



**CIRIAF**

Centro Interuniversitario  
di Ricerca sull'Inquinamento  
da Agenti Fisici - "Mauro Felli"

**SOLUZIONI PER IL RISPARMIO ENERGETICO  
E LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE  
PREVISTE NELL'AMBITO DEL PIANO  
ATTUATIVO DI INIZIATIVA MISTA PUBBLICO-  
PRIVATO DELL'AREA OFFICINE FRANCHI**

**BASTIA UMBRA (PG)**

Gruppo di Lavoro

Prof. Ing. Franco Cotana (Coordinatore)

Ing. Andrea Nicolini (Responsabile tecnico-scientifico)

Ing. Sara Rinaldi

Ing. Anna Laura Pisello

Dott. Emanuele Bonamente

Committente:

Central Park S.r.l.

Via Costa, 6

06083 Bastia Umbra (PG)

Data: Gennaio 2013



## Sommario

<b>1. Integrazione di sistemi energetici efficienti e di interventi di risparmio energetico .....</b>	<b>3</b>
1.1. QUANTIFICAZIONE E RENDICONTAZIONE DELLE EMISSIONI DI GHG SECONDO LA ISO 14064.....	3
1.2. IMPIANTO A BIOMASSE: 3 UNITÀ DA 240 kW <sub>e</sub> COMPLESSIVI.....	4
1.3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	5
1.4. TRATTAMENTO E STOCCAGGIO DEI RESIDUI DI POTATURE CON POSSIBILE IMPIEGO DI CALDAIA AUSILIARIA A CIPPATO DA 100 kW).....	6
1.5. SISTEMA DI RECUPERO E STOCCAGGIO DELLE ACQUE PIOVANE PROVENIENTI DALLE COPERTURE SU VASCA DA CIRCA 100 M <sup>3</sup> , DA UTILIZZARE PER SISTEMA ANTINCENDIO ED IRRIGAZIONE DELLE AREE VERDI. ....	6
1.6. STAZIONE DI BIKE SHARING (CONDIVISIONE DI BICICLETTE) AD USO PUBBLICO. ....	7
1.7. ILLUMINAZIONE PUBBLICA AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA (LED, ETC..) INTEGRATA CON SISTEMA DI SORVEGLIANZA URBANO .....	7
<b>2. Ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici.....</b>	<b>7</b>
2.1. RETE GEOTERMICA/AD ACQUA DI FIUME COSTITUITA DA SCAMBIATORI DI CALORE A SERVIZIO DELLE UTENZE TERMICHE DEL QUARTIERE. ....	10
2.2. IMPIEGO DI PANNELLI SOLARI TERMICI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA..	12
2.3. L'EDILIZIA RESIDENZIALE DEL QUARTIERE PREVEDE L'IMPIEGO DI SOLUZIONI INNOVATIVE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA, ELEVATO ISOLAMENTO TERMICO ED ACUSTICO, IN MODO DA GARANTIRE ELEVATO COMFORT ABITATIVO .....	12
2.4. REALIZZAZIONE DI COPERTURE ADIBITE A VERDE ESTENSIVO (TETTI VERDI).....	12
2.5. REALIZZAZIONE DI SUPERFICI AD ELEVATA RIFLETTIVITÀ AL FINE DI COMPENSARE LA QUANTITÀ DI ANIDRIDE CARBONICA EMESSA DA UTENTI E CITTADINI. ....	13

## 1. Integrazione di sistemi energetici efficienti e di interventi di risparmio energetico

L'iniziativa mista pubblico - privata ha lo scopo di indirizzare il Piano Attuativo verso interventi finalizzati alla produzione di energia e al risparmio energetico che minimizzino l'impatto ambientale in termini di emissioni di gas ad effetto serra. Il progetto intende migliorare la sostenibilità e la competitività del sistema energetico di Bastia Umbra, definendo alcuni interventi e relative caratteristiche che possano essere di rilievo per l'autonomia energetica dell'area.

### 1.1. QUANTIFICAZIONE E RENDICONTAZIONE DELLE EMISSIONI DI GHG SECONDO LA ISO 14064

La ISO 14064 rappresenta uno strumento comune di riferimento per quantificare, gestire e ridurre le emissioni di gas ad effetto serra. L'obiettivo del progetto è ridurre al minimo l'impatto dell'area in termini di emissioni di gas serra e per questo è necessario applicare uno standard che permetta di quantificare con precisione le emissioni, in modo coerente, trasparente e credibile.

