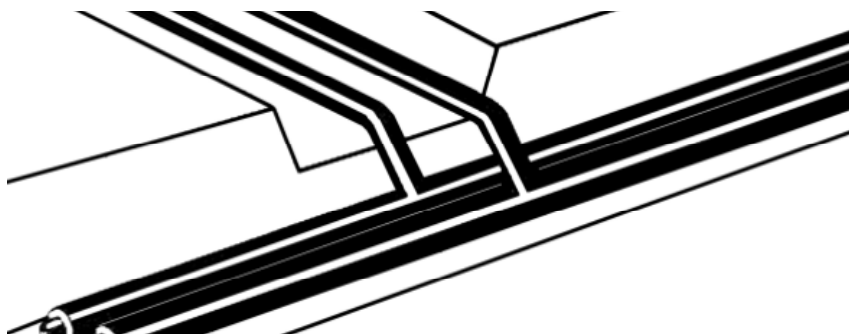
#### **Derivazioni di linea**

Per realizzare allacciamenti ad edifici o nodi di derivazione sono impiegati i tee branch, dotati di un braccio avente una curva a 45°, che permette di scavalcare le tubazioni affiancate



	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 33 di 41	

di mandata e ritorno; questi vengono installati generalmente con lo stacco rivolto verso l'alto.




*Derivazione di linea tramite tee branch.*

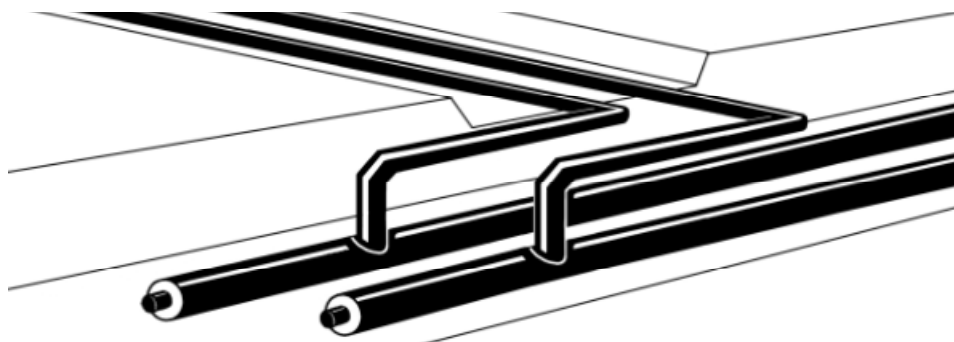
Il punto di raccordo tra la linea principale e quella derivata si comporta sostanzialmente come un punto fisso.

Per evitare che in questa zona le sollecitazioni agenti sul tee branch assumano valori particolarmente elevati, non si deve raccordare direttamente alla rete principale una linea di derivazione nel caso in cui quest'ultima presenti una lunghezza significativa, bensì è necessario disporre in prossimità del tee branch, sulla linea di derivazione, un elemento di compensazione naturale.

La lunghezza della linea di derivazione, che impone l'installazione di un elemento di compensazione in prossimità del tee branch, dipende sia dalla differenza tra la temperatura massima di esercizio e quella di installazione, sia dal diametro della tubazione della linea di derivazione.

Nel caso di linee di derivazione di lunghezza "significativa" e realizzate con tubazioni di piccolo diametro, si preferisce impiegare la derivazione parallela a T che permette di creare automaticamente una zona di compensazione naturale in prossimità del raccordo.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 34 di 41	



*Derivazione di linea parallela a T.*

## **7.5 Dimensionamento meccanico**

Nelle reti di distribuzione del calore direttamente interrate si hanno sollecitazioni dovute alla pressione interna, ai carichi propri, ma soprattutto alla mancata dilatazione termica per effetto dell'attrito del terreno sul tubo. Tali sollecitazioni possono assumere, in alcune situazioni, valori considerevoli, confrontabili o addirittura superiori alle sollecitazioni ammissibili.


Nelle successive fasi di progettazione l'esigenza di maggior rilevanza nella scelta del tracciato di rete sarà quella di limitare il più possibile le necessità di compensazione delle dilatazioni, prevedendo tratte della maggior lunghezza possibile, in considerazione del crescere degli sforzi, ed utilizzando le variazioni di percorso stradale per l'assorbimento degli allungamenti.

In situazioni particolari, qualora la lunghezza delle tratte lo rendesse necessario e in assenza di variazioni di percorso, si dovrà prevedere l'inserimento di specifici elementi di compensazione.

## **7.6 Dimensionamento fluido-termoidraulico**

Il dimensionamento fluidodinamico di un impianto di teleriscaldamento deve da un lato assicurare alla rete una capacità di trasporto di calore per far fronte al massimo carico termico allacciabile e dall'altro contenere la pressione massima in rete in un campo di valori compatibili con i componenti utilizzati.

