Università Ca' Foscari Venezia

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AMBIENTALI, INFORMATICA E STATISTICA
Corso di Laurea magistrale in Scienze Ambientali

TESI DI LAUREA

Energia e Territorio

Integrazione della variabile energetica nella pianificazione territoriale del comune di Caorle

Laureanda
Lisa Macor
Matricola: 823039

Relatore
Prof. Paolo Pavan

Correlatore
Dott.ssa Gabriella Chiellino

Anno Accademico 2012/2013

"Pensare globale agire locale"
non è uno slogan ma una sfida vitale.

Modena City Ramblers

Sommario

Introduzione 1

PARTE PRIMA: CONTESTO

Capitolo 1
Cambiamenti climatici e sviluppo sostenibile 5
1.1 Lo stato di fatto 5
1.2 I Cambiamenti climatici 8
1.2.1 Conseguenze e contabilizzazione dei cambiamenti climatici 9
1.2.2 Il pensiero della controcorrente 10
1.2.3 Cambiamento climatico e sostenibilità: le principali tappe da Rio 1992 a Doha 2012 11
1.3 Lo Sviluppo Sostenibile 15
1.3.1 Sostenibilità dal basso 16

Capitolo 2
Il settore energetico europeo e italiano 19
2.1 Politiche energetiche europee e nazionali 19
2.1.1 Il mercato unico dell'elettricità e la "corsa" alle fonti energetiche rinnovabili 19
2.1.2 Politiche per il clima verso il 2020 21
2.2 I consumi energetici in Europa 22
2.3 I consumi e la produzione energetica in Italia 24
2.3.1 Il settore delle energie rinnovabili 26
2.3.2 L'efficienza energetica 28
2.3.3 Trend e prospettive al 2020 28

Capitolo 3
Politiche urbane per lo sviluppo sostenibile 31
3.1 La città come luogo per lo sviluppo sostenibile 31
3.2 Il patto dei Sindaci 32
3.3 Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile 34
3.3.1 Fasi di sviluppo del PAES 35
3.3.2 Settori d'intervento del PAES 36
3.4 Città europee virtuose 38
3.4.1 Il quartiere di Vauban, Friburgo 38
3.4.2 Il quartiere di Hammarby, Stoccolma 38
3.4.3 Il quartiere di BedZED, Londra 39
3.4.4 Il quartiere Zuidas, Amsterdam 39
3.4.5 Considerazioni 40
3.5 Il caso della provincia di Venezia 41

PARTE SECONDA: FASE APPLICATIVA/SPERIMENTALE

Capitolo 4
Inquadramento territoriale del comune di Caorle 45
4.1 Origini storiche 46
4.2 Struttura territoriale 47
4.3 Dati statistici 48
4.3.1 Popolazione 48
4.3.2 Flusso turistico 49
4.4 Strumenti di gestione ambientale 50
4.4.1 Agenda 21 Locale 50
4.4.2 Bandiera Blu 50

Capitolo 5
Inventario di Base delle Emissioni 51
5.1 Aspetti generali 51
5.2 R3 EcoGIS 53
5.3 L'IBE nel comune di Caorle 54
5.3.1. Aspetti critici 54
5.3.2 Risultati IBE 55

Capitolo 6
Azioni del PAES 59
6.1 Azioni realizzate 60
6.1.1 Edilizia 60
6.1.2 Illuminazione 61
6.1.3 Energie rinnovabili 61
6.1.4 Acquisti verdi della pubblica amministrazione [GPP_01] 63
6.1.5 Trasporti 63
6.1.6 Educazione ambientale ed energetica 64
6.2 Azioni da realizzare 65
6.2.1 Piedibus [TR_PR_02] 65
6.2.2 Bus Navetta parcheggio scambiatore [TR_PR_03] 70
6.2.3 Flotta auto comunale [TR_COM_01] 75
6.2.4 Incentivi all'efficientamento edilizio 80
6.3 Considerazioni 85

Capitolo 7
Mappatura energetica del territorio 87
7.1 Raccolta dati 89
7.2 Elaborazione dei dati 92
7.2.1 Software: Quantum GIS 92
7.2.2 Elaborazione 93
7.2.2.1 Dati puntuali 93
7.2.2.2 Distribuzione spaziale 94
7.3 Risultati 96
7.3.1 Edilizia e illuminazione pubblica 97
7.3.1.1 Centro Storico 101
7.3.1.2 Costa di Levante 111
7.3.1.3 Santa Margherita 122
7.3.1.4 Porto Santa Margherita 133
7.3.1.5 Duna Verde 147
7.3.1.6 San Giorgio di Livenza 155
7.3.2 Settore agricolo 165
7.3.3 Distribuzione spaziale 169
7.3.4 Considerazioni 173
7.3.4.1 I limiti dello studio 175
7.3.4.2 Possibili interventi e ruolo dell'amministrazione comunale 175

Conclusioni 178

Bibliografia 183

Allegato 1: Fattori di conversione energetici utilizzati nell'IBE 191

Allegato 2: IBE 2005 comune di Caorle 192

Allegato 3: IBE 2010 comune di Caorle 193

Introduzione

I cambiamenti climatici sono una delle questioni più dibattute a livello internazionale non solo in ambito ambientale, ma anche economico e sociale.
La causa di questo processo di mutamento del sistema climatico è individuabile nell'aumento della concentrazione di gas serra in atmosfera, principalmente a causa delle attività antropiche svoltesi dall'inizio della rivoluzione industriale fino ai giorni nostri. I problemi politici nascono quando i paesi sviluppati, maggiori responsabili dell'aumento delle emissioni in atmosfera, chiedono a quelli in via di sviluppo di impegnarsi insieme nella lotta ai cambiamenti climatici.
Gli accordi tra gli Stati procedono lentamente anche dopo l'ultima Conferenza ONU svoltasi a Doha nel 2012 sui temi d'azione contro i cambiamenti climatici. Nel frattempo, soprattutto a causa delle attività industriali e della crescita demografica dei paesi in via di sviluppo, le emissioni di CO_2 aumentano tanto da raggiugere la concentrazione di 400 ppm in atmosfera a maggio 2013 (National Oceanic and Atmospheric Adminstration, 2013).
L'IPCC sostiene che, sebbene il cambiamento climatico sia ormai inevitabile, è necessario un impegno perché si eviti il raggiungimento della soglia di 450 ppm e il relativo aumento delle temperatura a quota +2 °C.
Tale innalzamento comporterà effetti rilevanti negli equilibri atmosferici e nel sistema ecosistemico con ripercussioni sulla localizzazione delle attività produttive, dell'agricoltura e dei nostri stili di vita. Gli stati quindi devono far fronte da un lato all'adozione di meccanismi di riduzione delle emissioni di CO_2 e dall'altro prevedere forme di adattamento a un processo di cambiamento ormai in atto.
L'Europa si è adoperata come guida per gli altri paesi nel definire una linea d'azione più rigida allo scadere del Protocollo di Kyoto nel 2012. Dal 2013 entra, infatti, in validità il programma "Due volte 20 per il 2020 - L'opportunità del cambiamento climatico per l'Europa", con il quale i paesi europei decidono di impegnarsi nella riduzione delle emissioni di CO_2, nell'aumento dell'efficienza energetica e nell'approvvigionamento dell'energia da fonti rinnovabili. Tra gli strumenti d'azione è stato creato il Patto dei Sindaci, una iniziativa volontaria che ha lo scopo di favorire azioni di riduzione dei consumi energetici e la pianificazione sostenibile delle città europee.
Le città, infatti, poiché racchiudono quasi il 60% della popolazione mondiale e sono responsabili dell'80% delle emissioni in atmosfera ricoprono un ruolo importante per il processo di conversione dell'attuale trend di consumo energetico. All'adesione dei centri urbani al Patto dei Sindaci consegue la pianificazione di azioni per la riduzione delle emissioni climalteranti e per lo di sviluppo sostenibile dei centri urbani; quindi le città devono redigere il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) allo scopo di agire sui consumi energetici dovuti alle attività produttive, all'edilizia residenziale e pubblica e ai trasporti. Con questo strumento si sceglie di quantificare le emissioni di CO_2, il gas serra più abbondante in atmosfera, nell'ambito del settore energetico, poiché è quello che maggiormente ne influenza la produzione (European Environmental Agency, 2010).

Questo progetto di tesi è nato dalla volontà di approfondire il tema delle politiche urbane per le azioni di lotta ai cambiamenti climatici e lo sviluppo di nuove politiche energetiche.
L'opportunità è nata con uno stage presso un'azienda di consulenza ambientale, eAmbiente S.r.l., e il comune di Caorle. Il lavoro di tesi ha lo scopo di analizzare il PAES, come strumento d'azione per la riduzione delle emissioni di CO_2, focalizzando lo studio sull'area del comune di Caorle, territorio del litorale veneziano.

La tesi è strutturata in due parti principali: una teorica, di contestualizzazione e una applicativa/sperimentale.
I primi capitoli sono il risultato di un periodo di studi bibliografici relativi alle politiche per il clima, alla teoria dello sviluppo sostenibile e alle normative energetiche in Europa e in Italia.
Il capitolo 1 è dedicato alla contestualizzazione dei cambiamenti climatici nel mondo, alle politiche d'azione a livello internazionale ed europeo e alla presentazione della teoria dello sviluppo sostenibile, come via d'uscita alle problematiche associate alle variazioni climatiche. Sono descritti i caratteri generali dello sviluppo

sostenibile e nello specifico gli aspetti connessi alle decisioni a livello locale, in quella che si può definire sostenibilità dal basso.
Nel capitolo 2 sono presentati alcuni aspetti del settore energetico, raffigurando quelle che sono le maggiori fonti emissive e le possibilità di sviluppo del settore rinnovabile. Il capitolo 3 conclude la prima parte della tesi focalizzandosi sul Patto dei Sindaci e sul processo di redazione del PAES. Sono inoltre presentati come esempio alcuni quartieri sostenibili realizzati in diverse città europee.

La seconda fase del lavoro di tesi è il risultato di un'analisi approfondita del PAES del comune di Caorle e, nello specifico, dell'inventario delle emissioni e delle azioni proposte per la riduzione dei consumi energetici.
Il censimento degli edifici comunali e dei relativi consumi, sebbene iniziato già dagli uffici comunali con la firma del piano, è stato implementato nel periodo di stage svolto presso il Comune con l'inserimento delle strutture e dei dati mancanti, ottenuti contattando direttamente gli enti gestori interessati. Tutte le informazioni raccolte sono state quindi incluse nel software GIS fornito dalla Provincia allo scopo di rendicontare le emissioni nella zona. Il processo di acquisizione dati, trasformazione e relativi risultati sono presentati nel capitolo 5.
Segue nel capitolo 6 la fase di predisposizione di nuove azioni del PAES e l'analisi di quelle già inserite nel piano redatto da eAmbiente S.r.l. per il Comune. Le azioni sono state lette in termini di capacità di riduzione della CO_2, analizzando non solamente gli aspetti ambientali diretti, ma anche le ricadute positive in termini di coinvolgimento della popolazione ed educazione al risparmio energetico condiviso. Lo scopo della loro realizzazione è quello di favorire l'adozione di politiche di mobilità urbana sostenibile, educazione ambientale, risparmio energetico nei consumi e nell'edilizia, oltre alla produzione energetica da fonti rinnovabili.
Al termine dell'analisi delle azioni, il lavoro di stage è proseguito nell'organizzazione e implementazione di alcune di esse, prendendo contatti con i diversi stakeholders interessati all'iniziativa sul territorio.
L'ultima fase, descritta nel capitolo 7, riguarda l'elaborazione di una mappatura completa, tramite software GIS, dei consumi energetici del territorio: un catasto energetico, suddiviso per tipologia e uso degli edifici, e delle emissioni dovute all'illuminazione pubblica e alle attività agricole. I dati necessari, quando possibile, sono stati raccolti direttamente con una campagna di indagine mediante questionari svolta su un campione di utenti del territorio. In mancanza di dati specifici, sono stati usati valori aggregati forniti dalla Provincia o informazioni recuperate da fonti bibliografiche. La raccolta dati è stata svolta durante il periodo di permanenza nel comune di Caorle e i valori sono stati elaborati personalmente con software GIS. I risultati sono presentati mediante mappe che riguardano diverse porzioni del territorio comunale.
Lo scopo di quest'ultima fase è quello di fornire uno strumento che metta in luce le porzioni di territorio maggiormente energivore e ne evidenzi le fonti di emissione. Tale analisi rappresenta un supporto decisionale all'amministrazione locale per localizzare a livello spaziale e settoriale, gli interventi di efficientamento della rete e degli usi finali di energia.

Ringraziamenti
Ringrazio la Società eAmbiente S.r.l. e la Dott. Gabriella Chiellino per l'opportunità datami di sviluppare questo progetto di tesi. Un ringraziamento al comune di Caorle dove ho svolto parte del tirocinio e in particolare all'ingegnere Vania Peretto e all'architetto Paola Brichese con la quale ho avuto piacere di collaborare per l'implementazione del PAES.
Ringrazio in modo particolare l'architetto Giulia Pedrocchi per avermi supportato e costantemente stimolato nell'approfondimento del lavoro di tesi, e il Dott. urbanista Michele Cagliani per la sua disponibilità e l'aiuto datomi nell'elaborazione dei dati in GIS.

PARTE PRIMA: CONTESTO

Capitolo 1
Cambiamenti climatici e sviluppo sostenibile

1.1 Lo stato di fatto

Nell'ottobre 2011, l'United Nations Population Found (UNFPA, 2012) annuncia che la Terra ha raggiunto i 7 miliardi di abitanti e che tale numero continuerà a crescere.

Le stime prevedono il superamento di 9 miliardi di abitanti nel 2050, con un trend di crescita mondiale del 1,4% in più rispetto al 2012 (Population Reference Bureau). Tale aumento della popolazione si concentrerà nei cosiddetti paesi in via di sviluppo e soprattutto in Africa, dove il tasso di crescita previsto per il 2050 è del 2,2% e il numero di abitanti stimato supera i 2,3 miliardi.

Tra i vari paesi, Cina e India sono quelli più popolosi, tanto che da soli rappresentano più del 37% della popolazione mondiale (Cina 1,3 miliardi e India 1,2 miliardi), seguiti da USA con 314 milioni di abitanti (Population Reference Bureau, 2012).

Region	2012 Population (millions)	2050 Estimate (millions)	Natural Increase(%)	2050 Population as a Multiple of 2012
World	7058.0	9624.0	1.2	1.4
Africa	**1072.3**	**2339.3**	**2.5**	**2.2**
Eastern Africa	342.3	799.0	2.7	2.3
Middle Africa	134.1	352.4	2.8	2.6
Northern Africa	213.0	346.1	2.0	1.6
Southern Africa	58.8	67.9	1.0	1.2
Sub-Saharan Africa	902.0	2092.0	2.6	2.3
Western Africa	324.1	773.8	2.7	2.4
Americas	**948.2**	**1211.2**	**1.0**	**1.3**
Caribbean	42.0	48.8	1.1	1.2
Central America	160.2	211.9	1.6	1.3
Latin Am./Carib.	599.3	739.9	1.3	1.2
North America	348.8	471.3	0.5	1.4
South America	397.2	479.3	1.2	1.2
Asia	**4260.0**	**5284.0**	**1.1**	**1.2**
Asia (excl. China)	2909.5	3974.0	1.4	1.4
East Asia	1585.0	1516.0	0.4	1.0
S. Central Asia	1822.9	2565.0	1.6	1.4
Southeast Asia	607.9	800.5	1.2	1.3
Western Asia	243.8	403.0	1.9	1.7
Europe	**740.1**	**732.1**	**0.0**	**1.0**
Eastern Europe	295.0	259.3	-0.2	0.9
European Union	502.1	520.4	0.0	1.0
Northern Europe	100.6	122.1	0.3	1.2
Southern Europe	154.2	156.9	0.0	1.0
Western Europe	190.4	193.9	0.0	1.0
Oceania	**37.0**	**57.0**	**1.1**	**1.6**

Figura 1.1: Popolazione mondiale al 2012 e stima al 2050 (Population Reference Bureau).

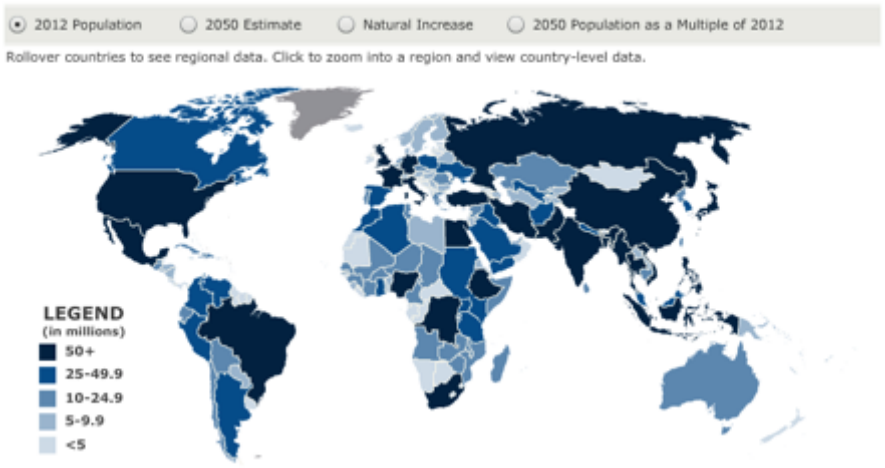


Figura 1.2: Distribuzione della popolazione nel 2012 (Population Reference Bureau)

La questione demografica è strettamente connessa a quella ambientale infatti, le società umane se da un lato richiedono per la loro sopravvivenza risorse naturali (acqua e cibo) ed energia, dall'altro producono rifiuti e inquinamento.

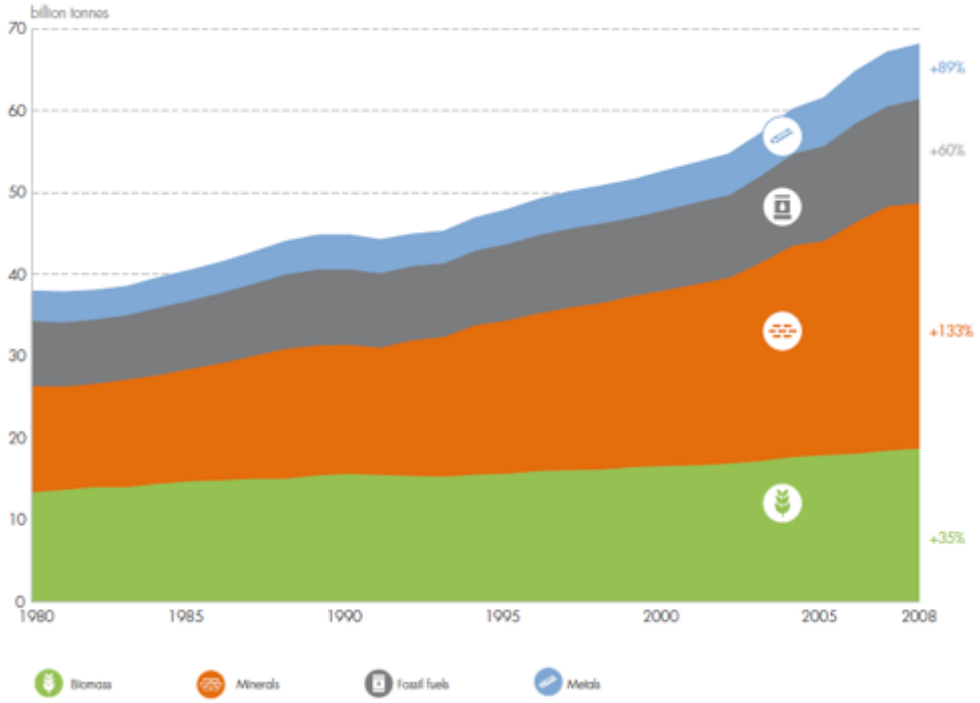


Figura 1.3: Uso delle risorse naturali dal 1980 al 2008 (Dittrich, Gilium, Lutter, & Polzin, 2012)

L'estrazione di materiale naturale (come biomasse, combustibili fossili e minerali) è cresciuta quasi dell'80% dal 1980, passando da 38 miliardi di tonnellate a 68 miliardi di tonnellate nel 2008. Nel 2008, si è calcolato che ciascun individuo consuma circa 10 tonnellate di risorse naturali, ma tale valore non è egualmente distribuito sul pianeta: è presente un fattore 11 di differenza tra i paesi a maggior consumo e quelli a minore. I dati, inoltre, dimostrano che c'è stato un aumento dei consumi globali (dovuto al maggior numero d'individui al mondo e all'allungamento dell'aspettativa di vita), mentre i consumi pro capite sono rimasti pressoché costanti nei singoli paesi, fatta eccezione per alcune nazioni dell'Est asiatico, come la Cina, in cui sono aumentati in modo rilevante (Dittrich, Gilium, Lutter, & Polzin, 2012). Si deduce che persistono le condizioni d'iniquità tra i paesi sviluppati o industrializzati e non, aggravate da un incremento d'individui in condizioni alimentari e di salute inadeguate[1]. L'impatto dato dalla crescita della popolazione, dall'uso delle risorse terrestri e dai relativi prodotti di scarto è preoccupante e denota il ruolo della specie umana sul pianeta come agente modificante, al punto da nominare l'era in cui si sta vivendo: Antropocene[2]. L'uomo e l'ambiente[3] sono strettamente connessi tra loro sino dalla comparsa dell'umanità sulla Terra, ma tale rapporto si è modificato nel tempo e, in particolare, a seguito della rivoluzione industriale. Fino a quel momento la specie umana dipendeva dalla natura e ne era sottomessa, ma, in seguito all'avvento delle nuove tecnologie ed energie, l'uomo ha avuto in mano gli strumenti per dominare l'ambiente e modificarlo. I cambiamenti prodotti lo hanno reso una specie singolare, poiché è stata l'unica in grado di modificare i meccanismi

[1] "Una persona su cinque su questo pianeta, più di un miliardo di persone, vive ancora in condizioni di estrema povertà, e uno su sette, il 14%, è denutrita, mentre i pericoli per la sanità pubblica, comprese le pandemie e epidemie, restano minacce onnipresenti" (United Nations, 2012).

[2] Antropocene: termine reso famoso nel 2000 dal premio nobel per la chimica Paul Crutzen; indica l'era geologica attuale, in cui l'uomo e le sue attività sono le principali cause delle modifiche climatiche mondiali (Bologna, 2008).

[3] Ambiente: "deriva dal latino ambire (circondare, andare attorno); in senso lato, ambiente può significare -tutto ciò che circonda l'uomo- e dunque rappresenta il contesto in cui viviamo, contesto che è formato da caratteri naturali (aria, acqua, sole) fondamentali per la vita biologica, ma anche dall'attività umana che interagisce e modifica incessantemente il territorio in cui vive" (Romei, 2006).

dell'evoluzione e sconvolgere i sistemi naturali in cui vive al punto tale, in alcuni casi, da distruggerli, pregiudicando così la futura sopravvivenza della stessa specie umana.
L'organizzazione Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) riconosce la responsabilità dell'uomo per quanto riguarda i cambiamenti climatici e, attraverso diversi scenari, evidenzia i possibili effetti dati dagli impatti antropici sul pianeta. I fenomeni più rilevanti sono quelli dell'innalzamento della temperatura, lo scioglimento dei ghiacciai, il sollevamento del livello dei mari, la riduzione della biodiversità, la desertificazione, ecc. Questi eventi sono tra loro concatenati e causati dall'aumento incontrollato dei gas serra[4] prodotti dalle lavorazioni industriali, dalle attività agricole o dalla mobilità, dall'uso del suolo, dall'urbanizzazione, dall'inquinamento delle acque e dalla deforestazione. I risultati indicati nei report dell'IPCC fanno riflettere sulla visione che l'uomo, con il progresso, ha sviluppato nei confronti della natura e, nonostante la cultura dominante induca alla percezione che "l'Homo sapiens possa fare a meno della natura", in realtà la specie umana, per sopravvivere, deve imparare a vivere entro i confini e in armonia con la natura stessa (Bologna, 2008). Il superamento dei limiti e della capacità di carico del pianeta[5] sono contabilizzati in diverse modalità, una di queste è l'Impronta Ecologica Globale. Tale sistema ha come unità di misura il gigaettaro (gha), infatti, consiste nella somma delle superfici che l'uomo utilizza per le sue diverse attività: produzione di combustibili fossili, uso delle foreste e del suolo, alimentazione, ecc..
L'ultimo report del WWF, utilizzando i dati riguardanti l'impronta ecologica globale, evidenzia come la domanda antropica abbia superato, già dal 1970, la quantità che la biosfera riesce a soddisfare. Nel 2008 la biocapacità della terra era di 18,0 gha pro capite (12,0 miliardi di gha totali), mentre l'impronta ecologica globale era di 2,7 gha pro capite (18,2 miliardi di gha totali). Tale differenza indica che l'uomo sta sovrasfruttando il capitale naturale, tanto che "la Terra impiega un anno e mezzo per rigenerare completamente le risorse rinnovabili che l'umanità utilizza in un solo anno" (WWF, 2012).
Gli scenari futuri, stimati in base all'attuale trend, prevedono un ulteriore peggioramento delle condizione del Pianeta e dell'impatto antropico (Global Footprint Network, 2013).

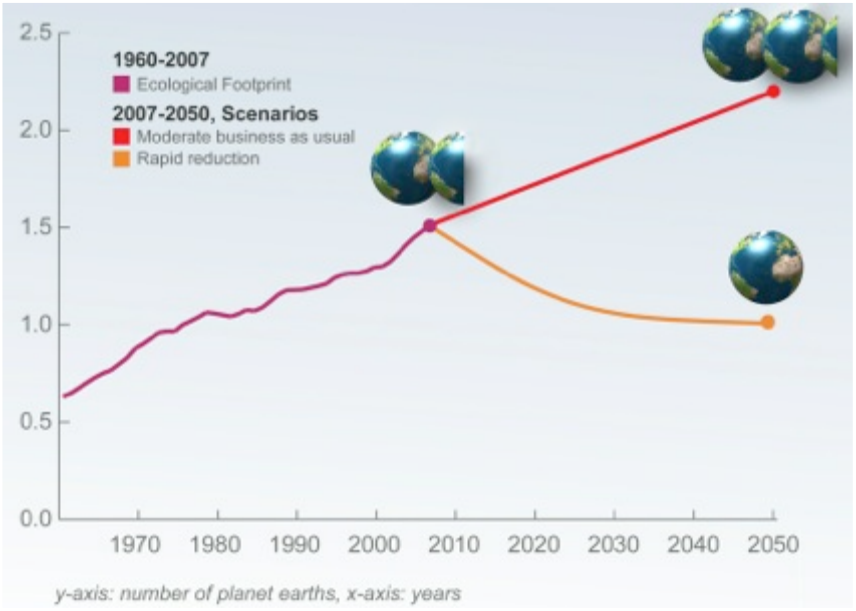


Figura 1.4: Impronta ecologia: scenario futuro (Global Footprint Network, 2013)

[4] Gas serra = biossido di carbonio (CO_2), metano (CH_4), ossido di azoto (N_2O), idrofluorocarburi (HFC), perfluorocarburi (PFC), esafluoro di zolfo (SF_6) (Nazioni Unite, 1997).
[5] Capacità di carico: "quantità di inquinamento (in senso lato) e rifiuti che il pianeta è in grado di sopportare".
Capitale naturale critico: "livello minimo necessario alla riproducibilità biologica dell'ecosistema". "Quando un sistema oltrepassa la propria capacità di carico, scende oltre il limite del capitale naturale critico" (Lanza, 2006).

1.2 I Cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici[6] e, in generale la variabilità ambientale, si sono sempre verificati sul pianeta Terra nei millenni; basti pensare all'evoluzione delle specie o alla lunga formazione dell'atmosfera nell'attuale composizione chimica (21% di O_2). La biosfera è, infatti, un sistema complesso in "cambiamento e mutazione continua", che erratamente si può considerare come una "natura stabile" (Bologna, 2008).
Tuttavia, quello che rende preoccupante i mutamenti climatici degli ultimi decenni è la velocità e l'intensità con cui si stanno verificando, in assenza di forti alterazioni naturali come eruzioni vulcaniche, glaciazioni, o terremoti.
Secondo l'IPCC il cambiamento climatico è ormai "inequivocabile" ed "è estremamente probabile che l'attività antropica sia la maggior causa dell'aumento delle concentrazioni di gas ad effetto serra". Quest'ultime sembrano essere strettamente relazionate alla questione del cambiamento climatico (IPCC, 2007). Inoltre, l'aumento delle emissioni per attività industriali, agricole e mobilità, è aggravato dalla progressiva riduzione della capacità di assorbimento di questi gas da parte del Pianeta, per mezzo di forme vegetali. Difatti, si associa alla preoccupazione per le emissioni, quella della deforestazione e del degrado forestale, problema che colpisce soprattutto i paesi in via di sviluppo, ma che ha ripercussioni a livello internazionale (Lanza, 2006).

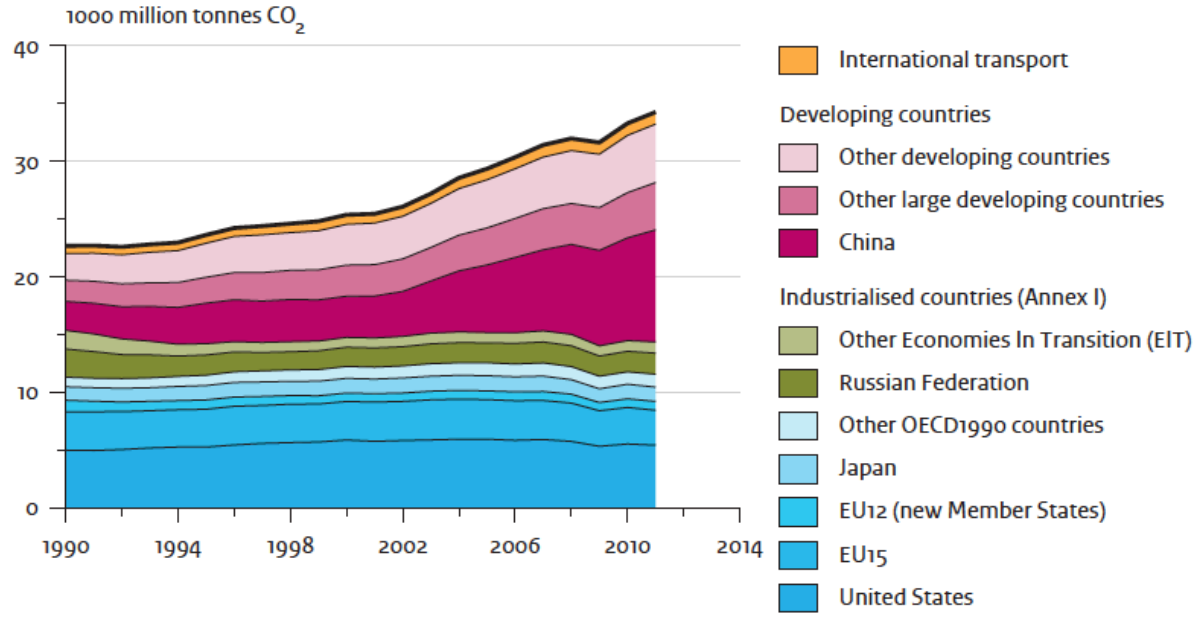


Figura 1.5: Emissioni globali CO_2 per regione (Olivier, Janssens-Maenhout, & Peters, 2012)

Le emissioni di gas climalteranti, e soprattutto della CO_2, sono in progressivo aumento dalla metà del '700, periodo d'inizio della rivoluzione industriale. I dati pre-industriali stimavano una concentrazione di CO_2 pari a 284 ppm, ma, a seguito della scoperta e dell'utilizzo dei combustibili fossili, tale valore raggiunge i 300 ppm già solo negli anni '50 (WWF, 2012). Il trend, nonostante le politiche di riduzione delle emissioni[7] e la crisi economica di questi ultimi anni che ha costretto la chiusura di grandi centri industriali in paesi sviluppati, è in continuo aumento e ha raggiunto livelli mai registrati nella storia (34 miliardi di tonnellate). I dati più recenti attestano un incremento delle emissioni al 2011 del 3% rispetto l'anno precedente. I primi cinque stati emettitori sono: Cina (29%), Stati Uniti (16%), Unione europea (11%), India (6%) e Federazione Russa (5%) (Olivier, Janssens-Maenhout, & Peters, 2012).

[6] Cambiamenti climatici: cambiamento dello stato del clima che può essere identificato (ad esempio utilizzando test statistici) attraverso dei cambiamenti nella media o nella variabilità delle sue proprietà, e che persiste per un lungo periodo (decenni o più). Si riferisce a qualsiasi cambiamento del clima nel corso del tempo, dovuto alla variabilità naturale o come effetti dell'attività umana (IPCC, 2007).
[7] Per maggiori informazioni si veda: Il cambiamento climatico: le principale tappe da Rio 1992 a Durban 2001, pag 27 (Varani & Primi, 2012).

La crescita delle emissioni totali è un dato espressivo e preoccupante, soprattutto perché, in questi ultimi anni, alcuni dei maggiori emettitori hanno preso una direzione opposta. Infatti, molti paesi europei, USA e Giappone hanno ridotto del 2-3% le emissioni di CO_2 a causa della crisi economica e dei costi elevati delle fonti fossili. Questo dato positivo, sebbene non sia consequenziale a scelte politiche e di pianificazione urbana e industriale, ma piuttosto alla contrazione economica attuale, si contrappone quindi al trend globale in crescita. La causa di ciò è riscontrabile nell'aumento della produzione di gas serra da parte dei paesi emergenti: +9% in Cina e +6% in India.

1.2.1 Conseguenze e contabilizzazione dei cambiamenti climatici

Le conseguenze date dall'aumento delle emissioni di gas climalteranti sono numerose e interconnesse tra loro.

La prima osservazione che si può fare è quella dell'innalzamento della temperatura globale che si stima essere di +0,74 °C negli ultimi 100 anni, con maggiore incremento negli ultimi decenni[8].

Tale questione riguarda tutto il globo terrestre, ma ha un peso maggiore alle alte latitudini settentrionali: le temperature delle zone artiche negli ultimi cent'anni hanno avuto un aumento pari quasi al doppio della media globale (IPCC, 2007), con evidenti conseguenze sui ghiacciai, i quali hanno ridotto la propria estensione del 2,7% per decade (7,4% nei periodi estivi).

In questa situazione si manifesta chiaramente il ruolo di mitigazione che possiedono le grandi masse d'acqua, dato che gli studi dell'IPCC dimostrano che l'oceano assorbe circa l'80% del calore aggiunto al sistema climatico. Inoltre, i mari, assieme alle foreste e ai pascoli, operano un ruolo importante nell'assorbimento della CO_2 [9].

Le conseguenze che ne derivano per gli oceani sono soprattutto: l'innalzamento del livello del mare che, tra il 1993 e il 2011, ha avuto un tasso di 3,2 mm/anno (Barilla Center for food nutrition, 2009), l'aumento del 30% dell'acidità negli oceani (WWF, 2012) e, di conseguenza, la progressiva compromissione e modifica della biodiversità acquatica.

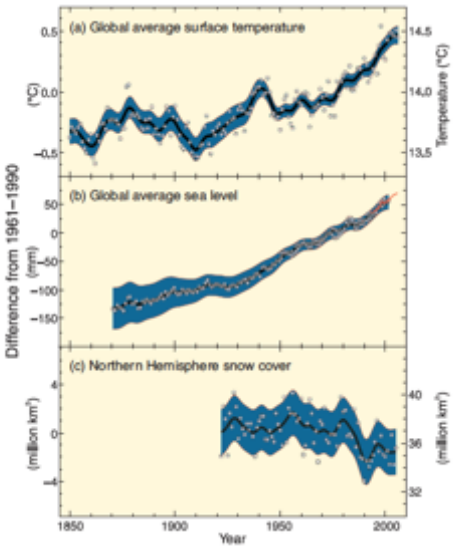


Figura 1.6: Variazione della temperatura media superficiale (a), livello medio del mare (b), copertura nevosa dell'emisfero nord (c). Le curve rappresentano i valori medi decennali, mentre i cerchi sono i valori annuali. Le aree in ombra indicano gli intervalli d'incertezza (IPCC, 2007)

Le ripercussioni delle maggiori temperature terrestri incidono su tutto il sistema meteorologico. Si prevede, infatti, una progressiva estremizzazione delle temperature e l'aumento della frequenza di eventi anomali. Nelle zone temperate saranno sempre più frequenti periodi secchi intervallati da forti precipitazioni, aumenterà la frequenza di cicloni tropicali e ondate di calore (IPCC, 2007).

Gli ecosistemi sono sistemi complessi e "auto-organizzanti", cioè essi sono l'insieme di componenti biotiche e abiotiche strettamente connesse tra loro su vari livelli organizzativi. Ogni trasformazione interna a un ecosistema prevede percorsi articolati e di lungo periodo, al fine di raggiungere o ripristinare lo stato di equilibrio. Le mutazioni antropiche possono però essere tanto repentine e intense che la biosfera, nonostante

[8] Il decennio 2001-2010 è stato quello più caldo con 0,2°C in più rispetto al decennio precedente 1991-2000 (Barilla Center for food nutrition, 2009).

[9] Un quarto della CO_2 atmosferica è assorbita dagli oceani (WWF, 2012).

le sue proprietà di resistenza e resilienza[10], non possa far fronte ai mutamenti in atto. Ad esempio gli impatti da cambiamenti climatici, deforestazione e uso del suolo condizionano la biodiversità e ne provocano una grossa perdita[11]. Tali diminuzioni sono molto preoccupanti e non solo per il concetto estetico o etico della natura, ma perché comportano la perdita dei cosiddetti "servizi ecosistemici"[12] offerti dall'ambiente e garanti della sopravvivenza umana. La società umana spesso ignora il valore di questo capitale e non prende coscienza della dipendenza (reciproca) tra uomo e ambiente.
Uno dei maggiori problemi nella stima del valore degli impatti ambientali è la difficoltà nel dare ai beni comuni naturali un valore economico, importante per prendere coscienza materiale delle conseguenze che l'uomo ha creato con il sovrasfruttamento e l'inquinamento ambientale. Per conoscere i valori monetari del danno totale dei cambiamenti climatici è necessario comprendere prima l'impatto fisico e poi dare a questo un valore monetario. Tale procedura è spesso difficile perché non ci sono le proiezioni degli impatti fisici dei cambiamenti climatici a scala ridotta (nazionale o regionale) e non si conosce un valore monetario per tutti i danni fisici prodotti (Carraro, 2008). Le stime economiche sono, però, necessarie per valutare i costi degli effetti dei cambiamenti climatici sul pianeta e capire di conseguenza la necessità di attuare opere di mitigazione e riduzione delle emissioni. Si tratta di prendere visione dell'economicità nell'attuazione delle politiche di riduzione delle emissioni, rispetto al modello di consumo e produzione adottato negli ultimi decenni.
Queste valutazioni si basano anche sulla teoria della sostituibilità e sul concetto di capitale naturale; quest'ultimo, infatti, è il risultato di risorse la cui perdita è, per la gran parte, irreversibile. Ciò vuol dire che il capitale naturale una volta consumato non può essere recuperato, né sostituito con capitale fisico o economico[13].
Poiché i gas serra sono emessi dall'uomo in atmosfera dalla metà del 1700 e che, invece, le prime politiche concernenti la loro riduzione sono state proposte, e in parte attuate, solo da qualche decennio, è inevitabile dover far fronte agli effetti dei cambiamenti climatici che verranno e che già si stanno presentando sul pianeta. Le forme di riduzione delle emissioni perciò servono a evitare un danno maggiore di quello che molto probabilmente avverrà in ogni caso e, per questo motivo, devono essere affiancate da forme di adattamento. Quest'ultime consistono nel mettere a punto piani, programmi, azioni e misure che riducano la vulnerabilità territoriale e quella socioeconomica ai cambiamenti climatici. Si tratta quindi di trovare i meccanismi (pianificazione territoriale, energetica, edilizia, agricoltura, informazione, educazione, ricerca) che permettano all'uomo di far fronte ai cambiamenti ambientali e al tempo stesso fare in modo che questi siano un'opportunità per un nuovo sviluppo economico e sociale.