Per valutare il miglioramento ambientale in termini di emissioni di gas ad effetto serra (GHG) ottenuto grazie all'applicazione di tecnologie energetiche ed edilizia sostenibile è stato effettuato un confronto tra le emissioni relative a due scenari:

- **Scenario 1:** i fabbisogni energetici sono coperti da impianti tradizionali alimentati da fonti fossili;
- **Scenario 2:** si impiegano esclusivamente impianti ad energia rinnovabile (nello specifico impianto fotovoltaico, impianto a biomasse e sistema geotermico/ad acqua di fiume) per coprire l'intero fabbisogno energetico. Si è considerato in questo caso che i fabbisogni termici sono interamente coperti da un impianto alimentato dall'acqua del fiume Chiascio, descritto nel seguito, connesso a pompe di calore acqua/acqua.

La tipologia costruttiva resta la stessa nei due scenari e di conseguenza il relativo fabbisogno energetico totale. Come si evince dalla tabella 2, il fabbisogno elettrico totale è pari a 1.591 MWh/anno, mentre il fabbisogno termico, che comprende l'energia necessaria per il riscaldamento invernale, il raffrescamento estivo e la produzione di acqua calda sanitaria, è pari a 2.977 MWh/anno.

Al fine di calcolare le emissioni di gas ad effetto serra, in termini di tCO<sub>2</sub>eq, sono state applicate metodologie per le diverse tecnologie energetiche. Il fattore di emissione per l'energia elettrica utilizzato è pari a 445 gCO<sub>2</sub>eq/kWh<sup>1</sup>, che tiene conto del mix di produzione del Parco elettrico italiano. Per l'energia termica è stata applicata la metodologia IPPC<sup>2</sup>, considerando il processo di

<sup>1</sup> Dati ottenuti dal Rapporto Ambientale ENEL 2011 e dal Rapporto di Sostenibilità TERNA 2011

<sup>2</sup> Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories IPCC - Volume 2 Energy, 2006

combustione di gas naturale, un coefficiente di ossidazione pari a 1 ed un rendimento pari a 0,97. Applicando tali metodologie vengono quantificate le emissioni nei due scenari.

- Scenario 1: 1329 tCO<sub>2</sub>eq
- Scenario 2: 0 tCO<sub>2</sub>eq

Le emissioni per lo scenario 2 risultano essere pari a zero, in quanto i sistemi energetici impiegati sono rinnovabili e coprono l'intero fabbisogno energetico dell'area in esame. Con l'impiego delle fonti rinnovabili si riducono quindi le emissioni di 1329 tCO<sub>2</sub>eq nel distretto che risulta essere autonomo dal punto di vista energetico. Si consideri che, per la valutazione dei fabbisogni energetici dello scenario 2, l'impiego dell'impianto alimentato dall'acqua di fiume richiede un fabbisogno energetico elettrico pari a 2.159 MWh/anno, costituito da 1.591 MWh/anno per impianti interni ed elettrodomestici + 568 MWh/anno per l'alimentazione delle pompe di calore. Nelle valutazioni di cui alla tabella 1 non sono quindi contemplati i fabbisogni termici, in quanto compresi nei fabbisogni elettrici.

La produzione attesa di energia dagli impianti a fonte rinnovabile supera il fabbisogno energetico dell'area come si evince dalla tabella 1. A tale surplus energetico sono associati dei *crediti di carbonio*: grazie alla produzione rinnovabile complessiva prevista nello scenario 2 è evitata l'immissione in atmosfera di **67 tCO<sub>2</sub>eq/anno** di gas ad effetto serra.