La rete è stata dimensionata per garantire un fabbisogno cittadino complessivo di circa

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 35 di 41	

160 MW, tenendo quindi in conto coefficienti di contemporaneità di servizio, applicati ai valori di picco della richiesta.

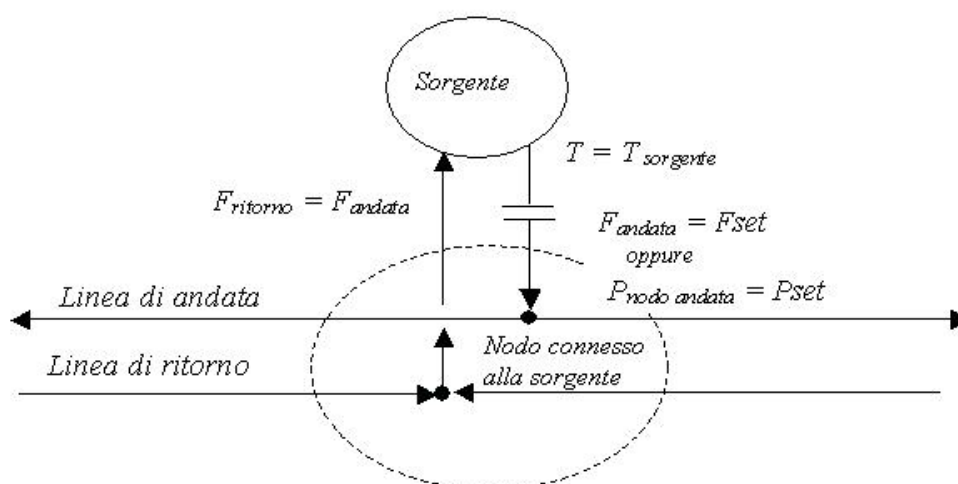
## Dati in ingresso

I dati di ingresso per il calcolo sono: topologia della rete, caratteristiche degli elementi che la compongono, portate delle utenze.


La topologia della rete nasce dalla necessità di servire tutte le utenze comunali presenti nella zona in esame, ed è vincolata da eventuali ostacoli, come rii e torrenti, altri servizi, strade anguste, o barriere architettoniche.

Come detto in precedenza, la verifica fluidodinamica della rete è eseguita su un totale di 160 MW di utenza pubblica e privata al fine di verificare la capacità della rete per il trasporto della suddetta potenza termica. Oltre al fabbisogno termico richiesto da ogni utenza è necessario indicare il salto di temperatura su cui vengono dimensionate le sottocentrali di utenza. È di norma considerare un valore di differenza di temperatura tra ingresso uscita dallo scambiatore di 25°C.

Le sorgenti (o centrali di cogenerazione) immettono acqua calda nella tubazione di mandata e raccolgono l'acqua raffreddata dalla rete di ritorno.



Le sorgenti possono imporre:

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 36 di 41	

- la pressione del nodo della linea di andata cui sono collegate ( $P_{nodo\_andata} = P_{set}$ ), oppure
- la portata dell'acqua immessa nella rete ( $F_{andata} = F_{set}$ ).

La portata dell'acqua di ritorno è uguale alla portata dell'acqua immessa nella rete (si ipotizza di non avere perdite lungo la rete).

La centrale di cogenerazione è progettata per lavorare a pressione di mandata fino a 10 bar e pressione minima di riferimento sul ritorno di 1,5 bar.

Gli ultimi dati necessari per la progettazione riguardano i rami caratterizzanti la rete; consistono, sostanzialmente, in: nodi di inizio e fine, lunghezza, scabrosità del tubo portante, diametri interno e esterno, rugosità, profondità di interramento, temperatura esterna, spessore dell'isolante della linea di andata e ritorno.

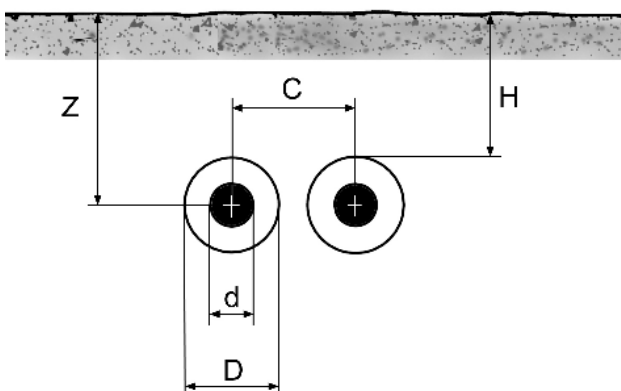
Le grandezze calcolate sono: pressioni, temperature, portate dell'intera rete. Viene inoltre calcolato il calore fornito alle utenze e quello dissipato dalle tubazioni.