1.2.2 Il pensiero della controcorrente

Sebbene il fenomeno dei cambiamenti climatici e la sua evidenza siano pensiero condiviso dalla maggior parte degli studiosi ed esperti internazionali, non tutti i climatologi sono concordi su questo tema.
Infatti alcuni scienziati[14] ritengono che il fenomeno sia stato sovraconsiderato e che le previsioni per il futuro climatico definite dall'IPCC siano troppo pessimistiche. Essi ritengono che le alterazioni climatiche in atto siano il risultato di una variazioni climatica naturalmente presente nel sistema terrestre e non la risposta ad un aumento delle attività antropiche o delle emissioni di CO_2 in atmosfera. Gli studiosi precisano quindi la necessità di indirizzare gli studi verso una migliore comprensione di quello che è il sistema climatico,

[10] Resistenza: capacità di un ecosistema di resistere alle perturbazioni mantenendo intatte le proprie strutture e funzioni. Resilienza: capacità di recupero di un sistema (il ritorno allo stato di equilibrio precedente o il raggiungimento di un nuovo stato di equilibrio) a seguito di una modifica data da una perturbazione (Bologna, 2008).
[11] Si stima che il 30% degli anfibi, il 21% degli uccelli e il 25% dei mammiferi sia a rischio estinzione (Varani & Primi, 2012).
[12] Servizi ecosistemici: benefici che gli ecosistemi forniscono all'uomo, come la produzione di ossigeno, la regolazione della composizione chimica dell'atmosfera, la regolazione del clima, il mantenimento del ciclo idrico, la rigenerazione del suolo, il controllo dell'erosione, i processi d'impollinazione, la produzione di cibo, la disponibilità delle risorse ecc (Bologna, 2008).
[13] Per approfondimenti consultare "Lo sviluppo sostenibile" (Lanza, 2006).
[14] Un articolo del giornale "The Wall Street Journal" indica i nomi di sedici scienziati che mettono in dubbio l'esistenza effettiva dei cambiamenti climatici (The Wall Street Journal, 2012).

piuttosto che alla ricerca di nuove tecnologie per la riduzione delle emissioni o la mitigazione degli impatti ambientali associati.
Il grafico riportato in Figura 1.7 registra la variazione annuale e stagionale delle temperatura globale sul pianeta: un'alterazione continua dal 1990 fino ai giorni nostri. Al tempo stesso però se si guarda il trend della temperatura, rappresentato dalla linea blu, si può notare come questo sia costantemente in crescita dal 1990 al 2010, a conferma delle preoccupazioni sollevate dall'IPCC.

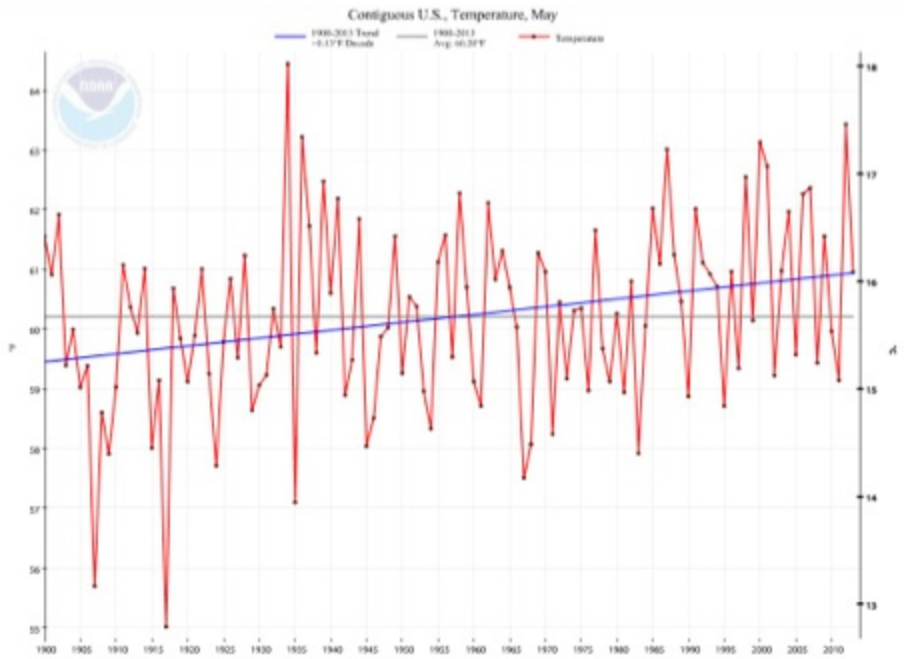


Figura 1.7: Variazione della temperatura globale dal 1990 al 2010 (National Oceanic and Atmospheric Adminstration, 2013)

1.2.3 Cambiamento climatico e sostenibilità: le principali tappe da Rio 1992 a Doha 2012

Le prime associazioni internazionali scientifico-ecologiche nascono agli inizi del '900: British Ecological Society (1913), Ecological Society of America (1915), International Council for Bird Preservation – ICBP (1922), ecc.. Da quel momento in poi inizia a svilupparsi nel mondo occidentale una certa sensibilità ambientale, ma si individua la nascita dei dibattiti sulle problematiche ambientali nel 1962 quando la biologa Rachel Carson pubblica il libro "Silent Spring". In quegli anni nascono le prime preoccupazioni per l'impatto che ha l'uomo sull'ambiente, soprattutto in merito all'uso e i relativi effetti di sostanze chimiche, come i pesticidi.
Alla questione puramente ambientale iniziò a essere associata quella sociale ed economica; il Club di Roma, infatti, nel 1968 pubblica il testo "The Limits of Growth", un volume che indaga le relazioni olistiche tra crescita demografica, sviluppo industriale, accessibilità e consumo di risorse, disponibilità di cibo e inquinamento. Il peso della questione ambientale e la sua rilevanza transfrontaliera hanno suscitato la necessità di accordi internazionali e per questo motivo dal 1972, con la prima Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente, tenutasi a Stoccolma, fino ai giorni nostri, si organizzano incontri e si stabiliscono accordi politici allo scopo di prendere delle decisioni comuni sulle tematiche ambientali.
La tabella successiva mette in luce le principali tappe degli incontri internazionali che hanno segnato lo sviluppo della scienza della sostenibilità. La scelta è stata fatta allo scopo di evidenziare gli avvenimenti più rilevanti e quelli più utili per capire l'attuale stato politico e programmatico in materia di mitigazione ambientale e produzione energetica.

Anno	Evento	Descrizione
1972	Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente, Stoccolma	Primo evento a risonanza globale per la questione climatica e ambientale. Vi si riuniscono oltre 100 paesi e 400 organizzazioni per discutere dei temi di difesa e miglioramento ambientale: "scopo imperativo per tutta l'umanità" (Nazioni Unite, 1972). Come risultato della Conferenza è istituito, l'anno successivo, il programma ambiente delle Nazioni Unite (UNEP) e viene pubblicato il documento "The Limits of Growth", Rapporto del Club di Roma.
1987	Il Rapporto Broundtland	La Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo presieduta dal primo ministro norvegese Gro Harlem Brundtland pubblica il rapporto "Our Common Future". Questo è il testo pioniere dello sviluppo sostenibile, infatti, propone un nuovo modello di sviluppo "in grado di soddisfare i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere le capacità delle generazioni future di soddisfare i propri" (Brundtland G. H., 1987). Si tratta di un modello di equilibrio tra sfera ambientale, economica e sociale.
1992	Conferenza delle Nazioni Unite di ambiente e sviluppo, Rio de Janeiro	Uno degli eventi più importanti per il tema della sostenibilità, sia per la partecipazione (183 nazioni) che per gli obiettivi e le aspettative dei risultati dell'incontro. Si afferma il valore della sostenibilità e il suo significato non solo a livello ambientale, ma come modello di nuovo sviluppo economico sociale e ambientale (Longhi, 2004). La Conferenza al suo termine adotta: Dichiarazione di Rio, Agenda 21, Dichiarazione di Principi. Inoltre è creata la Commissione delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile e proposta la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC). Il trattato è entrato in vigore il 21 marzo 1994, in seguito alla ratifica di quasi tutti i paesi dell'ONU. Tale rapporto afferma i principi di equità e precauzione, e individua strategie di mitigazione (riduzione emissioni) e di adattamento ai cambiamenti climatici (Caminiti, 2009). In Europa i principi dello sviluppo sostenibile sono recepiti e inseriti nel Trattato di Maastricht[15] e con la realizzazione del Quinto piano d'Azione ambientale 1993-1999 "Per uno sviluppo Durevole e Sostenibile dell'unione Europea". In questo programma sono contestualizzati i principi della Conferenza di Rio e si pongono le basi per la strategia di sviluppo. In Italia l'anno seguente (1993) è definito il "Piano nazionale per lo sviluppo sostenibile" (Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare), strumento necessario per attuare l'Agenda 21.
1994	Carta delle città europee per un modello sostenibile, Aalborg	Sottolinea il ruolo delle città per la realizzazione di politiche di sviluppo sostenibile e l'attuazione dell'Agenda 21. L'80% della popolazione di quegli anni vive in zone urbane, perciò l'amministrazione locale è la forma politica-amministrativa più vicina agli individui, in grado di guidare i cittadini nel processo di cambiamento degli stili di vita locali. Nello stesso anno (10 novembre 1997) con il Trattato di Amsterdam si sanciscono gli obiettivi di tutela ambientale per tutti i paesi dell'Unione europea per raggiungere uno sviluppo sostenibile comune.
1997	Protocollo di Kyoto	Accordo internazionale che stabilisce degli impegni di riduzione delle emissioni globali di CO_2. L'accordo prevede la diminuzione nel periodo 2008-2012 dei gas serra in misura non inferiore al 5,2 % rispetto al 1990. Tale accordo vincola solo le nazioni industrializzate, motivi per cui alcuni paesi, quali gli USA, non vi hanno aderito. Il protocollo spinge alla riduzione delle emissioni attraverso il miglioramento tecnologico, lo sviluppo della ricerca scientifica e dell'informazione pubblica.

[15] Articolo 130 R, paragrafo 2 (Trattato di Maastricht, Unione Europea, 1992).

Anno	Evento	Descrizione
		Inoltre invita i paesi sviluppati a trasferire le proprie moderne tecnologie ai paesi in via di sviluppo al fine di avere una riduzione dell'inquinamento. L'attivazione del Protocollo prevede l'adesione di 55 stati (responsabili della produzione del 55% delle emissioni di CO_2 nel 1990), obiettivo raggiunto solo nel 2004 dopo dell'adesione della Russia. La Comunità europea ha ratificato il Protocollo nel 2002 identificando specifici obiettivi di riduzione delle emissioni per ciascuno stato membro. In seguito al Summit di Marrakesh nel 2001 sono state definite delle regole operative per la gestione delle quote delle emissioni, queste sono: Clean Development Mechanism: consiste nella possibilità per i paesi industrializzati e ad economia in transizione di ridurre le emissioni di CO_2 per il proprio paese, per mezzo d'azioni di mitigazione ambientale e sviluppo economico in paesi in via di sviluppo. Joint Implementation: permette ai Paesi industrializzati e a economia in transizione di attuare progetti per la riduzione delle emissioni di gas-serra in un altro paese dello stesso gruppo e di utilizzare i crediti derivanti, congiuntamente con il paese ospite. Emissions Trading: consiste nella possibilità di scambiare i crediti di emissione tra i vari stati aderenti al trattato; questo è possibile quando uno stato ha attuato una riduzione delle emissioni superiore ai suoi obiettivi e può così cedere il surplus ad un altro paese che, al contrario, non riesce ad attuare l'obiettivo prefissato.
2000	Summit del Millennium delle nazioni Unite, New York.	Approvazione dei Millennium Goals, gli obiettivi fondamentali di lotta alla povertà e per il miglioramento delle condizioni di vita dei paesi poveri e di salvaguardia ambientale.
2002	Conferenza di Rio +10, Johannesburg	Incontro mondiale che si svolge dieci anni dopo quello di Rio, con la partecipazione di 191 paesi. Il summit termina con l'adozione di due documenti: il piano di implementazione e la dichiarazione di Johannesburg sullo sviluppo sostenibile. In quest'ultimo documento, le Nazioni Unite riconoscono la gravità dello stato ambientale e la necessità di adottare misure d'intervento pratiche, efficaci e globali per raggiungere lo sviluppo sostenibile e quindi salvaguardare l'ambiente e sradicare la povertà.
2009	Conferenza di Copenaghen	Evento di grande importanza, poiché prevede di stabilire le azioni future di lotta ai cambiamenti climatici, allo scadere del Protocollo di Kyoto (dal 2012 in poi) e auspica di trovare nuove forme d'accordo tra i paesi partecipanti, anche tra quelli che non avevano aderito al protocollo (come gli USA) o tra paesi in via di sviluppo (Cina, Brasile, India). La Conferenza, tuttavia, non si compie secondo le aspettative, non riuscendo a trovare un accordo programmatico e impegnativo per tutti i governi partecipanti. Le decisioni più rilevanti sono state: - contenere a 2°C il riscaldamento globale rispetto i livelli pre-industriali; - definire un impegno finanziario di 30 miliardi di dollari (21 miliardi di euro) nei successivi tre anni e 100 miliardi di dollari (70 miliardi di euro) entro il 2020 da parte dei paesi industrializzati verso i paesi in via di sviluppo (UNFCC, 2009). L'accordo prevede che gli Stati partecipanti entro gennaio 2010 presentino il proprio programma di mitigazione delle emissioni. L'Europa, ad esempio, conferma l'intento di ridurre le emissioni del 20% come stabilito con il Pacchetto Clima-Energia 20 20 20[16].

[16] Pacchetto "Clima-Energia 20 20 20" Direttiva 2009/29/CE (Unione Europea, 2009).

Anno	Evento	Descrizione
2012	Conferenza di Rio+20	Valutazione degli obiettivi sullo sviluppo sostenibile realizzati, e non, dal 1992 e affermazione degli scopi futuri. L'incontro evidenzia le lacune del passato e i numerosi obiettivi mancati, ma al tempo stesso si individuano due strategie principali d'azione: - green economy: adozione di un'economia "verde" a scala nazionale, cioè un sistema economico che permetta di salvaguardare l'ambiente e, al tempo stesso, dare un benessere economico e sociale; - quadro istituzionale per lo sviluppo sostenibile: "sistema di *governance* globale per lo sviluppo sostenibile"[17], cioè un sistema politico amministrativo che cerchi di creare, attuare e controllare le politiche di sviluppo sostenibile. Questa Conferenza non indica dei target, indirizzi o strumenti operativi che gli stati possano adottare, e in questo senso risulta poco efficace a livello di politica globale, ma al tempo stesso, accresce il ruolo delle città e delle amministrazioni locali, identificando in esse gli attori capaci di individuare un piano d'azione territoriale ed efficace per lo sviluppo sostenibile[18].
2012	Conferenza di Doha	Prima Conferenza a scopo programmatico organizzata dalle nazioni dopo Kyoto. Connie Hedegaard, Commissaria responsabile per il portafoglio Azione per il clima, ha dichiarato: *"a Doha abbiamo fatto un passo decisivo per il passaggio dal vecchio regime sul clima a un nuovo sistema. Siamo ormai in marcia verso l'accordo globale previsto per il 2015. Non è stato un viaggio facile, né confortevole. E neppure rapido. Ma alla fine siamo riusciti a fare il passo decisivo. Ora ci aspettano negoziati molto intensi: per affrontarli abbiamo bisogno di maggiore ambizione e rapidità*". Tale intesa dà continuità alla politica d'azione contro i cambiamenti climatici dalla fine del protocollo di Kyoto alla nuova intesa che si prevede di definire entro il 2015 e adottare nel 2020. L'accordo conferma il protocollo di Kyoto per altri otto anni (dal 2012 al 2020) e richiede ai paesi aderenti di rivedere le proprie politiche di mitigazione entro il 2014, al fine di garantire una nuova riduzione delle emissioni. Le nazioni aderenti e sviluppate mantengono il proprio impegno di finanziamento agli stati in via di sviluppo, per l'adozione di nuove tecnologie e crescita economica nel rispetto della riduzione globale dell'inquinamento. Questo summit prevede prossimi incontri con lo scopo d'individuare un accordo globale entro il 2015 e definire la futura politica ambientale ed energetica di tutti gli stati.

[17] Conferenza Rio+20: una sfida importante (Ministero dell'Ambiente).

[18] La Conferenza Rio+20 ribadisce il ruolo di città e regioni per il futuro dello sviluppo sostenibile (Unione Europea, Comitato delle Regioni, 2012).

1.3 Lo Sviluppo Sostenibile

"Lo sviluppo è sostenibile se soddisfa i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere le possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni" (Brundtland G. H., 1987).

Questa è la definizione di sviluppo sostenibile più celebre, esposta dal primo ministro norvegese e allora presidente della Commissione Globale sull'ambiente e lo sviluppo.

Il termine "sviluppo" deve essere distinto da quello di "crescita" che, sebbene usato come sinonimo, ha un significato chiaramente diverso. Crescere significa aumentare nelle dimensioni, per mezzo di nuovi apporti di materiale o di forme di assimilazione, invece, sviluppare significa aumentare e realizzare le potenzialità di qualcuno o di qualcosa. La differenza semantica si può quindi associare alla diversa qualifica dei due termini: crescita ha un valore in termini di quantità, invece, sviluppo, in termini di qualità.
Lo sviluppo è associato all'attributo "sostenibile" facendone così, un termine ricco di originalità e informazioni. Il concetto di sostenibilità fa riferimento alle caratteristiche delle risorse naturali; queste, infatti, possono essere di tipo rinnovabile (capaci di riprodursi nel tempo) o, in caso contrario, esauribili. La sostenibilità consiste nell'utilizzare una risorsa senza superare la capacità di carico del sistema, cosa che comprometterebbe la riduzione dello stock delle risorse rinnovabili, e nell'attuare un'adeguata gestione delle risorse esauribili (Lanza, 2006).
G.H. Brundtland dichiara, inoltre, la necessità di adottare una forma di sviluppo in grado di soddisfare i bisogni di tutte le generazioni presenti e di quelle future. S'individua, cioè, l'importanza dei servizi che l'ecosistema offre alla popolazione mondiale e si specifica la necessità di garantire eguali possibilità a tutti i popoli ora viventi sulla terra di utilizzare le risorse naturali, in modo tale da non pregiudicarne la disponibilità e la conseguente sopravvivenza delle generazioni future. Una prospettiva di questo tipo è molto complessa e considera diversi ambiti d'azione, infatti, lo sviluppo sostenibile rappresenta il compromesso tra la sfera ambientale, economica e sociale. Solo attraverso un'adeguata integrazione di tutte e tre le parti si può garantire a tutti un benessere economico senza nuocere l'ambiente.
Mettere in comunicazione queste tre aree è difficoltoso, poiché le tre sfere hanno caratteristiche intrinseche molto diverse, soprattutto per quanto riguarda l'aspetto temporale:

- la componente ambientale ha dimensione planetaria ed è caratterizzata da un tempo "biologico", lungo, millenario e alla ricerca di nuovi equilibri dopo ogni trasformazione;
- il sistema economico perde progressivamente caratteri locali e ne assume di globali (è il caso delle multinazionali); vi si può associare un tempo tecnologico di breve periodo legato all'attività produttiva;
- la sfera sociale ha una dominanza spaziale di tipo locale e un tempo storico, misurabile con il succedersi delle generazioni (Romei, 2006).

Viste queste caratteristiche, è comprensibile come sia difficile integrare le tre categorie soprattutto se i sistemi economici prospettano una visione positiva e scappano da forme di immobilizzazione e stabilità, mentre i sistemi ambientali ricercano equilibrio e stabilità. Ritenendo, però, che le risorse ambientali siano un bene da garantire nel presente e nel futuro e che, se non adeguatamente utilizzate, rischiano di essere compromesse per sempre, è necessario che una delle tre componenti "ceda il passo" affinché si possa raggiungere un adeguato accordo (Ministero dell'Ambiente, 2013).
Questo implica che l'economia tradizionale, solita considerare solo il valore attuale delle cose, debba ripensare e trovare valore ai beni naturali. Si tratta quindi di individuare una forma economica che rispetti la capacità di carico della biosfera. Un nuovo sistema economico, diverso dal passato, non significa avere un futuro di rinuncia al benessere, ma si tratta di ripensare intelligentemente l'uso delle risorse e il relativo impatto. La prosperità economica, in parte considerata causa dei problemi ambientali e dell'iniquità sociale, può essere parte della soluzione al problema. Il confronto tra il reddito e la sensibilità ambientale di diversi paesi può far rifletter sul ruolo dell'economia per il raggiungimento della sostenibilità. Si è visto che, all'aumentare della ricchezza di un paese, cresce la sensibilità ambientale, e questo avviene per vari motivi: il primo è che

l'attenzione al benessere immateriale avviene solo dopo aver soddisfatto i propri bisogni primari (cibo, acqua, salute), motivo per cui è difficile chiedere ai paesi poveri un grosso sforzo nella salvaguardia ambientale; in secondo luogo, la maggiore ricchezza economica permette allo stato e alle sue imprese di adottare tecnologie a maggiore efficienza e minor impatto ambientale.
Al tempo stesso si potrebbe però affermare che più ricchezza corrisponde a una maggior produzione e consumo di risorse e, quindi, a più inquinamento e produzione di rifiuti (è il caso delle società consumistiche). Tale aspetto conferma la necessità di progettare intelligentemente le forme produttive e di consumo, gestendo le esternalità e non superando la capacità di carico del pianeta. Lo sviluppo economico e soprattutto tecnologico, come è rappresentato dalle curve ambientali di Kuznets[19], è quindi necessario alla tutela ambientale e alla equità sociale.

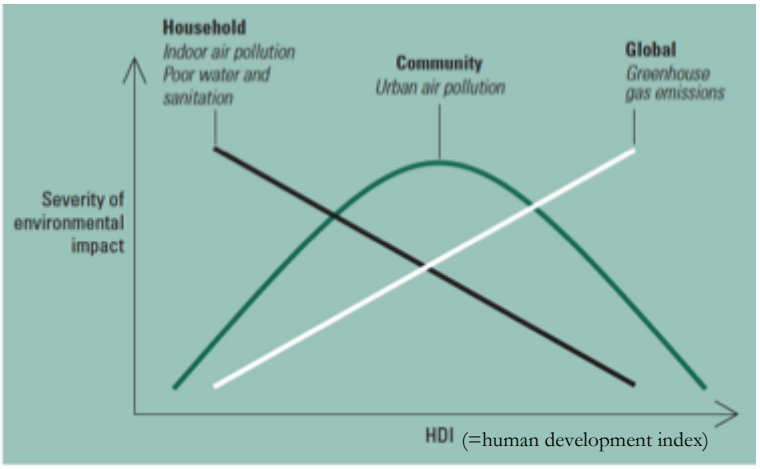


Figura 1.8: Curve di Kuznets (UNDP, 2011)

1.3.1 Sostenibilità dal basso

Un progetto di sviluppo sostenibile richiede un programma, "una mappa" che indichi "dove la società sta andando" (Stiglitz, 1998); si devono quindi individuare degli obiettivi a lungo termine e d'interesse comune, da raggiungere mediante tappe progressive. Una strategia di questo tipo non può essere imposta dall'esterno, perché causerebbe resistenze e barriere al cambiamento progettato; è necessario che avvenga una trasformazione della società, dalla società. Il cambiamento del modo di pensare della popolazione, un consenso culturale e una forte partecipazione e identificazione sono gli strumenti fondamentali perché possa realmente attuarsi uno sviluppo sostenibile. Questo chiarisce il perché le grandi conferenze internazionali sull'ambiente, in diverse occasioni non siano riuscite ad ottenere i risultati prefissati. I summit e gli accordi internazionali su problemi globali quali i cambiamenti climatici, sono importanti per trovare vie di soluzione comuni, ma la specificità delle problematiche ambientali, necessita di forme di intervento anche a livello locale.
In questo senso si denota il crescente passaggio o perlomeno un affiancamento alla politica del tipo TOP-DOWN con una del tipo BOTTOM-UP, poiché la politica e la programmazione economica dall'alto rischiano di applicarsi sui territori senza considerare esigenze, singolarità e complessità locali. Dal punto di vista economico il modello top down è stato molto spesso applicato, soprattutto dai paesi occidentali in quelli poveri, esportando il proprio modello economico "vincente", ad esempio creando grandi multinazionali, senza permettere il raggiungimento di autonomie e ricchezze delle popolazioni locali (Randelli, 2006).
Lo sviluppo sostenibile va affiancato a una logica territoriale e deve essere pensato come un'opportunità per valorizzare le risorse e l'ambiente locale, in un'ottica di responsabilità globali. Anche da un punto di vista politico e legislativo si sono progressivamente modificati gli approcci per garantire la tutela ambientale: la

[19] Simon Kuznets è uno studioso che a partire dagli anni '30 ha individuato delle relazioni tra la crescita economica e la diseguaglianza della distribuzione del reddito. Tale relazione ha forma a campana ed è conosciuta come curva di Kuznets (Treccani Enciclopedia Italiana).

politica comunitaria fino agli anni '80 si basava su vincoli e strumenti di comando e controllo, ma progressivamente le istituzioni hanno capito che uno sviluppo di tipo sostenibile deve basarsi su "regole virtuose e non su misure meramente vincolistiche" (Doccioli, 2006). Questo orientamento ha originato una serie di strumenti volontari come Ecolabel, bilanci ecologici, audit ambientali e certificazioni ambientali. In questo modo le aziende private, i settori pubblici e le amministrazioni sono esortate ad attuare una forma di prevenzione, attraverso una migliore organizzazione interna e l'uso di nuove tecnologie e maggiore efficienza energetica. La sostenibilità diventa quindi una forma di competitività e opportunità d'impresa (ambiente come *mission*).

Gli stessi consumatori e cittadini possono spingere imprese, amministrazioni, agricoltura e turismo a una maggiore attenzione per l'ambiente ed equità sociale. Sono nate negli ultimi anni numerose forme spontanee di partecipazione ai temi della sostenibilità; ne sono un esempio le associazioni locali di salvaguardia territoriale e i gruppi d'acquisto solidale che scelgono di consumare prodotti di qualità a kilometro zero. I singoli individui sono, infatti, importanti portatori d'interesse ambientale e possono influenzare l'impronta ecologica attraverso le proprie scelte alimentari, i prodotti di consumo e la mobilità. I governi locali, essendo la forma politica più vicina ai cittadini, devono fornire gli strumenti per incentivare una cultura dello sviluppo sostenibile dal basso. In questo modo l'opinione comune, "δόξα", si appropria della questione ambientale e consente l'attuazione locale di uno sviluppo sostenibile (Dini, 2006).

Capitolo 2
Il settore energetico europeo e italiano

2.1 Politiche energetiche europee e nazionali

I vertici internazionali guidano gli stati a una maggiore attenzione ambientale e sociale per perseguire gli obiettivi dello sviluppo sostenibile. Come descritto in precedenza, un progetto di sostenibilità prevede un'ampia partecipazione di tutti i portatori d'interesse, quali cittadini, imprese e amministrazioni; questo avviene con un rinnovamento culturale e un cambiamento degli stili di vita, di consumo e di produzione, al fine di trovare nuovi equilibri tra la sfera ambientale, economica e sociale.
La maggiore causa delle emissioni prodotte da attività industriali e agricole, dalla mobilità e dagli stili di vita si riscontra nei consumi energetici, sia in termini quantitativi, sia qualitativi[20]. Perché si possa attuare un diverso modello di sviluppo, è necessario ripensare al ruolo dell'energia e ai suoi impatti, cambiandone "l'attuale uso distruttivo" (Brundtland G. H., 1987). In quest'ottica sono intervenute le politiche internazionali e, di conseguenza, quelle europee e nazionali. Il protocollo di Kyoto, ad esempio, tra i suoi scopi prevede la riduzione delle emissioni, la promozione dell'efficienza energetica, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e di tecnologie innovative in campo energetico.
Nel raggiungere traguardi concreti, l'Europa si muove principalmente su due vie:

- la prima è quella dell'efficienza energetica, per ridurre i consumi e adottare nuove tecnologie che permettano di consumare meno ed emettere meno gas climalteranti;
- la seconda è quella dell'uso di fonti rinnovabili, al fine di ridurre la dipendenza dalle fonti fossili e favorire la produzione locale e autonoma dell'energia, sulla base delle caratteristiche e necessità territoriali.

Le normative che riguardano il settore energetico e, in particolare, la produzione di energia da fonti rinnovabili e l'efficienza energetica, sono numerose e subiscono frequenti integrazioni e abrogazioni. Non potendo procedere con un'analisi completa di tutte le normative in materia, si prosegue con l'osservazione solo di alcune, indicandone il relativo recepimento da parte del governo italiano. La scelta ricade sui decreti più significativi in campo energetico in Europa e in Italia, poiché rilevanti per il caso di studio in oggetto.

2.1.1 Il mercato unico dell'elettricità e la "corsa" alle fonti energetiche rinnovabili

Direttiva 96/92/CE
L'Unione Europea con la Direttiva 96/92/CE dichiara l'apertura a un mercato unico dell'elettricità, liberalizzando gli scambi tra i produttori e consumatori energetici. L'Italia ha accolto la direttiva con il D.lgs. n.79 emanato il 16 marzo 1999. Il decreto introduce la liberalizzazione del mercato elettrico in Italia e pone fine al periodo monopolistico in cui operava un unico gestore (ENEL), lasciando libertà d'azione, maggiore concorrenza e favorendo la dinamicità dei prezzi.
Il decreto vuole incoraggiare l'uso di energia da fonti rinnovabili e, in questo modo, obbliga gli importatori e produttori di energia da fonti non rinnovabili a immettere ogni anno in rete una percentuale (2% dell'energia prodotta o importata l'anno precedente) sotto forma di energia da fonte rinnovabile. Coloro che non riescono a soddisfare tale proposito sono obbligati a comprare il corrispettivo energetico nella forma di Certificati Verdi[21], prodotti e riconosciuti da coloro che generano energia da fonti rinnovabili. Con questo

[20] Più di tre quarti delle emissioni di gas serra dell'UE provengono dalla produzione energetica (European Commision, 2012).
[21] Certificati Verdi: meccanismo d'incentivazione adottato con D.lgs. n. 79 del 16 marzo 1999, in attuazione della direttiva 96/92/CE. Questo meccanismo obbliga, dal 2002, i produttori di energia elettrica da fonti non rinnovabili a immettere in rete una quota di energia da fonti rinnovabili. Gli impianti che non possono produrre energia da fonte rinnovabile, devono acquistarne la percentuale stabilità, da impianti che producono energia da fonte rinnovabile. Gli impianti che concorrono al conseguimento della quota sono

meccanismo si crea un mercato dei Certificati Verdi; tale sistema d'incentivazione sostituisce quello precedente dei CIP6[22].

Direttiva 2001/77/CE e successiva abrogazione con Direttiva 2009/28/CE

L'incentivo all'uso di fonti rinnovabili[23] in Europa si ha con la Direttiva 2001/77/CE. Lo sviluppo del settore delle cosiddette "energie pulite" contribuisce a una maggiore sicurezza negli approvvigionamenti energetici, al conseguimento degli obiettivi di Kyoto e offre nuove opportunità di lavoro. In generale quindi, se la produzione di energie da fonti rinnovabili è effettuata nel rispetto ambientale, consente il raggiungimento di uno sviluppo sostenibile. Gli stati membri sono invitati a stabilire dei propri obiettivi nazionali di consumo di energia da fonti rinnovabili, obiettivi che saranno poi valutati e controllati dall'Unione Europea. Inoltre, le nazioni devono redigere periodicamente un documento in cui indicano gli obiettivi energetici conseguiti e i traguardi futuri, precisando le azioni e le misure che ciascuna nazione vuole intraprendere.

Tale direttiva è stata abrogata nel 2009 dalla Direttiva 2009/28/CE, documento presentato per integrare le legge in materia di energia da fonti rinnovabili, in particolare dopo la scadenza del Protocollo di Kyoto e l'aggravarsi degli effetti dei cambiamenti climatici. In questo documento si afferma l'importanza dell'uso di fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica; inoltre, l'UE pone l'accento sull'importanza dell'adozione di nuove tecnologie, come via per ridurre le emissioni. In particolare si favoriscono nuove forme di mobilità (pubbliche ed ecologiche) e si spinge alla diffusione dell'autoproduzione energetica. Quest'ultima permette una maggiore autosufficienza locale, la riduzione dei costi di trasporto energetico e lo sfruttamento delle potenzialità territoriali.

In Italia la Direttiva 2001/77/CE è stata recepita con il D.lgs. 387/03, mediante il quale si introducono precise disposizioni relative all'uso di fonti energetiche rinnovabili (+2% al 2006), si indicano i procedimenti autorizzativi e il sistema di incentivazione, nonché quali obiettivi si prospetta per lo stato.

La Direttiva 2009/28/CE è attuata con il D.lgs n. 28 del 3 marzo 2011. Il decreto propone[24]:

- semplificazione delle procedure per l'autorizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, procedura più celere e semplificata;
- incentivi alla produzione di energia da fonti rinnovabili come il solare, ma anche fonti il cui potenziale è ancora poco sfruttato, come l'energia geotermica;
- integrazione della produzione energetica da fonti rinnovabili nell'edilizia al fine di avere maggiore efficienza energetica nel settore delle costruzioni (necessaria certificazione energetica degli edifici per la compravendita.

Direttiva 2003/87/CE

La direttiva 2003/87/CE istituisce il sistema di scambio quote per le emissioni di gas serra, in particolare CO_2, in Europa. Il documento prevede che dal 2005 tutti gli impianti con elevate emissioni di gas serra[25] debbano essere autorizzati.

---

quelli alimentati da fonti rinnovabili entrati in funzione dopo il 1 aprile 1999 e a questi sono riconosciuti i certificati verdi per la produzione dell'energia elettrica. Si genera un mercato di certificati verdi in cui la domanda è costituita dall'obbligo da parte dei produttori e degli importatori di immettere la quota minima prevista di energia prodotta da fonti rinnovabili; mentre l'offerta è rappresentata dai certificati verdi emessi a favore di impianti privati che immettono energia da fonti rinnovabili in rete (Camera dei deputati).

[22] CIP6: incentivo diretto ai produttori di energie rinnovabili e assimilate che cedevano all'ENEL (ai sensi del comma 3, art. 22, della legge 9 gennaio 1991 n. 9) l'energia prodotta in eccedenza a un prezzo fisso superiore a quello di mercato. L'ENEL recuperava la differenza di prezzo attraverso un'apposita voce di costo nella bolletta degli utenti. Il prezzo di cessione dell'energia prodotta all'ENEL era stabilito dalla delibera n. 6 del 29 aprile 1992 (Camera dei deputati).

[23] Fonti energetiche rinnovabili: "le fonti energetiche rinnovabili non fossili (eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas)" (Unione Europea, 2011).

[24] http://qualenergia.it/articoli/20110309-decreto-rinnovabili-il-riassunto-dei-contenuti-e-il-testo-definitivo.

[25] Le categorie di impianti interessati sono: impianti di combustione con potenza calorifica maggiore di 20MW; raffinerie di petrolio, cokerie, impianti di trasformazione di metalli ferrosi; impianti per la produzione di cemento (più di 50 tonnellate giorno), di vetro (più di 20 tonnellate giorno), di ceramica (più di 75 tonnellate giorno) e altre attività di lavorazione della carta.

In Italia la direttiva ha trovato attuazione con il D.lgs 4 aprile 2006, n. 216 "Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità, con riferimento ai meccanismi di progetto del Protocollo di Kyoto".

2.1.2 Politiche per il clima verso il 2020

Direttiva 2006/32/CE

La Direttiva 2006/32/CE definisce le misure necessarie alla realizzazione degli obiettivi del Protocollo di Kyoto. Data la difficoltà di agire sulle condizioni di approvvigionamento e di distribuzione dell'energia, la direttiva indirizza il mercato all'uso di energie rinnovabili e all'aumento dell'efficienza energetica, nel tentativo di ridurre la dipendenza degli stati dalle importazioni energetiche. Ogni stato membro deve adottare e raggiungere un obiettivo di riduzione dei consumi energetici del 9% (rispetto i cinque anni precedenti 2001-2005) entro il 2016. Questo deve essere fatto seguendo un Piano Nazionale d'Azione sull'Efficienza Energetica (PNAEE) che ogni stato deve definire.

L'Europa desidera che ciascuno stato generi un sistema di fondi per sovvenzionare i programmi di miglioramento dell'efficienza energetica e opportune forme di certificazione, al fine di garantire un certo livello di qualità dei soggetti che offrono i servizi di efficienza energetica, stimolare forme di competizione tecnica e raggiungere target di efficienza. Inoltre, è previsto che ciascuna nazione designi un'agenzia o un'autorità atta a svolgere il ruolo di controllo delle modalità e del raggiungimento degli obiettivi stabiliti.

Questa e la direttiva 2004/8/CE sono state abrogate dalla Risoluzione legislativa del Parlamento europeo dell'11 settembre 2012. Quest'ultima stabilisce che gli stati si pongano nuovi obiettivi di efficienza energetica per il 2020 e prevede inoltre misure specifiche per una migliore efficienza in campo industriale (audit energetici, interventi di cogenerazione a alto rendimento, teleriscaldamento, trasparenza, diffusione di una cultura dell'efficienza energetica) (Energy Strategy Group, 2012).

In Italia la Direttiva 2006/32/CE è stata attuata con il D.lgs. n.56 a parziale modifica del n.115 del 30 maggio 2008.

Direttiva 2009/29/CE

Questo documento riprende e modifica la direttiva 2003/87/CE, al fine di migliorare il sistema di scambio quote d'emissione e di stabilire nuovi obiettivi per la lotta ai cambiamenti climatici allo scadere del Protocollo di Kyoto. Tale accordo prende il nome di *"Due volte 20 per il 2020 - L'opportunità del cambiamento climatico per l'Europa"*, entra in vigore nel giugno 2009 ed è valido da gennaio 2013 fino al 2020.

Il pacchetto normativo proposto vuole essere da esempio e traino per la politica internazionale in materia di cambiamenti climatici, per questo motivo l'UE l'ha presentato a Copenaghen nel dicembre 2009. Nonostante i governi del summit internazionale non abbiano trovato un accordo in questa direzione, l'Europa ha deciso di intraprendere ugualmente questa strada con lo scopo di limitare il riscaldamento globale di 2 gradi entro il 2020. L'obiettivo europeo espresso nella *Energy Roadmap 2050* è di ridurre le emissioni dei gas climalteranti del 20% al 2020, 30% al 2030, fino a raggiungere il 50% al 2050 (rispetto la baseline del 1990). Il Pacchetto Clima-Energia 20 20 20[26] prevede di diminuire del 20% le emissioni di gas serra, aumentare del 20% l'energia da fonti rinnovabili e accrescere del 20% l'efficienza energetica.

La quota complessiva di energia che deve essere prodotta da fonti rinnovabili è suddivisa in un obiettivo percentuale specifico per ciascuno stato europeo. Nel caso dell'Italia la quota complessiva da raggiungere al 2020 è pari al 17% del consumo lordo energetico, corrispondente a 22,62 Mtep.

[26] Sintesi e interpretazioni: http://www.reteclima.it/piano-20-20-20-il-pacchetto-clima-energia-20-20-20/ http://www.camera.it/camera/browse/561?appro=10&Il+recepimento+del+pacchetto+clima-energia+dell'UE.

2.2 I consumi energetici in Europa

In Europa i consumi energetici dell'energia primaria si stanno riducendo. Infatti, se si sceglie l'anno 2005 come riferimento, si può vedere che c'è un progressivo rallentamento dei consumi.