	Fabbisogni energetici
	MWhe
<b>Impianto Fotovoltaico</b>	<b>390</b>
<b>Impianto a Biomasse</b>	<b>1920</b>
<b>TOTALE da FONTI RINNOVABILI</b>	<b>2310</b>
<b>Fabbisogno Energetico</b>	<b>2159</b>
<b>Surplus Energetico</b>	<b>151</b>

**Tabella 1: Producibilità, consumi e surplus energetico per lo scenario 2. Lo scenario 2 prevede che l'intero fabbisogno energetico sia coperto dall'integrazione tra l'energia prodotta dal fotovoltaico (312 kWp) e quella prodotta dall'impianto a biomasse (240 kWp). Il surplus può anche essere utilizzato per l'alimentazione dei sistemi di pompaggio della centrale ad acqua di fiume o delle colonnine di ricarica del bike sharing.**

## 1.2. IMPIANTO A BIOMASSE: 3 UNITÀ DA 240 kW<sub>e</sub> COMPLESSIVI

L'intervento proposto consiste nell'installazione di 3 unità cogenerative a biomasse della potenza nominale di 80 kW<sub>e</sub> ciascuna. L'energia primaria del combustibile viene sfruttata in modo ottimale: nel caso in esame l'energia elettrica viene prodotta tramite una caldaia a biomasse ed

una microturbina a ciclo Brayton, mentre può essere recuperato calore (300 kWt per ciascuna unità) e reso disponibile sia per l'essiccazione della biomassa, che per le utenze termiche.

L'intervento prevede quindi l'implementazione dei seguenti sistemi:

- Installazione di tre unità elettrogeneratrici a biomasse, dotate di tutti i sistemi necessari per l'alimentazione, lo stoccaggio e la movimentazione della biomassa ed i sistemi di sicurezza e controllo. Ciascuna unità avrà una potenza elettrica nominale di circa 80kW. Si prevede di installare un sistema a microturbina a ciclo Brayton in cui il fluido di lavoro utilizzato è aria calda. Sarà possibile utilizzare l'impianto fino ad 8000 ore all'anno. L'energia elettrica producibile risulta pari a 640 MWh/anno/unità. Il sistema permette anche di recuperare calore ad elevata temperatura per un totale di 2400 MWh/anno/unità. Il sistema è in grado di utilizzare diversi tipi di biomasse come combustibili, tra cui cippato, pellet, scarti forestali e segatura. I consumi rimangono contenuti, pari a circa 160kg/h/unità riferite ad una biomassa in ingresso con umidità relativa del 40%.

L'aspetto cruciale dell'installazione di tale impianto energetico è sicuramente lo studio di un Piano di approvvigionamento ad hoc per garantire da un lato la sostenibilità economica ed il funzionamento continuo dell'impianto, dall'altro per definire la sostenibilità ambientale di tale filiera energetica. La presenza di una vasta area verde prevista nel complesso in progetto renderà disponibile biomasse da residuo di potature del verde pubblico e degli alberi utilizzabili nel sistema.

- Il calore recuperato potrà essere utilizzato per il processo di essiccazione della biomasse umide, ma anche per integrare (o eventualmente sostituire) i fabbisogni della rete geotermica/ad acqua di fiume quando questa non riesca a soddisfare le esigenze termiche o di raffrescamento degli edifici.

### 1.3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza complessiva di circa 312 kWp e verrà installato su barriere acustiche per l'abbattimento del rumore prodotto dalla linea ferroviaria adiacente. Si considerino pannelli di silicio cristallino di potenza nominale pari a circa 312 kW, un'inclinazione di 34° ed un orientamento di 10° Ovest.

Per i calcoli energetici del sistema fotovoltaico a pannelli si utilizzano i dati elaborati dall'organismo pubblico internazionale Joint Research Center della Comunità Europea che si basa sul più completo ed aggiornato database di dati meteo climatici per l'Europa Occidentale<sup>3</sup>. Le caratteristiche del sistema scelto nello studio preliminare sono riportate di seguito.

Potenza nominale del sistema FV considerato: 312 kW silicio cristallino

Inclinazione dei moduli: 34°

Orientamento dei moduli: 10 gradi Ovest

<sup>3</sup> <http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/radmonth.php?lang=it&map=europe>





Stima delle perdite causato dalla temperatura (dati locali di temperatura): 8,3%

Perdite stimate causate dall'effetto angolare di riflessione: 2,7 %

Altre perdite (cavi, inverter, etc.): 14%

Totale delle perdite di sistema FV: 25,1%

Numero totale di pannelli installati

N.pan= 1560 di potenza 200Wp ciascuno

Potenza di picco totale installata

Pcc Totale = N.pan\*200 Wp= 312 kWp

**En. totale ottenibile**

**≈390 MWh all'anno**

#### 1.4. TRATTAMENTO E STOCCAGGIO DEI RESIDUI DI POTATURE CON POSSIBILE IMPIEGO DI CALDAIA AUSILIARIA A CIPPATO DA 100 kW)