In prima istanza occorre definire le portate di acqua transitanti in ogni tubazione, ma tale ragionamento può essere fatto solo dopo avere definito la topologia della rete e le utenze allacciate ad ogni tratto di rete.

Il metodo di calcolo utilizzato si basa sostanzialmente su equazioni fondamentali della meccanica dei fluidi, in primis il teorema di Bernoulli,

### Perdite di calore

Il programma di calcolo valuta anche le perdite di calore e le cadute di temperatura nella rete, considerando gli spessori del materiale coibentante presente all'interno delle tubazioni preisolate. La perdita di calore per una coppia di tubazioni (mandata e ritorno) dipende dalla profondità di posa alla quale i tubi vengono installati, dalle temperature di mandata e di ritorno e dalle caratteristiche isolanti dei materiali componenti il sistema (tubo di servizio, materiale isolante, tubo guaina di rivestimento e



	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 37 di 41	

terreno).

L'espressione della "Trasmittanza termica" dipende dalle resistenze termiche e più precisamente è pari all'inverso della loro sommatoria, dato che è un tipico caso di conduzione cilindrica multistrato.

$$U = \frac{1}{(R_{Tu} + R_n + R_{Ttg} + R_{Tt})}$$

Dove:

$R_{Tu}$  = resistenza termica del tubo di servizio [ $m^{\circ}C/W$ ]

$R_n$  = resistenza termica dell'isolamento [ $m^{\circ}C/W$ ]

$R_{Ttg}$  = resistenza termica del tubo guaina [ $m^{\circ}C/W$ ]


$R_{Tt}$  = resistenza termica del terreno [ $m^{\circ}C/W$ ]

Definiti i valori di conducibilità termica dei materiali in esame, e la temperatura di riferimento del terreno, il software riporta i valori di temperatura di mandata e di ritorno in ogni nodo e il calore dissipato da ogni tratto di tubazione.

In tal modo è possibile definire le perdite termiche di tutta la rete di distribuzione, da sommare alla potenza ceduta alle utenze in modo da dimensionare la centrale di cogenerazione in modo ottimale.

#### Prevalenza del gruppo di pompaggio

La prevalenza da attribuire al gruppo di pompaggio della centrale di produzione è determinata come somma delle perdite di carico della rete (mandata / ritorno) e della sottocentrale d'utenza più sfavorita (entrambe compendiate nel valore della pressione differenziale riportata al nodo di centrale), opportunamente maggiorate per tenere conto dello scadimento nel tempo delle prestazioni delle pompe e per garantirsi un adeguato margine di sicurezza rispetto al valore di calcolo.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 38 di 41	

## **8 DESCRIZIONE SOTTOCENTRALI DI SCAMBIO TERMICO**


Ogni edificio sarà collegato all'impianto di teleriscaldamento e più precisamente alla rete di distribuzione del fluido termovettore, tramite una sottocentrale posta nei locali prescelti, in genere le vecchie centrali termiche.

Gli schemi funzionali tipo sono riportati negli allegati grafici, dove si evidenzia la componentistica e la metodologia di funzionamento.



Presso le singole sottostazioni d'utenza l'acqua proveniente dalla centrale di cogenerazione cede calore all'acqua dell'impianto interno dell'utente mediante uno scambiatore che consente di mantenere separati i due circuiti; una valvola motorizzata e comandata da un sistema di gestione regola la quantità di acqua calda, proveniente dalla centrale termica, entrante nello scambiatore, e di conseguenza la quantità di calore ceduta all'acqua dell'impianto interno.

Il consumo di calore viene calcolato e memorizzato da un gruppo di misura che provvede a rilevare la portata transitante e le temperature di ingresso e di uscita dell'acqua di

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 39 di 41	

teleriscaldamento. Il cliente ha in ogni momento la possibilità di regolare la temperatura negli ambienti mediante il sistema di regolazione, installato presso la sottocentrale.

La regolazione avviene tramite una centralina climatica che agisce in funzione delle temperatura esterna e in base ad esse viene effettuata una regolazione di tipo lineare tramite valvola motorizzata a due vie.