Tabella 2.1: Consumo di energia primaria in Europa (27). Ultimo aggiornamento 03.04.2013 (Unione Europea, 2013)

Anno	Migliaia di tonnellate equivalenti di petrolio (TOE)	Indice, 2005=100	Percentuale di risparmio (%)
1990	1.562.272	91,7	:
1991	1.566.491	91,9	:
1992	1.528.566	89,7	:
1993	1.534.993	90,1	:
1994	1.523.091	89,4	:
1995	1.559.361	91,5	:
1996	1.618.178	94,9	:
1997	1.596.578	93,7	:
1998	1.607.689	94,3	:
1999	1.597.477	93,7	:
2000	1.608.484	94,4	:
2001	1.649.527	96,8	:
2002	1.644.522	96,5	:
2003	1.683.936	98,8	:
2004	1.702.815	99,9	:
2005	1.704.354	100	0
2006	1.707.653	100,2	0,08
2007	1.686.155	98,9	1,76
2008	1.683.452	98,8	2,42
2009	1.596.185	93,7	7,67
2010	1.646.839	96,6	5,44

I dati Eurostat mettono in luce chiaramente il peso economico e ambientale del settore energetico in Europa. La dipendenza energetica dell'UE è costantemente aumentata nell'ultimo decennio, passando dal 47,39% nel 2001 al 53,84 % nel 2011 (Figura 2.1). Tra le diverse fonti energetiche, sebbene ci sia un progressivo aumento delle rinnovabili a produzione locale, i prodotti petroliferi sono quelli che più pesano nelle importazioni europee (84,93% dell'energia importata).

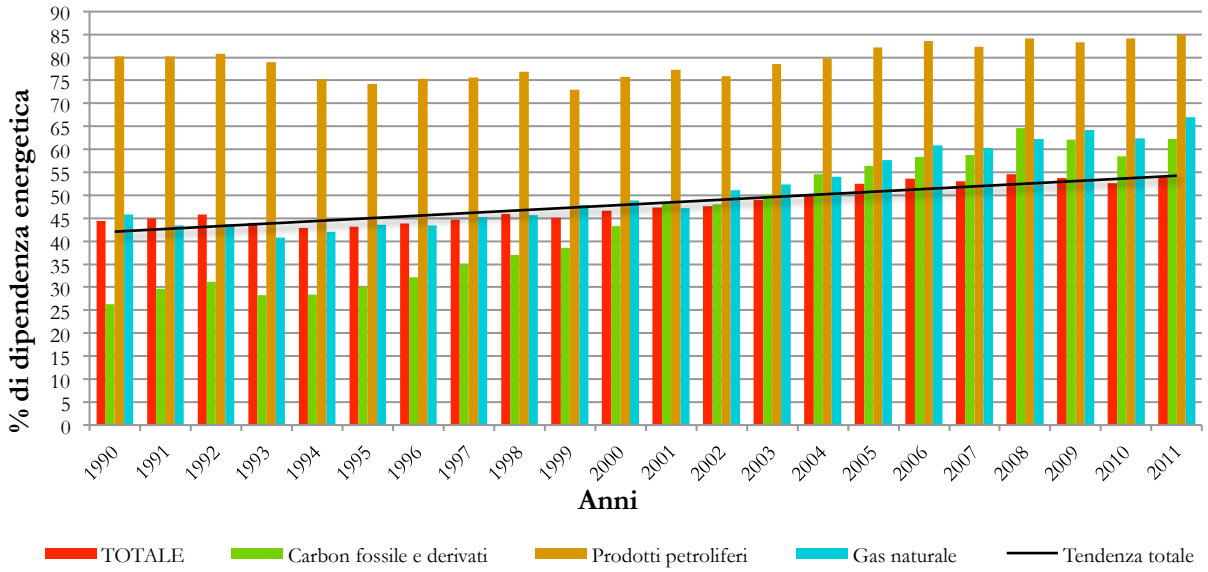


Figura 2.1: Variazione percentuale della dipendenza energetica in Europa dal 1990 al 2011 (Unione Europea, 2013)

Nei paesi Europei è aumentata la percentuale d'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, con un tasso più che raddoppiato nel decennio 1990-2010, ma ancora distante dalla sfida del 2020 (European Commision, 2012). La più recente analisi dell'EurObserv'ER attesta questo settore al 13,4% del consumo totale di energia in Europa, un punto percentuale in più rispetto il 2010 e più di sei punti percentuali di distanza dall'obiettivo del 2020. Le fonti rinnovabili sono di diversa origine: solare, eolico, biomassa, ecc. Tutte queste hanno avuto una progressiva crescita negli anni, ma colpisce particolarmente il settore del solare fotovoltaico che, in un solo anno, ha raddoppiato la potenza installata sul territorio. Tale crescita sta continuando ininterrottamente dal 2004 garantendo, oltre che vantaggi energetici e ambientali, anche economici, soprattutto nel mercato del lavoro. Il settore infatti offre numerose opportunità d'impiego e la nascita di nuove forme professionali. L'Europa prevede ampi finanziamenti nel periodo 2014-2020 nel settore della green economy, campo lavorativo per cui si prevede di raggiungere 20 milioni di posti di lavoro nel 2020 (M.P.T., 2013). Il settore dell'energia verde è molto importante dal punto di vista economico e sembra essere una delle maggiori entrate per i paesi europei nel prossimo futuro, permettendo loro di ridurre il proprio debito pubblico[27].

Tabella 2.2: Potenza elettrica ed energia prodotta nel settore delle fonti rinnovabili in Europa. Rielaborazione dati 2010 e 2011 (EurObserv'ER, 2012)

		Europa	
		2010	**2011**
Eolico	MW	84.742,50	93.831,60
	TWh	149,23	179,09
Solare fotovoltaico[28]	MWp[29]	29.772,50	51.273,60
	GWh	22.512,80	44.533,40
Solare termico	MWth	25.228,30	27.413,10
Idroelettrico[30]	MW	13.271,00	13.613,00
	GWh	51.344,00	43.665,00
Geotermico[31]	MWe	777,00	776,00
	GWh	5.617,10	5.939,90
Pompe a colore geotermico	MWth	12.733,90	13.998,10
Biogas[32]	ktep	10.895,10	10.153,60
	GWh	24.528,60	21.310,90
Biocarburanti[33]	tep	13.562.692,00	13.932.513,00
Energia da rifiuti urbani[34]	ktep	8.003,40	8.486,80
	GWh	17.208,30	18.349,80
Biomassa solida[35]	Mtep	80,65	78,88
	TWh	70,78	73,91
Solare a concentrazione	MW	/	1.157,20

Al fine di raggiungere gli obiettivi al 2020 è necessario un approccio innovativo e impegnato in tutti i settori energetici. Tutti i comparti industriali sono importanti e devono investire in nuove tecnologie, ricerca, formazione e collaborazioni con università. In particolare sono state individuate sei aree industriali di maggior rilievo su cui intervenire: "manifatturiero avanzato, tecnologie, biotecnologie, veicoli puliti, edilizia sostenibile e materie prime", settori appartenenti alla sfera della green economy" (Carlotti, 2013). Lo sviluppo tecnologico si associa agli obiettivi di risparmio energetico, ad esempio nel settore edilizio che è responsabile del 40% dei consumi energetici, le nuove direttive europee dovrebbero far si che si adottino misure costruttive più sostenibili con minor impatto ambientale e consumi ridotti.

[27] In Francia si stima che le fonti rinnovabili rappresenteranno il 34% dell'energia al 2030 (EurObserv'ER, 2012).
[28] Il solare fotovoltaico ha raddoppiato la sua produzione tra il 2010 e 2011.
[29] MWp = megawatt di picco, cioè potenza nominale installata.
[30] Impianti idroelettrici con capacità minore di 10 MW.
[31] Capacità installata netta.
[32] Sommatoria biogas da discariche, impianti di trattamento acque reflue urbane e industriali e agricolo.
[33] Biocarburanti: si intende bioetanolo e biodiesel e atri non specificati.
[34] Produzione di energia da inceneritori.
[35] La riduzione dell'uso di biomassa solida per la produzione di energia termica è dovuta a un inverno con temperature più miti rispetto al 2010.

2.3 I consumi e la produzione energetica in Italia

In Italia la domanda di energia primaria al 2011 è di 184,2 Mtep, 1,9% in meno rispetto al 2010 (ENEA, 2013). Questo dato è dovuto al clima più mite degli ultimi anni, alla crisi economica che ha ridotto i consumi e il potere d'acquisto, al buon esito delle politiche di efficienza energetica e all'uso di fonti rinnovabili. La richiesta di fonti energetiche come il petrolio e il gas naturale è calata[36]; le energie pulite sono invece aumentate dal 12,2 al 13,3%.
La domanda di energia elettrica, invece, nel 2011 è stata pari a 334,6 TWh, in aumento dell'1,3% rispetto l'anno precedente. L'Italia non riesce a soddisfare autonomamente le richieste energetiche interne e importa perciò energia, pari all'80% dei consumi al 2010 (-2,8% del decennio precedente) (Energy Strategy Group, 2012).
Tra i combustibili tradizionali, è proseguita anche nel 2011, la riduzione dell'utilizzo di prodotti petroliferi, con una diminuzione del 9,5% rispetto al 2010 e un'incidenza del 5,4% sul consumo interno lordo totale. Inoltre, si è osservata anche una flessione del 7% nell'utilizzo di gas naturale, la cui quota rispetto alla disponibilità è diminuita dal 36,7% al 33,8%. Al contrario, è cresciuto sensibilmente l'utilizzo del carbone (+11,1%). I consumi sono ripartiti tra i vari settori come nella Figura 2.2.

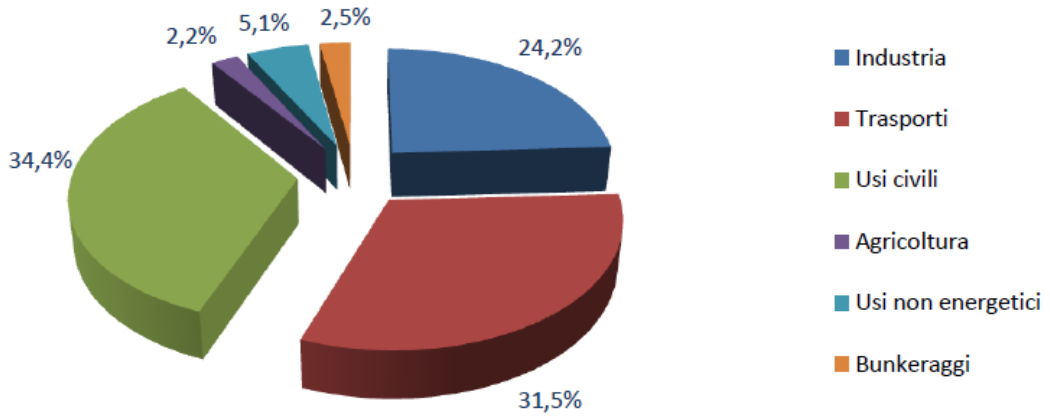
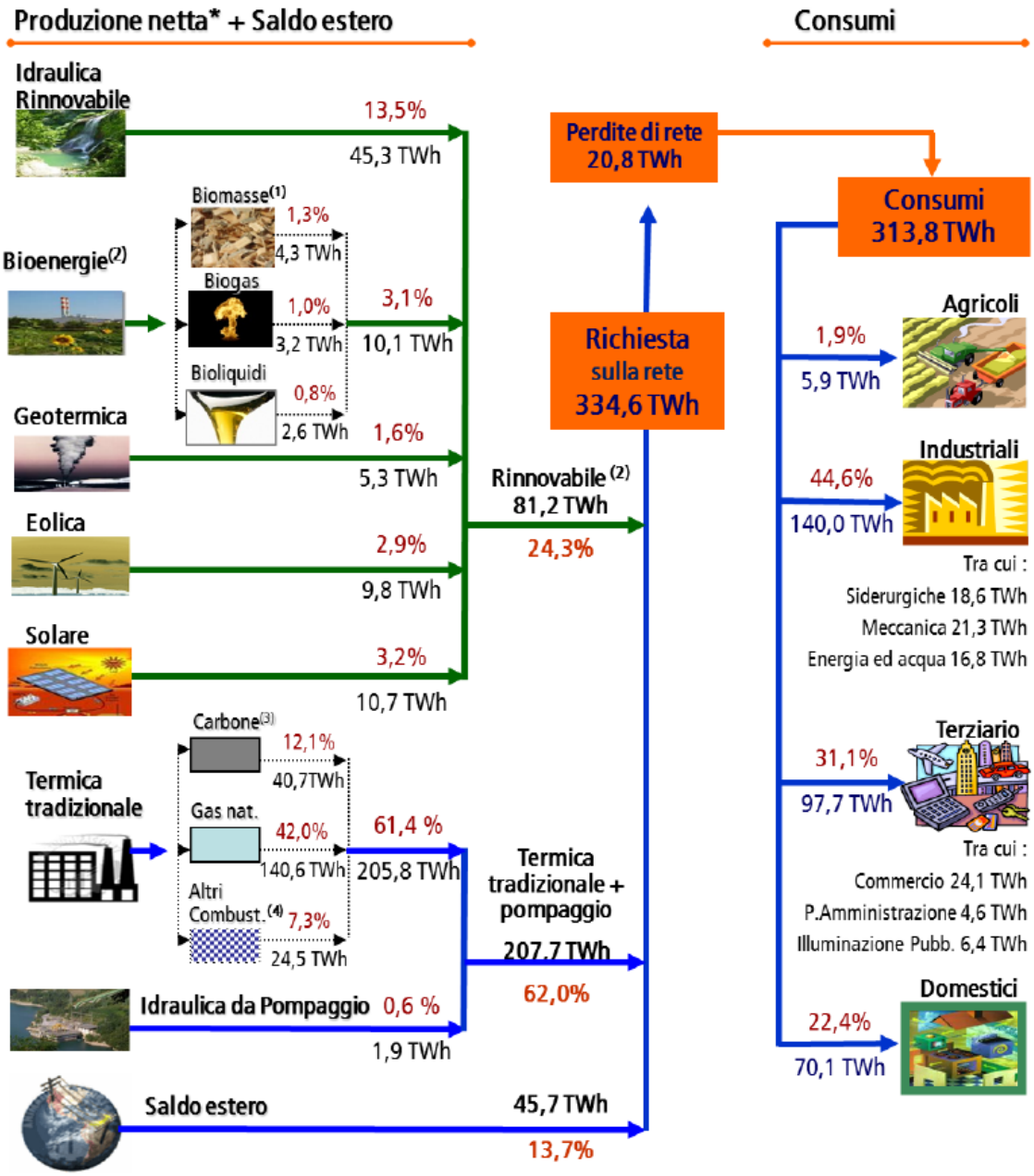


Figura 2.2: Distribuzione dei consumi energetici nei vari settori 2011 (ENEA, 2013)

Tra i diversi settori, quello civile ha il peso maggiore, sebbene ridotto dal 35,5% (2010) al 34,4% al 2011. Seguono il settore dei trasporti e quello industriale. Si possono confrontare i consumi pro capite tra i vari paesi europei e si può notare che l'Italia presenta una posizione intermedia (13° posto).

[36] Il petrolio come fonte energetica ha avuto un calo di un punto percentuale dal 2010 al 2011 raggiungendo il 37,5 % del consumo energetico. Il gas naturale dal 36,2 al 34,7 % (ENEA, 2013).



* Produzione netta: è la produzione lorda al netto dei servizi ausiliari e dei consumi da pompaggio

1) Include la parte biodegradabile dei rifiuti

2) Al netto dei rifiuti solidi urbani non biodegrabili, contabilizzati nella termica tradizionale

3) Carbone + Lignite

4) Al netto della produzione da biomasse, biogas e bioliquidi e dei consumi da pompaggio

Figura 2.3 Bilancio energetico in Italia al 2011 (GSE, 2011)

2.3.1 Il settore delle energie rinnovabili

Il recepimento della Direttiva 2009/29/CE ha portato alla definizione di un "Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili dell'Italia". Il documento definisce per il 2020 un obiettivo di consumo energetico da FER pari a 20.490 ktoe, quasi il 17% del consumo totale previsto (133.042 ktoe, calcolato considerando una riduzione rispetto il consumo attuale grazie ai sistemi di efficientamento energetico). Inoltre la quota complessiva da FER è ripartita in tre settori: 17,09% per riscaldamento e raffreddamento, 26,39% per l'elettricità e 10,14% per i trasporti.
Tra il 2010 e il 2011 la produzione di energia da fonti rinnovabili in Italia non è solo aumentata, ma addirittura raddoppiata. Il GSE ha conteggiato al 2011 una potenza installata pari a 41.399 MW con circa 11.115 MW addizionali (+37%). Le prime stime del 2012 attestano una successiva crescita del settore a 47.092 MW di produzione efficiente lorda. Tra le varie fonti energetiche rinnovabili, colpisce particolarmente il solare che si stima essere quadruplicato dal 2010 al 2011.
Lo sviluppo di questo settore permette di ridurre progressivamente la forte dipendenza energetica dall'estero e di tendere all'autosufficienza energetica.

Tabella 2.3: Produzione energetica da fonti rinnovabili in Italia (GSE, 2013)

	2008	2009	2010	2011	2012
Potenza efficiente lorda (MW)					
Idraulica	17.623	17.721	17.876	18.092	18.200
Eolica	3.538	4.898	5.814	6.936	7.970
Solare	432	1.144	3.470	12.773	16.350
Geotermica	711	737	772	772	772
Bioenergie	1.555	2.019	2.352	2.825	3.800
Totale FER	**23.859**	**26.519**	**30.284**	**41.399**	**47.092**
Produzione lorda (GWh)					
Idraulica	41.623	49.137	51.117	45.823	41.940
Eolica	4.861	6.543	9.126	9.856	13.900
Solare	193	676	1.906	10.796	18.800
Geotermica	5.520	5.342	5.376	5.654	5.570
Bioenergie	5.966	7.557	9.440	10.832	12.250
Totale FER	**58.164**	**69.255**	**76.964**	**82.961**	**92.460**

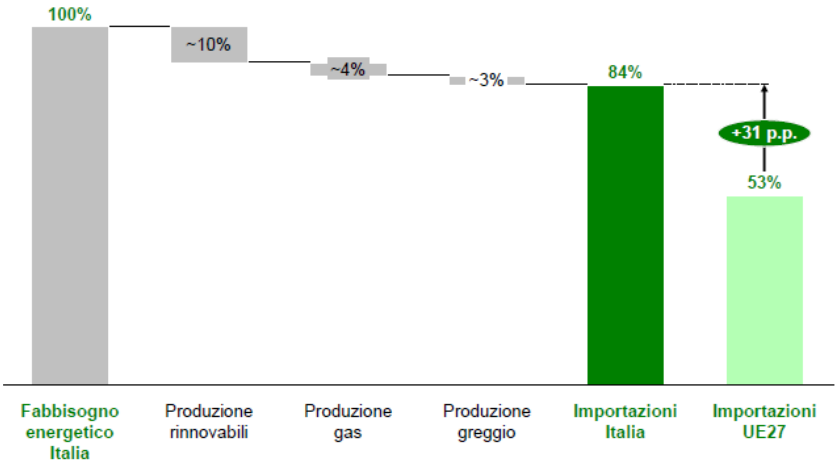


Figura 2.4: La dipendenza energetica dell'Italia dall'estero (Ministero dello Sviluppo Economico, 2012)

Nel territorio italiano gli impianti da produzione energetica da fonti rinnovabili non sono ugualmente distribuiti sul territorio. La regione con la percentuale più alta è la Lombardia, seguita da Puglia, Trentino Alto Adige, Sicilia e Veneto.

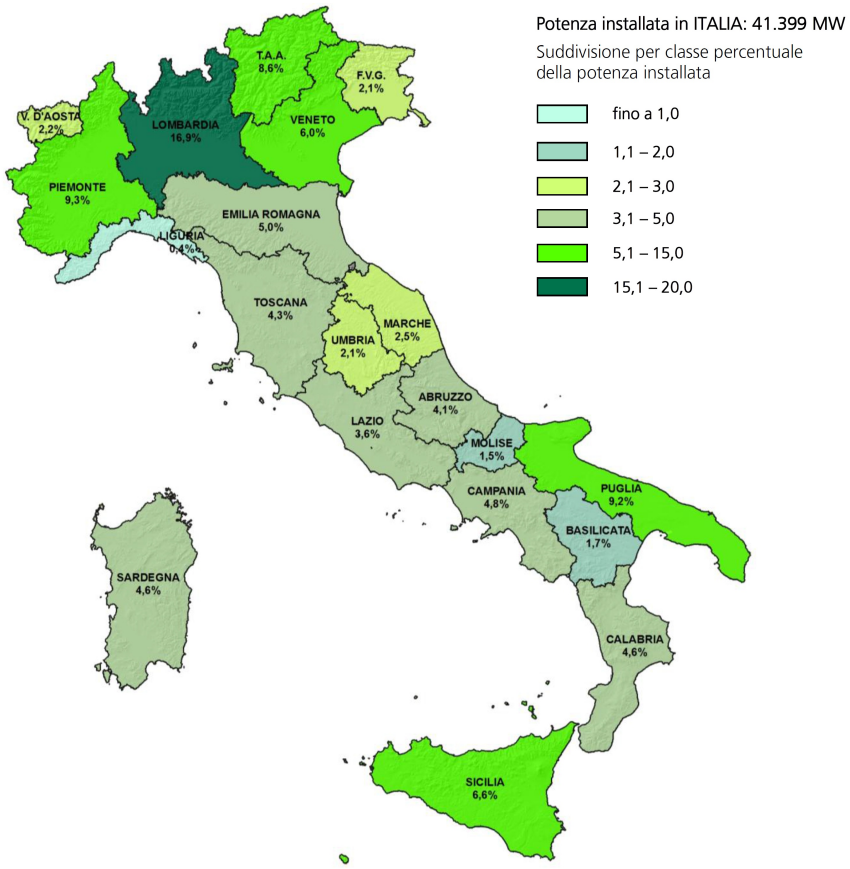


Figura 2.5: Percentuali di produzione di energia da fonti rinnovabili in Italia (Ministero dello Sviluppo Economico, 2012)

Lo sviluppo del settore energetico da fonti rinnovabili è garantito anche grazie a forme di incentivazione economica che vengono erogate dal GSE in varie modalità a seconda del tipo di impianto, della fonte energetica utilizzata e della potenza installata.

- Conto Energia: strumento utilizzato per definire gli incentivi alla produzione energetica da fonte solare. Tale sistema ha subito numerosi aggiornamenti e modifiche, fino ad arrivare attualmente al 5° Conto Energia[37].
- Certificati Verdi: introdotti con il D.lgs. 79/99 per gli impianti a fonte rinnovabile in esercizio dal 31 dicembre 2012. Sono titoli che attestano la produzione di energia da fonte rinnovabile e possono essere venduti a coloro che sono obbligati a immette nel sistema elettrico un certo quantitativo di energia da fonte rinnovabile. Questo sistema d'incentivazione ha sostituito quello dei CIP6, ancora utilizzati per i vecchi impianti attivi.
- Tariffa omnicomprensiva: sistema d'incentivazione che sostituisce quello dei Certificati Verdi ed è utilizzabile solo per gli impianti in esercizio dal 31 gennaio 2007 di potenza non superiore a 1 MW (200 kW se eolici). La tariffa è detta omnicomprensiva perché include sia la componente incentivante che il ricavato dato dalla vendita dell'energia nel mercato.

[37] Il Conto Energia è stato avviato con i DM del 28/07/2005 e 06/02/2006 (Primo Conto Energia) a cui sono seguiti i DM del 19/02/2007 (Secondo Conto Energia), del 06/08/2010 (Terzo Conto Energia), del 05/05/2011 (Quarto Conto Energia) ed infine il DM del 05/07/2012 (Quinto Conto Energia), attualmente esaurito.

- Ritiro Dedicato: servizio del GSE dal 1 gennaio 2008 per gli impianti che lo richiedono. Tale sistema semplifica l'inserimento dell'energia in rete avendo come intermediario il GSE. Quest'ultimo riconosce al produttore il prezzo orario di mercato dell'energia elettrica della zona in cui è installato l'impianto.
- Scambio sul posto: meccanismo attivo dal 1 gennaio 2009 per impianti con potenza inferiore a 200 kW. Tale sistema prevede una compensazione economica dell'energia immessa in rete con il valore dell'energia prelevata.

2.3.2 L'efficienza energetica

Come precedentemente accennato perché si possano raggiungere gli obiettivi stabiliti al 2020, è necessario che s'intervenga non solo nell'aumento del settore dell'energie rinnovabili, ma anche in quello dell'efficienza energetica. Infatti, nelle politiche energetiche nazionali è previsto un "grande programma nazionale di efficienza energetica" (ENEA, 2013). Al fine di raggiungere gli obiettivi europei stabiliti nel Pacchetto Clima-Energia, questo prevede:

- risparmiare altri 20 Mtep di energia primaria, riducendo del 25%, rispetto il resto d'Europa, i consumi al 2020;
- evitare 55milioni di ton di CO_2 emesse all'anno;
- risparmiare 8 miliardi di euro di importazioni di combustibili fossili.

L'obiettivo a "breve termine", invece, stabilito dal PAEE 2011, è quello di ridurre del 9,6% i consumi.
Questo settore ha alte possibilità di sviluppo, ma al tempo stesso numerose barriere. Una di queste è rappresentata dal grande investimento iniziale necessario per attuare numerose azioni di efficienza energetica; problema che ostacola molto spesso i singoli cittadini o le pubbliche amministrazioni. In altri casi, ad esempio a livello industriale, le barriere sono dovute alla mancanza di figure specializzate che si occupino di seguire queste tematiche e nella difficoltà d'investire in azioni di cui si avrà un ritorno economico dopo un periodo di tempo medio lungo.
Per far fronte a questi vincoli si prevede l'aumento di forme di incentivazione[38], detrazioni fiscali e obblighi di standard minimi per operazioni di ristrutturazione e o nuova costruzione in campo edilizio o nel settore mobilità. Lo scopo è accorciare il più possibile il tempo di rientro dell'investimento iniziale per poi beneficiare del risparmio associato alla riduzione dei consumi data la maggiore efficienza energetica di edifici, impianti e macchinari.

2.3.3 Trend e prospettive al 2020

La nuova Strategia Energetica Nazionale si propone come fattore chiave per la crescita economica e sostenibile del paese: il settore energetico ha un potenziale di sviluppo economico (nuovi posti di lavoro, nuovi mercati e tecnologie) e inoltre, la riduzione dei costi energetici e dei consumi può avere impatti positivi sull'economia interna di imprese e famiglie.
Il piano energetico nazionale si applica principalmente a un periodo di media distanza (2020), ma si iniziano anche a definire alcune prospettive nell'ottica dell'anno 2050 come previsto dalla Roadmap europea. La strategia italiana si muove su alcuni obiettivi principali:

1) Riduzione del gap del costo energetico per le imprese e i consumatori rispetto gli altri paesi europei. Si registra una differenza di prezzo anche del 25% rispetto gli altri paesi, con forti ripercussioni sulle famiglie e le imprese;

[38] Per approfondire si veda: D.lgs n.63/2013 in materia di efficienza energetica e misure fiscali, Legge regionale n.13 del 08/07/2011 "Piano Casa", D.M. 28/12/2012 "Conto termico".

2) Superare gli obiettivi ambientali di riduzione delle emissioni: raggiungere -19% di emissioni di gas serra, +20% di energia da fonti rinnovabili e +25% di efficienza energetica;

3) Aumentare la sicurezza e l'indipendenza dall'approvvigionamento energetico: ridurre di 14 miliardi di euro/anno la fattura energetica estera, passando dall'84 al 67% di dipendenza dall'estero;

4) Favorire la crescita economica attraverso il settore energetico, con investimenti pari a 180 miliardi di euro nel settore dell'energie rinnovabili e dell'efficienza energetica dal 2012 al 2020[39].

[39] Per approfondimenti consultare: "Strategia energetica nazionale: per un'energia più competitiva e sostenibile" (Ministero dello Sviluppo Economico, 2012).

Capitolo 3
Politiche urbane per lo sviluppo sostenibile

3.1 La città come luogo per lo sviluppo sostenibile

La città è un sistema importante sotto numerosi punti di vista: sociale, perché è il luogo in cui si concentra la maggior parte della popolazione mondiale, la quale si prevede che al 2030 vivrà per più del 60% in città; economico, perché in essa vengono prese importanti decisioni politico finanziarie; ambientale, perché influenza in modo rilevante i flussi energetici e materiali nell'ambiente.
"Le città sono ecosistemi eterotrofi e incompleti con un metabolismo che si intensifica dall'agglomerazione" (Romei, 2006), infatti, gli agglomerati urbani consumano più del 75% delle risorse ambientali, divenendo così i maggiori responsabili dell'inquinamento globale (Pagliari, 2009). Al tempo stesso, però, le stesse zone residenziali e produttive sono i luoghi che maggiormente subiranno, e in parte già risentono, gli effetti dei cambiamenti climatici: alluvioni, tifoni, migrazioni della popolazione, danni a beni materiali e persone. Per questo motivo è necessario avviare programmi di adattamento urbano ai cambiamenti climatici al fine di rendere le città dei sistemi resilienti, cioè capaci di resistere agli stress ambientali e trovare nuove forme di equilibrio in un ambiente in mutazione.
La città può farsi promotore delle politiche per la sostenibilità, incoraggiando forme d'azione dal basso e favorendo un nuovo sviluppo culturale orientato alla riduzione degli sprechi, al recupero e riutilizzo delle risorse e all'equità nella distribuzione della ricchezza. Nel 1994 la Carta di Aalborg sottolinea come ogni città sia differente dalle altre in termini geografici, climatici, economici e culturali, motivo per cui è insensato applicarvi uno stesso modello di sviluppo. La città deve essere gestita con lo scopo di garantire pari "vantaggi" agli abitanti attuali, ma anche a quelli futuri. Per questo si devono adottare strategie di governance che consentano il progressivo raggiungimento di uno sviluppo sostenibile, con azioni continuate nel tempo e tali da portare in risalto le peculiarità locali.
In occasione della Conferenza Europea sono definite le Agende 21 locali, processi di collaborazione tra chi governa il territorio e i relativi portatori d'interesse allo scopo di trovare un piano d'azione volto a conseguire nuovi obiettivi di sostenibilità.
La sfida dei governi locali è stata affermata dieci anni dopo, nel 2004 con la quarta Conferenza Europea delle Città Sostenibili, Aalborg+10. In quest'occasione le città europee firmatarie sono impegnate a lavorare sugli Aalborg Commitments, ovvero dieci impegni nell'ambito della democrazia partecipatoria ai processi decisionali, della pianificazione urbana e dell'adozione di stili di vita consapevoli e con minori consumi di risorse. In generale le città si fanno carico delle proprie responsabilità e definiscono strategie locali, con un approccio integrato che consenta di risolvere i problemi urbani nell'ottica di ottenere effetti cumulativi globali.

3.2 Il patto dei Sindaci

Nel gennaio 2008, in occasione della Settimana dell'Energia Sostenibile, è presentato il progetto Patto dei Sindaci. Si tratta di un'iniziativa di tipo volontaria a cui possono partecipare tutte le città europee[40]. I firmatari del patto si impegnano formalmente a mettere in pratica delle strategie locali di riduzione delle emissioni di gas serra con forme di intervento in tutte e tre le sfere della sostenibilità. Secondo il presidente della Commissione europea Manuel Jose Barroso l'impegno della municipalità locale contribuirebbe al raggiungimento di un quinto dell'obiettivo europeo al 2020 di riduzione dei gas serra.
I comuni firmatari sono invitati a redigere un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) entro un anno dall'adesione al Patto dei Sindaci. Questo impegno consente ai governi locali, attraverso la redazione di un Inventario di Base delle Emissioni (IBE), di valutare quantitativamente le emissioni sul proprio territorio e di predisporre azioni concrete per abbattere le concentrazioni del 20% al 2020.
Una strategia europea come questa, ad azione locale, prospetta di superare gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO_2, sviluppare un processo partecipato di cambiamento degli stili di vita del tipo bottom-up, assicurare uno sviluppo economico locale, nuove forme di lavoro, maggiore sicurezza energetica e soprattutto migliore qualità ambientale.
L'adesione al patto dei Sindaci può essere effettuata da parte di qualunque città europea allo scopo di condividere e collaborare con tutte le altre per uno stesso obiettivo comune. Per favorire la riduzione delle emissioni sono stati creati dei progetti di cooperazione tra città di diversi paesi europei, come il progetto Conurbal. Questo consente scambi di informazioni e aiuto nella creazione del proprio PAES e nella scelta delle azioni da attuare sul proprio territorio. Inoltre, le singole amministrazioni possono essere aiutate attraverso la partecipazione ad una rete locale, gestita da coordinatori territoriali come province e regioni o da coordinatori nazionali, come i ministeri. I coordinatori sono importanti per fornire supporto tecnico, amministrativo e finanziario alle municipalità che spesso mancano degli strumenti (personale, fondi economici e organizzazione) adatti alla creazione di progetti complessi come nel caso del PAES.

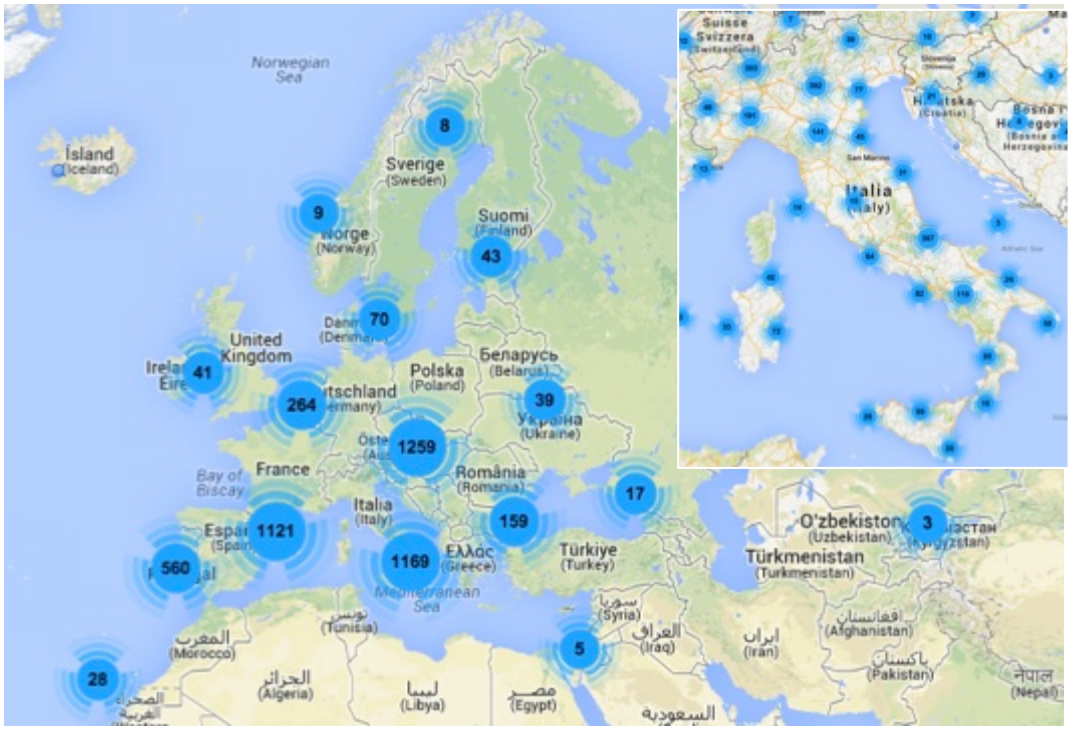


Figura 3.1: Adesione al Patto dei Sindaci (Unione Europea, 2013)

[40] Il Patto dei Sindaci si è diffuso anche fuori Europa con l'adesione di alcune città in Africa, Asia e Sud America.

Ad Agosto 2013 i comuni europei aderenti al Patto dei Sindaci sono 5.064, per un totale di 170.424.584 abitanti (Unione Europea, 2013). L'Italia è tra i paesi con il maggior numero di città aderenti al Patto, 2.425, pari al 51% della popolazione. Al tempo stesso però i PAES delle città italiane sono quelli maggiormente bocciati dall'Unione Europea, un'atipicità spiegabile dal fatto che questa pianificazione richiede un impegno costante, una revisione continua delle proprie azioni e la ricerca di finanziamenti. Spesso molti comuni italiani identificano il PAES come un punto d'arrivo e non pianificano dei concreti impegni futuri al 2020. Invece è indispensabile pensare a questa programmazione come un punto di partenza che necessita di una continua evoluzione e modifica.

3.3 Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile

Il Piano d'Azione per l'Energia sostenibile, PAES, è il documento che ciascun comune aderente al Patto dei Sindaci deve presentare al fine di illustrare come sarà la città nel futuro in termini di energia, mobilità e politica per far fronte ai cambiamenti climatici. Tale visione deve essere concretamente definita nel PAES attraverso azioni reali che possano tradursi nella riduzione del 20% delle emissioni di CO_2 a livello locale.
L'Europa ha scelto di concentrare i propri sforzi nella riduzione di questo gas poichè è il più abbondante tra i gas serra in atmosfera e perciò quello che maggiormente influenza i processi di cambiamento climatico.

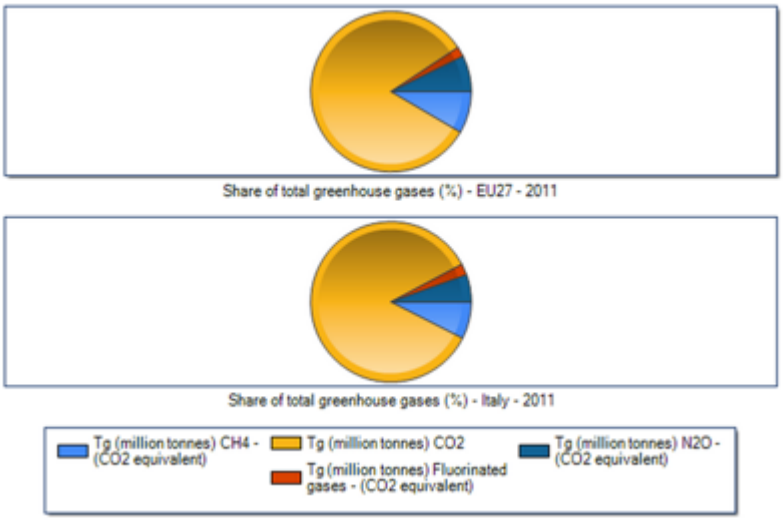


Figura 3.2: Percentuali di gas serra in Europa e in Italia (European Environmental Agency, 2013)

L'analisi sull'origine delle emissioni deve evidenziare il settore energetico che contribuisce maggiormente all'aumento della concentrazione di CO_2 in atmosfera e deve mirare alla riduzione dei consumi delle attività produttive, dell'edilizia residenziale e pubblica e dei trasporti.