Le potature prodotte vengono raccolte e stoccate all'interno di essiccatori a circolazione naturale all'aperto prima della relativa cippatura in un sito posto in prossimità della centrale. Il tempo di stoccaggio deve essere sufficientemente lungo, al fine di garantire una congrua diminuzione dell'umidità della biomassa, necessaria per la conversione energetica. Si prevede l'installazione di una cippatrice che permetta di ottenere un biocombustibile (cippato) di caratteristiche dimensionali compatibili con le apparecchiature di conversione energetica, in particolare con il sistema di alimentazione della caldaia. Il cippato prodotto può essere utilizzato per l'impianto a biomasse da 240 kWe, che è in grado di funzionare con un'ampia varietà di biocombustibili, compresi i residui di potatura del verde pubblico e degli alberi del parco. Tali biomasse pertanto verranno raccolte, stoccate e opportunamente trattate prima di essere bruciate in caldaia. In alternativa all'impianto a biomasse da 240 kWe, o integrato ad esso, si potrà prevedere la realizzazione di una caldaia a biomasse da circa 100 kWt di potenza, alimentata con i residui di potatura del verde pubblico e degli alberi del parco. In questo caso, la conversione energetica prevede la combustione del cippato in una caldaia a griglia fissa o mobile, generalmente ad olio diatermico.

#### 1.5. SISTEMA DI RECUPERO E STOCCAGGIO DELLE ACQUE PIOVANE PROVENIENTI DALLE COPERTURE SU VASCA DA CIRCA 100 M<sup>3</sup>, DA UTILIZZARE PER SISTEMA ANTINCENDIO ED IRRIGAZIONE DELLE AREE VERDI.

All'interno del parco tutti gli edifici verranno progettati con sistemi di copertura finalizzati anche al raccoglimento, convogliamento e recupero delle acque piovane. Tali acque risultano infatti preziose per la gestione delle attività dell'area stessa, quali: l'irrigazione del verde attrezzato, la pulizia delle aree pubbliche e soprattutto per il riempimento di apposite vasche interrate che costituiranno l'alimentazione del sistema antincendio pubblico e privato.

## 1.6. STAZIONE DI BIKE SHARING (CONDIVISIONE DI BICICLETTE) AD USO PUBBLICO.

Come ormai è già socialmente riconosciuto ed attuato nelle principali città italiane, un contributo alla riduzione della mobilità veicolare interna degli autoveicoli e dell'inquinamento da essi apportato, è ottenuta dalla sistemazione di stazioni di posteggio e condivisione di biciclette, seguendo il principio appunto del *bike sharing* (tradotto letteralmente: condivisione della bicicletta).

L'area in oggetto, in forte misura verde e pianeggiante, ben si presta alla disposizione di percorsi ciclabili preferenziali ed alla disposizione, lungo di essi, di parcheggi per biciclette, da condividere appunto mediante il semplice utilizzo di tesserino e documento di riconoscimento, da validare con dispositivi elettronici in apposite colonnine, posizionate in corrispondenza di tali postazioni di sosta.

Ulteriore valutazione che sarà effettuata in fase di progettazione comprenderà l'introduzione nel parco di biciclette con supporto elettrico, che potranno essere ricaricate con l'ausilio degli impianti a fonti rinnovabili previsti nel parco stesso.

## 1.7. ILLUMINAZIONE PUBBLICA AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA (LED, ETC..) INTEGRATA CON SISTEMA DI SORVEGLIANZA URBANO

È previsto un sistema di illuminazione capillare al fine di permettere il controllo del territorio, la sicurezza dei cittadini, sia per quanto riguarda la viabilità che la possibilità di camminare al sicuro nelle strade o nei vicoli facilitando il servizio di vigilanza urbana.

Il progetto per l'illuminazione pubblica prevede l'installazione di apparecchi di qualità, ad esempio diodi a emissione luminosa (LED), che assicurino la durata nel tempo e il mantenimento delle prestazioni fotometriche e che impieghino sistemi di alimentazione ad alta efficienza. Essi saranno inoltre integrati con eventuali sistemi di telecontrollo che permettano di monitorare e controllare l'impianto e di ridurre al minimo gli interventi di manutenzione.