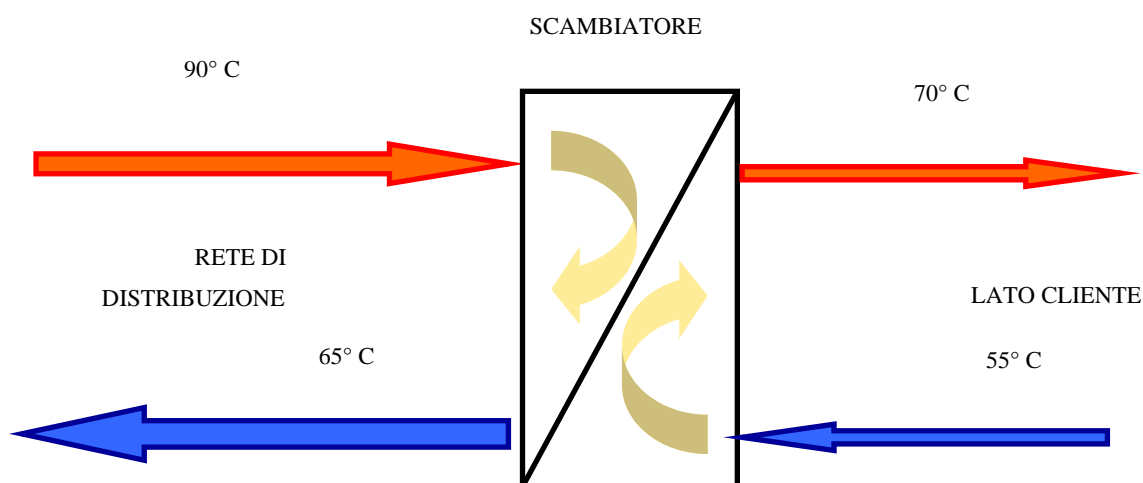
Sulle condotte di mandata e ritorno sono flangiati i giunti dielettrici, che servono per evitare il transito di correnti parassite tra la rete e l'utenza, e tubazioni di sfiato per spurgare i condotti dall'aria presente. Sono inoltre presenti misuratori di pressione e di temperatura su entrambe le condotte e su entrambi gli impianti ai capi dello scambiatore.

Sulla condotta di ritorno alla rete di distribuzione è presente un tubo di scarico per svuotare le condotte in caso di manutenzione delle stesse.


È importante evitare che impurità entrino nel primario dello scambiatore ed è per ciò inserito un filtro per la pulizia dell'acqua a monte dello stesso.

Sul circuito secondario sono presenti gli stessi elementi di misura presenti sul primario, ad eccezione ovviamente del misuratore di calore, una sonda collegata alla centralina di regolazione, il vaso di espansione e la valvola di sicurezza del vecchio impianto, non più necessarie, ma comunque non dannose per lo stesso.

Nella seguente figura sono riportate le temperature teoriche mantenute ai capi delle sottostazioni.



Nel caso di utenze servite sia per il riscaldamento dei locali che per il riscaldamento dell'acqua igienico sanitaria sono presenti due scambiatori.

	SERVIZIO TELERISCALDAMENTO
	Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria <b>Relazione tecnica</b>
Pagina 40 di 41	

## 9 STIMA dei costi

Per completare il progetto preliminare nel seguito viene esplicitata la stima dei costi di realizzazione dell'impianto di teleriscaldamento di Alessandria. La valutazione è stata realizzata con un computo metrico basato su costi storici per realizzare impianti similari in base alla consolidata esperienza dei Proponenti.

I dettagli sono contenuti nel documento "Stima dei costi e quadro economico", la tabella seguente ne sintetizza i contenuti.

<i>Sezione</i>	<i>Item</i>	<i>Importo lavori [k€]</i>
<b><i>Centrale</i></b>		<b><i>36.801</i></b>
	Terreno	1.000
	Fabbricato e opere edili	4.513
	Impianti elettromeccanici	31.290
<b><i>Rete del calore</i></b>		<b><i>33.015</i></b>
	Tubazioni di trasporto	12.397
	Tubazioni di distribuzione	8.430
	Allacciamenti d'utenza	4.714
	Opere di completamento delle reti	7.474
<b><i>Sottocentrali di scambio termico</i></b>		<b><i>15.982</i></b>
	<i>Importo lavori</i>	<i>85.801</i>
<b><i>Somme a disposizione</i></b>		<b><i>9.400</i></b>
	Rilievi, accertamenti e indagini	30
	Allacciamenti a pubblici servizi	620
	Imprevisti (5%)	4.029
	Spese tecniche	4.460
<b>TOTALE</b>		<b>95.201</b>



## 10 CRONOPROGRAMMA

Quanto indicato nel seguito rappresenta, a livello preliminare, le ipotesi temporali di realizzazione dell'Impianto di Teleriscaldamento a servizio della Città di Alessandria. In particolare per quanto riguarda la rete del calore, si è seguita la suddivisione in aree come riportata sulle tavole grafiche.

Si precisa che il collaudo e la contestuale messa in servizio delle opere avverrà a termine di ciascuno step realizzativo della centrale e annualmente per quanto riguarda la rete di trasporto e distribuzione.

TELERISCALDAMENTO DI ALESSANDRIA  
- cronoprogramma -