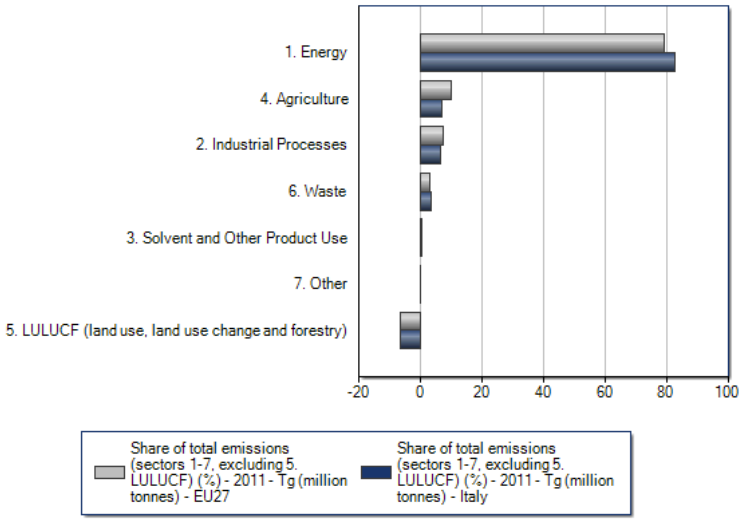


Figura 3.3: Emissioni di CO_2 per settore (European Environmental Agency, 2013)

Nel PAES vengono identificati i settori d'azione e le opportunità più idonee per ciascuna amministrazione locale; gli interventi devono riguardare l'efficienza energetica (edilizia pubblica e privata), la mobilità urbana, la produzione di energia da fonti rinnovabili e il coinvolgimento degli stakeholders locali nelle politiche urbane per la sostenibilità. Si tratta di uno strumento di pianificazione dinamico, perché prevede che ciascuna amministrazione possa integrare nel tempo nuove azioni o modificarne altre, aggiornare i dati e inserirne di nuovi in corso d'opera. Il PAES inoltre è un mezzo di gestione del patrimonio e del territorio, permette, infatti, di censire le strutture comunali e organizzare il proprio territorio attraverso l'inventario delle emissioni.

3.3.1 Fasi di sviluppo del PAES

Il piano è suddiviso in diverse tappe operative. La prima condizione necessaria alla realizzazione è l'adesione del comune al Patto dei Sindaci, quindi si procede con la creazione di una struttura amministrativa atta a realizzare il PAES e a seguirlo in tutte le sue fasi.
Si procede alla realizzazione dell'IBE, la contabilizzazione dei gas serra emessi da diverse sorgenti e attori presenti nel territorio in un certo periodo di tempo. Questa fase è la più critica del processo, poichè richiede impegno nel raccogliere tutti i valori relativi alla produzione di CO_2, possibilmente partendo dai dati del 1990, ma c'è la possibilità di scegliere un anno diverso.
I settori considerati nell'indagine possono variare a seconda del tipo di territorio in studio, ma generalmente sono relativi a:

1. Consumo energetico finale in edifici, attrezzature/impianti e industrie
   - settore comunale (edifici, impianti, illuminazione)
   - settore terziario
   - settore residenziale
2. Consumo finale di energia nei trasporti[41]
   - parco auto comunale
   - trasporti pubblici (su strada, ferroviario, traghetti)
   - trasporti privati e commerciali
3. Produzione di energia
   - consumo di energia per produzione di calore
   - consumo di energia per produzione elettrica

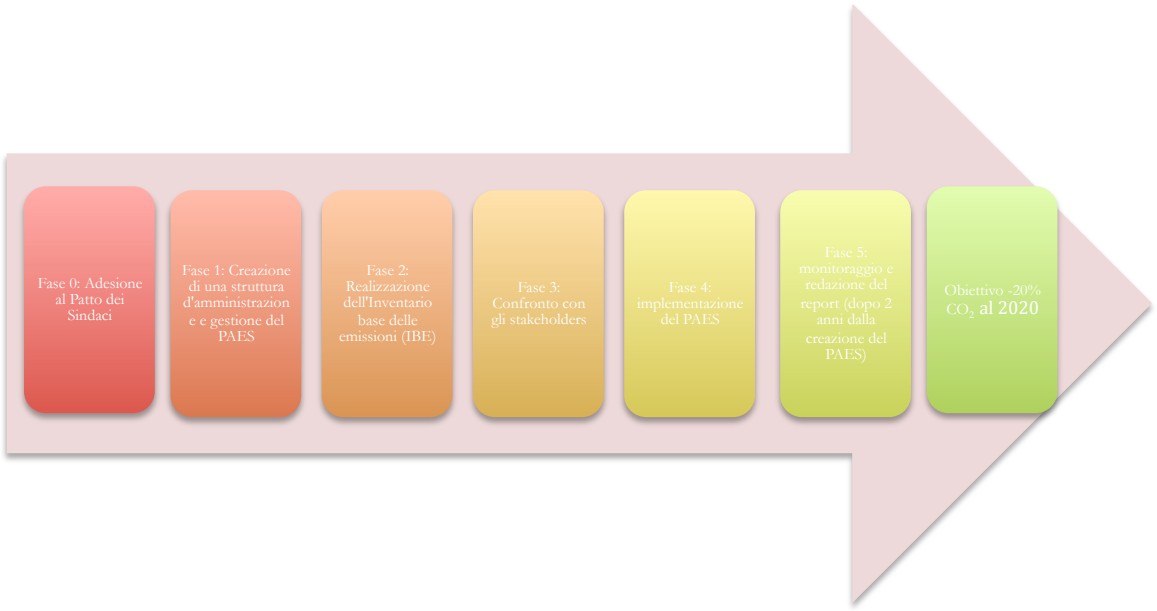


Figura 3.4: Schema delle fasi di realizzazione del PAES

La raccolta dei consumi energetici può essere fatta in modo diretto dalla lettura delle bollette, con indagini sotto forma di questionari rivolti a gestori dell'energia o ai cittadini, oppure in modo indiretto tramite opportune formule di conversione. La ricerca richiede molto tempo e necessita dell'interfacciamento con figure e enti molto diversi tra loro, spesso non preparati al controllo dei flussi energetici dei propri edifici e infrastrutture. In questo senso il PAES ha diversi scopi: permette un'analisi quantitativa, la più possibile

[41] Sono esclusi dal conteggio dell'IBE il trasporto marittimo/fluviale e quello aereo.

realistica, delle emissioni e dell'energia consumata e inoltre cerca di stimolare e coinvolgere tutti gli stakeholders sul tema energetico e ambientale. La suddivisione dell'analisi in diversi settori consente di individuare quelli con maggiore influenza sulle emissioni totali e i relativi attori interessati, allo scopo di focalizzare su di essi i futuri interventi di riduzione delle emissioni.
La terza fase consiste nel relazionarsi con gli stakeholders per individuare quali possono essere le azioni da intraprendere a livello locale. Stabilita una visione condivisa e a lungo termine del territorio in campo energetico, è possibile redigere il PAES, inserendovi tutte le azioni già realizzate e quelle future in direzione dell'obiettivo 2020. Questi progetti possono avere diversa rilevanza ambientale e contribuire in modo più o meno efficace alla riduzione della CO_2, ma è necessario che abbiano una valenza di concretezza e di realizzabilità. In questo senso la somma delle singole riduzioni, seppur piccola per se stessa, permetterà il raggiungimento degli obiettivi al 2020. Il PAES, una volta redatto, deve essere approvato dal consiglio comunale, in modo da garantire un sostegno politico a lungo termine del piano.
La quarta fase riguarda l'implementazione del piano, cioè l'attuazione delle azioni programmate. Anche in questo stadio è necessario il coinvolgimento di tutti i portatori d'interesse perché le azioni possano essere assimilate da tutta la cittadinanza e contribuire allo sviluppo di una nuova mentalità urbana.
L'ultima fase è il monitoraggio dell'attività svolta e la valutazione degli obiettivi che sono stati portati a termine. Ciascun firmatario del Patto, due anni dopo la presentazione del PAES, deve redigere un documento relativo allo stato dei lavori e alla riduzione della CO_2 (Monitoring Emissions Inventory, MEI).

3.3.2 Settori d'intervento del PAES

Edilizia

L'edilizia è responsabile del 40% del consumo energetico in Europa ed è perciò uno dei settori in cui le città concentrano numerosi interventi.
La complessità delle azioni dipende dalle caratteristiche degli edifici presenti sul territorio (tipologia, destinazione d'uso, proprietà privata o pubblica, anno di realizzazione o di ristrutturazione, tipologia di impianti), informazioni che si ottengono per mezzo dell'IBE.
Gli interventi devono garantire una maggiore efficienza energetica degli edifici, attuabile con azioni a livello costruttivo (cappotto, posizionamento delle finestre e loro struttura, orientazione degli immobili) e interventi nei sistemi di riscaldamento e condizionamento (tipologia caldaie, utilizzo di impianti a fonti rinnovabili). Le amministrazioni possono vincolare i residenti sul territorio alla costruzione di edifici che rispondano a standard di efficienza energetica definiti per legge[42] e possono richiedere il rispetto di vincoli locali più restrittivi, se necessario. È essenziale stabilire forme di controllo che verifichino il rispetto egli standard sia per gli immobili esistenti che per quelli in costruzione. Inoltre, quando le amministrazioni ne hanno la possibilità, possono stanziare fondi per incentivi e riduzioni fiscali per il rinnovo degli impianti e la ristrutturazione edilizia.
L'amministrazione deve svolgere un forte ruolo informativo mettendo a conoscenza di tutti i portatori d'interesse locale degli standard richiesti a livello edilizio e degli strumenti tecnologici e finanziari di cui possono usufruire. La promozione di azioni di efficientamento energetico inizia spesso con gli edifici pubblici, e diventa uno stimolo per comprendere i benefici associati al miglioramento della qualità edilizia e per attuare tali iniziative anche nel settore privato. I comuni possono pubblicizzare gli interventi di efficientamento promuovendo delle visite agli edifici pubblici, in modo da visualizzare concretamente quali interventi possono essere realizzati, i relativi costi e vantaggi.

Trasporti

Il settore dei trasporti ricopre un'altra importante fetta delle emissioni, circa il 30%, di cui l'80% è dovuto alla circolazione delle automobili. Per ridurre i movimenti connessi al settore del trasporto privato e favorire quello pubblico deve attuarsi una diversa gestione degli spazi e una nuova connessione tra i centri urbani che

[42] Il decreto legge n.63 del 4 giugno 2013, recepisce la Direttiva europea 2010/31/UE e pone l'obbligo entro il 2018 per il pubblico ed entro il 2020 per il privato, della costruzione di Edifici a Energia Quasi Zero.

favorisca gli spostamenti con mezzi pubblici, biciclette e a piedi. La mobilità sostenibile, perché possa radicarsi sul territorio italiano, deve diventare una forma di spostamento più attrattiva, comoda e conveniente del trasporto privato e questo accade quanto l'amministrazione della città valuta le necessità dei suoi abitanti e degli utenti esterni, pendolari e turisti, e adotta misure nel rispetto delle loro esigenze.
Un sistema di trasporto urbano pubblico necessita di una rete efficiente, pratica, ricca di punti di collegamento, attrezzata di servizi d'informazioni, ricca di mezzi di trasporto a diversa tipologia (tram, bus, treno) che ricoprano tutte le fasce orarie e abbiano costi competitivi.
Il trasporto ciclabile, ad esempio, deve essere pensato non solo come una forma di sport, ma anche come un vero mezzo di trasporto. Perché questo sia reale, deve essere garantita maggiore sicurezza e attrezzature adeguate ai ciclisti, come piste ciclabili, parcheggi, punti di informazione e collegamenti con i trasporti pubblici. Per quanto riguarda, invece, gli spostamenti a piedi, essi possono essere favoriti dalla presenza di percorsi organizzati nelle zone residenziali e storiche e con la realizzazione di punti di collegamenti con i trasporti pubblici. Può essere incoraggiato l'uso di nuovi mezzi a basse emissioni, soprattutto nel caso della flotta comunale: auto elettriche, a metano, biometano o altri biocombustibili. Al tempo stesso si possono tassare i veicoli privati che entrano negli agglomerati urbani, favorire con sconti i veicoli a basse emissioni o chi si muove con trasporti pubblici o in bicicletta.

Energie rinnovabili

Un altro settore che può essere potenziato localmente è quello delle energie da fonti rinnovabili. Si può incoraggiare la cogenerazione energetica, cioè la produzione combinata di energia elettrica e termica, riducendo lo spreco energetico[43] e favorendo il recupero del calore da forme di produzione (ad esempio calore dei fumi di scarico di produzioni industriali o da trattamento rifiuti). Al fine di aumentare l'autosufficienza energetica e sfruttare le risorse locali, si possono sviluppare impianti di microgenerazione che utilizzano energia solare, vento e biomassa. Tali iniziative non vengono sovvenzionate direttamente dalle amministrazioni locali, ma mediante incentivi nazionali. Le amministrazioni possono però promuovere questo settore mediante gruppi d'acquisto, consorzi pubblico/privati e supporto tecnico nell'espletamento delle pratiche necessarie (ad esempio quelle per il GSE).
I governi locali possono inoltre scegliere di installare impianti per la produzione di energia su strutture comunali, come impianti fotovoltaici o minieolici sui tetti o impianti di cogenerazione. In questi casi gli interventi sono realizzati con un supporto finanziario esterno, come fondi europei, o mediante collaborazioni con privati, ad esempio affittando i tetti pubblici in cambio della produzione di energia pulita.

[43] Gli studi dimostrano che la produzione combinata di elettricità e calore riduce le perdite energetiche del 20% (ENEA, 2013).

3.4 Città europee virtuose

Numerose città europee, soprattutto nell'area del centro-nord Europa, hanno maturato forme di pianificazione urbana sostenibile. In genere tali azioni sono implementate a livello di quartieri e si concentrano sul settore:

- edilizio, definendo standard energetici elevati per la nuova costruzione;
- energetico, favorendo la microgenerazione localizzata;
- dei trasporti, attraverso la riduzione dell'uso delle automobili private.

Queste politiche d'azione sono state sviluppate in diversi quartieri europei in modalità specifiche a seconda del territorio e delle risorse ambientali disponibili.

3.4.1 Il quartiere di Vauban, Friburgo

Friburgo è una città tedesca conosciuta in tutta Europa per essere uno dei centri più illustri nel campo della sostenibilità urbana. In particolare è conosciuta per l'alto tasso di produzione energetica da fonti rinnovabili: fotovoltaico, eolico, biomassa. La popolazione ha puntato soprattutto sull'installazione di impianti fotovoltaici, per una potenza totale installata al 2011 pari a 21,2 MW. Lo sviluppo del settore dell'energia da fonti rinnovabili è stato possibile dato il costo non troppo elevato rispetto le fonti tradizionali, la semplicità di ottenere i permessi e la presenza di controlli efficienti. Anche il settore dell'edilizia è stato potenziato seguendo i parametri della sostenibilità e ha consentito la realizzazione di alcuni ecoquartieri. Uno di questi è Vauban, realizzato in un'area militare, dismessa dal 1992 con un'estensione di 380.000 m² e distante dal centro storico solo 2 km.

La progettazione del quartiere è il risultato di un processo partecipato tra i cittadini e l'amministrazione che si esprime nella realizzazione di un ecoquartiere con un alto valore funzionale e sociale.

La realizzazione, prevista in più fasi, ha inizio nel 1997, anno in cui comincia la costruzione delle infrastrutture e dei primi edifici, e termina nel 2006, quando il quartiere si può considerare integralmente realizzato. Gli edifici sono degli organismi quasi autosufficienti che, grazie ad una progettazione tecnologica facente uso di pannelli solari, fotovoltaici, materiali costruttivi naturali e sistemi per l'isolamento termico, consumano poca energia e consentono un elevato rispetto dell'ambiente circostante. Le aree verdi permeano tutto il quartiere riprendendo il biotipo locale, mentre la rete delle acque piovane scorre a cielo aperto, contribuendo al disegno degli spazi esterni. Oltre al settore dell'edilizia e dell'energia la città ha favorito la pianificazione della mobilità urbana con forme a basso impatto ambientale, quali biciclette e mezzi pubblici e disincentivando l'uso delle auto private. L'aspetto chiave di questa mobilità è l'intermodalità, infatti le diverse forme di trasporto sono eterogeneamente interconnesse tra loro e nei vari punti della città.

3.4.2 Il quartiere di Hammarby, Stoccolma

Hammarby Sjostad è situato nella parte meridionale della città di Stoccolma e si affaccia su una sponda del lago Hammarby Sjo per il quale è anche definito "Hammarby Lake City". Il quartiere fa parte di una strategia di sviluppo urbano che ha come obiettivo principale il riuso e la riqualificazione delle aree industriali dismesse, infatti esso è il risultato di un progetto di trasformazione e bonifica di una vecchia area portuale e industriale.

Il quartiere nasce nel 1991 quando la City of Stockholm Planning Department propose un piano particolareggiato dell'area in seguito al quale nel 1993 iniziarono i lavori per la realizzazione. Il progetto è sviluppato più fasi e se ne prevede l'ultimazione per il 2015. Esso presenta un'area a destinazione residenziale, una zona destinata alle attività commerciali, un complesso scolastico, una biblioteca, una chiesa e ampi parchi e spazi attrezzati comuni all'aperto. L'area occupa un totale di 200.000 m² e ospita 20.000 abitanti e altri 10.000 che vi si recheranno a lavorare.

La maggior parte degli edifici realizzati si affacciano sull'acqua al fine di garantire loro un'elevata qualità urbana, architettonica e abitativa. Essi, inoltre, offrono molti spazi comuni in modo che le persone che ne usufruiscono abbiano la possibilità di sfruttare la natura e il luogo come risorse. Per massimizzare l'affaccio degli edifici sull'acqua nello studio distributivo dell'area è stata utilizzata la tipologia a corte, in cui è previsto un verde privato condominiale connesso ad altre aree verdi pubbliche e a percorsi pedonali e ciclabili comuni.

Da sottolineare, oltre alle nuove architetture, una presenza abbastanza rilevante di edifici industriali riqualificati.
Gli obiettivi della realizzazione del progetto sono:

- la riduzione del 50% dell'impatto ambientale dei nuovi edifici rispetto alle costruzioni attuali;
- la riduzione al minimo del consumo totale di energia e al consumo di acqua pulita, per mezzo di sistemi fotovoltaici, pannelli solari, tetti verdi, impianti di riciclaggio dell'acqua;
- l'utilizzo di materiali edilizi rinnovabili e riciclabili, contenenti una quantità minima di sostanze nocive sia alla salute ambientale che pubblica;
- la bonifica del suolo di tutta l'area e il risanamento del lago;
- la riduzione dei trasporti.

3.4.3 Il quartiere di BedZED, Londra

BedZED (Beddington Zero Energy Development) è la prima eco-comunità inglese costruita in un'area dismessa di 3.000 m² a Sutton, una città residenziale a quaranta minuti Sud-Est di Londra con lo scopo di realizzare un quartiere a emissioni zero.
Il progetto realizzato nel 2002 su spinta del Governo britannico aveva lo scopo di creare un luogo abitativo con uno stile di vita sostenibile pur mantenendo standard abitativi moderni. Gli obiettivi principali del progetto erano quelli di ridurre al minimo i consumi energetici e aumentare la produzione di energia da fonti rinnovabili in quantità tale da soddisfare la richiesta energetica. Gli edifici sono costruiti con materiali ad alta capacità termica che trattengono il calore durante le stagioni più calde e lo rilasciano nei periodi freddi dell'anno. Tali materiali, uniti alla presenza di finestre a triplo vetro, garantiscono un elevato isolamento termico delle strutture. In questo modo sono altamente ridotti i costi energetici per il riscaldamento. Il sistema dei camini a vento fornisce l'aria fresca necessaria per eliminare gli odori presenti all'interno degli ambienti e l'umidità. I camini sono collegati a uno scambiatore di calore che, attraverso il calore prelevato dall'aria estratta, preriscalda l'aria in entrata. La pressione generata consente di incanalare aria pulita preriscaldata all'interno dell'edificio, e di estrarre l'aria viziata. Per ridurre l'impatto legato al trasporto dei materiali, i mattoni sono stati prodotti localmente e il 60% di altri materiali proviene da zone limitrofe: l'acciaio da una stazione demolita, il legno da foreste sostenibili ed è stato recuperato del cemento per la realizzazione delle fondamenta. L'inerzia termica degli edifici è favorita dai tetti verdi e dal corretto orientamento delle finestre e delle facciate. La produzione di energia è garantita da pannelli solari sui tetti e da un impianto centralizzato di cogenerazione alimentato a biomassa. Anche la mobilità è stata ottimizzata con forme di car sharing e incentivi all'uso della bicicletta o del trasporto pedonale.

3.4.4 Il quartiere Zuidas, Amsterdam

Nel 1997 il governo centrale olandese ha delineato il progetto del quartiere Zuidas. Il "Master Plan" è stato realizzato nel 1998 e il primo "Vision Document" nel 2000. Un progetto che mira ad essere tra i primi dieci centri urbani sostenibili al mondo entro il 2030.
Il master plan esecutivo prevede lo sviluppo del progetto in più fasi: dal 1998 sono stati realizzati e messi in servizio 500.000 m², 200.000 m² sono in costruzione e 400.000 m² sono in preparazione. Gli uffici realizzati hanno una superficie di 45.000 m². La costruzione di 81 case è stata completata entro il 2007 e quindi sono in realizzazione altri 25.000 m² ad uso residenziale.
Zuidas è un quartiere olandese a uso promiscuo con elevate caratteristiche di sostenibilità ambientale. L'idea è di realizzare un'area a impiego misto che possa incorporare funzioni di commercio e business, sviluppo residenziale e servizi pubblici e che nel contempo possa essere un centro urbano accogliente e tollerante, con una forte attenzione internazionale. Il progetto prevede la realizzazione di spazi pubblici di massima qualità, al fine di garantire un microclima accogliente e un ambiente sano. Anche le infrastrutture sono organizzate adeguatamente per favorire l'accessibilità alla città da parte di tutti gli utenti; condizione essenziale è quella di favorire l'utilizzo del trasporto pubblico e la bicicletta, piuttosto che l'auto privata. La gestione dello spazio e delle risorse naturali (materiali, energia, acqua, rifiuti) è progettata in modo responsabile e organizzato.
La multifunzionalità del progetto è garantita dal mantenimento di alcune proporzioni spaziali tra le diverse funzioni urbane, ad esempio in ciascuna porzione del quartiere deve essere garantita una percentuale del 25%

di superficie ad uso residenziale, mentre circa il 10% dello spazio deve essere destinato ai servizi pubblici. In questo modo sarà possibile integrare nella città le diverse funzioni (residenziali, business e tempo libero) e avere come risultato un quartiere polifunzionale in equilibrio con le risorse territoriali. Nel campo dell'edilizia sono stati posti dei vincoli restrittivi circa la classificazione energetica degli edifici. Questi ultimi infatti dovranno essere certificati tra le più alte categorie secondo i criteri BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). La mobilità è progettata secondo i parametri della multifunzionalità, infatti sono garantite tutte le forme di trasporto (auto, bus, tram, bici, pedonale), privilegiando gli spostamenti pubblici e quelli a zero emissioni. Le strade sono distinte in diverse categorie a seconda del flusso di traffico e integrano, con numerose corsie e con strutture alberate, tutte i tipi di mobilità.

3.4.5 Considerazioni

I casi descritti sono solo alcuni degli esempi di quartieri europei a basse emissioni. Le caratteristiche tecniche e urbanistiche variano a seconda delle città, delle risorse ambientali e della cultura architettonica del luogo; molti casi però sono accomunati da un medesimo processo di pianificazione.
Infatti, la realizzazione di questi progetti segue spesso la consultazione pubblica, la creazione di un masterplan e la formazione di un consorzio a compartecipazione pubblica e privata. La buona riuscita di questi piani urbani è garantita da interventi rilevanti su elementi di interesse privato, come le strutture residenziali e commerciali o il sistema di trasporti, ma sotto la regia dell'ente pubblico.
I privati non avrebbero un potere d'azione decisionale né un interesse economico tanto forte da sviluppare volontariamente iniziative di questo tipo. La sostenibilità energetica, come dimostrato dai casi di studio analizzati, può essere garantita agendo sulle azioni dei singoli cittadini e degli utenti privati mediante politiche urbane ben definite.

3.5 Il caso della provincia di Venezia

La provincia di Venezia si è costituita struttura di coordinamento per i comuni veneziani aderenti al Patto dei Sindaci. Essa svolge molteplici ruoli:

- programma azioni di efficienza energetica e uso di fonti rinnovabili;
- coordina le amministrazioni locali nel perseguimento di obiettivi di riduzione dell'inquinamento luminoso, nell'uso dei trasporti pubblici locali, nelle iniziative in campo energetico;
- offre assistenza tecnica e amministrativa per la gestione della banca dati relativa ai consumi energetici;
- favorisce l'incontro con gli stakeholders locali;
- organizza incontri pubblici per favorire la conoscenza del Patto dei Sindaci e per illustrare possibili azioni da inserire nel PAES;
- fa da collegamento con i servizi della Commissione europea.

La provincia di Venezia ha siglato il Patto dei Sindaci nel 2010. Da quel momento, fino a novembre 2011, hanno aderito all'accordo 22 comuni veneziani, su 44; di questi, ad aprile 2013, 17 hanno presentato il PAES. Per questi comuni la Provincia sta cercando di svolgere un ruolo di coordinamento al fine di favorire una linea d'azione comune. In particolare i settori in cui si vogliono concentrare le azioni sono quelli dell'efficienza energetica relativa al settore residenziale e al settore terziario, in particolare con opere sulle aziende della grande distribuzione o del turismo.
Una delle maggiori problematiche relative a questo percorso di sostenibilità urbana è che la redazione del PAES non deve finire in se stessa, ma le azioni vanno portate avanti nel tempo e rinnovate. L'adesione al patto prevede, infatti, che ciascun comune presenti un rapporto dopo due anni dalla redazione del PAES per rendicontare le azioni attuate. Per incentivare questo sistema la provincia di Venezia vuole definire degli incontri con i redattori del PAES nei quali è possibile capire cosa è stato fatto e prendere spunto per nuove forme d'azione.
Uno strumento importante per la realizzazione del PAES, e in particolare per l'individuazione degli edifici e i relativi consumi, è un software fornito dalla provincia di Venezia: R3 EcoGIS. Questo è utilizzato per la realizzazione dell'IBE comunale.

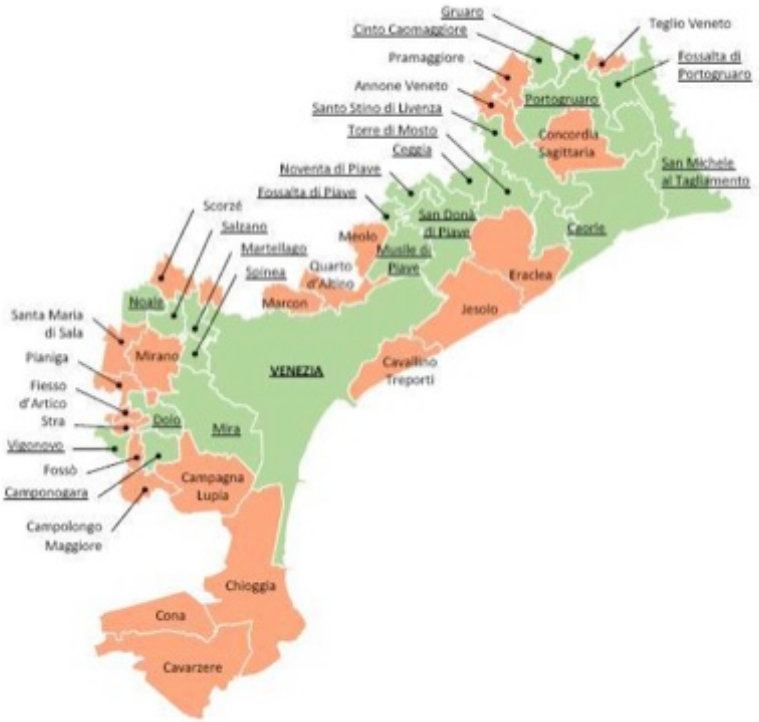


Figura 3.5: Comuni della provincia di Venezia aderenti al Patto dei Sindaci (Provincia di Venezia, 2013)

PARTE SECONDA: FASE APPLICATIVA/SPERIMENTALE

Capitolo 4
Inquadramento territoriale del comune di Caorle

Caorle è un comune della provincia di Venezia, situato lungo il litorale veneto con un'estensione territoriale pari a 151,39 km², seconda solo alla provincia di Venezia (Proteco, 2004).

Figura 4.1: Foro aerea del comune di Caorle

Il territorio, situato nella parte nord-orientale della Provincia, è prevalentemente pianeggiante ed è delimitato dal mare e da corsi d'acqua che lo separano dai comuni limitrofi. Caorle confina a nord con i comuni di Torre di Mosto, San Stino di Livenza, Concordia Sagittaria e Portogruaro; a est con San Michele al Tagliamento; a ovest con Torre di Mosto e San Stino di Livenza. E' raggiungibile dalla Strada Statale n.14 Venezia-Giulia, distante 21 km dal centro, e dall'autostrada A4 Torino-Trieste, tramite il casello di San Stino di Livenza, distante 24 km. L'aeroporto di riferimento è il Marco Polo di Venezia, distante 53 km.

Tabella 4.1: Dati territoriali e climatici (Comuni-Italiani.it, 2013)

Latitudine	45° 35' 58,2"
Longitudine	12° 53' 13,92"
Superficie	151,45 Km²
Altezza media sul livello del mare	1 m (min. -3, max. 5)
Escursione Altimetrica	8 m
Zona Altimetrica	pianura
Gradi Giorno (GG)	2.649
Zona Climatica	E

4.1 Origini storiche

Le origini di Caorle risalgono all'epoca romana quando la città, data la posizione strategica, svolgeva un importante ruolo commerciale attraverso il "Portus Reatinium" (attuale porto Falconera) utilizzato dai marinai romani per risalire dal mare, attraverso il Lemene, fino alle città di Iulia Concordia (Concordia Sagittaria) e Opitergium (Oderzo). Le origini romane sono testimoniate anche dal ritrovamento nelle acque al largo della spiaggia di Caorle di una nave romana del I sec. d.C., in attesa di essere trasportata al museo archeologico della città.

Il nome attuale si pensa derivi da quello romano, ma ancora non c'è piena certezza sulla sua origine: Caprulae, perché l'isola era abitata da capre oppure in onore della dea pagana Capris; Bella Petronia, in onore dello scrittore Petronio Arbitrio che fu uno dei primi antichi visitatori del lido di Caorle, Insula Capritana oppure Caule (Comune di Caorle, 2013).

Le ricerche storiche, inoltre, hanno portato alla luce l'esistenza di un villaggio protostorico risalente all'età del bronzo situato nella zona dell'entroterra comunale. Tale ritrovamento testimonia che il territorio era già abitato in epoca precedente a quella romana.

In seguito alla caduta dell'impero romano, Caorle diventa un importante rifugio per la popolazione dell'entroterra che, costretta a fuggire alle invasioni barbariche, trova riparo sicuro lungo il litorale veneziano.

Tale esodo porta a un incremento della popolazione e la necessità di istituire un governo locale per la gestione della città; in questo modo Caorle diventa una delle città più importanti del litorale veneziano e contribuisce alla fondazione di Venezia, alla quale resta strettamente legata a livello economico e commerciale nei successivi decenni.

Tra i secoli XI e il XV i ripetuti conflitti e le carestie ed epidemie spopolarono la città e la condussero al declino. Quindi, Caorle divenne Comune sotto il Regno d'Italia con Napoleone Bonaparte (1806-1815), e poi sotto il regno Regno Lombardo-Veneto (1816-1866) durante il quale ricominciò la ripresa economica del territorio, basata soprattutto sull'attività ittica organizzata.

La città era un importante polo per la pesca e l'agricoltura, con periodi meno fruttuosi, durante la prima e la seconda guerra mondiale, e altri di maggiore sviluppo, in particolare a seguito delle opere di bonifica delle paludi che hanno consentito l'incremento di attività agricole, artigianali e manifatturiere in tutto l'entroterra.

Intorno al 1950 si avvia l'attività turistica con la nascita dei primi stabilimenti balneari e hotel. Caorle, così, diventa una delle città balneari italiane più conosciute e frequentate da turisti italiani e stranieri, attirati dagli aspetti storico-architettonici della città, ma soprattutto dai suoi caratteri naturalistici.

Caorle, infatti, gode di circa 18 km di litorale sabbioso balneabile e possiede all'interno del suo territorio diversi ambiti di pregio naturalistico e di particolare sensibilità ambientale. Tra questi si possono annoverare i siti:

-SIC IT 3250013 "Laguna del Mort e Pineta di Eraclea";
-SIC IT 3250033 "Laguna di Caorle – Foce del Tagliamento";
-ZPS IT 3250041 "Valle Vecchia – Zumelle – Valli di Bibione";
-ZPS IT 3250042 "Valli Zignago – Perera – Fianchetti - Nova";
-alcune aziende faunistico-venatorie: Valle Perera Pellegrini, Valle Zignago, San Gaetano, Valnova, Casonetto, Tagli, Moreri, Tezzon;
-alcune aziende agro-turistico venatorie: Paludello e Palangon;
-oasi di protezione Falconera.

4.2 Struttura territoriale

Il territorio del comune di Caorle è molto eterogeneo. Il maggiore aggregato urbano è rappresentato dal centro storico di Caorle e in generale nella fascia lungo il litorale, dove si concentra la maggior parte delle attività turistiche e commerciali.
L'entroterra ha carattere principalmente agricolo e presenta diverse piccole realtà residenziali raccolte in frazioni e località.
La frazione più popolosa è San Giorgio di Livenza, a nord di Caorle a confine con San Stino di Livenza. Tale zona ha carattere prevalentemente agricolo e commerciale, e si è sviluppata in seguito alle opere di bonifica.
A sud di San Giorgio, sorge la località Ca' Cottoni, piccolo borgo rurale sorto intorno al '700 con i nobili Cottoni e in seguito bonificato.
Dal lato opposto del fiume, sulla sponda sinistra del Livenza, si trova Ottava Presa la cui denominazione deriva dal nome che si dava agli appezzamenti di terra di pertinenza del Comune ("prese"). Ottava Presa è suddivisa in due parti, che ricadono nel comune di Caorle e a San Stino di Livenza; entrambe sono caratterizzate principalmente da attività agricole, commerciali e artigianali.
Altre due piccole località sono San Gaetano e Ca' Corniani. San Gaetano si trova a sud-est di Ottava Presa ed è tra i borghi più antichi di Caorle, dove i baroni Franchetti hanno cercato di realizzare un grande centro agricolo. Inoltre, la zona è celebre per aver ospitato famosi personaggi americani come Ernest Hemingway che sembra aver trovato ispirazione proprio a San Gaetano per la scrittura del romanzo "Di là del fiume, tra gli alberi".
Ca' Corniani fino ai primi dell'800 era una palude malarica, venne in seguito bonificata con l'intervento delle Assicurazioni Generali che acquistarono l'area. Restano visibili la cantina e due corti, esempi dell'architettura rurale veneta.
La frazione più a est del comune di Caorle è rappresentata dalle Frazioni Villaviera, Castello di Brussa e Brussa. Si tratta dell'area più naturalistica e a destinazione agricola del Comune. La località Brussa, infatti, anticipa l'area della Vallevecchia, zona del litorale di particolare interesse naturalistico. Veneto Agricoltura sta realizzando dai primi anni '70 un progetto di riqualificazione dell'area allo scopo di recuperare i biotipi della zona, compromessi a seguito delle opere agricole e di bonifica degli anni '60.
In particolare il progetto prevede di riallagare alcune zone, attuare degli interventi di forestazione e organizzare il territorio in modo da contenere l'impatto antropico legato al flusso turistico (Veneto Agricoltura, 2013).
La zona a ovest del territorio invece è quella a maggior destinazione turistica, rappresentata da Porto Santa Margherita e Duna Verde. Porto Santa Margherita è ricordato nella tradizione storica per il "Ratto delle donzelle"; è qui infatti che i veneziani hanno sgominato i predoni che avevano catturato le donzelle veneziane e le loro doti.
L'area presenta un'importante darsena artificiale per ospitare più di 500 posti barca e, legato al flusso navale, si sono sviluppate altre attività immobiliari e commerciali che rendono la zona un importante polo turistico del comune di Caorle.
Duna Verde è la località sorta in tempi più recenti sul territorio caorlotto, a principale destinazione turistica. Qui sono stati realizzati moderni villaggi e residence turistici organizzati con attività sportive, di svago e in sintonia con l'ambiente del posto.

4.3 Dati statistici

4.3.1 Popolazione

L'area del Portogruarese negli ultimi cinquant'anni ha seguito il trend di crescita demografica della provincia veneziana, rappresentando il 17% del totale provinciale.
Il flusso demografico di Caorle ha raggiunto la soglia di saturazione nel 1951 con 13.263 abitanti, subendo poi un brusco ridimensionamento che ha determinato una stabilizzazione intorno agli 11.000 abitanti.
Negli ultimi anni si è registrata una crescita di circa 100 abitanti all'anno.
Le stime effettuate nel Piano di Assetto del Territorio (PAT) ipotizzano che per il 2020 la popolazione residente sarà compresa tra le 13.500 e le 14.000 unità.

Tabella 4.2: Dati statistici sulla popolazione (Comuni-Italiani.it, 2013)

Numero Abitanti (2012)	11.806
Maschi (2012)	5.708
Femmine (2012)	6.098
Età media (2012)	45,1
Natività (2012)	7,5
Reddito medio (2010)	10.674 €

Come nel resto del territorio nazionale, il comune di Caorle è caratterizzato da una forte riduzione del numero di nascite e da un allungamento dell'età media. Conseguentemente, rispetto gli anni '70, oggi si assiste al tipico fenomeno del "rovesciamento della piramide", con una prevalenza delle classi d'età più mature fino a quelle più anziane e una forte riduzione delle classi più giovani alla base.
Il cambiamento della popolazione ha forti ripercussioni sociali e richiede, ad esempio, sempre più spazi del territorio comunale da dedicare ai servizi per gli anziani, per gli immigrati e in generale per il tempo libero.
Gli immigrati sono responsabili della ripresa demografica, infatti, dal 2009 costituiscono quasi l'8% della popolazione.
Le indagini statistiche evidenziano inoltre che il numero di famiglie è progressivamente aumentato, sebbene ne diminuisca il numero di membri che mediamente si attestano intorno a 2,20 per famiglia. Sebbene la popolazione sia in lenta crescita, si prevede un aumento del numero di famiglie a Caorle e, di conseguenza, anche della domanda di abitazioni (circa 700 in più al 2020).

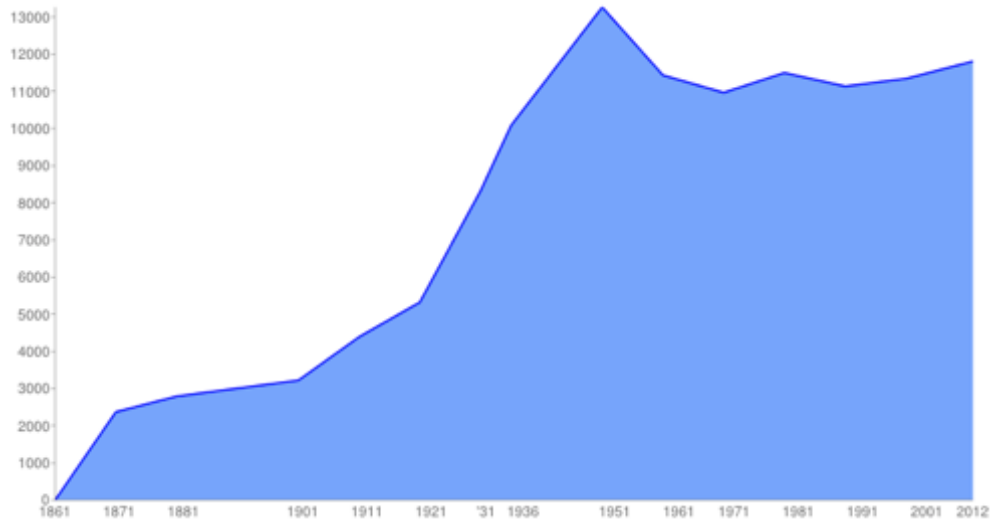


Figura 4.2: Popolazione Caorle tra il 1861 e il 2012 (Comuni-Italiani.it, 2013)

4.3.2 Flusso turistico

L'attività turistica di Caorle ha segnato profondamente l'economia del territorio comunale. Il movimento turistico ha avuto un forte sviluppo dagli anni '60 fino agli anni '90 ed è ora in fase di stabilizzazione, ma comunque superiore alla media provinciale.
L'indagine svolta annualmente dall'Azienda di Promozione Turistica (A.P.T) conteggia il numero di utenti che visitano la località turistica (arrivi) e quelli che vi soggiornano (presenze). Lo studio relativo a Caorle per l'anno 2012 ha registrato un aumento dello 0,42% degli arrivi rispetto al 2011, mentre ha rilevato una riduzione (-0,42%) delle presenze.