## 2. Ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici

Come analizzato negli elaborati grafici dell'area, il patrimonio edificato della zona si caratterizza per differenti destinazioni d'uso e soluzioni architettoniche degli edifici. L'attività progettuale nel suo complesso si integra con le finalità dell'intero intervento, avendo come obiettivo principale il raggiungimento di livelli esemplari di efficienza energetica delle strutture.

In fase di studio di prefattibilità sono quindi state definite le caratteristiche di rendimento energetico dei fabbricati così come di seguito riportato (§cfr.: Tabella 2), cercando di conciliare le esigenze della committenza con le problematiche di realizzazione, gestione e commercializzazione degli immobili. Si è deciso di affrontare l'analisi dei fabbisogni di energia primaria di tutti i fabbricati a partire da esempi edilizi già realizzati ed operativi ed in base agli obiettivi raggiungibili per le varie tipologie edilizie e destinazioni d'uso, come di seguito specificato.

L'*edilizia residenziale* è stata considerata in classe energetica A (elevata efficienza) e quindi caratterizzata da consumi energetici inferiori a 30 kWh/m<sup>2</sup>a per il riscaldamento. Tenendo conto della finalità dell'intervento, sono stati presi come casi di riferimento per il calcolo dei fabbisogni obiettivo delle realizzazioni similari già operative<sup>4</sup>.

Gli edifici che alloggeranno la *residenza per anziani* saranno di carattere passivo, prendendo anche in questo caso come riferimento delle realizzazioni già edificate<sup>5</sup>, di paragonabile estensione superficiale e caratteristiche funzionali.

L'*albergo* sarà realizzato in conformità alle più recenti normative energetiche di riferimento (Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia") e in questa fase vengono caratterizzate dalla classe B, con un fabbisogno energetico di riscaldamento inferiore quindi ai 50 kWh/m<sup>2</sup>a, pari a cioè a 45 kWh/m<sup>2</sup>a come valore di riferimento in questa fase.

Le *aree commerciali* e quelle adibite a *servizi pubblici e privati*, come nel caso precedente, saranno conformi ai limiti più restrittivi prescritti dalle normative di riferimento per il calcolo del rendimento energetico in edilizia. Per la caratterizzazione energetica di tali fabbricati si rimanda comunque alle fasi successive di sviluppo progettuale, durante le quali verranno definite nel dettaglio le caratteristiche di ciascun immobile, informazioni fondamentali per poter effettuare una valutazione energetica esaustiva.

A partire dalle suddette considerazioni e dai dati ad esse relativi è stato quindi possibile effettuare il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> con i seguenti parametri di input:

- I. Destinazione d'uso dell'immobile
- II. Caratteristiche della prestazione energetica definite come obiettivo della progettazione e della realizzazione degli edifici: normative di riferimento, standard di rendimenti del sistema edificio-impianto ecc.
- III. Indici di prestazione termica degli edifici:
  - a. fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria;
  - b. fabbisogno di energia elettrica per impianti ed elettrodomestici;
  - c. prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento (EP<sub>e,invol</sub>) pari al rapporto tra il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento dell'edificio (energia richiesta dall'involucro edilizio per mantenere negli ambienti interni le condizioni di comfort) e la superficie calpestabile del volume climatizzato. In questa sede è stato considerato un valore di EP<sub>e,invol</sub> pari a 8 kWh/m<sup>2</sup>a, che indica prestazioni ottime (qualità prestazionale di classe I) per tutte le destinazioni d'uso ad eccezione dell'albergo e degli edifici commerciali e servizi, per cui si rimanda, come anticipato, ad una successiva fase di maggior dettaglio.

<sup>4</sup> Residenza Annamaria, Comune di Perugia (Gallano Costruzioni).

<sup>5</sup> Edificio per anziani a Monchengladbach (Germania): 4000 mq



Si riporta pertanto di seguito l'analisi e la stima dei suddetti parametri per ogni destinazione d'uso presente nell'intervento in oggetto.

Destinazione d'uso	Superficie coperta	Fabbisogno tot termico		Fabbisogno tot elettrico	
	m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> a	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a	kWh/a
Residenziale	28300	33	933900	16	452800
Social housing	4500	33	148500	16	72000
Commerciale Direzionale Servizi pubblici Servizi privati	23050	65	1498250	35	806750
Residenza anziani	4000	26	104000	16	64000
Albergo	6500	45	292500	30	195000

**Tabella 2: Valori dei fabbisogni di energia termica ed elettrica per le diverse destinazioni d'uso**

Si descrive ora il dettaglio delle voci sintetizzate in Tabella 2.

- Destinazione d'uso residenze plurifamiliari (compresi i fabbricati *social housing*):
  - o Circa 25 kWh/m<sup>2</sup> anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria<sup>6</sup>
  - o Circa 16 kWh/m<sup>2</sup> anno<sup>7</sup>: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 39 kWh/m<sup>2</sup>a in termini di Energia Primaria
  - o Circa 8 kWh/m<sup>2</sup> anno: indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ( $E_{pe, invol}$ )

- Destinazione d'uso residenza per anziani:

Data la fase di studio di prefattibilità ancora non è stato definito il target energetico di questa struttura. Si prende pertanto come riferimento il caso di edilizia residenziale in classe A per il regime di riscaldamento e classe I per le prestazioni di raffrescamento dell'involucro edilizio. Si tiene comunque in considerazione la possibilità di realizzare in questo caso un edificio di tipo passivo, prendendo come caso obiettivo la struttura paragonabile realizzata in Germania nel 2003 caratterizzata da circa 30 kWh/m<sup>2</sup> anno di fabbisogno di Energia Primaria totale<sup>8</sup>. Come caso di riferimento per il calcolo si usano comunque i seguenti valori.

<sup>6</sup> Residenza Annamaria, Perugia

<sup>7</sup> Edificio residenziale plurifamiliare a Stans (Svizzera): palazzina di 8 alloggi

<sup>8</sup> Edificio per anziani a Monchengladbach (Germania): 4000 mq



- Circa 25 kWh/m<sup>2</sup> anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
  - Circa 16 kWh/m<sup>2</sup> anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 39 kWh/m<sup>2</sup>a in termini di Energia Primaria;
  - Circa 8 kWh/m<sup>2</sup> anno: indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ( $E_{pe,invol}$ ).
- Destinazione d'uso albergo:
- Circa 45 kWh/m<sup>2</sup> anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
  - Circa 30 kWh/m<sup>2</sup> anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 73 kWh/m<sup>2</sup>a in termini di Energia Primaria.
- Destinazione d'uso commerciale e servizi (pubblici e privati):
- Circa 65 kWh/m<sup>2</sup> anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
  - Circa 35 kWh/m<sup>2</sup> anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 85 kWh/m<sup>2</sup>a in termini di Energia Primaria.

## 2.1. RETE GEOTERMICA/AD ACQUA DI FIUME COSTITUITA DA SCAMBIATORI DI CALORE A SERVIZIO DELLE UTENZE TERMICHE DEL QUARTIERE.

Tutti gli impianti di climatizzazione dei fabbricati all'interno dell'area in oggetto saranno dotati di opportuni sistemi di scambio del calore geotermico/ad acqua di fiume, individuati in base alle esigenze progettuali e realizzative di ciascun intervento specifico.

In particolare, l'impiego di scambiatori di calore integrati ad una rete di distribuzione geotermica o ad acqua di fiume permetteranno il raggiungimento di elevate prestazioni impiantistiche. Nel caso geotermico, consentono lo scambio termico con gli strati profondi del terreno edificato, che si trova ad una temperatura pressoché costante durante tutto l'arco dell'anno, pari a circa 14°C.

Le suddette tecnologie del sistema geotermico a bassa entalpia ottimizzano infatti il rendimento impiantistico delle pompe di calore sia in regime di raffrescamento estivo che in quello di riscaldamento invernale. Come gli altri sistemi tecnologici trattati, la realizzazione degli impianti geotermici a bassa entalpia contribuiranno alla costruzione di sistemi di climatizzazione ad Impatto Zero, sia per le civili abitazioni che per i fabbricati di differente destinazione d'uso connessi alla rete.

Nello specifico, l'integrazione delle tecnologie efficienti consente la realizzazione del sistema ecosostenibile comprendente: le sonde geotermiche a sviluppo verticale od orizzontale, la pompa di calore, il sistema di accumulo termico con vaso di espansione, i pannelli radianti per riscaldamento e raffrescamento degli ambienti, i pannelli solari fotovoltaici integrati negli edifici e comunque nel parco. Il trasferimento di calore fra il fluido termovettore ed il terreno, può

avvenire attraverso sonde di profondità (fino a 150 metri per applicazioni connesse alla climatizzazione ambientale) o con sistemi di superficie (pochi metri). Nel primo caso è sufficiente analizzare le proprietà termofisiche del sottosuolo, considerandone costante il livello termico; nell'altro si dovrà tenere conto anche della oscillazione temporale della temperatura.