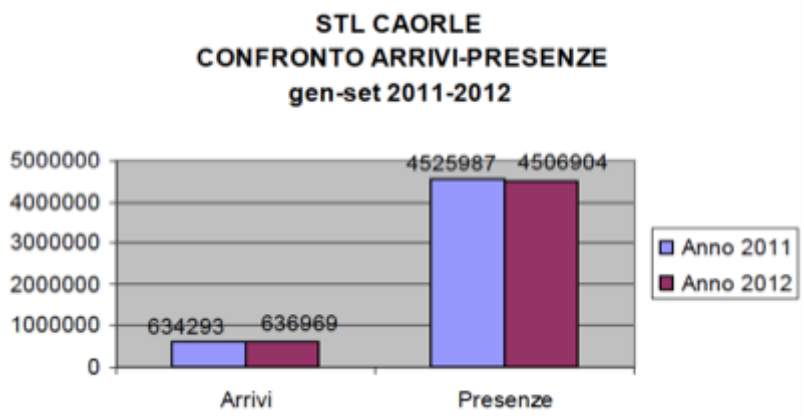


Figura 4.3: Arrivi e presenze turistiche Caorle (A.P.T. della provincia di Venezia, 2012)

La permanenza media registrata è di 7,08 giorni, in calo dello 0,06% rispetto all'anno precedente (7,14 giorni). Tali valori riguardano sia le strutture alberghiere che quelle extralberghiere, come case per ferie, affittacamere e campeggi.
Le strutture extralberghiere superano la percentuale di attività rispetto gli hotel, sia nelle presenze (73%) che negli arrivi (59%); tali valori sono determinati principalmente dall'afflusso ai campeggi.

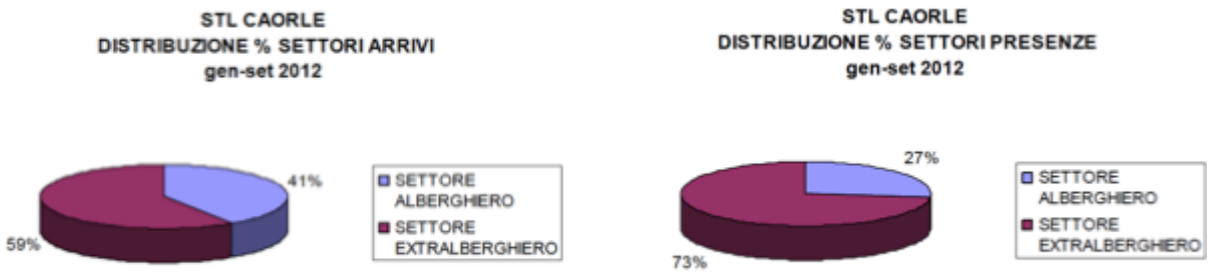


Figura 4.4: Arrivi e presenze nei diversi settori (A.P.T. della provincia di Venezia, 2012)

Negli alberghi, in particolare, la riduzione delle presenze e degli arrivi riguarda hotel a una o tre stelle, mentre per alberghi a 2 o 4 stelle si è avuto un incremento rispetto al 2011.
Per quanto riguarda l'origine dei turisti, il 63,2% degli arrivi e il 65,1% delle presenze sono straniere. Tra i paesi d'origine, quelli a maggiore provenienza sono Germania, Austria, Repubblica Ceca, Olanda, Danimarca, Svizzera, Polonia e Ungheria. In senso inverso si muove il turismo diretto a Caorle di provenienza italiana: ridotto rispetto il 2011 sia negli arrivi che nelle presenze.

4.4 Strumenti di gestione ambientale

Il rapporto tra il turismo e l'ambiente è spesso molto complesso, in quanto i due fattori si influenzano a vicenda attraverso le relazioni tra la popolazione locale, i turisti e il paesaggio (ENEA, 2002).
Gli impatti legati al turismo sono influenzati dai picchi stagionali di popolazione residente, il consumo di risorse idriche e la loro depurazione e smaltimento, i consumi energetici (elettricità), le emissioni dovute al traffico veicolare, il rumore, ecc.
Il flusso turistico, infatti, è responsabile di numerose esternalità negative, direttamente associate al territorio e al paesaggio, ma anche ad aspetti sociali. Nel primo caso si fa riferimento a eventi quali la progressiva cementificazione, il deterioramento della qualità delle acque, il consumo delle risorse naturali e l'accumulo di rifiuti; in ambito sociale, invece, gli effetti riguardano la perdita d'identità, cultura e tradizioni locali.
Tali esternalità devono trovare l'adeguato compromesso con i vantaggi che il flusso turistico comporta in campo economico e occupazionale.
In tal senso, il comune di Caorle, da anni sta cercando di sviluppare diverse iniziative che consentano di gestire adeguatamente il flusso dei visitatori, senza appesantire il carico ecologico del sistema ambientale e, al tempo stesso, consentendo un benessere economico alla città.
Il PAES è una delle azioni che il comune di Caorle ha adottato a febbraio 2013 allo scopo di ridurre il quantitativo di emissioni di CO_2 sul territorio comunale. Tale progetto segue altre iniziative intraprese negli anni precedenti, come il riconoscimento Bandiera Blu e Agenda 21 Locale.
Inoltre, il comune ha attivato quest'anno uno studio e lo sviluppo della procedura che permetterà di giungere alla registrazione EMAS.

4.4.1 Agenda 21 Locale

Nel febbraio 2001 il comune di Caorle ha aderito alla "Carta delle città europee per un modello urbano sostenibile" e al progetto "Agenda 21 Locale: Caorle verso lo sviluppo sostenibile".
Il piano d'azione locale è stato adottato formalmente nel 2004 e approvato dal forum civico svoltosi per l'occasione. Si identificano così le risorse territoriali da salvaguardare, valorizzare e riqualificare, allo scopo di programmare un nuovo sviluppo della città e migliorare la qualità della vita dei propri cittadini.
In tale prospettiva sono stati creati all'interno del forum alcuni gruppi di lavoro tematici:

- pesca, agricoltura e gestione delle risorse;
- pianificazione del territorio e urbanizzazione;
- qualità sociale e comunicazione;
- turismo sostenibile.

4.4.2 Bandiera Blu

L'attenzione del comune di Caorle rivolta al proprio litorale ha permesso di ricevere dal FEE Italia (Foundation for Environmental Education) il riconoscimento internazionale Bandiera Blu, istituito nel 1987 anno europeo dell'ambiente. Tale riconoscimento è conferito alle località costiere italiane che valorizzano, per i cittadini e i turisti, i caratteri ambientali del proprio territorio quali: qualità delle acque, qualità della costa, servizi e misure di sicurezza ed educazione ambientale.
Caorle ha ottenuto il primo riconoscimento nel 2002, 2006 e dal 2008 fino ad oggi ininterrottamente.
Il programma Bandiera Blu, inoltre, è associato ad altre iniziative tese alla valorizzazione dell'educazione ambientale, a dimostrazione di come l'amministrazione locale abbia l'interesse di favorire una maggiore consapevolezza e un comportamento virtuoso tra tutti gli utenti del proprio territorio.
Si annoverano tra gli impegni alcune campagne informative per la raccolta differenziata in spiaggia, incentivi per lo smaltimento dell'amianto, distribuzione del prodotto antilarvale, ripopolamento di aree verdi, campagne per favorire la corretta gestione della risorsa idrica e per incentivare l'uso dell'acqua pubblica, conservazione e sviluppo di nuovi progetti di gestione di aree ad alto valore naturalistico come l'Oasi Valle Vecchia e l'Oasi marina Città di Caorle.

Capitolo 5
Inventario di Base delle Emissioni

5.1 Aspetti generali

L'inventario di Base delle Emissioni (IBE) è parte integrante del PAES. Esso serve a quantificare il valore di CO_2, espresso come tonnellate/anno, emesso sul territorio comunale nell'anno scelto come riferimento. Tale approccio consente di individuare i settori responsabili delle maggiori emissioni di CO_2 e, quindi, indirizzare in essi le azioni di efficientamento.
L'anno di riferimento scelto dall'UE è il 1990, con l'obiettivo di ridurre rispetto a tale data, nel 2020, il 20% delle emissioni di CO_2. Il comune di Caorle, come il resto dei comuni della provincia di Venezia, ha preso come riferimento l'anno 2005, poiché è l'anno dell'introduzione del mercato Emission Trading Scheme (ETS) e perchè vi è maggiore facilità nel reperimento dei dati rispetto al 1990.
Le emissioni considerate possono essere di due tipi:

- emissioni dirette: prodotte dalla combustione diretta di vettori energetici (carburanti) negli edifici, attrezzature, impianti e nel settore dei trasporti;
- emissioni indirette: quelle legate alla produzione di elettricità, consumata nel territorio.

Per il comune di Caorle sono state considerate solo le emissioni relative ai settori nei quali l'amministrazione può agire direttamente o indirettamente. In questo senso sono escluse le emissioni d'impianti industriali soggetti a ETS e quelle relative al traffico da attraversamento (autostrade, superstrade, strade extraurbane statali e provinciali).
Per il calcolo delle emissioni di CO_2 sono utilizzati i dati dei consumi di vettori energetici quali gas metano, GPL, olio (...) e dell'energia elettrica, trasformati con opportuni fattori di conversione.
Le linee guida per la stesura del PAES indicano che sono possibili due differenti approcci, quello standard, basato sulla linea guida IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), e quello fondato sull'analisi del ciclo di vita (LCA).
I fattori di conversione standard sono creati sulla base del contenuto di carbonio presente in ciascun combustibile. Questo approccio segue i principi dell'IPCC 2006 e definisce la CO_2 come il gas a effetto serra più influente, mentre non calcola le emissioni di CH_4 e N_2O. Sono considerate nulle le emissioni dovute all'elettricità verde certificata e quelle relative all'uso sostenibile della biomassa e dei biocombustibili.
I fattori di emissione LCA, invece, considerano le emissioni prodotte lungo tutta la catena produttiva del vettore energetico e non solo la sua combustione finale.
Nei piani d'azione dei comuni della provincia di Venezia si è scelto di utilizzare i fattori di emissione standard in quanto risulta più agevole il recupero dei dati e la conversione dei consumi in tonnellate di CO_2.
Alcuni dei fattori utilizzati sono visibili nella tabella sottostante, mentre la lista completata è riportata nell'Allegato 1.

Tabella 5.1: fattori di emissione standard di CO_2 per i più tipici combustibili (Bertoldi, Cayuela, Monni, & Raveschoot, 2010)

Vettore	Fattore di emissione standard [tCO_2/MWh]
Benzina per motori	0,249
Gas naturale	0,202
Gasolio/olio diesel	0,267
Lignite	0,364

I fattori di emissione per l'energia elettrica sono definiti in modo specifico per ciascun paese europeo come visibile in Tabella 5.2.

Tabella 5.2: Fattore di emissione nazionale ed europeo per il consumo di elettricità (Bertoldi, Bornàs Cayuela, Monni, & Piers de Raveschoot, 2010)

Paese	Fattori di emissione standard [$tCO_2/MWhe$]
Italia	0,483
UE-27	0,460

I consumi energetici indagati in questo studio riguardano i seguenti settori:

1. **Consumo energetico finale in edifici, attrezzature/impianti e industrie**

a) Consumo energetico finale in edifici, attrezzature/impianti comunali

In questo ambito vengono identificati tutti gli edifici d'interesse, individuate le tipologie di vettori energetici utilizzati e i relativi consumi. Tale operazione necessita di figure di riferimento (nel caso specifico del comune di Caorle, l'ufficio manutenzioni) che consentano di ottenere i dati dei consumi consultando le bollette o altre banche dati. Le informazioni devono quindi essere raccolte in un'apposita banca dati per poter essere implementate nelle campagne di indagine successive.
Questo processo consente di fare chiarezza sul patrimonio immobiliare comunale, sul suo stato, livello di manutenzione, e sulle forniture di energia e calore.

b) Illuminazione pubblica comunale

I dati relativi all'illuminazione pubblica comunale devono essere raccolti dalla pubblica amministrazione. Il processo consente di valutare la condizione del sistema d'illuminazione pubblica, i relativi consumi, costi e le possibili iniziative di efficientamento energetico.

c) Settore terziario e residenziale

Questo settore include le emissioni legate all'energia elettrica e termica di edifici, attrezzature e impianti non comunali ed edifici residenziali. Sono escluse le industrie.
Poiché non è sempre possibile ottenere i dati in modo diretto si può fare richiesta ai fornitori di energia e ai gestori della rete che, tuttavia, per motivi di riservatezza e privacy, spesso non sono disposti a fornire le informazioni necessarie.
In questi casi si fa riferimento a strutture sovracomunali quali provincie, regioni o ministeri per ottenere il maggior numero di dati possibili (spesso forniti in modo aggregato per settore produttivo o area comunale).

2. **Consumo finale di energia nei trasporti**

Per quanto riguarda il settore dei trasporti sono stati considerati sia il trasporto urbano di competenza locale, sia le forme di trasporto su strade che non sono di competenza locale.
Si considerano le emissioni legate direttamente alla pubblica amministrazione, cioè il parco auto comunale, per il quale il Comune possiede le informazioni relative al numero di km percorsi annualmente e al tipo di vettore energetico consumato. Inoltre, si considerano le forme di trasporto pubblico quali autobus o altri mezzi su strade e ferrovie, e il trasporto privato. Quest'ultimo è quello più difficile da determinare ed è stato stimato prendendo contatto con le agenzie dei trasporti stradali.

3. **Produzione energetica**

All'interno dell'IBE sono state calcolate le forme di produzione locale di energia e calore, in particolare gli impianti fotovoltaici e a biogas.

5.2 R3 EcoGIS

La provincia di Venezia con l'assessorato alle politiche ambientali ha il compito di sostenere e coordinare i comuni del territorio nella realizzazione degli obiettivi 20-20-20 a livello locale.
Tra le varie forme di supporto, la Provincia ha fornito ai comuni il software EcoGIS 2.0.
Si tratta di un applicativo realizzato con un cofinanziamento del Programma regionale ed occupazione FESR 2007-2013 (R3 GIS S.r.l., 2012). Tale strumento consente a tutti i comuni aderenti al progetto di realizzare l'inventario delle emissioni di CO_2 nel territorio comunale. Esso si basa su un Sistema Informativo Geografico (GIS) con un'interfaccia WEB mediante la quale l'operatore può inserire i dati dei consumi elettrici e termici relativi al patrimonio immobiliare comunale, all'illuminazione, ai trasporti, ecc.
Il Software, dopo l'inserimento dei dati, espressi in kWh, l o kg in base al tipo di vettore energetico, ne calcola le corrispondenti emissioni di CO_2 utilizzando i fattori di conversione standard dell'IPCC. I dati sono organizzati in schede specifiche nelle quali è possibile aggiungere, oltre ai valori di consumo per l'anno o gli anni scelti, tutte le informazioni relative all'oggetto in analisi. Ad esempio, per quanto riguarda gli edifici, è possibile immettere parametri relativi la localizzazione, la destinazione d'uso, la struttura costruttiva, le dimensioni, la data di costruzione/ristrutturazione e le ore/giorni di utilizzo.
L'interfaccia di mappa, inoltre, permette di consultare tutti i dati inseriti su una planimetria del territorio interessato.

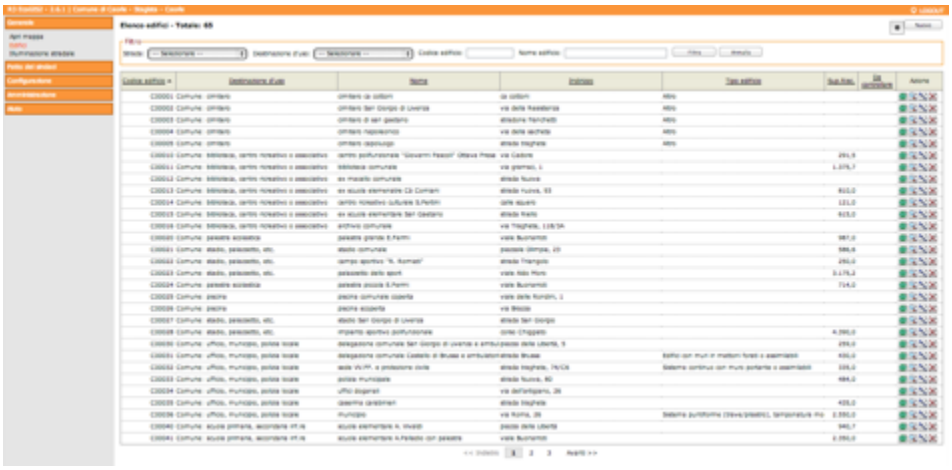


Figura 5.1: Scheda edifici EcoGIS

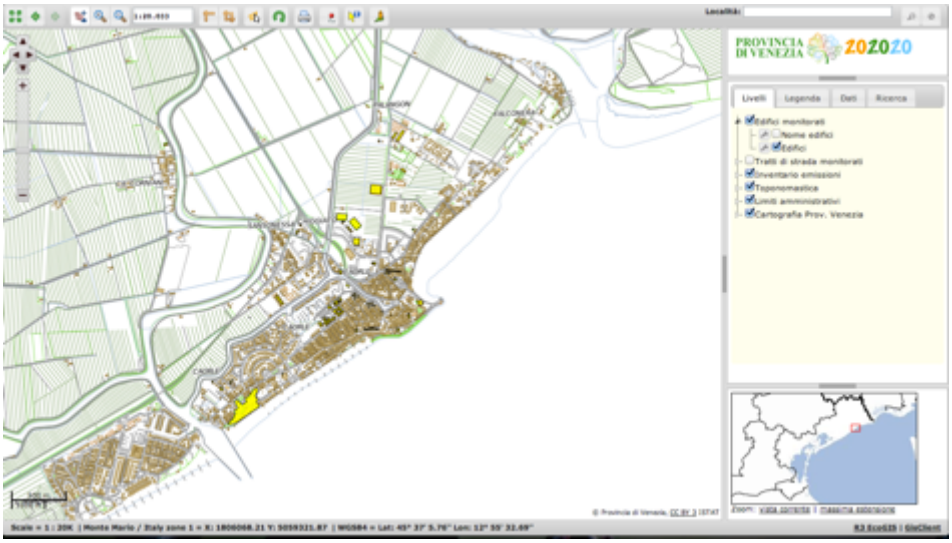


Figura 5.2: Interfaccia di mappa EcoGIS

5.3 L'IBE nel comune di Caorle

Il comune di Caorle, come indicato dalla provincia di Venezia, ha utilizzato il software R3 EcoGIS per la realizzazione dell'IBE.
L'indagine è stata svolta nei diversi settori (edilizia, illuminazione, trasporti) facendo uso di indagini dirette, come nel caso del patrimonio immobiliare comunale, o utilizzando dati aggregati forniti dalla provincia di Venezia.
Si riportano di seguito in tabella le informazioni relative ai settori indagati e alla provenienza dei dati.

Tabella 5.3: Provenienza dati per la redazione dell'IBE

Categoria	Anni di Riferimento	Reperimento dei dati
Edifici, attrezzature/impianti e industrie		
Edifici, attrezzature/impianti comunali	2005 e 2010	I dati dei consumi sono desunti dalla lettura delle bollette fornite da chi gestisce gli immobili (il Comune stesso o altri enti)
Illuminazione pubblica delle strade provinciali	2005 e 2010	Stime elaborate dalla provincia di Venezia
Edifici, attrezzature/impianti settore terziario	2005 e 2010	Stime elaborate dalla provincia di Venezia
Edifici residenziali	2005 e 2010	I consumi elettrici sono forniti dall'ENEL alla provincia di Venezia aggregati per comune. I dati relativi al riscaldamento derivano da un'indagine ARPAV/INEMAR
Illuminazione pubblica comunale	2005 e 2010	I dati dei consumi sono desunti dalla lettura delle bollette
Industrie (escluse quelle che rientrano nel ETS)	/	/
Trasporti		
Parco auto comunale	2005 e 2010	I dati dei consumi sono desunti dalla lettura dei libri di bordo dei mezzi del parco auto comunale
Trasporto pubblico locale	2005 e 2010	Stime fornite dalla provincia di Venezia
Trasporto privato e commerciale	2005 e 2010	Stime fornite dalla provincia di Venezia

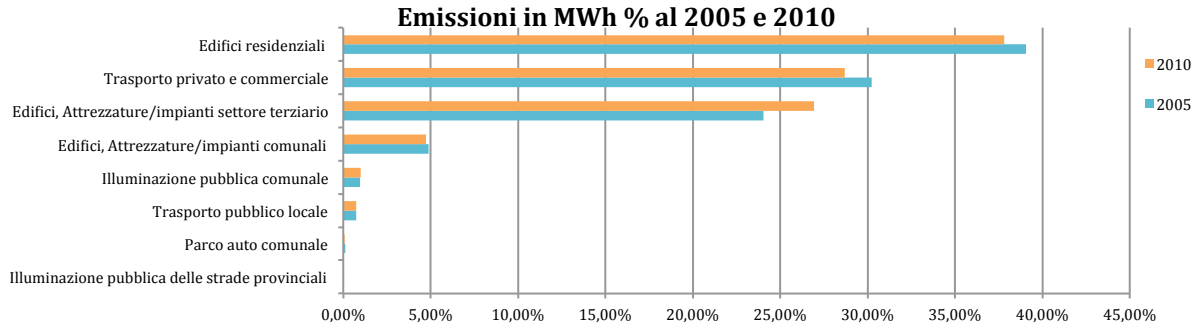
5.3.1. Aspetti critici

Nella redazione dell'IBE nel comune di Caorle sono state riscontrate alcune difficoltà associate all'uso del software e al reperimento dei dati.
Le difficoltà maggiori, escludendo la necessità di tempo e risorse per la realizzazione dell'inventario, sono associate al reperimento dei dati. In alcuni casi è necessario ricorrere a stime redatte da enti statistici, di analisi o sovracomunali, perdendo spesso l'accuratezza dei valori che si ottengono. I dati che possono essere recuperati direttamente dal comune, non hanno avuto minori difficoltà di raccolta. Infatti, nel caso degli edifici comunali, sebbene questi siano di proprietà del comune, sono dati in gestione ad altri enti. Per questo motivo si è reso necessario interpellare diversi organismi, associazioni e fornitori di energia che si occupano della gestione delle strutture; tra questi ad esempio sono stati contattati Caorle Patrimonio (società municipalizzata di gestione del patrimonio immobiliare e di servizi del comune di Caorle); associazioni sportive e SIRAM (gestore dell'energia termica).

5.3.2 Risultati IBE

L'indagine effettuata negli anni 2005 e 2010 evidenzia quali siano i settori che maggiormente influenzano l'apporto di emissioni di CO_2 sul territorio di Caorle.
Il valore globale delle emissioni nel 2005 è pari a 240.009,80 MWh per un totale di 72.262,70 tCO_2 mentre al 2010 sono 242.955,00 MWh pari a 72.210,61 tCO_2.
I risultati relativi ai consumi nell'anno 2005 e 2010 sono presentati nel dettaglio nell'Allegato 2 e Allegato 3.
Nonostante ci sia una certa variazione nel valore globale di emissioni tra i due anni considerati, resta inalterato l'ordine delle categorie più energivore.

Edifici, Attrezzature/Impianti



	Illuminazione pubblica delle strade provinciali	Parco auto comunale	Trasporto pubblico locale	Illuminazione pubblica comunale	Edifici, Attrezzature/ impianti comunali	Edifici, Attrezzature/ impianti settore terziario	Trasporto privato e commerciale	Edifici residenziali
2010	0,01%	0,10%	0,73%	0,99%	4,74%	26,94%	28,68%	37,82%
2005	0,01%	0,12%	0,73%	0,97%	4,86%	24,03%	30,21%	39,06%

Figura 5.3: Confronto emissioni al 2005 e 2010

Edifici residenziali
Come si evince dalla Figura 5.3 il settore residenziale è quello più energivoro in entrambe le campagne d'indagine. L'elaborazione è stata eseguita dalla provincia di Venezia e riguarda i consumi elettrici e di riscaldamento.
I dati riguardanti i consumi elettrici sono desunti dai calori aggregati forniti dall'ENEL per l'anno 2007 e rapportati al 2005 e 2010 in base al numero di abitanti. Per quanto riguarda, invece, i consumi termici, questi riportano valori relativi a diversi vettori energetici: gas naturale, gas liquido e diesel. Tali elementi derivano da un'indagine ARPAV/INEMAR.

Edifici, attrezzatture/impianti del settore terziario
Per quanto riguarda il settore terziario, i valori sono elaborati dalla provincia di Venezia con la stessa modalità del settore residenziale.

Edifici, attrezzatture/impianti comunali
Il settore dell'edilizia comunale è quello indagato in modo più approfondito. L'indagine è stata svolta utilizzando il software R3 EcoGIS, nel quale sono state inserite tutte le informazioni e i consumi degli edifici di proprietà e/o gestione comunale. Le strutture individuate sono: uffici comunali, strutture sportive, sanitarie, ricreative, scuole, cimiteri ed edilizia residenziale pubblica (ERP). In tutti i casi, fatta eccezione per l'ERP, i valori sono stati ottenuti accuratamente consultando le bollette o il database comunale presso il settore manutenzioni.

Tabella 5.4: Consumi degli edifici comunali per categoria di appartenenza

SETTORE	kWh 2005	% kWh 2005	tCO_2 2005	$\%CO_2$ 2005	kWh 2010	%kWh 2010	tCO_2 2010	% CO2 2010
Altro	3.478,00	0,03	1,68	0,04	3.478,00	0,03	1,68	0,04
Cimiteri	40.148,00	0,34	19,39	0,51	40.515,00	0,35	19,57	0,52
Strutture ricettive e commerciali	148.353,00	1,27	71,65	1,89	150.662,00	1,31	72,77	1,92
Strutture ricreative	314.511,06	2,69	85,40	2,26	251.893,83	2,19	72,75	1,92
Strutture sanitarie	461.632,89	3,95	154,14	4,07	597.050,42	5,18	207,66	5,48
Strutture e uffici comunali	722.539,32	6,19	212,84	5,63	799.760,49	6,94	225,23	5,94
Scuole	2.596.288,52	22,24	591,89	15,64	2.161.940,96	18,76	504,15	13,30
Strutture sportive	4.367.355,81	37,41	1.188,02	31,40	4.498.215,15	39,04	1.228,36	32,40
Strutture residenziali	3.019.680,00	25,87	1.458,51	38,55	3.019.680,00	26,21	1.458,51	38,48
TOTALE	**11.673.986,60**	**100,00**	**3.783,52**	**100,00**	**11.523.195,85**	**100,00**	**3.790,68**	**100,00**

L'ERP è costituita da edifici o appartamenti di proprietà comunale, le cui spese sono gestite in modo autonomo dai privati che vi vivono. Per questo motivo, non essendo possibile avere dei dati precisi relativi ai consumi, è stata fatta una stima sulla base del fabbisogno di energia primaria data dall'epoca di costruzione, dallo stato di conservazione dell'involucro e degli impianti degli appartamenti. Essi sono stati associati ad una classe energetica molto bassa, per la quale è previsto un fabbisogno di energia primaria pari a 240 kWh/m^2.
Inoltre, non si sono considerate variazioni nei consumi tra l'anno 2005 e 2010, poiché non risulta esserci stato alcun intervento di efficientamento o di manutenzione straordinaria.
Nel 2005 il totale delle emissioni delle strutture comunali è di 11.674,00 MWh, pari a 3.783,53 tCO_2; mentre al 2010 sono 11.523,00 MWh, corrispondenti a 3.790,60 tCO_2.
Gli edifici comunali, esclusi quelli di ERP, sono in tutto 50. In Tabella 5.4 sono riportati i dati dei consumi energetici in MWh suddivisi per categoria d'uso. Tra le variazioni delle emissioni comunali tra il 2005 e 2010 si può notare come ci sia un aumento minimo dei consumi in diversi settori, spesso dovuto alla costruzione di nuove strutture (ad esempio campi sportivi) o all'aumento dell'attività recettiva-commerciale (nel caso del campeggio e dell'ostello). In generale però, i MWh totali al 2010 hanno valore inferiore rispetto al 2005. Questo è dovuto soprattutto agli interventi di efficientamento svolti sulle strutture scolastiche. Il valore totale delle emissioni di CO_2, invece, è più elevato nel 2010 rispetto il 2005. La causa di questo è riscontrabile nel tipo di vettori energetici utilizzati. Come è possibile vedere in Tabella 5.5 il diesel è il vettore che maggiormente varia (+76%) tra il 2005 e 2010; infatti, l'apertura di nuovi centri sportivi ha favorito l'installazione di nuovi impianti di riscaldamento alimentati a gasolio.

Tabella 5.5: Distribuzione consumi dell'edilizia comunale

	tCO2 2005	% tCO2 2005	tCO2 2010	% tCO2 2010	differenza % 2005-2010
Elettricità	2.446,55	64,66%	2.511,24	66,25%	2,64%
Metano	1.324,60	35,01%	1.267,84	33,45%	-4,28%
GPL	8,43	0,22%	4,63	0,12%	-45,06%
Diesel	3,94	0,10%	6,96	0,18%	76,71%
TOTALE	3.783,52	100,00%	3.790,68	100,00%	0,19%

Illuminazione

I dati relativi all'illuminazione pubblica delle strade provinciali sono stati elaborati con modello di calcolo dalla provincia di Venezia. L'illuminazione pubblica comunale è controllata dal settore manutenzioni del Comune che ha fornito i dati delle fatture dei contatori dell'illuminazione stradale.

Trasporti

Trasporto privato e pubblico

Il trasporto privato è il secondo settore più energivoro del comune di Caorle. I dati sono stati elaborati dalla provincia di Venezia con un modello di calcolo in cui si ripartiscono i carburanti venduti a livello provinciale negli anni 2005 e 2010 rispetto il parco auto circolante per alimentazione nel Comune.

Parco auto comunale

Il parco auto comunale è costituito da numerosi veicoli a uso della Protezione civile, Vigili urbani, Servizi Sociali, Casa di riposo, Servizi tecnici e altri uffici comunali.

I dati dei mezzi, anno di immatricolazione, modello e tipo di alimentazione, sono stati raccolti dal Comune, in modo abbastanza completo. Per quanto riguarda, invece, il chilometraggio, in alcuni casi, non è stato possibile recuperare i valori.

I mezzi considerati sono 86 e appartengono a diverse tipologie: moto, autovetture e diversi mezzi operatrici o per il trasporto di materiali (Figura 5.4). La maggior parte dei veicoli sono stati immatricolati tra il 1991 e il 2004, mentre altri 19 mezzi, (il 22% del totale) sono stati immatricolati tra il 2005 e 2010; pochi veicoli sono stati acquistati negli ultimi due anni.

In generale, sia i mezzi più recenti che quelli più vecchi, sono alimentati a benzina e diesel, nessuno con vettori a basse emissioni come metano o GPL.

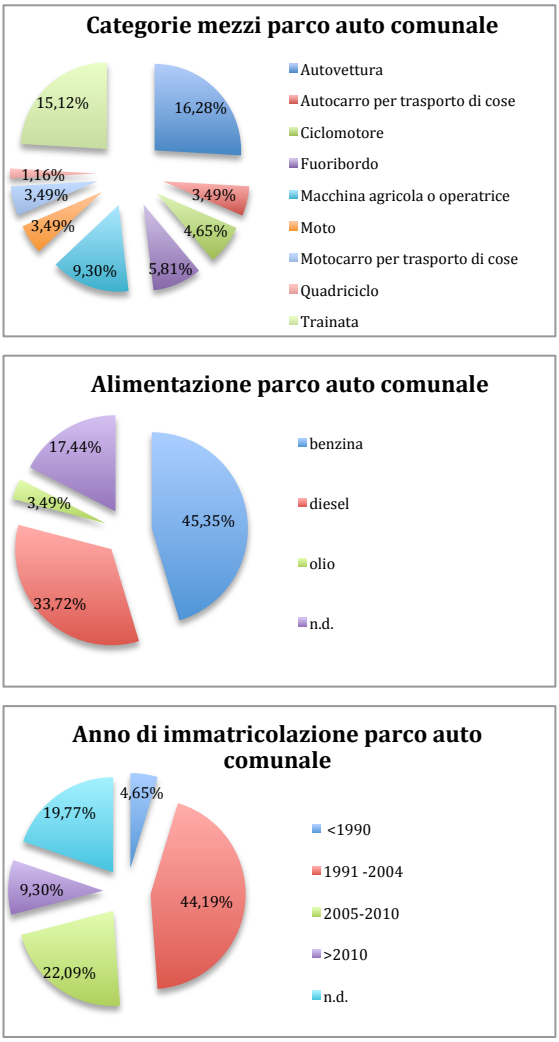


Figura 5.4 Indagine sulla flotta auto comunali

Capitolo 6
Azioni del PAES

I comuni che redigono il PAES definiscono una visione a lungo termine con chiari obiettivi da realizzare nella propria città.
La visione precisa il futuro che l'autorità locale immagina per la propria città e le modalità con le quali potrà essere raggiunto l'obiettivo di riduzione del 20% delle emissioni di CO_2. La visione a lungo termine ha, inoltre, un carattere unificante, essa cioè si propone di raccogliere tutti gli stakeholders: cittadini privati, commercianti, politici e tutti gli altri utenti interessati.
La partecipazione dei cittadini nel processo decisionale stimola la nascita di nuove idee e progetti per il miglioramento del vivere urbano; inoltre, favorisce la comprensione e la buona riuscita delle azioni proposte dall'amministrazione.
L'obiettivo generale si traduce in azioni specifiche che, come indica la guida per la realizzazione del PAES, dovrebbero seguire i principi dell'acronimo SMART:
-S (=specifiche): le azioni devono essere chiare, concrete e ben distinte.
-M (=misurabili): gli obiettivi devono avere un metodo di misura che consente di valutarne il raggiungimento (kWh, tCO_2, tempo, denaro);
-A (=attuabili): non è ragionevole inserire nel piano d'azione obiettivi irrealizzabili o non valutare eventuali criticità e difficoltà;
-R (=realistiche): valutare se si hanno le risorse (persone, tempo, denaro) per la realizzazione delle azioni proposte;
-T (=temporizzate): definire una tabella delle tempistiche e delle scadenze da rispettare per la realizzazione degli obiettivi.

Il PAES di Caorle ha l'obiettivo di favorire la riduzione degli impatti ambientali, nello specifico attraverso la diminuzione dei consumi e delle relative emissioni di gas serra.
Il Comune s'inserisce quindi in un percorso di tipo volontario con il coinvolgimento dei cittadini e la condivisione di una nuova strategia energetica del territorio.
Segue una presentazione delle azioni programmate dal piano d'azione e suddivise tra i vari settori di interesse: edilizia, trasporti, energia rinnovabile, ecc. Le azioni sono distinte tra realizzate e in fase di realizzazione; infatti, alcune misure di riduzione delle emissioni sono state attuate precedentemente la stipula del PAES ma, essendo all'interno del periodo considerato dal piano (2005-2020), vengono conteggiate.
Le azioni in fase di realizzazione, poiché seguite direttamente e implementate durante il periodo di stage svolto presso il comune di Caorle, sono descritte dettagliatamente e valorizzate da un'analisi SWOT. Infine, saranno presentati i possibili sviluppi del PAES e ne saranno evidenziate le criticità e le difficoltà di implementazione riscontrate.
Ogni azione riporta un codice di identificazione che sarà utilizzato in seguito nelle tabelle riepilogative.

6.1 Azioni realizzate

6.1.1 Edilizia

Il settore dell'edilizia ha avuto diversi interventi di efficientamento sia in ambito pubblico sia privato.
L'amministrazione comunale ha inserito all'interno del Bando Calore una clausola mediante la quale vincolava gli assegnatari alla gestione degli impianti termici ad attuare una serie di misure di efficientamento e manutenzione degli impianti obsoleti. Infatti, tra la fine del 2010 e il 2013 sono state realizzate delle misure per il risparmio energetico negli edifici pubblici per una riduzione totale di 227,40 MWh, corrispondenti a 45,93 tCO_2.

Scuola elementare "A. Palladio" [ED_COM_01]
Gli interventi sulla scuola elementare Palladio, situata nel centro di Caorle, riguardano la sostituzione dei vettori radianti con radiatori tubolari a più colonne che consentono una migliore emissione del calore e quindi una riduzione degli sprechi connessi. Inoltre, la conformazione dei nuovi corpi scaldanti riduce il rischio d'infortuni tra gli utenti dell'istituto scolastico.
Nello stesso intervento è stato sostituito il bruciatore di calore, installato un nuovo elettrocircolatore e due aerotermi per la palestra.
Queste azioni nel complesso concedono una riduzione di 146,88 MWh annuali, pari a 29,67 tCO_2.

Scuola elementare "A. Vivaldi" [ED_COM_02]
Nella scuola Vivaldi a San Giorgio di Livenza è stato installato un nuovo generatore ad alto rendimento della potenza di 155 kW (modulante da 79 a 195 kW) in sostituzione di uno vecchio da 225 kW.
Tale azione, realizzatasi all'inizio del 2013 riduce i consumi di 32,60 MWh annui, pari a 6,59 tCO_2.

Scuola dell'infanzia "F. Morvillo Falcone" [ED_COM_03]
La ditta appaltatrice degli impianti di calore ha provveduto all'installazione di 5 generatori di calore a condensazione ciascuno con potenza pari a 33,7 kW. I generatori sono costruiti in modo tale da ridurre al minimo le perdite di carico e le emissioni dovute alla combustione. Essi inoltre sono muniti di accensione automatica e controllo di fiamma con sonda a ionizzazione. L'azione ha favorito un aumento del confort, della qualità edilizia della struttura e una riduzione dei consumi pari a 47,92 MWh annui, pari a 9,68 tCO_2.

Per quanto riguarda l'edilizia residenziale [ED_RES_01] si registrano alcuni interventi di miglioramento energetico favoriti dalla possibilità di detrarre, da parte dei proprietari degli immobili, il 55% del costo del lavoro, come previsto dalla Legge n° 296 del 27/12/2006 "Legge Finanziaria 2007"[44].
I vantaggi dipendono dalla riduzione delle dispersioni energetiche per il riscaldamento e raffrescamento e ai costi energetici legati alla richiesta di calore. Le opere di manutenzione sugli edifici consistono principalmente nella sostituzione degli infissi e degli impianti termici, oltre che all'installazione di pannelli solari termici.
Le detrazioni fiscali sono state stimate per gli anni dal 2007 al 2012, facendo riferimento alle statistiche di ENEA, registrate ogni anno per ciascuna regione italiana e proporzionate al numero di abitanti del comune di Caorle.
I rapporti annuali ENEA stimano un progressivo aumento delle detrazioni dal 2007 al 2009, mentre queste si riducono progressivamente del 10% nel 2010, 2011 e 2012. I calcoli riportano una riduzione dei consumi legata alla progressiva perdita di efficienza dei dispositivi e pari a 2.006,42 MWh al 2020, per un totale di 405,30 tCO_2.

[44] Per maggiori informazioni consultare la Legge n° 296 del 27/12/2006 "Legge Finanziaria 2007" all'art.1 comma 344, 345, 346, 347 e 351.

6.1.2 Illuminazione

L'amministrazione comunale ha avviato alcuni interventi nel settore dell'illuminazione pubblica elaborando un progetto di riqualificazione della rete d'illuminazione locale. Tale programma è in appalto ad una ditta esterna, incaricata di censire tutti i punti luce del territorio comunale e sviluppare un piano progressivo per la sostituzione delle lampade con sistemi a basso consumo (LED).
Le prime forme di efficientamento riguardano la sostituzione delle lampade votive cimiteriali [ILL_01] effettuate in due diversi momenti. Il primo relamping è avvenuto nel 2008 su 1550 lampade, il secondo nel 2009 con 1.687 lampade. Le nuove luci utilizzate, in cambio delle precedenti con potenza pari a 2W, sono a tecnologia LED con potenza di 0,5W e una vita superiore alle 50.000 ore. La nuova configurazione consente di risparmiare fino al 90% dell'energia, infatti, si è calcolato, considerando 8200 ore di funzionamento annuale, un risparmio 41,88 MWh per un totale di 22,99 tCO_2 all'anno.
Nel 2010 è iniziata la campagna di efficientamento [ILL_02] di alcuni dei 5.795 punti luce di proprietà del comune di Caorle; tale operazione consentirà un risparmio energetico di 193,3 MWh, pari a 106,13 tCO_2.

6.1.3 Energie rinnovabili

Il campo della produzione di energia da fonti rinnovabili è quello che maggiormente contribuisce alla riduzione dei consumi energetici comunali. In tale settore si sono sviluppate sia iniziative private che pubbliche, mediante la produzione diretta dell'energia con impianti fotovoltaici e a biogas.

Impianti fotovoltaici [FER_FV]
I dati del GSE aggiornati a dicembre 2012 indicano una potenza totale installata pari a 3.638,6 kWp. Analizzando le installazioni tra il 2007 e 2012 si può vedere come il picco maggiore di allacciamenti sia avvenuto nel 2011, quando i privati hanno potuto usufruire degli incentivi del III e IV Conto Energia. Infatti nel 2011 a Caorle, oltre alle piccole istallazioni relative alle utenze domestiche (<20kWp), sono stati allacciati diversi impianti di grandi dimensioni:
-1 impianto da 999 kWp;
-1 impianto da 622 kWp;
-2 impianti da 200 kWp;
-3 impianti tra 100-150 kWp;
-6 impianti tra 35 e 70 kWp.
Al 2012 si registra una potenza installata di 156,6 kWp, di cui circa 50kWp sono di proprietà comunale.
La fondazione Caorle città dello Sport (a cui fa capo il comune di Caorle) a novembre 2012 ha installato un impianto fotovoltaico di 49,92 kWp che usufruisce del IV Conto Energia. L'acquisto è avvenuto mediante un finanziamento decennale ottenuto da un istituto bancario e uno comunale da restituire in dieci anni.
Nelle stime effettuate si è considerato un naturale decadimento della produzione elettrica dei pannelli pari a un punto percentuale ogni due anni; in questo modo il rendimento a fine vita di ciascun impianto sarà pari all'89% del valore iniziale. Tutta l'energia elettrica prodotta viene immessa in rete favorendo il raggiungimento del 26,4% di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.
Gli impianti fotovoltaici a scala domestica, sono costruiti in dimensioni tali da produrre energia elettrica pari ai kWh consumati. Il Quinto Conto Energia, ora non più attivo, incentivava la realizzazione di impianti di piccole dimensioni tali da ricoprire gli usi energetici familiari. Sebbene non ci sia un consumo diretto dell'energia prodotta, poiché viene immessa in rete e da lì ripresa, si può affermare che la presenza di piccoli impianti fotovoltaici contribuisce alla realizzazione di distretti energeticamente autosufficienti. Si intende cioè aree urbane in cui la quota di energia immessa in rete è pari a quella consumata.
Considerando la totalità degli impianti installati a Caorle si conta una riduzione dei consumi al 2020 pari a 3.813,68 MWh pari a 2.093,71 tCO_2.

Impianti a Biogas [FER_BG]

Il territorio di Caorle, fatta eccezione per la zona storico-turistica del litorale e le piccole frazioni residenziali, ha una denominazione agricola che ha favorito la ricerca di forme di produzione energetica, con lo scopo di utilizzare gli scarti agricoli e altre risorse territoriali.

Infatti, a seguito del recepimento della normativa europea con il D.M. 06/07/2012 che definisce il sistema di incentivazione di impianti a fonte rinnovabile (non fotovoltaici), sono stati realizzati tre impianti a biogas nell'entroterra caorlotto. Tutte e tre le installazioni hanno potenza inferiore a 1MW e quindi rientrano nella forma di incentivazione detta tariffa omnicomprensiva, pari a 0,28 € per kWh immesso nella rete elettrica nazionale.

Tabella 6.1: Caratteristiche degli impianti a biogas nel comune di Caorle

Denominazione Impianto	Fonte di alimentazione	Potenza elettrica utile	Potenza termica utile	Utilizzo energia termica
San Giorgio Biogas - società agricola consortile a.r.l.	Biomasse vegetali dedicate, effluenti zootecnici, polpa di barbabietola da zucchero, melasso, sottoprodotti della lavorazione dei cereali	999 kWe	1.245 kWt	Realizzazione di un impianto di teleriscaldamento con una potenza termica di 1.166 kW, di cui 210 kW per la termostatazione delle vasche di fermentazione e 956 kW per il riscaldamento delle strutture agricolo-produttive, serre.
Società agricola Agrienergia La Brussa s.s.	Liquame bovino e biomassa vegetale dedicata	999 kWe	1.184 kWt	Realizzazione di un impianto di teleriscaldamento a servizio della termostatazione delle vasche, con potenza termica di 207 kW per un totale di 2100 MWh/anno (23% della producibilità termica utile, pari a 9235 MWh/anno).
Società agricola Genagricola SpA	Letame e liquame bovino e biomassa vegetale dedicata	1000 kWe (4 motori da 250 kWe)	1.044 kWt	Realizzazione di un impianto di teleriscaldamento a servizio delle abitazioni e delle strutture agricolo-produttive (5168 MWh/anno) e per la termostatazione delle vasche (2975 MWh/anno), per un totale di 8143 MWh/anno (100% dell'energia termica complessiva prodotta).

Oltre a questi tre impianti, la Regione Veneto ne ha autorizzato un terzo a capo della Società agricola Carnio Augusto, Renzo e Luciano Francesco. Quest'ultimo, della potenza di 996 kWp, non è stato realizzato dall'azienda e perciò non viene contabilizzato.

I tre impianti sopracitati, considerando un totale di 8000 ore di funzionamento annuali hanno una produzione totale di 23.976,00 MWh, pari a una riduzione di 11,580,41 tCO_2.

6.1.4 Acquisti verdi della pubblica amministrazione [GPP_01]

L'amministrazione locale si è impegnata da diversi anni nell'acquisto di energia elettrica da fonti rinnovabili per l'alimentazione degli edifici di proprietà comunale e dell'illuminazione pubblica. La scelta è stata concretizzata nel 2008 con l'acquisto del 30% di energia verde, mentre dal 2009 ad oggi[45] il 100% dell'energia consumata è certificata.

L'organismo certificatore RECS (Renewable Energy Certificates System) rilascia annualmente un documento che attesta la provenienza dell'energia da sole fonti rinnovabili quali: energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, biomasse e oceanica.

L'iniziativa è un modo concreto di ridurre le emissioni di CO_2 legate ai consumi energetici.

Tabella 6.2: Fornitura di energia elettrica da fonti rinnovabili per il comune di Caorle

ANNO	FORNITURA ENERGIA ELETTRICA [kWh]	ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI [%]	FORNITURA DA FONTI RINNOVABILI [kWh]	EMISSIONI CO2 EVITATE [ton CO2]
2008	1.505.784	30	451.735	218,19
2009	2.992.281	100	2.992.281	1.445,27
2010	3.062.807	100	3.062.807	1.479,34
2011	3.124.378	100	3.124.378	1.509,07
2012	2.032.208	100	2.032.208	981,56
2013 (*)	1.046.661	100	1.046.661	505,54
TOTALE	13.764.119		12.710.070	6.138,97

6.1.5 Trasporti

Il settore dei trasporti è un punto chiave per la riduzione delle emissioni di gas serra. In tale prospettiva il comune di Caorle ha cercato di sviluppare forme di mobilità che potessero spingere verso una maggiore sostenibilità ambientale e al tempo stesso favorire nuove forme di educazione energetica per i propri cittadini e turisti.

ZTL [TR_PR_01]

L'amministrazione comunale dal 2004 si è impegnata per istituire delle zone stradali a traffico limitato che disincentivino l'uso dell'automobile nel centro storico della città. Sono stati creati 2 km di Zone a Traffico Limitato (ZTL), di cui 1,2 km perenni e i restanti 0,8 nella fascia serale dalle 20.00 alle 8.00.

Non disponendo di dati specifici circa il flusso automobilistico dell'area adibita a ZTL si è conteggiata la riduzione della CO_2 mediante alcune stime:

-30 utenti per km di strada[46];

-3 km a utente[47];

-ogni utente utilizza la ZTL nei giorni lavorativi per un totale di 250 giorni all'anno;

-il valore di emissione è calcolato su una media dei combustibili utilizzati ed è pari a 0,252 kgCO_2/km e 0,969 kW/km.

Con questi valori definiti si stima un risparmio pari a 21,8 MWh pari a 5,67 tCO_2 annuali.

[45] (*) il dato al 2013 è parziale.

[46] Valore recuperati da studi e progetti sulla mobilità urbana come nel caso del comune di Ferrara (Croce 2008).

[47] ibidem.

6.1.6 Educazione ambientale ed energetica

La sostenibilità è un processo che può attuarsi solo se c'è la compartecipazione di tutti gli attori nel portare a compimento gli obiettivi che i decisori stabiliscono. In questo senso è necessario che tutte le azioni realizzate e quelle future seguano un importante processo informativo che possa far chiarezza sulla visione futura che il Comune ha del proprio territorio e sulle modalità per il raggiungimento di tale scenario.
Nel comune di Caorle si sono sviluppate alcune iniziative di educazione ambientale e energetica rivolte a utenti diversi tra loro:

- Gruppo d'acquisto [EDU_01]: incontri per tutta la cittadinanza volti a diffondere informazioni circa l'installazione di impianti a fonte solare (tipologie, modalità, incentivi, normativa); nel 2012 il progetto è stato affidato a Soleinrete (Rete nazionale di Gruppi d'Acquisto per l'autonomia energetica) allo scopo di facilitare l'accesso a impianti solari di piccole dimensioni per utenze domestiche.
- Fiera dell'Alto Adriatico [EDU_02]: incontri con le strutture turistiche (alberghi, hotel, ristoranti, pubblici esercizi) sul tema della riduzione dei consumi energetici; informazioni circa le possibilità di efficientamento impiantistico delle strutture, accesso a certificazioni ambientali, e incentivi del conto termico.
- Educazione nelle scuole [EDU_03]: realizzazione di progetti scolastici relativi alla salvaguardia ambientale, alla gestione dei rifiuti e all'efficienza energetica; in particolare nell'Istituto Comprensivo A. Palladio viene realizzata la settimana ecologica durante la quale sono portati alla conoscenza degli alunni numerose tematiche relative all'energia.

Queste azioni sono inserite nel PAES ma non sono state contabilizzate nella riduzione delle emissioni di CO_2 in quanto rappresentano misure propedeutiche o indirette.

6.2 Azioni da realizzare

Nel capitolo precedente sono state presentate le azioni che il Comune ha già realizzato e che rientrano nei conteggi del PAES poiché compiute all'interno del periodo d'analisi considerato (2005-2020).
L'amministrazione ha definito, in seguito alla stesura del piano d'azione, alcuni nuovi obiettivi da realizzare nel prossimo futuro. Il periodo di stage svolto nel comune di Caorle ha permesso di valutare quali tra queste azioni fossero realmente attuabili, in quali tempi e modalità e se fosse necessario inserire altri progetti nel piano.
L'analisi compiuta ha portato all'implementazione di alcune azioni che possono essere avviate già alla fine del 2013 o al più tardi nel 2014. Segue una descrizione di quest'ultime accompagnata da un'analisi SWOT per evidenziarne eventuali criticità, forze e debolezze.
Nel primo semestre del 2013 il Comune ha adottato il PCIL (Piano di Contenimento dell'Inquinamento Luminoso) [ILL_03]. Infatti, a seguito della Legge Regionale 7 agosto 2009, i comuni del Veneto sono obbligati entro il 2013 a predisporre il PCIL al fine di contenere l'inquinamento luminoso, valorizzare il territorio, migliorare la qualità della vita e favorire il risparmio energetico.
Caorle ha dato in appalto ad una ditta esterna la redazione del piano, la sua implementazione e manutenzione della futura rete d'illuminazione. Pur essendo un'azione in fase di realizzazione, non viene descritta di seguito poiché non è stata oggetto di uno studio personale approfondito. Si specifica che l'intervento è suddiviso in diversi stralci d'azione e consentirà una riduzione complessiva di 1.012,00 MWh, corrispondenti a 488,79 tCO_2.

6.2.1 Piedibus [TR_PR_02]

Il Piedibus rientra nel settore della mobilità sostenibile ed è un'azione che molti comuni firmatari del Patto dei Sindaci hanno o stanno mettendo in pratica. Oltre al valore quantitativo di riduzione delle emissioni, che in molti casi è effimero, tale azione ha un alto valore educativo, civile e sociale.
Il Piedibus nasce negli anni '70 a Odense, città danese, con il progetto "Safe Routes to School". Tale iniziativa aveva lo scopo di ridurre la mortalità infantile causata da incidenti stradali, di cui la città possedeva il tasso più alto rispetto il resto dei paesi europei.
Altri studiosi affermano che l'idea abbia origini australiane e che sia dovuta al progetto "The Walking Bus" ideato nel 1992 da David Engwicht (Pedibus Arenzano, 2013). Oggigiorno il progetto, sebbene chiamato con diverse sfumature a seconda del paese di riferimento, "*Walking school bus*" nei paesi anglossassoni, "*Safe Routes to School*" in America, "*Schulwegbegleitung"* in Germania, ecc., è ampiamente diffuso. Anche in Italia, soprattutto a seguito delle campagne di sensibilizzazione al progetto 20-20-20, è una realtà di diversi comuni; il nome utilizzato in Italia, come in Francia, ha origini latine da *pes-pedis* (=piede) e *bus* (=autobus).
Il Piedibus può essere visto come un autobus che va a piedi; esso infatti è formato da un fila di bambini che si muovono per compiere il tragitto che va da casa e scuola e viceversa. In genere il percorso scelto ha una lunghezza di 1 o massimo 1,5 km e prevede la partecipazione di almeno due adulti supervisori, uno che guida la fila e uno che la chiude.
I vantaggi legati a tale iniziativa sono numerosi principalmente per i bambini che vi partecipano, e in secondo luogo per tutta la città. Tra i privilegi riscontrabili si possono individuare:

- Sviluppo fisico dei bambini: anche solo 15 minuti di passeggiata a piedi rappresenta la metà dell'esercizio fisico raccomandato per i bambini; in questo modo i bambini sono più attivi e si evita l'insorgenza di problemi posturali e di sovrappeso (Piedibus.it 2013);
- Stimolo alla socializzazione: il tragitto casa scuola permette ai bambini di parlare e simpatizzare tra loro;
- Educazione stradale: il percorso a piedi consente ai bambini di essere più indipendenti nei loro spostamenti quotidiani e di acquisire maggiore consapevolezza delle regole della strada;
- Miglioramento della rete ciclabile, dei percorsi pedonali e delle aree verdi associate: le amministrazioni pubbliche sono stimolate a potenziare i collegamenti e le infrastrutture per la mobilità sostenibile;

- Qualità ambientale: andare a scuola a piedi evita la circolazione di molte automobili e il relativo inquinamento; i bambini potranno godere di un'aria più pulita e conoscere il paesaggio che li circonda;
- Partecipazione: il tragitto casa scuola dei bambini è controllato e gestito da adulti responsabili; questi possono essere i genitori stessi dei bambini, anziani o altri volontari disponibili; in questo modo si favorisce l'inserimento e la partecipazione dei cittadini alla vita sociale.
- Sicurezza: il progetto prevede che gli adulti responsabili scelti come accompagnatori siano registrati presso l'istituto scolastico e riconoscibili; inoltre è possibile redigere un diario di bordo giornaliero nel quale inserire i nomi degli alunni partecipanti.

Per la realizzazione del progetto è necessario creare un gruppo di lavoro e coinvolgere tutti gli stakeholders nella realizzazione dell'iniziativa.
Il comune di Caorle ha elaborato il piano per l'Istituto Comprensivo A. Palladio, essendo questa una scuola elementare situata nel centro storico e perciò maggiormente idonea all'esecuzione del progetto rispetto simili istituti siti nell'entroterra.

Figura 6.1: Localizzazione della scuola e raggio di pertinenza del Piedibus

I tecnici del settore ecologia e ambiente hanno incontrato in due momenti distinti, sia la preside scolastica che i rappresentanti dei genitori, al fine di presentare la proposta progettuale, valutare l'interesse degli interlocutori e le modalità di collaborazione. L'iniziativa è stata accolta con entusiasmo sia dell'Istituto che dei rappresentati dei genitori e gli incontri hanno permesso di creare una compartecipazione che consentirà la concreta realizzazione dell'iniziativa nelle modalità più opportune e in tempi relativamente brevi. Il Comune, infatti, intende avviare una fase sperimentale del progetto entro l'anno 2013 e per questo motivo ha programmato un incontro con i genitori degli alunni, residenti entro 1,5 km di distanza dall'istituto, per presentare ufficialmente l'attività. In questa occasione saranno resi pubblici i percorsi scelti per il tragitto casa-scuola e

sarà consegnato un modulo con la richiesta delle adesioni sia degli alunni che dei genitori volontari a svolgere il servizio di accompagnatore.

Struttura del progetto

L'Istituto Palladio ha 430 alunni iscritti, di cui 158 utilizzano lo scuolabus e i restanti 252 mezzi propri (auto, bicicletta, piedi). L'indagine ha considerato che l'80% dei ragazzi che non utilizzano il pullman risiedono entro un raggio di 1,5 km dalla scuola, per un totale di poco più di 200 bambini. Di questi si può pensare che il 40% possa aderire al Piedibus, cioè 60 bambini in tutto. Tale stima, definita consultando anche i progetti di altri comuni, potrà essere confermata o ridimensionata solo dopo aver ricevuto le adesioni da parte degli alunni.
Inoltre, si può immaginare che in una prima fase progettuale il numero di bambini che aderiscono al progetto sarà ridotto rispetto alle aspettative, ma il gruppo di lavoro si auspica che, se il Piedibus è organizzato e promosso adeguatamente, potrà di anno in anno aumentare il numero di partecipanti.
Per definire quantitativamente quale possa essere la riduzione di emissioni associata a tale azione, sono state formulate le seguenti ipotesi:
-numero di alunni che aderiscono all'iniziativa = 60;
-numero di km effettuati in auto per ciascun viaggio = 1,5 km;
-numero di viaggio al giorno = 2;
-numero di giorni di scuola all'anno = 200;
-emissioni di CO_2 (considerando un'auto utilitaria di medie dimensioni) = 150 g CO_2/km;
-fattore di conversione = 0,258 tCO_2/MWh.
Si ottiene quindi, per 60 bambini che sostituiscono il trasporto a scuola dall'automobile al Piedibus, una riduzione di 20,93 MWh pari a 5,40 tCO_2.
Nell'organizzazione dei percorsi e del numero di accompagnatori adulti necessari si devono considerare che le diverse classi dell'istituto hanno differenti orari delle lezioni. Infatti, alcuni utenti hanno tempo continuato tutti i giorni della settimana (dal lunedì al venerdì dalle 08.00 alle 16.00), mentre altri hanno un solo rientro in giorni diversi della settimana a seconda della classe di appartenenza (tabella 6.4). Questo determina il flusso settimanale degli alunni nei diversi orari.

Tabella 6.3: Distribuzione alunni nelle classi

Classe	Totale alunni	Tempo pieno	Tempo normale
		sez. a e b	sez. c e d
Prima	82	43	39
Seconda	83	35	48
Terza	79	32	47
Quarta	94	46	48
Quinta	92	36	56
Totale	**430**	**192**	**238**

Tabella 6.4: Numero bambini nelle due fasce d'orario scolastico

Flusso settimanale	Tempo normale	Tempo pieno	Totale
Lunedì	199	231	430
Martedì	190	240	430
Mercoledì	191	239	430
Giovedì	190	240	430
Venerdì	182	248	430

Si è prevista la realizzazione di due distinti percorsi e per ciascuno di essi almeno due fermate.
Il percorso 1 parte dal centro storico e fa una seconda tappa in via delle Orate; il percorso 2 invece parte dalla zona del villaggio dell'Orologio e ha una seconda tappa in viale Santa Margherita.
Ogni tratta dovrà essere supervisionata da due adulti; perciò dovranno essere disponibili 4 adulti per l'andata e quattro per il tragitto del ritorno, considerando inoltre che il rientro è a orari diversi a seconda che il bambino segue il tempo normale o il continuato.

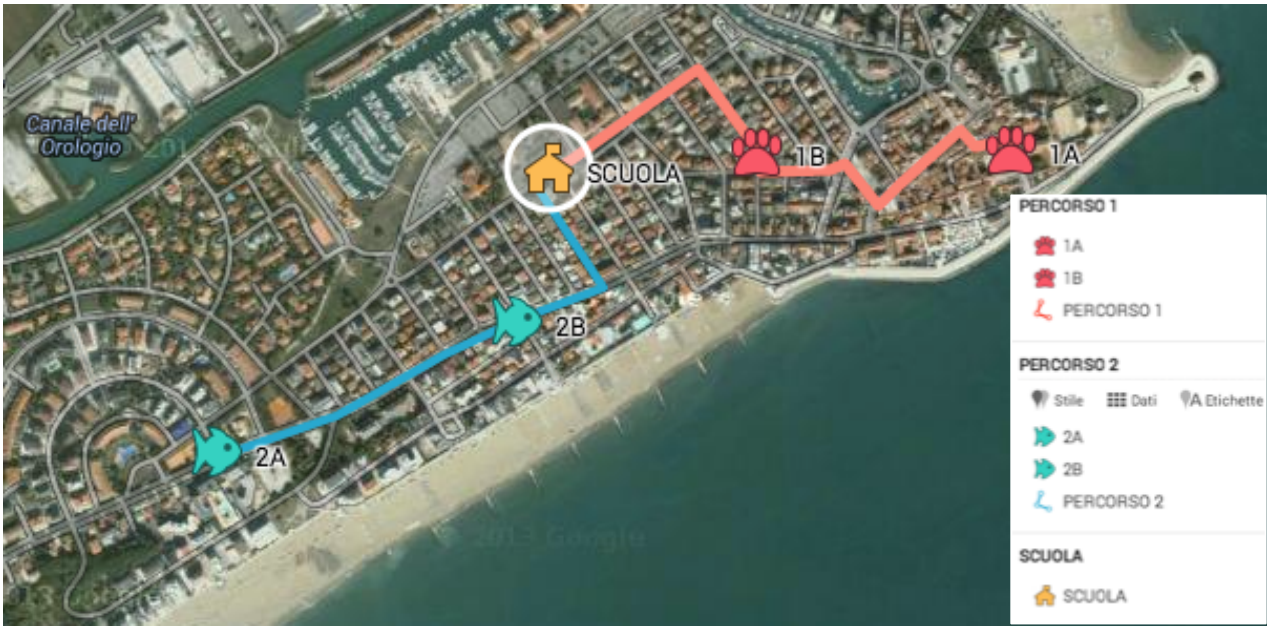


Figura 6.2: Percorsi e tappe del Piedibus

I percorsi saranno adeguatamente segnalati al fine di garantire agli utenti di poter svolgere il percorso in completa sicurezza, per questo motivo il Comune realizzerà delle insegne da disporre lungo il tragitto e nelle fermate e si assicurerà che i marciapiedi e gli altri collegamenti stradali siano in condizioni idonee per l'iniziativa.

I bambini e gli accompagnatori dovranno essere riconscibili dagli altri utenti della strada e perciò saranno forniti di un giubbino catarifrangente e di K-Way nel caso di pioggia.

Per favorire la realizzazione di questo progetto è necessario, inoltre, che tutti i cittadini ne conoscano il significato e il suo valore ambientale ed educativo. Per questa ragione è svolta una campagna informativa con la distribuzione di opuscoli relativi al progetto Piedibus.

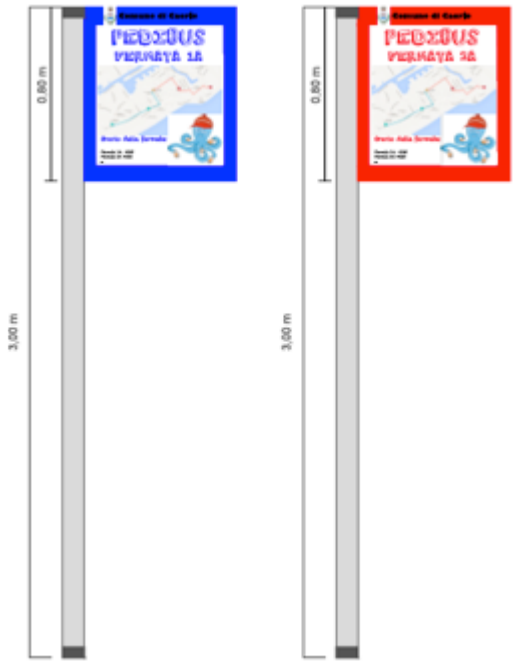


Figura 6.3: Insegne Piedibus

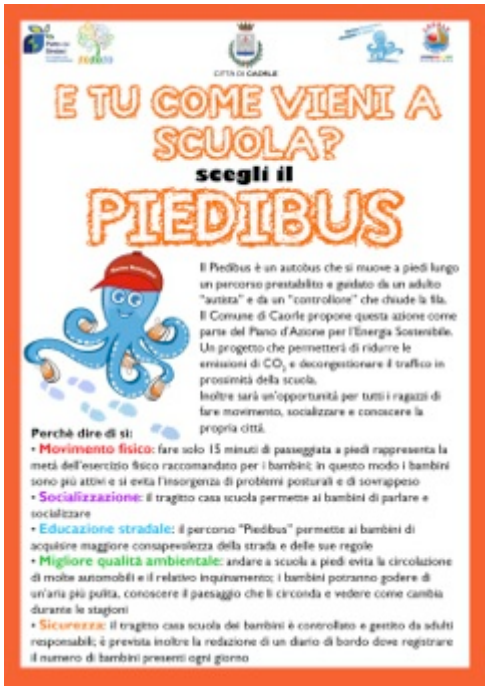


Figura 6.4: Campagna informativa su Piedibus

Analisi SWOT

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
FONTI INTERNE	- Basso costo di realizzazione - Condivisione dell'azione tra diversi stakeholder (Comune, istituto scolastico, genitori, alunni) - Alto valore sociale ed educativo	- Necessita di una buona organizzazione - Può richiedere tempi lunghi di realizzazione - Bassa riduzione delle emissioni - Lasciare la disponibilità di altre forme di trasporto scolastico nel raggio d'azione del Piedibus - Stagionalità dell'azione - Possibile mancanza di partecipazione
	OPPORTUNITA'	**MINACCE**
FONTI ESTERNE	- Consolidare la relazione tra il l'amministrazione comunale e gli istituti scolastici - Favorire la conoscenza del territorio da parte degli studenti - Favorire l'interazione tra i genitori degli alunni - Far conoscere i principi della mobilità sostenibile - Estendere l'applicazione del PAES a tutti i cittadini	- Demandare ai genitori un servizio pubblico

La realizzazione del Piedibus non è assoggettata a importanti investimenti economici, ma da una buona organizzazione e collaborazione tra i diversi stakeholders. La cooperazione tra Comune, istituto scolastico, genitori e alunni è vincolante per la realizzazione efficiente del progetto, ma al tempo stesso è un'opportunità per sviluppare un'azione di ampia comprensione e con ripercussioni positive su tutta la cittadinanza, in particolare nell'ambito della mobilità sostenibile. Il Piedibus ha poco peso nella riduzione globale delle emissioni, ma compensa tale mancanza con un alto valore sociale ed educativo; infatti, favorisce la conoscenza del territorio, l'educazione stradale, il volontariato, l'autonomia e la responsabilità nei bambini.
Le debolezze possibili del progetto sono riscontrabili principalmente nella mancanza di adesione allo stesso, cosa che può essere facilmente smorzata da una buona organizzazione dell'iniziativa. Inoltre, si ritiene necessario che l'amministrazione, dopo una fase sperimentale del nuovo trasporto, scelga di limitare il servizio scuolabus solo a coloro che risiedono più di 1,5 km distanti dall'istituto. In questo modo si limiterà la concorrenza al servizio dovuta dalla presenza di altre forme di trasporto e così, anche chi inizialmente non ha aderito al progetto, sarà invitato a parteciparvi e a riconoscerne il valore ambientale e sociale. Lo scopo e le motivazioni dell'azione se recepite dalla popolazione, eluderanno eventuali critiche alle scelte comunali. Infatti, i genitori degli alunni potrebbero vedere nel Piedibus una strategia del Comune per demandare un servizio di sua competenza (trasporto scolastico) all'azione di genitori o altri volontari. La comprensione di questo progetto nello specifico e del PAES nel suo complesso stimolerà invece il cittadino a essere protagonista del progetto di riduzione delle emissioni per raggiungere gli obiettivi fissati al 2020.

6.2.2 Bus Navetta parcheggio scambiatore [TR_PR_03]

Il comune di Caorle ha promosso la realizzazione di un nuovo parcheggio all'entrata del centro urbano, in un'area compresa tra le strade provinciali S.P.62, S.P.59 e S.P.54. Si tratta di una posizione strategica per le connessioni con i comuni limitrofi di Torre di Mosto, San Donà di Piave, San Stino di Livenza e Portogruaro. Il "Parcheggio ingresso Caorle Viale Panama" è stato inserito dall'Amministrazione nel Programma Triennale dei Lavori Pubblici 2012-2014 e dell'Elenco Annuale dei Lavori per l'esercizio finanziario 2012 e se ne prevede l'ultimazione entro fine 2013.
Questa idea nasce dalla necessità di regolarizzare il flusso veicolare in entrata e uscita da Caorle, sempre più incrementato dagli spostamenti di turisti pendolari. Infatti, come risulta dallo studio viabilistico, si verificano alti picchi di traffico, concentrati nelle stesse fasce orarie nei giorni di fine settimana (eAmbiente, 2013). Per questo motivo il Comune ha avviato diverse iniziative volte a favorire i visitatori del litorale, come la possibilità da parte delle strutture turistiche di sottoscrivere degli abbonamenti stagionali per parcheggi di proprietà comunale da destinare ai propri utenti.
La realizzazione del parcheggio nell'area scelta dovrebbe intercettare il traffico in entrata al centro urbano ampliando ulteriormente l'offerta di posteggi pubblici così da ridurre il congestionamento dovuto al flusso veicolare turistico, soprattutto nel periodo estivo.
Il progetto si sviluppa su un'area boscata di 27.500 m² e prevede la realizzazione di 780 posti auto. Per limitare l'impatto dovuto alla sottrazione della copertura alberale nella zona d'interesse, il Comune provvede al suo ripristino in un'altra zona del territorio in prossimità dell'Oasi La Brussa.
Il parcheggio, collocandosi nei dintorni del centro Chiggiato, dove sarà realizzato un Museo Nazionale di Archeologia del Mare a cura della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto, permetterà, inoltre, la valorizzazione dei beni culturali e archeologici del territorio; esso infatti faciliterà il collegamento e la sosta dei i visitatori per il museo.

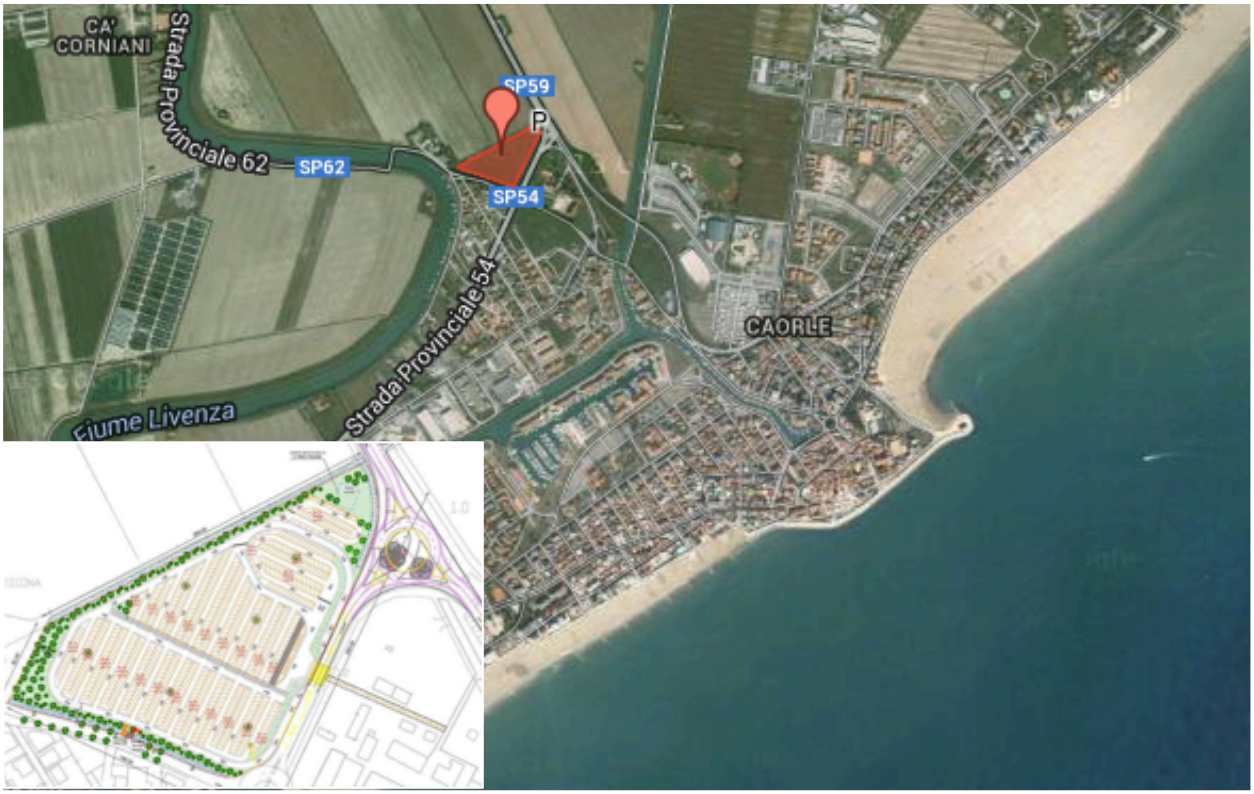


Figura 6.5: Localizzazione e struttura del parcheggio scambiatore (eAmbiente, 2013)

Il progetto del parcheggio è inserito tra le azioni del PAES poiché contribuirà alla riduzione delle emissioni gassose attraverso la diminuzione del numero di veicoli che transitano nel centro urbano. La buona uscita di tale iniziativa potrà avvenire solo se il parcheggio sarà adeguatamente realizzato e se ci sarà un efficiente collegamento tra il parcheggio e il litorale, principale destinazione degli utenti.

Per questo motivo si ritiene necessario realizzare un servizio bus-navetta che consenta agli utenti di spostarsi verso il centro della città, e viceversa, durante tutti i giorni della settimana e in particolare durante il week end. Sono state individuate tre tappe nell'area urbana al fine di favorire il collegamento dal parcheggio a tutta la lunghezza del litorale: est, centro e ovest. Dovranno essere disponibili almeno due bus navetta allo scopo di rendere efficienti i trasferimenti e potranno essere utilizzati orari diversi durante l'anno, distinguibili nelle seguenti fasce d'orario stagionale:

1) 09.10-19.10 per le domeniche invernali da ottobre ad aprile e tutti i giorni infrasettimanali: martedì, mercoledì e giovedì da maggio a settembre;
2) 08.30-24.10 per i restanti giorni nel periodo estivo: lunedì, venerdì, sabato e domenica da maggio a settembre.

Le navette percorreranno il tragitto ogni 20 minuti in direzione opposta effettuando 62 viaggi giorno (31 ogni navetta) nella fascia d'orario 1; mentre nei giorni della seconda fascia compiranno 96 viaggi al giorno.
Il giro completo di una navetta ha una lunghezza di circa 8 km, con tre stazioni:

- est: piazza Belvedere, 2,5 km dal parcheggio;
- centro: piazza Papa Giovanni XXIII, 1,5 km dal parcheggio;
- ovest: piazzale Colombo, 2,6 km dal parcheggio.

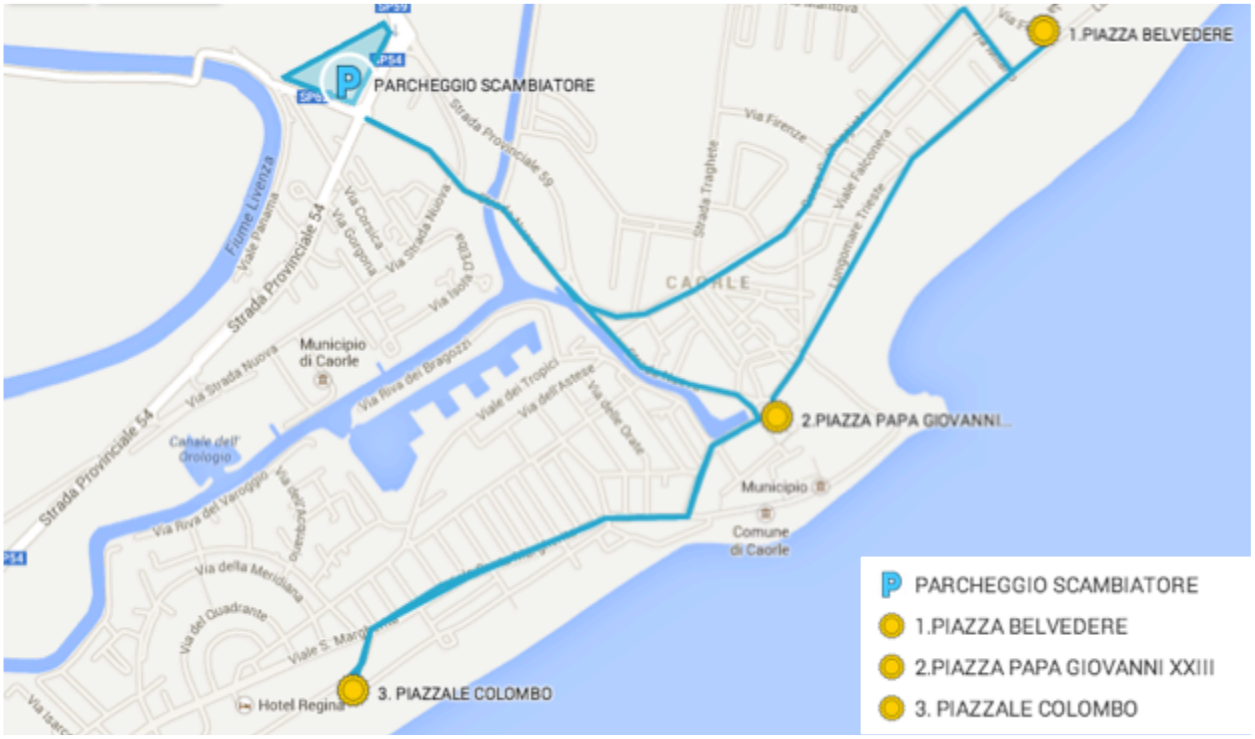


Figura 6.6: Percorsi del servizio bus-navetta

Il parcheggio potrà essere gratuito per tutti i turisti, mentre si può prevedere un importo minimo da pagare per usufruire del servizio navetta: un importo fisso a viaggio e la possibilità di creare delle forme di abbonamento (settimanale, mensile o annuale). Il prezzo dovrà essere minimo al fine di favorire l'utilizzo del parcheggio scambiatore ai turisti che arrivano a Caorle rispetto altre possibilità.
Al fine di valutare la riduzione delle emissioni di CO_2 è stato stimato il flusso di auto in entrata in un anno nel parcheggio, considerando il traffico veicolare delle strade li S.P.54 e S.P.62 e il flusso turistico degli hotel registrato dall'APT. Tale contabilizzazione è indicativa e probabilmente sottostimata, dato che non è presente un conteggio effettivo del flusso automobilistico in tutti i mesi dell'anno. Si è cercato di differenziare le giornate a maggiore affluenza turistica, come sono i fine settimana del periodo estivo, dalle giornate al di fuori della stagione turistica. Per i mesi più freddi è stata considerata solo la domenica, mentre da maggio a settembre sono contati tutti i giorni della settimana con percentuali di presenza variabili sia tra un mese a l'altro che in base al giorno settimanale.
Inoltre, si può ritenere che, se il sistema di collegamento tra parcheggio e città sarà efficiente e veloce, la

percentuale di utilizzo del parcheggio potrà aumentare il modo significativo con un relativo beneficio ambientale. Tale iniziativa dovrà essere promossa con un'adeguata campagna pubblicitaria ed educativa utilizzando anche le navette stesse, mediante loghi e immagini, come strumento informativo.
Alla stima finale delle emissioni risparmiate vanno sottratte le tonnellate di CO_2 emesse dai bus navetta durante il loro tragitto, considerando che il Comune acquisti o noleggi dei mezzi a basse emissioni come autobus a metano. Il conteggio del numero di percorsi delle navette è stato fatto rispettando quello precedente relativo all'uso del parcheggio scambiatore.
I consumi finali evitati in un anno sarebbero pari a 71,3 MWh, corrispondenti a 18,32 tCO_2.