Lo sfruttamento delle falde acquifere avviene secondo due modalità:

- prelevando direttamente il fluido dal sottosuolo da un pozzo di estrazione e reimmettendolo in un pozzo di immissione, una volta effettuato lo scambio di calore;
- inserendo sonde verticali "annegate" nella falda, senza emungimento di acqua, ma trasferendo calore ad un fluido secondario contenuto nelle sonde stesse.

Oltre al terreno, è possibile utilizzare come serbatoio termico anche l'acqua di falda o grandi specchi d'acqua di superficie (laghi o fiumi). In tal modo, è possibile aumentare l'efficienza complessiva di tutto il sistema, procedendo con un utilizzo diretto, prelevando acqua con sistemi di pompaggio per l'invio agli scambiatori, o impiegando sonde geotermiche per il trasferimento di calore. Una soluzione particolarmente interessante prevede pertanto di prelevare mediante sistemi di pompaggio l'acqua di fiume e farla circolare in una rete di distribuzione ad anello che possa servire gli edifici dell'area. Il condizionamento degli edifici potrà quindi avvenire mediante l'impiego di specifiche pompe di calore acqua/acqua. Anche questa soluzione consente di realizzare un quartiere energeticamente indipendente utilizzando tutte le energie rinnovabili possibili. Il progetto prevede sostanzialmente una rete di tubazioni in plastica di opportuno diametro distribuite su tutta l'area lottizzata. All'interno di tali tubazioni dovrà circolare acqua alla temperatura di circa 15° che entrerà all'interno di ogni blocco di unità abitativa e/o commerciale alimentando macchine in pompa di calore condensate ad acqua. La pompa di calore è una macchina diffusissima ed a tecnologia consolidata; essa è un sistema che realizza un ciclo frigorifero. L'efficienza di una pompa di calore è misurata dal Coefficiente di Prestazione (COP) definito come rapporto tra la quantità di calore prodotta e la quantità di energia spesa la sua produzione. Per il riscaldamento invernale, non risultano adatte a tale scopo le pompe di calore ad aria che, se ad esempio la temperatura esterna è circa 5 °C, garantiscono un COP pari a circa 2. Se però si ha a disposizione un pozzo termico con temperatura più elevata, come l'acqua del fiume Chiascio la cui temperatura è minimo 12 °C, il COP che ne risulta è circa pari a 5: in altre parole, un'unità di energia elettrica consente la produzione di cinque unità di calore. Nel caso del condizionamento estivo è altrettanto evidente il vantaggio dell'uso dell'acqua di fiume come pozzo termico. La temperatura del fiume di circa 15 °C assicura un COP di circa 8, mentre quella dell'aria (pari a circa 30 °C) consente un COP pari a circa 4.

Per poter trasportare l'acqua di fiume su tutta la rete fino alle motocondensanti distribuite sui singoli blocchi abitativi e commerciali, si prevede la realizzazione di una centrale impiantistica presso il fiume Chiascio, ove è prevista l'installazione di uno scambiatore di calore. In tale scambiatore, circola sul lato primario l'acqua del fiume stesso, sul secondario l'acqua che circolerà nell'anello di distribuzione integrato alle pompe di calore delle utenze che saranno allacciate al

sistema. L'impianto sarà concepito in modo da poter garantire, attraverso uno sviluppo modulare, la possibilità di allacciamento ad altre utenze pubbliche e private.

## 2.2. IMPIEGO DI PANNELLI SOLARI TERMICI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA.

I fabbricati che verranno realizzati nell'area potranno anche essere dotati di sistemi di sfruttamento dell'energia solare quali i collettori solari al fine di contribuire ad alleviare il carico termico gravante sulle altre fonti energetiche.

Tali sistemi di sfruttamento dell'energia solare saranno integrati nelle stesse strutture di copertura ove possibile, compatibilmente con l'ottimizzazione della relativa efficacia.

## 2.3. L'EDILIZIA RESIDENZIALE DEL QUARTIERE PREVEDE L'IMPIEGO DI SOLUZIONI INNOVATIVE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA, ELEVATO ISOLAMENTO TERMICO ED ACUSTICO, IN MODO DA GARANTIRE ELEVATO COMFORT ABITATIVO

La progettazione edilizia dell'intero parco sarà chiaramente finalizzata a realizzare un intervento che sia di pregio architettonico, funzionale ed energeticamente efficiente. A tale scopo, tutte le soluzioni tecniche di involucro caratterizzate dai vari pacchetti stratigrafici, verranno curati nel dettaglio al fine di rispettare le normative più stringenti in termini di risparmio energetico ed isolamento acustico e chiaramente di eco sostenibilità dell'intervento. Verranno in concreto disposti ed integrati efficacemente tra loro, sistemi di isolamento termico ed acustico prestazionali per raggiungere elevati livelli di comfort abitativo.

I sistemi di isolamento termico riguarderanno le partizioni perimetrali di tutti i fabbricati, sia orizzontali che verticali, sia verso l'esterno che di confine tra le diverse unità immobiliari dello stesso stabile e saranno di volta in volta differenziati in base alle specifiche condizioni al contorno a cui dovranno far fronte per mantenere i suddetti livelli di comfort.

I sistemi di inerzia termica, come i precedenti, verranno progettati ove sia necessario svolgere le tipiche funzioni di accumulo termico ed isolamento acustico al contempo, anche in questo caso sia verso l'esterno che fra diverse unità immobiliari, sia per quanto concerne il rumore aereo che quello impattivo.

Verranno inoltre appositamente disposti sistemi di guadagno solare diretto ed indiretto di tipo passivo, per massimizzare il comfort ambientale dei fabbricati cercando di limitare il ricorso alle tecnologie impiantistiche.

## 2.4. REALIZZAZIONE DI COPERTURE ADIBITE A VERDE ESTENSIVO (TETTI VERDI).

Una tecnologia di fondamentale importanza che verrà applicata nei sistemi di copertura dei volumi ipogei del parco sarà quella comunemente definita come "tetto-giardino".

La tipologia sarà quella del verde estensivo, caratterizzata da una vegetazione di tipo superficiale avente spessore di circa 10 cm e peso medio del tetto di circa 60 kg/m<sup>2</sup>. La piantumazione sarà



scelta fra le specie capaci di vivere col solo apporto idrico proveniente dalle precipitazioni atmosferiche. Tra i vantaggi di tale scelta progettuale vengono indicati, oltre al provato miglioramento della qualità degli ambienti abitativi, l'aumento della durabilità globale dell'intervento, la capacità di accumulare l'acqua piovana nella falda artificiale, particolarmente utile durante la stagione estiva, la minimizzazione del surriscaldamento delle aree limitrofe ed il globale miglioramento della qualità dell'aria. Essendo inoltre una copertura termicamente prestazionale, tale sistema contribuirà al risparmio energetico riducendo il carico termico dei fabbricati e le escursioni termiche diurne ed annuali, potenziando inoltre la protezione dall'inquinamento acustico, garantendo discrete prestazioni fonoassorbenti anche a frequenze inferiori ai 600 Hz (a frequenze più elevate, le proprietà di assorbimento sono direttamente proporzionali allo spessore della biomassa).

## 2.5. REALIZZAZIONE DI SUPERFICI AD ELEVATA RIFLETTIVITÀ AL FINE DI COMPENSARE LA QUANTITÀ DI ANIDRIDE CARBONICA EMESSA DA UTENTI E CITTADINI.

Particolare cura tecnica verrà dedicata alla progettazione degli involucri degli edifici industriali e commerciali, della viabilità interna, della segnaletica stradale e dell'arredo urbano in genere. Tale progettazione di dettaglio è infatti finalizzata a realizzare superfici esposte alla radiazione solare caratterizzate da elevate proprietà di albedo. Tale pratica permetterà di attenuare gli effetti di surriscaldamento al suolo e, previa opportune valutazioni della quantità di energia riflessa da tali superfici, si potrà valutarne i benefici ambientali in termini di mitigazione del riscaldamento globale. Nel contesto del mercato delle emissioni di gas serra si potranno avere benefici economici relativi alle emissioni di CO<sub>2</sub>eq evitate, così come previsto dalla Direttiva 2003/87/CE.