Tabella 6.5: Riduzione delle emissioni di CO_2 associata all'uso del parcheggio scambiatore

km medi di spostamento verso il litorale	2,2
Totale km andata e ritorno	4,4
Numero auto annuali che parcheggiano	66.456,00
km evitati dalle auto (andata e ritorno) in un anno	292.406,40
Emissioni CO_2 g/km	150
Emissioni di CO_2 evitate in un anno(ton)	43,86
Consumi (tCO_2/MWh)	**0,258**
Consumi evitati in un anno (MWh)	170,00

Tabella 6.6: Emissioni di CO_2 prodotte dal servizio bus-navetta

km a viaggio	8,1
Numero viaggi annuali navette	13.136,00
km totali percorsi in un anno	106.401,60
Emissioni di CO_2 g/km (minibus a metano)	240
Emissioni di CO_2 prodotte in un anno(ton)	25,54
Consumi (tCO_2/MWh)	**0,258**
Consumi prodotti in un anno (MWh)	98,98

Tabella 6.7: Conteggi dei viaggi e degli utenti del parcheggio scambiatore e del servizio navetta

Conteggi flussi veicolari

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio		giugno		lugio		agosto		settembre		ottobre	novembre	dicembre
	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	sabato e domenica	altri giorni (giorni)	sabato e domenica:8	altri giorni (giorni)	sabato e domenica:8	altri giorni (giorni)	sabato e domenica:8	altri giorni (giorni)	sabato e domenica:8	altri giorni (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)
	4	4	4	4	8	23	8	22	8	23	8	23	8	22	4	4	4
Occupazione parcheggio % giorno	10%	20%	80%	80%	65%	20%	90%	40%	90%	50%	95%	60%	60%	25%	60%	15%	10%
Numero posti auto totali	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780
Posti auto occupati al giorno	78	156	390	468	507	156	702	312	702	390	741	468	468	195	468	117	78
Totale posti auto occupati in un mese	312	624	1.560	1.872	4.056	3.588	5.616	6.864	5.616	8.970	5.928	10.764	3.744	4.290	1.872	468	312
totale auto mese	312	624	1.560	1.872	7.644		12.480		14.586		16.692		8.034		1.872	468	312
totale persone mese	624	1.248	3.120	3.744	15.288		24.960		29.172		33.384		16.068		3.744	936	624

totale auto anno	**66.456,00**
totale persone anno	**132.912,00**

Conteggi viaggi navette

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio		giugno		lugio		agosto		settembre		ottobre	novembre	dicembre
	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	lun, ven, sab, dom (giorni)	mart, merc, giov (giorni)	lun, ven, sab, dom (giorni)	mart, merc, giov (giorni)	lun, ven, sab, dom (giorni)	mart, merc, giov (giorni)	lun, ven, sab, dom (giorni)	mart, merc, giov (giorni)	lun, ven, sab, dom (giorni)	mart, merc, giov (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)	solo domenica (giorni)
	4	4	4	4	16	12	16	12	16	12	16	12	16	12	4	4	4
Viaggi giorno	62	62	62	62	96	62	96	62	96	62	96	62	96	62	62	62	62
Viaggi mese	248	248	248	248	1.536	744	1.536	744	1.536	744	1.536	744	1.536	744	248	248	248
Totale mese	248	248	248	248	2.280		2.280		2.280		2.280		2.280		248	248	248

Analisi SWOT

FONTI INTERNE	**PUNTI DI FORZA**	**PUNTI DI DEBOLEZZA**
	- Necessità del progetto per favorire l'uso del parcheggio scambiatore - Riduzione delle emissioni di CO_2 - Misura per la mobilità sostenibile - Gratuità, o quasi, del servizio	- Costi per la realizzazione del servizio - Tempi di realizzazione del progetto - Coinvolgimento di numerosi soggetti con interessi diversi (Comune, ATVO, cittadini, turisti) - Mancata adesione in assenza di un servizio efficiente
FONTI ESTERNE	**OPPORTUNITA'**	**MINACCE**
	- Riduzione del congestionamento stradale	

Il servizio di bus-navetta è un progetto che vede la sua necessaria realizzazione a seguito della costruzione del parcheggio scambiatore all'entrata del centro storico di Caorle. Infatti, l'utilizzo del parcheggio da parte dei turisti e dei visitatori è vincolato dalla presenza di un servizio che ne consenta il loro trasporto verso il centro della città e viceversa. L'iniziativa è inoltre favorita dalla sua gratuità, o quantomeno dal ridotto prezzo che sarà richiesto per usufruire del bus.
Gli svantaggi sono invece associati alle elevate risorse economiche legate all'acquisto o il noleggio delle navette e alla necessità di trovare un accordo tra le vari parti interessate al progetto. Infatti, la realizzazione del servizio prevede, oltre al Comune, il coinvolgimento dei cittadini, dei turisti e dell'agenzia per il trasporto pubblico locale (ATVO): tutti soggetti con interessi e scopi diversi relativi all'iniziativa. I cittadini e i turisti saranno interessati all'efficienza e ai costi del servizio, mentre il Comune e l'ATVO dovranno definire un accordo sulla base dei rapporti e dei preesistenti vincoli contrattuali relativi al trasporto pubblico locale.
L'iniziativa non presenta minacce da fonti esterne a lungo termine.

6.2.3 Flotta auto comunale [TR_COM_01]

Nell'IBE sono state analizzate le emissioni relative al parco auto comunale, la tipologia di mezzi, il numero di km percorsi annualmente, l'anno di immatricolazione e il tipo di combustibile utilizzato. Tale inventario ha messo in luce come nessun mezzo di proprietà comunale utilizzi combustibili a basse emissioni, ma benzina o diesel.
La città di Caorle in previsione di ridurre le emissioni legate al traffico e per guidare tutta la cittadinanza verso tale obiettivo, pianifica la sostituzione dei mezzi comunali con altri a basse emissioni o l'installazione di impianti a GPL o metano sui mezzi esistenti.
Tale progetto si scontra con diverse difficoltà, soprattutto economiche, che hanno condotto a un ridimensionamento dell'azione. L'anno 2013-2014 vedrà, infatti, la possibile sostituzione di un solo mezzo, mentre si posticipa ad un prossimo futuro la sostituzione dell'intera flotta d'auto.
I veicoli, sebbene di proprietà comunale, sono gestiti anche da altri organi; tra questi, quello che usufruisce del numero maggiore di veicoli è la polizia municipale. Il settore ecologia e ambiente del comune di Caorle, infatti, si è rivolto al comando di polizia locale per proporre l'iniziativa e valutare le possibili sostituzioni, i vantaggi e le problematiche relative.
Le proposte si muovono su due ipotesi principali:

- rottamazione di un vecchio mezzo e sostituzione con uno nuovo;
- installazione di un impianto a basse emissioni su un mezzo esistente.

Segue presentazione dei due casi, individuando i relativi costi d'investimento iniziale, la normativa di riferimento, i possibili incentivi e i tempi di payback.

Ipotesi n°1: Rottamazione delle vecchie auto e acquisto di nuove
La rottamazione di veicoli più vecchi di 10 anni (di proprietà da almeno 12 mesi) e l'acquisto di un mezzo della stessa categoria (auto, ciclomotore, motociclo) a basse emissioni possono usufruire dei contributi BEC (Basse Emissioni Complessive). Questi incentivi valgono per veicoli pubblici e privati acquistati tra il 14 marzo 2013 e il 31 dicembre 2015 purché siano mezzi a basse emissioni cioè, come specifica il Ministero dello Sviluppo Economico, alimentati "a trazione elettrica, ibrida, a GPL, a metano, a biometano, a biocombustibili e a idrogeno, [e] che producono emissioni di anidride carbonica (CO_2) allo scarico non superiori a 120 gCO_2/km e ridotte emissioni di ulteriori sostanze inquinanti" (Ministero dello Sviluppo Economico, 2013).
La legge di stabilità 2013 ha messo a disposizione 40 milioni di euro per il 2013, 35 milioni di euro per il 2014 e 45 milioni di euro per il 2015. In particolare per il 2013 sono stati stanziati 4,5 milioni di euro per tutte le categorie di acquirenti che acquistano un veicolo senza rottamarne un altro e 35,5 milioni di euro per mezzi a uso aziendale (con rottamazione obbligatoria).
Il contributo è concesso direttamente dal venditore all'acquirente mediante la compensazione del prezzo d'acquisto con importo variabile a seconda dei valori di emissione del nuovo mezzo. Infatti, si è stabilito per il 2013 un risarcimento pari al 20% del costo del nuovo mezzo e per un massimo di:
- 5.000 € per i veicoli con emissioni di CO_2 non superiori a 50 g/km;
- 4.000 € per i veicoli con emissioni di CO_2 non superiori a 95 g/km;
- 2.000 € per i veicoli con emissioni di CO_2 non superiori a 120 g/km.

Tabella 6.8: Incentivi BEC (Ministero dello Sviluppo Economico, 2013)

	2013		2014		2015	
Emissioni di CO_2 non superiori a:	% prezzo d'acquisto	Max	% prezzo d'acquisto	Max	% prezzo d'acquisto	Max
50 g/km	20%	5.000 €	20%	5.000 €	15%	3.500 €
95 g/km	20%	4.000 €	20%	4.000 €	15%	3.000 €
120 g/km	20%	2.000 €	20%	2.000 €	15%	1.800 €

Analizzando la modalità di attribuzione del finanziamento ci si può accorgere che è possibile accedere al contributo più alto (5.000 €) solo se si acquistano auto elettriche o ibride, unici mezzi ad avere valori di emissioni inferiori a 50 gCO_2/km. Tra queste possono essere elencati alcuni modelli: Citroen C-Zero, Mitsubishi i-MiEV e Renault Zoe che partono come prezzo dai 25.000€ o il biposto Renault Twizy da circa 7.000€. Per le altre categorie, invece, ci sono maggiori disponibilità, soprattutto per veicoli alimentati a GPL o metano[48].

Per permettere all'amministrazione comunale di valutare la sostituzione dei veicoli, scegliere tra le diverse forme di alimentazione, individuare costi e benefici, sono state confrontate quattro tipologie di auto: elettrica, benzina/metano, benzina/GPL e diesel. Le tipologie d'auto scelte sono tra loro confrontabili per dimensioni, volume e potenza del motore:

- Fiat Panda 1.2 EasyPower 69 CV (benzina/GPL)
- Fiat Panda 0.9 TwinAir Turbo 80 CV Natural Power (benzina/metano)
- Renault Clio Authentique 5P dCi 75 eco2 (diesel)
- Reanualt Zoe Z.E. (elettrica)

Tabella 6.9: Analisi dei costi d'acquisto auto elettrica, diesel, GPL e metano

Costo	ZOE	Clio dCi (diesel)	FIAT Panda (GPL)	FIAT Panda (metano)
Acquisto	21.700,00	15.800,00	12.400,00	14.500,00
Contributo statale	5.000,00	0,00	2.000,00	2.000,00
Prezzo finale	16.700,00	15.800,00	10.400,00	12.500,00
Costo mensile batteria[49]	79,00	0,00	0,00	0,00
Costo annuale batteria	948,00	0,00	0,00	0,00
Costo carburante €/L o €/kg o elettricità	0,07	1,68	0,82	0,99
Consumi km/L km/kg o km/kWh	9,00	25,00	14,10	25,00
Box ricarica	1.000,00	0,00	0,00	0,00
Tempo ricarica	210 km in 3-9 ore	0,00	0,00	0,00
Emissione gCO_2/km	10,00	128,84	116,00	86,00
Esempio				
km giorno	30,00	30,00	30,00	30,00
km anno (stima: 30km giorno *360 giorni)	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00
L o kWh consumati anno	1.200,00	432,00	765,96	432,00
Costo carburante o energia annuo (€)	84,00	725,76	628,09	425,52
Costo finale primo anno (€)	18.732,00	16.525,76	11.028,09	12.925,52
Emissioni in un anno (€)	108.000,00	1.391.472,00	1.252.800,00	928.800,00
Costo secondo anno (€)	1.032,00	725,76	628,09	425,52
Costo di 5 anni, considerando anche il primo anno di acquisto [51] (€)	22.860,00	19.428,80	13.540,43	14.627,60

La comparazione effettuata consente di visualizzare quale tra le quattro ipotesi risulti essere la più vantaggiosa in termini economici e ambientali. L'auto elettrica, se si considera il valore delle emissioni, è la soluzione a minore impatto con solo 10 gCO_2/km. Il vantaggio in termini ambientali si scontra però con gli aspetti economici e gestionali: il costo maggiore rispetto le auto tradizionali, la limitata autonomia e la mancanza di una rete diffusa per la ricarica dei veicoli, sono i maggiori ostacoli alla propagazione di questi mezzi. L'auto elettrica dopo cinque anni dall'acquisto è quella con il costo complessivo più elevato, principalmente a causa del noleggio mensile della batteria. A questo si associa la minore praticità d'uso, dovuta al fatto che sono necessarie diverse ore per ricaricare l'auto, e la bassa autonomia, pari al massimo a 210 km. Perché questi

[48] Per maggiori informazioni circa i mezzi soggetti a ecofinanziamenti si veda il report "Guida 2013 al risparmio di carburanti e alle emissioni di CO_2 delle auto" (Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2013).

[49] I dati relativi all'auto elettrica Renault ZOE sono stati tratti da un'analisi comparativa tra auto elettriche e tradizionali (Crist 2012).

[50] I costi dei diversi carburanti sono tratti da www.prezzibenzina.it (Prezzibenzina 2013) mentre il prezzo dell'energia elettrica da www.Enel.it (Enel 2013). I valori sono assunti costanti anche per gli anni futuri.

[51] Nei costi dei veicoli non sono considerati quelli relativi alla manutenzione.

mezzi possano trovare maggiore diffusione nelle grandi città italiane si dovrà spingere alla diffusione di infrastrutture standardizzate per la ricarica, sulle politiche di sostegno del mercato e sulla creazione di un progetto unitario e coordinato che possa spingere nella direzione della mobilità sostenibile (GreenStyle, 2013). Enel sta favorendo diverse iniziative che vedono partecipi alcune tra le maggiori città italiane: Bari, Milano, Bologna, Pisa e Genova. Si tratta di una promozione all'uso di mezzi elettrici attraverso l'installazione di una rete di colonnine di ricarica in ambito urbano. Un caso particolare è quello di Pisa; la città infatti ha iniziato già nel 2010 a sviluppare progetti sulla mobilità sostenibile e quest'anno sarà la prima città italiana a sperimentare il nuovo sistema di ricarica "Fast Recharge". Pisa sarà fornita di 15 "electric drivers" ad uso domestico e 46 stazioni di ricarica pubblica che consentono di ricaricare un'auto in soli trenta minuti. Si tratta di una prima sperimentazione che, se avrà buon successo, potrà stimolare ulteriormente il mercato elettrico.
Oltre alla soluzione elettrica, sono state considerate le auto alimentate a GPL e metano. L'inserimento di questi veicoli a emissioni ridotte all'interno della flotta comunale può essere un processo di più rapida realizzazione rispetto a quello delle auto elettriche. Questo perché tali sistemi sono ormai comunemente utilizzati, non ci sono problemi di fornitura del vettore energetico o di autonomia chilometrica.
In particolare i motori a metano sono doppiamente convenienti dato il basso costo del gas e le ridotte emissioni di CO_2 rispetto i tradizionali veicoli a benzina o diesel.

Ipotesi n°2: Installazione impianto a GPL o metano
La seconda opportunità individuata per il parco auto del comune di Caorle consiste nell'intervenire sulle auto esistenti e installarvi un impianto a metano o GPL.
Anche in questo caso sono state fatte delle comparazioni tra uno stesso mezzo con diversa alimentazione, evidenziandone relativi costi e vantaggi.
Il mezzo esaminato è una Fiat Panda, auto comunemente diffusa tra i mezzi di proprietà comunale e presente nel mercato in tutte e tre le forme: benzina, benzina/GPL e benzina/metano.

Tabella 6.10: Analisi dei costi auto benzina, GPL e metano

Auto FIAT PANDA	Benzina	GPL/Benzina	Metano
Consumi km/L o km/kg	14,90	14,10	25,00
Costo carburante	1,80	0,82	0,99
Emissione gCO_2/km	140,00	120,00	86,00
Conteggio costi mensili			
km mese (stima: 30 km giorno * 30 giorni)	900,00	900,00	900,00
Carburante mese (l)	60,40	63,83	36,00
Costo mensile (€)	108,72	52,34	35,46
Conteggio costi annuali			
km anno	10.800,00	10.800,00	10.800,00
Carburante anno (l o kg)	724,83	765,96	432,00
Costo annuale (€)	1.304,70	628,09	425,52
Emissioni in un anno tCO_2	1,51	1,30	0,93
Differenza mensile GPL metano vs Benzina (€)		56,38	73,26
Recupero investimento (mesi)		35,47	34,12
Recupero investimento (anni)		2,96	2,84
Conteggio riduzione emissioni CO_2			
Differenza emissioni in un anno tCO_2		0,22	0,58
Riduzione consumi a auto in MWh		0,84	2,26

Il confronto dimostra come ci sia una riduzione dei consumi rispetto l'auto a benzina soprattutto nel caso in cui si installi un impianto a metano. Il costo iniziale d'installazione pari a 2.000 € per l'impianto a GPL o 2.500€ per quello a metano si ripaga in pochi anni a seconda del numero di km percorsi annualmente.

Tabella 6.11: Payback impianto a GPL

GPL	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	1° anno	2°anno	3°anno	4°anno	5°anno	6°anno	7° anno	8°anno
Costo	-2000							
Risparmio	676,61	676,61	676,61	676,61	676,61	676,61	676,61	676,61
PAYBACK	**-1.323,39**	**-646,77**	**29,84**	**706,45**	**1.383,06**	**2.059,68**	**2.736,29**	**3.412,90**

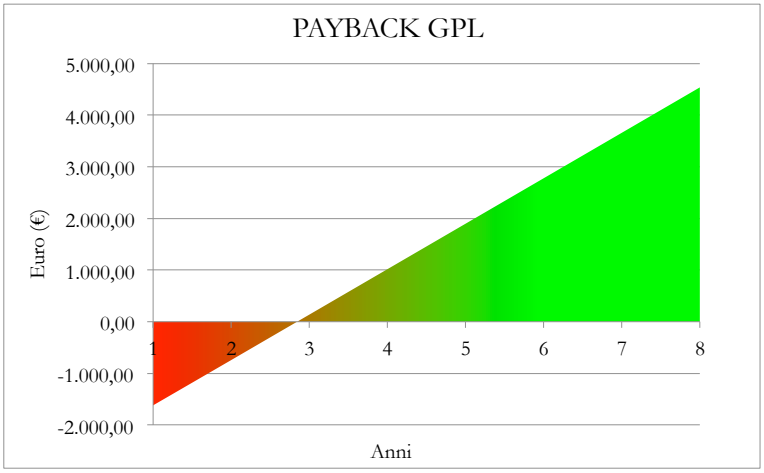
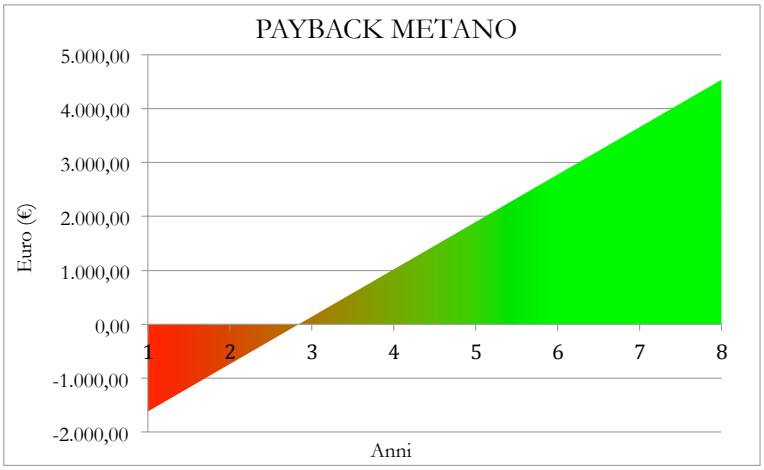


Tabella 6.12: Payback impianto a metano

METANO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	1° anno	2°anno	3°anno	4°anno	5°anno	6°anno	7° anno	8°anno
Costo	-2500							
Risparmio	879,18	879,18	879,18	879,18	879,18	879,18	879,18	879,18
PAYBACK	**-1.620,82**	**-741,64**	**137,53**	**1.016,71**	**1.895,89**	**2.775,07**	**3.654,25**	**4.533,42**



Analisi SWOT

FONTI INTERNE	**PUNTI DI FORZA**	**PUNTI DI DEBOLEZZA**
	- Riduzione dei costi futuri legati all'acquisto dei carburanti - Riduzione delle emissioni di CO_2 - Incentivi regionali e nazionali sulle auto a basse emissioni	- Costo iniziale - Iter per la realizzazione (decisione dell'amministrazione comunale, procedimento per l'acquisto di beni da parte dell'ente pubblico, rottamazione delle vecchie auto) - Discontinuità nell'erogazione degli incentivi regionali e nazionali sulle auto a basse emissioni - Scarsità dei distributori di GPL e metano nel comune di Caorle
FONTI ESTERNE	**OPPORTUNITA'**	**MINACCE**
	- Possibile aumento dei distributori di GPL e metano - Azione educativa per i cittadini e stimolo all'acquisto di auto a basse emissioni	

Le due possibilità presentate relative all'acquisto di auto a basse emissioni o elettriche e, nel secondo caso, all'installazione di un impianto GPL o metano, sono azioni che consentono di limitare le emissioni di gas serra e diminuire i costi di trasporto associati a un minore prezzo dei combustibili rispetto a quelli di benzina e diesel.
Gli incentivi nazionali favoriscono lo sviluppo del settore dei veicoli elettrici o a basse emissioni, ma spesso, data la loro discontinuità, non consentono alle amministrazioni e ai privati di pianificare un cospicuo investimento nel settore automobilistico tenendo conto di tali contributi.
Infatti, il maggiore problema per il comune di Caorle è legato al costo di acquisto e di mantenimento delle nuove auto (nel caso dell'elettrico), oltre che alla scarsità di distributori di GPL e metano nelle vicinanze al centro storico e dell'assenza di una struttura di ricarica per auto elettriche.
Si prevedono quindi lunghi tempi di realizzazione del progetto soprattutto a causa del complesso iter decisionale e di messa a bilancio dei fondi per l'investimento delle nuove vetture. L'amministrazione è disponibile a effettuare una prima azione di riqualificazione su un veicolo, ma solo se progressivamente procederà su tutta la flotta automobilistica si potranno avere risultati significativi a livello ambientale. Inoltre, l'azione sui mezzi comunali potrà favorire simili iniziative anche nel settore privato, soprattutto se si stimolerà l'apertura di distributori a GPL o metano e l'installazione di colonnine per la ricarica delle auto elettriche.

6.2.4 Incentivi all'efficientamento edilizio

Il settore edilizio è quello che maggiormente incide sul totale delle emissioni nel territorio di Caorle e perciò richiede un intervento considerevole per ridurne i consumi.
L'Unione Europea sta spingendo in questa direzione, infatti ha emanato la Direttiva 31/2010/CE sull'efficienza energetica nell'edilizia, nella quale prevede che entro la fine del 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione abbiano un consumo energetico pari quasi a zero, attraverso forme costruttive e impiantistiche a basso consumo e mediante la produzione locale di energia da fonte rinnovabile ("Nearly zero energy buildings").
In Italia tale direttiva non è stata ancora recepita, ma sono presenti altre iniziative che stimolano alla riduzione dei consumi elettrici e di calore associati al settore residenziale. Sono presenti, infatti, diverse fonti di finanziamento, di seguito presentate.

- D.lgs n.63/2013 in materia di efficienza energetica e misure fiscali
  Questo intervento proroga fino a dicembre 2013 la possibilità di detrarre i costi delle opere di efficienza energetica e ristrutturazione di edifici esistenti, come stabilito dalla Finanziaria 2007. Per le operazioni di miglioramento energetico, come l'installazione di pannelli solari, il miglioramento degli edifici esistente (lavori sugli infissi, coibentazione degli involucri) e la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale, è possibile detrarre il 65% delle spese. Dopo il 31/12/2013 la percentuale sarà abbassata al 36%. Per quanto riguarda le ristrutturazione edilizie, invece, la percentuale ammessa è pari al 50% della spesa per un massimo di 96.000 €; dal primo gennaio 2014 il valore sarà abbassato al 36% per un massimale di 48.000 €.
- Legge regionale n° 13 del 08/07/2011, "Piano Casa"
  Il Consiglio regionale del Veneto ha approvato, con legge regionale 13 del 2011, la proroga della precedente legge n. 14 del 2009, nota come "Piano Casa". Lo scopo è promuovere misure volte al miglioramento della qualità abitativa del patrimonio edilizio esistente. La norma concede un premio volumetrico pari al 15% per gli interventi che prevedono un miglioramento della prestazione energetica dell'edificio.
- D.M. 28 dicembre 2012, "Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni" ("Conto Termico")
  Il decreto garantisce la possibilità di accedere a incentivi a seguito di operazioni di efficientamento energetico degli edifici come: isolamento termico, sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con sistemi a condensazione o pompe di calore, realizzazione di sistemi di ombreggiamento, installazione di collettori solari termici, ecc.

Il comune di Caorle ha già posto dei vincoli al nuovo patrimonio abitativo nel proprio regolamento edilizio, approvato dal Consiglio Comunale nel 2009. Alla parte terza del regolamento sono descritte le "Norme in materia di risparmio energetico degli edifici" e in particolare all'art. 158 sono definite le forme di incentivo per la realizzazione di edifici di alta classe energetica. Queste consistono nella riduzione delle tasse sugli immobili e sugli oneri di urbanizzazione con percentuali variabili a seconda che l'edificio sia certificato in classe CasaClima A o B.
Inoltre, tutti gli interventi di nuova costruzione sul territorio devono prevedere l'installazione di pannelli solari termici, caldaie a condensazione, l'adozione di dispositivi per la regolazione del flusso di acqua delle cassette di scarico dei WC e il recupero delle acque meteoriche.
Le previsioni relative al futuro sviluppo urbanistico della città stimano una crescita massima pari a 700 abitazioni al 2020. Questo dato fa riflettere sulla necessità, se si vuole ridurre realmente i consumi del settore residenziale, di intervenire sul patrimonio esistente più che sulle future costruzioni.
Per questo motivo il comune di Caorle dovrebbe investire nell'informare i propri cittadini relativamente i possibili vantaggi derivanti dalla ristrutturazione edilizia, sugli incentivi e le normative statali in merito all'efficienza energetica delle abitazioni. Inoltre, per stimolare i cittadini ad intervenire sulle proprie abitazioni, sono stati messi a bilancio comunale degli incentivi di durata triennale per l'installazione di valvole termostatiche, la sostituzione di vecchi elettrodomestici con nuovi a risparmio energetico e la riqualificazione degli impianti termici con caldaie a condensazione o pompe di calore.

1. Contributo comunale per la sostituzione di elettrodomestici con dispositivi ad alta resa [ED_RES_02]

Parte dei consumi residenziali è dovuta all'uso inappropriato degli elettrodomestici spesso obsoleti e caratterizzata da alti consumi energetici.

L'amministrazione comunale vuole sensibilizzare i propri cittadini al corretto uso degli apparecchi domestici e mette a disposizione una somma per coloro che sostituiscono elettrodomestici obsoleti con nuovi a basso consumo. Il fondo stanziato è di 6.000€, da suddividere in tre anni (2013, 2014 e 2015). L'incentivo è destinato solo ai residenti nel comune di Caorle e potrà coprire il 20% del prezzo del nuovo elettrodomestico per un massimo di 100 € a famiglia; inoltre sarà data priorità al finanziamento sulla base del tipo di elettrodomestico sostituito[52].

Tabella 6.13: Priorità del finanziamento comunale a seconda del tipo di elettrodomestico (Centro Tutela Consumatori Utenti - CTCU, 2013)

Tipologia elettrodomestico	**Percentuale di incidenza sui consumi di una famiglia dei più comuni elettrodomestici**		
Lavastoviglie	3%		
Cucina Elettrica	9%		
Frigorifero	11%		
Congelatore	10%		
Lavatrice	4%		
Asciugatrice	3%		
Computer, TV e Audio	7%		
Illuminazione	8%		
Produzione Acqua Calda	15%		
Piccoli Elettrodomestici	30%		
Finanziamento annuale		Euro	Anno
		2.000	2013
		2.000	2014
		2.000	2015
Contributo	20% dell'importo del nuovo elettrodomestico		
Massimale contributo	100 euro		
I contributi saranno al massimo per 20 famiglie all'anno. I contributi saranno concessi fino a scadenza del fondo.			

L'iniziativa potrà quindi aiutare circa venti famiglie all'anno all'acquisto di un nuovo elettrodomestico. Un numero relativamente basso rispetto la totalità dei cittadini di Caorle, ma che può stimolare e indirizzare gli abitanti verso un obiettivo comune.

Considerando il consumo medio di una famiglia di Caorle, pari a 4,79 MWh/anno (dato tratto dall'IBE), e che il 41% dell'energia domestica è consumata dagli elettrodomestici, si può ipotizzare che la sostituzione di un elettrodomestico obsoleto comporti il risparmio del 25% dell'energia, pari a 0,49 MWh/anno per ciascuna famiglia. In generale si ha una riduzione, per 60 famiglie che usufruiscono dell'incentivo, pari a 29,44 MWh e 14,20 tCO_2/anno.

Tabella 6.14: Conteggio riduzione CO_2 a seguito della sostituzione degli elettrodomestici

Consumi residenziali totali	21.538,00	MWh/anno
Famiglie residenti	4.500,00	unità
Consumo per famiglia all'anno	4,79	MWh/anno
Consumo elettrico per elettrodomestici (25%)	1,20	MWh/anno
Risparmio energetico (41%)	0,49	MWh/anno
Famiglie che sostituiscono	60,00	unità
Energia ridotta	29,44	MWh al 2015
Fattore di emissione	0,483	tCO_2/MWhe
tCO_2	**14,22**	**tonnellate**

[52] La priorità è stabilita in base a quelli che dovrebbero essere i maggiori consumi domestici come descritto dal Centro Tutela Consumatori Utenti (Centro Tutela Consumatori Utenti - CTCU, 2013).

2. Contributo comunale per installazione di valvole termostatiche [ED_RES_03]

I condomini spesso sono dotati di un sistema di riscaldamento centralizzato che gode di numerosi vantaggi, tra i quali ridotti costi di realizzazione di un unico impianto rispetto alla somma delle singole installazioni, facilità di manutenzione, tempo di vita maggiore e ripartizione dei costi tra le singole utenze.

Al tempo stesso, però, avere un impianto centralizzato non consente la regolazione autonoma dei singoli spazi abitativi. Per questo motivo viene finanziata l'installazione delle valvole termostatiche: degli strumenti che, posti sui termosifoni, ne consentono la regolazione del flusso in base alla temperatura della stanza e a seconda delle esigenze di comfort dell'utente.

La valvola presenta al suo interno una capsula contenente un liquido che si espande a mano a mano che la temperatura aumenta nella stanza; al raggiungimento della temperatura ambientale stabilita l'espansione del liquido sarà tale da premere sulla valvola del radiatore e chiuderne il flusso.

Il contributo comunale è rivolto a tutti i cittadini che abitano in condomini con sistemi di riscaldamento centralizzato ed è pari a 6.000€ da suddividere in tre anni (2013, 2014 e 2015).

Tabella 6.15: contributo per l'installazione di valvole termostatiche

Finanziamento annuale	Euro	Anno
	2.000	2013
	2.000	2014
	2.000	2015
Incentivo	20% della spesa per un massimo di 100 euro a famiglia anno	

I contributi saranno al massimo per 20 famiglie all'anno.
I contributi saranno concessi fino a scadenza del fondo.

I calcoli per la riduzione della CO_2 sono stati effettuati considerando i consumi energetici per famiglia, pari a circa 16 MWh/anno, e un risparmio del 15% sui consumi energetici a seguito dell'installazione delle valvole. In tale si stima un risparmio di 144,42 MWh, pari a 33,70 tCO_2/anno.

Tabella 6.16: Conteggio della riduzione della CO_2 a seguito dell'installazione di valvole termostatiche

Consumi residenziali totali	72.208,80	MWh/anno
Famiglie residenti	4.500,00	unità
Consumo per famiglia all'anno	16,05	MWh anno
Risparmio energetico (15%)	2,41	MWh/anno
Famiglie che sostituiscono	60,00	unità
Energia ridotta	144,42	MWh al 2015
Fattore di emissione	0,233	ton CO_2/ MWh
tCO_2	**33,70**	**ton**

3. Contributo comunale per la sostituzione delle caldaie [ED_RES_04]

L'80% dei consumi di un'abitazione è causato dall'energia necessaria al riscaldamento e alla produzione di acqua calda. In commercio si stanno diffondendo tecnologie alternative alle caldaie tradizionali, che consentono di ridurre le emissioni di gas nell'ambiente, di risparmiare energia e tutelare la salute ambientale e umana.

Tra le scelte possibili viene proposta la sostituzione delle vecchie caldaie con pompe di calore o caldaie a condensazione.

Le pompe di calore sono costituite da due scambiatori di calore, uno interno e uno esterno all'abitazione.

Durante l'inverno lo scambiatore esterno assorbe il calore nell'edificio e lo trasferisce allo scambiatore interno che lo utilizza che riscaldare l'abitazione, d'estate, invece, avviene il contrario.

Le pompe di calore sono di diversa tipologia, ad esempio quelle geotermiche utilizzano il terreno o una falda acquifera come fonte di calore in inverno e di freddo in estate e consentono il trasporto dell'energia termica mediante l'acqua stessa o per mezzo di un fluido refrigerante. Il vantaggio delle pompe geotermiche è nel fatto che a una certa profondità nel terreno non ci sono grosse variazioni di temperatura, ed è perciò garantita

una migliore prestazione della pompa. Infatti, l'efficienza del sistema dipende molto dalla variazione delle temperatura tra la parte interna ed esterna, che nel caso del sistema geotermico sarebbe limitata.
Le caldaie a condensazione, invece, hanno il vantaggio rispetto a quelle tradizionali di riuscire a recupere energia dai gas di combustione. Il processo avviene attraverso la condensazione dei gas combusti al raggiungimento della temperatura di rugiada. L'installazione di questa tecnologia è inoltre favorita per il fatto che non necessita di modificare l'impianto di distribuzione.

Gli incentivi stanziati a partire dal 2014 sono pari a 9.000€ da suddividere in tre anni (2014, 2015 e 2016) e differenziati a seconda del tipo di installazione che si intende adottare.

Tabella 6.17: Incentivo per la sostituzione delle caldaie tradizionali

Finanziamento annuale	**Euro**	**Anno**
	3.000	2014
	3.000	2015
	3.000	2016
Incentivo diversificato per due tipologie di installazione:		
Caldaia a condensazione	15%	massimale 150€
Pompa di calore con scambiatore di calore nel terreno	20%	massimale 200€
I contributi aiuteranno circa 20 famiglie all'anno. I contributi saranno concessi fino a scadenza del fondo.		

La riduzione delle emissioni calcolata per venti famiglie residenti è pari a 336,97 MWh, pari a 78,63 tCO_2/anno.

Tabella 6.18: Conteggio riduzione della CO_2 a seguito della sostituzione delle caldaie tradizionali

Consumi residenziali totali	72.208,80	MWh/anno
Famiglie residenti	4.500,00	unità
Consumo per famiglia all'anno	16,05	MWh/anno
Risparmio energetico (35%)*	5,62	MWh/anno
Famiglie che sostituiscono le caldaie	20,00	unità/anno
Energia ridotta ad anno	112,32	MWh/anno
numero di anni	3,00	MWh/anno
Energia totale ridotta	336,97	MWh al 2015
Fattore di emissione**	0,233	ton CO_2/ MWh
tCO_2	**78,63**	**ton**
*risparmio medio calcolato in base al fatto che con una caldaia a condensazione si può ridurre l'energia primaria del 22-38% e con una pompa di calore con scambiatore nel terreno tra il 25 e il 62%		
**valore medio tra FE di liquido da gas naturale, diesel e gas naturale (IPCC, 2006)		

Analisi SWOT

FONTI INTERNE	**PUNTI DI FORZA**	**PUNTI DI DEBOLEZZA**
	- Rapido iter di assegnazione - Riduzione delle emissioni di CO_2 - Riduzione dei consumi e dei costi energetici per i residenti	- Aggravio sul bilancio comunale - Azione limitata quantitativamente - Non copertura del costo totale di acquisto dei dispositivi - Necessità di una campagna tecnica informativa per gli utenti
FONTI ESTERNE	**OPPORTUNITA'**	**MINACCE**
	- Stimolo al settore dell'edilizia - Ritorno d'immagine per l'amministrazione comunale - Riscontro concreto dei benefici del risparmio energetico e stimolo a nuove azioni	- Dipendenza da contributi esterni

I contributi proposti per gli interventi di efficientamento nell'edilizia residenziale sono un mezzo per favorire la riduzione dei consumi nel settore più energivoro del comune di Caorle.
Tale azione, una volta definita nei dettagli e nelle modalità, concederà ai cittadini dei contributi attraverso un rapido processo di assegnazione, favorendo la riduzione dei consumi e i costi ad essi connessi.
I cittadini saranno quindi stimolati ad intervenire sulle proprie abitazioni e potranno beneficiare di una riduzione dei costi associati al riscaldamento e ai consumi degli elettrodomestici. Date le risorse economiche limitate, il Comune potrà intervenire solo per poche famiglie all'anno e senza coprire l'intero costo degli interventi, ma con questa azione si propone principalmente di stimolare i cittadini e far loro presente quali sono i benefici associati al risparmio energetico. Al tempo stesso è necessario favorire gli interventi autonomi da parte dei privati ed evitare che questi ultimi attendano sempre un contributo esterno per poter intervenire nella riduzione dei propri consumi.

6.3 Considerazioni

Tabella 6.19: Riepilogo azioni del PAES

		t CO_2 evitata		%CO_2 evitata	
Azioni realizzate		**CO_2 2010**	**CO_2 2020**	**% CO_2 2020**	**% CO_2 rispetto al 2005**
ED_COM_01	Scuola elementare "A. Palladio"	0,00	29,67	0,20%	0,04%
ED_COM_02	Scuola elementare "A. Vivaldi"	0,00	6,59	0,04%	0,01%
ED_COM_03	Scuola dell'infanzia "Morvillo Falcone"	0,00	9,68	0,06%	0,01%
ED_RES_01	Adesione alle detrazioni fiscali 55% per finanziaria 2007-2012	371,73	405,30	2,68%	0,56%
ILL_01	Lampade votive kWh 2008-2009	0,00	20,23	0,13%	0,03%
ILL_02	Efficientamento del sistema di illuminazione pubblica	93,27	93,27	0,62%	0,13%
FER_FV	Fotovoltaico installato 2007-2012	61,69	1.842,01	12,17%	2,55%
FER_BG	Impianti a biogas	0,00	11.580,41	76,50%	16,03%
GPP_01	Acquisto energia verde	1.479,34	505,54	3,34%	0,70%
TR_PR_01	ZTL	0,00	5,62	0,04%	0,01%
EDU_01	Gruppi d'acquisto per impianti solari	0,00	0,00	0,00	0,00
EDU_02	Fiera dell'Alto Adriatico	0,00	0,00	0,00	0,00
EDU_03	Educazione nelle scuole (giornate dell'energia)	0,00	0,00	0,00	0,00
Azioni in fase di realizzazione					
ED_RES_02	Sostituzione elettrodomestici a bassa resa	0,00	14,20	0,09%	0,02%
ED_RES_03	Inserimento valvole termostatiche	0,00	33,69	0,22%	0,05%
ED_RES_04	Sostituzione caldaie tradizionali	0,00	78,57	0,52%	0,11%
ILL_03	Redazione PCIL e Sostituzione lampade	0,00	488,79	3,23%	0,68%
TR_COM_01	Parco auto comunale (installazione impianto GPL)	0,00	0,43	0,00%	0,00%
TR_PR_02	Piedibus	0,00	5,40	0,04%	0,01%
TR_PR_03	Servizio navetta associato al parcheggio scambiatore-città	0,00	18,33	0,12%	0,03%
TOTALE		**2.006,02**	**15.137,71**	**100,00%**	**20,95%**

La tabella riepilogativa mette in luce tutte le azioni realizzate e proposte nel comune di Caorle e le relative percentuali di riduzione delle emissioni di CO_2 fino al raggiungimento dell'obiettivo al 2020 pari 20,95%. Le azioni presentate si distribuiscono in tutti i settori: edilizia, mobilità, educazione, energie rinnovabili con contributi variabili sulla riduzione totale, a seconda del tipo di progetto.

Il maggiore contributo nella riduzione delle emissioni, come è evidente dalla tabella, è quello relativo alle energie rinnovabili e principalmente al settore del biogas, seguito da quello del fotovoltaico. I tre impianti a biogas attivi sul territorio determinano il 16% di riduzione delle emissioni al 2020, cioè il 76% rispetto al totale delle emissioni ridotte. Il conferimento in rete a media o bassa tensione dell'energia elettrica prodotta con il biogas, infatti, è contabilizzato a livello locale poiché tali impianti non sono assoggettati al mercato di scambio delle emissioni a livello internazionale. La realizzazione di questi impianti sul territorio favorisce l'utilizzo di scarti di produzione delle aziende agricole e zootecniche. Il processo di digestione anaerobica svolto all'interno dei digestori a condizioni controllate consente la degradazione dei substrati organici in biogas, usato come combustibile per la cogenerazione di energia termica ed elettrica, e in un materiale residuo detto digestato, generalmente separato in una frazione solida e una liquida.

Tale tecnologia ha diversi vantaggi ambientali, uno in particolare è la possibilità di utilizzare il digestato come fertilizzante agricolo, riducendo le emissioni di ammoniaca, azoto e metano rispetto all'uso del liquame tal quale (Consorzio Italiano Biogas, 2012).

Il beneficio riconosciuto degli impianti a biogas sul territorio non deve però sottrarre l'attenzione al fatto che tali costruzioni non si originano da una pianificazione territoriale su spinta pubblica locale, ma da iniziative private. Gli impianti a fonti rinnovabili sono realizzati principalmente perché esiste un sistema di incentivi che

ne garantisce un vantaggio economico. Tale aspetto è ancor più valido nel caso di impianti a biogas dimensionati per raggiungere il massimo dell'incentivi ottenibili con la Tariffa Omnicomprensiva, diversamente dal sistema fotovoltaico che, con il Quinto Conto Energia, tendeva ad essere dimensionato sulla base del principio dell'autoconsumo.

La città di Caorle, sebbene raggiunga l'obiettivo di riduzione del 20% al 2020, deve considerare che solo una minima percentuale del totale di riduzione è dovuta a iniziative di pianificazione urbana e quindi è necessario un maggiore impegno per portare a compimento gli obiettivi futuri definiti per la città.

Si dovrà favorire l'interazione tra i diversi settori (edilizia, trasporti, commercio) e il raggiungimento di un nuovo equilibrio per la gestione delle risorse. In particolare si presenta la necessità di inserire la variabile energetica all'interno della pianificazione urbana, al fine di favorire meccanismi di riduzione dei consumi e di autoproduzione dell'energia. La conoscenza del territorio in termini di distribuzione spaziale dei consumi e delle risorse energetiche utilizzabili è quindi la tappa di partenza per pensare a una pianificazione energetica territoriale. Per questo motivo si è scelto di superare quella che è la tradizionale analisi con il PAES e realizzare una mappatura energetica sul territorio di Caorle i cui scopi, modalità e risultati sono riportati nel capitolo che segue.

Capitolo 7
Mappatura energetica del territorio

Nel capitolo precedente sono stati presentati gli aspetti riguardanti la realizzazione del PAES e le criticità associate all'attuazione delle azioni per la riduzione delle emissioni di CO_2.
Come già affermato, l'urbanizzazione in Europa è responsabile di più dell'80% dei consumi e delle emissioni sul territorio (Unione Europea, 2013). Le statistiche di ENEA attestano un progressivo aumento dei consumi nelle città, la cui causa è individuabile in un incremento dell'uso di energia elettrica per le industrie e attività del settore terziario e di energia termica nel settore residenziale. Al tempo stesso l'indagine mette in luce come gli interventi di efficientamento e di produzione energetica da fonti rinnovabili nel settore edilizio possano contribuire per il 45% alla riduzione delle emissioni in Europa (ENEA, 2007). Quindi, l'edilizia, soprattutto quella civile, è il candidato principale su cui intervenire per abbattere i consumi energetici e razionalizzarne l'utilizzo. Al tempo stesso però è necessario uscire da quella che è la "logica edificio-centrica" e indirizzare i propri interventi non unicamente alle costruzioni in se stesse, ma alla modifica della struttura territoriale degli insediamenti urbani (Lamedica, 2012).
In particolare, è necessario favorire la produzione locale di energia da fonti rinnovabili e coordinarla a una riduzione dei consumi energetici attuabile mediante forme di edilizia e mobilità più sostenibili. Gli aspetti tecnico-costruttivi devono essere coadiuvati da una nuova educazione al vivere urbano indirizzata a forme di consumo critico e ragionato delle risorse energetiche e ambientali. In questo processo di interiorizzazione dei valori della sostenibilità tra i cittadini ha un ruolo determinante l'amministrazione pubblica della città.
L'equilibrio nella gestione delle risorse territoriali può essere favorito solo attraverso un processo di integrazione tra i diversi settori nel conseguire obiettivi comuni di riduzione dei consumi. Alcune città, come Bologna, da tempo hanno sviluppato un piano di urbanizzazione in cui sono inserite le questioni energetiche[53]. Nello specifico si fa riferimento alla realizzazione di nuovi domini territoriali come i distretti energetici: "insediamenti di varia natura (residenziale, non residenziale, industriale) in cui, attraverso un mix di soluzioni tecnologiche, è possibile ottimizzare l'interazione tra consumo e generazione locale dell'energia, riducendo i consumi e ricorrendo quanto più possibile ed economicamente compatibile, alle fonti rinnovabili" (ENEA, 2007). Lo scopo di questi modelli è di integrare il consumo energetico con la produzione territoriale creando una filiera locale e una rete di relazioni tra produttori e consumatori di energia. Ciascun distretto è definito spazialmente ed è associato a una certa capacità energetica che consiste nell'individuare la possibile produzione di energia da fonti rinnovabili in termini quantitativi e qualitativi.
La pianificazione di aree urbane verso forme di autarchia energetica necessita di organizzare una rete elettrica in grado di distribuire energia e raccoglierla in base ai consumi e alle produzioni. I black out associati all'eccesiva richiesta di energia sono eventi frequenti soprattutto in zone turistiche, come la città di Caorle, dove nei periodi estivi si registrano picchi di consumi energetici legati all'uso intensivo dei sistemi di condizionamento[54]. Allo stesso modo, un aumento della produzione locale di energia ha bisogno di dimensionare adeguatamente la linea elettrica.
La dinamicità richiesta al futuro sistema è identificabile nelle cosiddette smart grid.
Si tratta di un sistema di rete intelligente sviluppato per far fronte al progressivo spostamento della produzione energetica dal livello centralizzato a uno distribuito localmente sul territorio. Le smart grids nascono come risposta "alla liberalizzazione del mercato dell'energia, all'introduzione delle rinnovabili (che sono decisamente più competitive se integrate nel sistema locale), alla introduzione intensa delle tecnologie dell'informatica e delle telecomunicazioni, ed alla richiesta sociale di autoproduzione di energia" (ENEA,

[53] Per maggiori informazioni consultare l'Atlante dell'Energia del comune di Bologna (Comune di Bologna 2007).
[54] Durante il mese di luglio a Caorle è stato registrato un black out della linea elettrica su gran parte del territorio a causa del sovraccarico di richiesta di energia.

2007). Tali sistemi, seppur ancora non radicati sul territorio italiano, consentiranno la gestione delle inversioni di flusso d'energia e dei surplus energetici prodotti in modo incostante dagli impianti a fonti rinnovabili.

Il progetto di tesi si è sviluppato nella realizzazione di una mappatura energetica del territorio di Caorle. Questa fase del lavoro nasce dall'idea che, alla base del processo di integrazione della variabile energetica nella pianificazione territoriale, sta la conoscenza del territorio e, nello specifico, la comprensione della distribuzione spaziale dei consumi distinti per tipologia di fonte e utenza.
La presentazione delle mappe sarà associata a una trattazione sulle capacità territoriali in termini di riduzione delle emissioni e produzione di energia, allo scopo di individuare, oltre alle criticità, anche le potenzialità locali.

7.1 Raccolta dati

La mappatura energetica di Caorle è stata eseguita su tutto il territorio comunale per alcuni settori d'interesse: edilizia comunale, residenze private, aziende turistiche (hotel, alberghi e campeggi), illuminazione pubblica e settore agricolo. Atri settori come quello commerciale (bar, ristoranti, negozi), industriale (piccole aziende artigianali) e navale non sono stati considerati poiché non è stato possibile recuperate informazioni sufficienti allo sviluppo di un'analisi quantitativa.

Edifici di proprietà comunale

I dati di consumo e le emissioni relative agli edifici di proprietà comunale sono valori reali e derivano dalla contabilizzazione dell'IBE.

Hotel, Alberghi e Campeggi

Il numero di strutture turistiche considerate nell'indagine è 174, ventidue in meno rispetto a quelle censite dall'APT di Caorle. Queste strutture sono state contattate personalmente con la richiesta di fornire informazioni relative ai consumi energetici della propria attività. L'indagine ha portato a scarsi risultati, infatti solo 24 utenze hanno compilato il questionario per la contabilizzazione energetica. Molti utenti non si sono resi disponibili nelle modalità e tempi richiesti a fornire le informazioni necessarie.

Tabella 7.1: Dati relativi alle strutture turistiche

Strutture	Dati APT	Contattati	Hanno fornito informazioni
Alberghi/Hotel/Bed and Breakfast	168	159	19
Campeggi e Villaggi turistici	8	8	5
Agriturismo	7	2	0
Altri esercizi	13	5	0
Totale	196	174	24

Pur non disponendo di valori reali dei consumi delle strutture turistiche in esame si è scelto di procedere con una stima dei valori. Da fonti bibliografiche si è tratto un valore di emissioni di CO_2 per m^2 di superficie, pari a 0,3 tCO_2/m^2 (European Environmental Agency, 2010). Avendo a disposizione i valori di superficie di tutte le strutture turistiche sono state calcolate le emissioni per ogni utenza. Inoltre tali valori sono stati confrontati con quelli degli hotel che hanno fornito le informazioni (dati reali) per verificarne la realisticità.

Edifici residenziali

L'analisi delle emissioni di CO_2 nel settore residenziale di Caorle è stata effettuata considerando il numero di utenti per abitazione (numero civico). Le abitazioni di Caorle inserite nell'indagine sono state distinte tra case a uso annuale, estivo e misto. La prima categoria consiste in alloggi la cui superficie è destinata ad uso residenziale per tutta la durata dell'anno e di cui si conosce esattamente il numero di abitanti. Nel caso delle abitazioni a uso estivo, invece, si tratta di strutture destinate ad ospitare un numero variabile di persone solo nei mesi più caldi dell'anno. La stima del numero di abitanti, in questo caso, è fatta seguendo i parametri usati per il calcolo della tassa di smaltimento dei rifiuti solidi urbani (TARSU), e quindi considerando circa 10 m^2 per persona in ciascuna abitazione. La terza ipotesi è quella in cui a uno stesso numero civico sono associate più utenze, sia di tipo annuale che stagionale. In questo caso sono stati fatti i conteggi delle emissioni separatamente per le utenze annuali e per quelle stagionali e, una volta calcolate, sono state sommate per ottenere un valore complessivo di emissioni per ciascun civico.

La provincia di Venezia ha fornito il valori aggregati dei consumi elettrici e del riscaldamento del settore residenziale di Caorle. Conoscendo il numero di abitanti dell'anno 2010 è stato quindi possibile definire un consumo pro capite sia dell'energia elettrica che di quella termica per ciascun vettore energetico consumato.

Tabella 7.2: Contabilizzazione delle emissioni associate all'edilizia residenziale

Abitanti totali 2010 (n.)		12.016
Elettricità		
Consumo totale 2010 (kWh)		21.965.353
Consumo pro capite 2010 (kWh/ persona anno)		1.828,01
Conversione CO_2 (tCO_2/persona anno)	F.C. = 0,483 tCO_2/MWhe	0,88 tCO_2/anno
Riscaldamento		
Consumo totale 2010 (kWh) metano		57.661.568,00
Consumo pro capite 2010 metano (kWh/persona anno)		4.798,73
Conversione CO_2 (tCO_2/persona anno)	F.C. = 0,202 tCO_2/MWh	0,97 tCO_2/anno
Consumo totale 2010 (kWh) GPK		3.797.232,00
Consumo pro capite 2010 GPL (kWh/persona anno)		316,01
Conversione CO_2 (tCO_2/persona anno)	F.C. = 0,231 tCO_2/MWh	0,07 tCO_2/anno
Consumo totale 2010 (kWh) diesel		8.451.314,00
Consumo pro capite 2010 diesel (kWh/persona anno)		703,34
Conversione CO_2 (tCO_2/persona anno)	F.C. = 0,267 tCO_2/MWh	0,19 tCO_2/anno

Ogni utenza (persona) ha quindi associato un valore di consumo di energia elettrica e calore. Nel caso del riscaldamento, sebbene ogni abitazione utilizzi in genere un solo vettore energetico, sono stati presi in considerazione tutti e tre le fonti energetiche (metano, GPL e diesel) per ogni utente, poiché non si hanno conoscenze relative al tipo di caldaie o impianto di riscaldamento presente in ciascuna struttura abitativa.
I consumi delle case a uso annuale sono differenti da quelle a uso estive, in genere abitate solo tre mesi all'anno e prive di impianto di riscaldamento. Per tale ragione nel caso delle abitazioni annuali sono stati considerati i valori di emissione annuali sia per l'elettricità che per il riscaldamento, mentre per le case stagionali il dato di consumo elettrico è pari a un quarto di quello annuale (calcolando che la casa è abitata solo tre mesi, 1/4 dell'anno) e non sono stati considerati i consumi del riscaldamento.

Tabella 7.3: Esempio di calcolo delle emissioni totali di CO_2 per due differenti tipologie di abitazioni (uso estivo e annuale)

Utente	Ind.	Tipo	Sup. m^2	N° pers.	kWh elettricità 2010	tCO_2 elettricità 2010	kWh metano 2010	tCO_2 metano 2010	kWh GPL 2010	tCO_2 GPL 2010	kWh diesel 2010	tCO_2 diesel 2010	tCO_2 totale 2010
U1	via xxx, 1	estiva	20	2	914,00	0,44		0,00		0,00		0,00	0,44
U2	via xxx, 2	annuale	85	1	1.828,01	0,88	4.798,73	0,97	316,01	0,07	703,34	0,19	2,11

Illuminazione

La rete di illuminazione pubblica di Caorle è organizzata in 89 quadri elettrici che controllano i diversi punti luce posizionati lungo le strade del territorio. Gli orari di attivazione dell'illuminazione sono gestiti in modo automatico per mezzo di orologi astronomici. L'orologio, installato su ciascun quadro elettrico, tenendo conto delle specifiche coordinate di latitudine e longitudine della città di Caorle, calcola giornalmente l'ora di accensione e spegnimento dell'illuminazione in funzione delle reali necessità locali.
L'illuminazione di ciascun asse stradale in alcuni casi è gestita da quadri elettrici diversi, per questo si è proceduto con una selezione dei punti luce conteggiando il totale delle lampade e la relativa potenza di ciascuna via. La potenza installata in ogni via è stata quindi moltiplicata per la media giornaliera di illuminazione (11,60 ore) e per il numero di giorni all'anno (365). In questo modo sono stati ottenuti i consumi annuali (MWh) di ciascuna strada e convertiti in tCO_2.

Tabella 7.4: Contabilizzazione delle ore di utilizzo dell'illuminazione pubblica

Ore di luce Caorle		Ore di illuminazione (buio)
GENNAIO	09.10	14,50
FEBBRAIO	10.23	13,37
MARZO	11.54	12,06
APRILE	13.32	10,28
MAGGIO	14.54	9,06
GIUGNO	15.38	8,22
LUGLIO	15.18	8,42
AGOSTO	14.06	9,54
SETTEMBRE	12.34	11,26
OTTOBRE	10.58	13,02
NOVEMBRE	09.32	14,28
DICEMBRE	08.46	15,14
Media giornaliera annuale		**11,60**

Agricoltura

La Superficie Agricola Utilizzata (SAU) nel territorio di Caorle secondo il Censimento Generale dell'Agricoltura del 2009 copre 10.190,60 ha (101,91 km^2), pari al 67% del territorio. Tale percentuale conferma la forte destinazione agricola del Comune che conta di 206 aziende agricole e 155 allevamenti (Proteco, 2004). Il PAES non include il settore agricolo nella sua analisi ma, poiché questo è determinante nel comune di Caorle, si è scelto di analizzarlo. Il calcolo delle emissioni di CO_2 per il settore agricolo richiederebbe uno studio specifico in ciascuna azienda agricola del territorio per valutare i metodi di coltura, i sistemi meccanici utilizzati, i combustibili usati, i km effettuati, ecc. In questa fase ci si è limitati a una analisi preliminare sulla base delle informazioni relative alla copertura del suolo associando ad essi dei fattori di emissione di CO_2 ricavati da fonti bibliografiche.

Nella tabella sottostante sono riportate le tipologie di colture presenti sul territorio e i fattori di emissione applicati. Il calcolo è stato fatto per ciascuna porzione di territorio individuata dal Data Base Copertura del Suolo fornito dalla regione Veneto moltiplicando il valore in ettari per il fattore di emissione espresso in tCO_2/ha.

Tabella 7.5: Fattori di emissione utilizzati per il settore agricolo[55]

Tipologia di colture	tCO_2/ettaro
Altre colture permanenti	
Arboricoltura da legno	
Barbabietola	1,5
Cereali	1,7
Foraggere in aree irrigue	0,8
Frutteti	
Girasole in aree irrigue	1,5
Mais	2,8
Orticole (media tra spinacio, pisello e pomodoro)	2,2
Pioppeti	0
Sistemi colturali	-
Soia	1
Copertura erbacea	0
Prato	0
Superfici a riposo in aree irrigue + non irrigue	0
Terreni arabili	0
Vigneti	0,9
Vivai	0,85

[55] Dati ottenuti dalla consultazione di diversi documenti tecnici (CRPA 2013) (ENEA 2011) (FederBIO, Coop & LCEngineerin, 2011) (Mazzoncini 2012) (Minerva, Giovanardi e Sandonà 2009).

7.2 Elaborazione dei dati

7.2.1 Software: Quantum GIS

Il software utilizzato per questo parte del lavoro di tesi è un open source: Quantum GIS.
QGIS è un software GIS progettato dalla Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) che funziona su diversi sistemi operativi (Windows, Mac OSX e Linux) e supporta diversi formati vettoriali, raster e svariati database (OSGeo, 2013).
Un GIS è sistema informatico (hardware e software) utilizzato in diverse discipline che consente di acquisire, memorizzare, trasformare, gestire e visualizzare dati geografici per un determinato scopo. Le definizioni di GIS sono numerose, ma le sue funzioni possono essere riassunte in alcuni punti fondamentali:

- input di dati da mappe, foto aeree, satelliti, rilievi topografici e database numerici;
- archiviazione dei dati in formato elettronico;
- trasformazione dei dati, modellazione e statistiche;
- rappresentazione dei dati in mappe e immagini.

L'informazione geografica si riferisce a luoghi situati sul pianeta Terra e indica la posizione di un oggetto, mediante coordinate spaziali x e y, e le caratteristiche dell'entità localizzata in quella posizione (cioè gli attributi dell'oggetto in questione). Le informazioni possono essere molto dettagliate, ad esempio fare riferimento al numero di alberi presenti in bosco, oppure molto sintetiche, come la densità della popolazione in uno stato. Il grado di dettaglio e la scala scelta per ciascuna mappa, determineranno il grado di risoluzione dell'immagine: più questa è bassa meno realismo ci sarà nella rappresentazione, ma prevarranno simbologie per la raffigurazione dei diversi elementi.
Oltre alle informazioni concernenti la posizione degli attributi, i dati geografici presentano informazioni circa la loro posizione topologica, cioè rispetto ciò che sta loro attorno.
Le informazioni geografiche sono digitalizzate mediante l'alfabeto binario (con caratteri 0 o 1) e quindi rappresentati come una sequenza di bits. La codifica in bits riguarda qualsiasi tipo di informazione: numeri, testi e immagini.
Le informazioni sono organizzate rispetto una parte descrittiva e una spaziale. Nel primo caso si fa riferimento agli attributi, cioè le caratteristiche concernenti un determinato elemento ed espresso in forma numerica, ad esempio i mm di pioggia, o testuale, come l'indirizzo. Un gruppo di diversi attributi riguardanti la stessa entità costituisce un record e la somma di più record un archivio di dati o database.
Dal punto di vista spaziale, invece, i dati possono essere rappresentati secondo due realtà: raster o vettoriale.
Il modello vettoriale usa dati grafici come punti, linee o archi e aree o poligoni. I vettori sono rappresentati in accordo con il sistema di riferimento utilizzato e possono avere un'alta risoluzione. I dati sono raggruppati in temi o piani detti layers e in genere raggruppano informazioni relative allo stesso piano tematico. Il mondo reale mediante i layers vettoriali è rappresentato in forma di entità spaziali o oggetti, simili alla cartografia tradizionale.
Il modello raster, invece, rappresenta le informazioni mediante una matrice spaziale che ha come unità di base i pixel (picture elements).

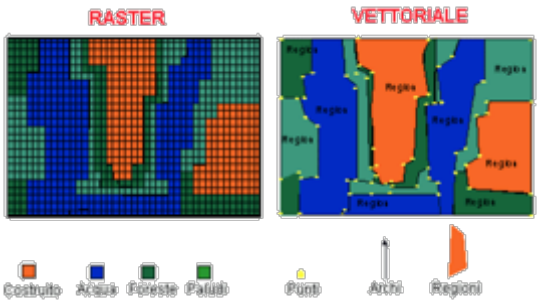


Figura 7.1: Confronto tra modello vettoriale e raster (Carlucci, 2000)

I pixel non corrispondono a specifiche entità reali, ma sono una generalizzazione di un'area della Terra con dimensioni che variano a seconda della risoluzione spaziale scelta. Anche i dati raster possono essere organizzati in piani e, poiché ciascun layer presenta la stessa unità fondamentale (pixel), se ne facilita la sovrapposizione tra tematismi diversi (uso del suolo, idrografia, stratigrafia).
La rappresentazione di dati geografici richiede la scelta di un adeguato sistema di riferimento. Questo estende il concetto delle coordinate cartesiane a tutta la superficie terrestre per mezzo di proiezioni che riportano la forma della Terra su un piano. Si tratta di una trasformazione matematica che dalle coordinate geografiche, latitudine e longitudine, calcola le coordinate cartografiche in forma di x e y, sul piano.

Il preciso posizionamento nello spazio richiede l'identificazione di un ellissoide di riferimento e complessi modelli gravitazionali. Tra i diversi sistemi di riferimento possibili, in questo lavoro è stato utilizzato il sistema Gauss-Boaga.
La proiezione Gauss fa parte delle proiezioni di tipo cilindrico che proiettano ogni punto della superficie del pianeta su di un cilindro tangente alla superficie terrestre in un punto. Nello specifico, nel caso della proiezione Conforme di Gauss il cilindro è tangente a un meridiano, detto meridiano di riferimento.
Tale proiezione è affetta da deformazione delle lunghezze e delle aree più ci si distanzia dal meridiano di riferimento, mantiene invece le geometrie (cioè gli angoli).
La proiezione di Gauss-Boaga, rispetto quella di Gauss, ha qualche accorgimento per limitare la deformazione della rappresentazione spaziale. Infatti, utilizza un cilindro non esattamente tangente all'ellissoide terrestre, ma leggermente secante riducendo, così, parte della distorsione.
L'ellissoide è una superficie definita matematicamente e che consente di approssimare la vera forma della superficie terrestre (geoide). In questo caso è utilizzato l'ellissoide internazionale di Hayford, il quale ha il semiasse equatoriale lungo 6.378,388 km e uno schiacciamento (f) pari a 1/297.00.
A seconda del meridiano di rifermento scelto si individuano due fusi:

- Ovest, a 9° da Greenwich;
- Est: a 15° da Greenwich.

In Italia i fusi sono due (est e ovest) e basati sul meridiano passante per Roma (osservatorio Monte Mario) che dista 12°27'8,4" a est di Greenwich.
In questo lavoro nello specifico si fa riferimento al sistema EPSG:3003 - Monte Mario/Italy zone 1.

7.2.2 Elaborazione

La mappatura dei consumi energetici sul territorio è stata effettuata per diverse categorie di settore: edilizia, illuminazione, agricoltura.
In tutti i tre casi sono stati raccolti, dove possibile, i valori dei consumi elettrici e dell'energia termica, differenziando il vettore energetico utilizzato (metano, GPL o diesel). Ciascun dato di consumo è stato convertito, con gli opportuni fattori di emissione forniti dall'IPCC, in tCO_2 emesse in un anno, indicatore scelto per questo studio.
Le fonti geografiche utilizzate sono state:

- Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN) del comune di Caorle scala 1:5000 (Fonte: Geoportale regione Veneto);
- civici degli edifici (Fonte: comune di Caorle);
- stradario comunale (Fonte: comune di Caorle);
- Data Base Copertura del Suolo (DBCS) (Fonte: regione Veneto);
- Piano Regolatore Generale Comunale-PRGC (Fonte: comune di Caorle).

L'elaborazione dei dati consiste nell'associare a diverse strutture territoriali/spaziali i valori dei consumi e delle emissioni di CO_2 dovute all'attività svolta in quella struttura.
Tale processo è stato svolto in modo diverso secondo le categorie di settore considerate. Segue una breve descrizione del processo di associazione di valori tabellari a identità georeferite.

7.2.2.1 Dati puntuali

Edilizia

Lo scopo in questo caso è quello di identificare i fabbricati con il maggior valore di emissioni.
In una fase preparativa sono stati estratti i vertici del layer vettoriale dei civici espresso in forma lineare mediante lo strumento di geometria "estrai vertici" del plugin ftools. Per ciascuna linea che collegava ogni fabbricato alla strada sono stati creati due punti, uno iniziale e una terminale della linea. Solo i punti iniziali, poiché ricadevano all'interno del poligono dei fabbricati, sono stati salvati a formare un nuovo layer attraverso uno strumento di selezione di Geoprocessing. Quindi, i dati dei consumi, salvati in forma tabellare (file .dbf), sono stati associati ai punti dei civici mediante un processo di Join tabellare indicando come campo

di unione e di destinazione l'indirizzo del civico. Il nuovo layer in cui a ciascun punto sulla mappa è attribuito un valore di consumo è stato salvato e rinominato.
In seguito, mediante un processo di Join spaziale, sono stati associati gli attributi dei punti al poligono di appartenenza con l'accorgimento di sommare i valori dei diversi punti che ricadevano su uno stesso edificio. In questo modo si sono ottenuti i valori complessivi dei consumi per ciascun edificio in base alle attività in esso considerate.
I fabbricati sono stati rappresentati in mappa con una colorazione graduata sulla scala del rosso in base al quantitativo di CO_2 emesso.
Queste operazioni sono state effettuate sia per gli edifici di proprietà/gestione comunale, per gli hotel e per le strutture residenziali.
Tale lavoro ha richiesto molto tempo per essere effettuato poiché è stato necessario uniformare i nomi di tutti gli indirizzi del layer dei civici ed eliminare i punti con lo stesso nome evitando che venisse affidato lo stesso valore di consumo a più punti sulla mappa. Inoltre il processo iniziale di estrazione dei vertici dagli elementi lineari è stato seguito da una revisione e controllo degli stessi per assicurarsi che i vertici iniziali cadessero all'interno del layer dei fabbricati. I vertici posizionati all'esterno sono stati quindi adeguatamente spostati uno per uno nel fabbricato di appartenenza. In questo modo non si è compromessa la perdita di dati. Inoltre si è reso necessario inserire gli indirizzi di alcuni punti e disegnare alcuni fabbricati non presenti nella mappa CTRN utilizzata.

Illuminazione
L'analisi dell'illuminazione pubblica in GIS ha utilizzato come layer lo stradario che i servizi tecnici del comune di Caorle hanno realizzato in Google Earth. Il file in formato .kml è stato importato in QGIS e convertito in un nuovo layer vettoriale. Quindi a ciascun elemento lineare (vie) con un Join tabellare sono stati associati i valori di emissione per via.
Anche in questo caso si è scelto di rappresentare i dati riguardanti le tCO_2 con una scala di gradazione sui toni del rosso.

Settore agricolo
Lo studio del settore agricolo è stato realizzato con il Data Base Copertura Suolo fornito dalla regione Veneto e mediante Join tabellare sono stati associati a ciascun a tipologia di terreno agricolo, considerando il livello 5 di suddivisone dei suoli, i valori di emissione.
In questo caso si è scelto di rappresentare i consumi con una gradazione di colori sulla scala del verde.

7.2.2.2 Distribuzione spaziale

L'elaborazione puntuale dei dati è stata arricchita da un'analisi spaziale degli stessi. Lo scopo è di effettuare alcune considerazioni relative non tanto ai singoli fabbricati, appezzamenti o strade, ma alla distribuzione territoriale dei consumi e delle emissioni. Per fare questo sono state eseguite due elaborazioni, una associando i valori dei consumi puntuali ai lotti catastali definiti dal PRGC e la seconda mediante un processo di interpolazione spaziale che coinvolge l'intera superficie comunale.

PRGC
In questo caso sono stati utilizzati i punti con i valori dei consumi del settore edilizio (edifici comunali, residenziali e hotel), dell'illuminazione e del settore agricolo. I vettori delle emissioni dell'illuminazione e del settore agricolo sono stati convertiti in forma puntuale con strumenti di elaborazione geometrica del software QGIS. Nel caso dell'illuminazione il vettore lineare è stato esportato in forma poligonale (plugin "da linee a poligoni") e quindi per ciascun poligono sono stati estrapolati i relativi centroidi (plugin "centroidi di poligoni"). I valori agricoli sono stati estratti come centroidi di ciascun appezzamento. I diversi files shape dei vettori puntuali così ottenuti sono stati uniti in un'unica geometria e successivamente, mediante un processo di Join spaziale, sono stati attribuiti al lotto catastale di appartenenza sommando i valori delle emissioni nel caso queste ricadessero nello stesso spazio catastale.

Interpolazione spaziale

In questa fase è stato utilizzato un plugin di interpolazione spaziale che permette, conoscendo i valori di una grandezza di alcuni punti (nel nostro caso tCO_2), di determinare i valori dove la grandezza non è stata misurata. Il risultato dell'elaborazione è un'immagine raster nella quale le emissioni non saranno più rappresentate come entità discrete, ma distribuite sul territorio. Il metodo di interpolazione triangolare considera punti noti nello spazio che vengono congiunti da linee così da formare dei triangoli piani e adiacenti allo scopo di rappresentare con continuità la superficie sul territorio. Per determinare le terne di punti che costituiscono i singoli triangoli si usano algoritmi geometrici. Il processo di triangolazione più diffuso è quello di Delaunay che consiste nello scegliere fra le proiezioni dei punti sul piano xy delle terne tali che le circonferenze passanti per i 3 punti di tali terne non racchiudano al loro interno alcun altro punto di misura. Si può verificare che questa scelta produce in generale sul piano xy triangoli non troppo allungati e il più possibile equiangoli i cui vertici sono costituiti dai punti di partenza di cui sono note le coordinate x e y.
Nello specifico sono stati utilizzati come vettori in input i file puntuali del settore edilizio, dell'illuminazione e delle emissioni agricole.

7.3 Risultati

Tabella 7.6: Indice delle tavole

0. Inquadramento territoriale		TAV.0
A. Centro storico		
	1. Tipologia fabbricati	TAV.A1
	2.Distribuzione percentuale dei consumi	TAV.A2
	3.Consumi elettrici	TAV.A3
	4. Consumi del settore residenziale	TAV.A4
	5.Destinazione d'uso utenze residenziali	TAV.A5
	6. Consumi edifici comunali	TAV.A6
	7. Illuminazione pubblica e numero punti luce	TAV.A7
	8. Consumi elettrici illuminazione pubblica	TAV.A8
	9. Consumi del settore turistico	-
B. Costa di Levante		
	1. Tipologia fabbricati	TAV.B1
	2.Distribuzione percentuale dei consumi	TAV.B2
	3.Consumi elettrici	TAV.B3
	4. Consumi del settore residenziale	TAV.B4
	5.Destinazione d'uso utenze residenziali	TAV.B5
	6. Consumi edifici comunali	TAV.B6
	7. Illuminazione pubblica e numero punti luce	TAV.B7
	8. Consumi elettrici illuminazione pubblica	TAV.B8
	9. Consumi del settore turistico	TAV.B9
C. Santa Margherita		
	1. Tipologia fabbricati	TAV.C1
	2.Distribuzione percentuale dei consumi	TAV.C2
	3.Consumi elettrici	TAV.C3
	4. Consumi del settore residenziale	TAV.C4
	5.Destinazione d'uso utenze residenziali	TAV.C5
	6. Consumi edifici comunali	TAV.C6
	7. Illuminazione pubblica e numero punti luce	TAV.C7
	8. Consumi elettrici illuminazione pubblica	TAV.C8
	9. Consumi del settore turistico	TAV.C9
D. Porto Santa Margherita		
	1. Tipologia fabbricati	TAV.D1a; TAV.D1b
	2.Distribuzione percentuale dei consumi	TAV.D2a; TAV.D2b
	3.Consumi elettrici	TAV.D3
	4. Consumi del settore residenziale	TAV.D4a; TAV.D4b
	5.Destinazione d'uso utenze residenziali	TAV.D5
	6. Consumi edifici comunali	TAV.D6
	7. Illuminazione pubblica e numero punti luce	TAV.D7
	8. Consumi elettrici illuminazione pubblica	TAV.D8
	9. Consumi del settore turistico	TAV.D9

E. Duna Verde		
	1. Tipologia fabbricati	TAV.E1
	2.Distribuzione percentuale dei consumi	TAV.E2
	3.Consumi elettrici	TAV.E3
	4. Consumi del settore residenziale	TAV.E4
	5.Destinazione d'uso utenze residenziali	TAV.E5
	6. Consumi edifici comunali	-
	7. Illuminazione pubblica e numero punti luce	TAV.E7
	8. Consumi elettrici illuminazione pubblica	TAV.E8
	9. Consumi del settore turistico	-
F. San Giorgio di Livenza		
	1. Tipologia fabbricati	TAV.F1
	2.Distribuzione percentuale dei consumi	TAV.F2
	3.Consumi elettrici	TAV.F3
	4. Consumi del settore residenziale	TAV.F4
	5.Destinazione d'uso utenze residenziali	TAV.F5
	6. Consumi edifici comunali	TAV.F6
	7. Illuminazione pubblica e numero punti luce	TAV.F7
	8. Consumi elettrici illuminazione pubblica	TAV.F8
	9. Consumi del settore turistico	-
Settore Agricolo		
	1. Emissioni del settore agricolo	TAV.AG1
	2. Copertura suoli agricoli	TAV.AG2
Distribuzione spaziale		
	1. Emissioni complessive sul base PRGC	TAV.PRGC
	2. Interpolazione spaziale	TAV.INT1
	2. Interpolazione spaziale su singole aree	TAV.INT2

7.3.1 Edilizia e illuminazione pubblica

I dati relativi al settore edilizio e all'illuminazione sono esposti congiuntamente suddividendo il territorio comunale in sei zone al fine di facilitarne la visualizzazione e la caratterizzazione locale. Le aree, il cui inquadramento è raffigurato nella TAV.0, rappresentano i consumi totali degli edifici e parziali per le diverse utenze: residenze, hotel e edifici comunali.

L'indagine caratterizza ciascun settore individuando le utenze più energivore sul territorio in base ai valori di tCO_2/anno e alle tipologie di vettori energetici utilizzati. Inoltre per ogni zona sono rappresentati i consumi elettrici relativi all'illuminazione pubblica.

La quantificazione dei consumi sul territorio è di seguito confrontata con valori di emissione stimati da diversi enti di ricerca per il settore edilizio italiano.

Nello specifico, si fa riferimento alle categorie di emissione CasaClima utilizzate per classificare le abitazioni.

CasaClima è un protocollo di certificazione energetica degli edifici presentato nel 2002 in osservanza alla Direttiva Cee 2002/91/Ce e ideato da Norbert Lantschner, importante figura del Dipartimento all'Urbanistica, Ambiente ed Energia della provincia autonoma di Bolzano. Le classi di riferimento sono esposte nella Tabella 7.7.

Tabella 7.7 Classificazione edifici CasaClima (CasaClima, 2013)

Classe	Emissioni con riscaldamento a gasolio[56] [kg CO_2/m^2]	Emissioni con riscaldamento a metano (30% in meno) [kg CO_2/m^2]
Casa tradizionale	50-70	35-49
Casa moderna	34-42	24-30
CasaClima B	14	10
CasaClima A	8,5	6
CasaClima Oro	3	2,1

Per confrontare separatamente i dati ottenuti rispetto i consumi elettrici e il riscaldamento sono stati considerati altri documenti redatti da diversi enti di ricerca. ENEA ha stilato un rapporto sull'edilizia residenziale intitolato "Dall'ecobuilding al distretto energetico: la proposta ENEA per un modello di sviluppo fondato su ecoedifici e generazione", dove sono presentati i valori medi di consumo per il riscaldamento nelle abitazioni italiane. L'indagine indica che un'abitazione di 100 m^2 in Italia consuma mediamente per il riscaldamento 1 tonnellata equivalente di petrolio (tep) all'anno, pari a 3,11 tCO_2 /anno (ENEA, 2007).
Per quanto riguarda l'energia elettrica, invece, si fa riferimento a un indice di consumo utilizzato dal Centro Tutela Consumatori Utenti ed elaborato dall'organizzazione tedesca dei consumatori, Verbraucherzentrale-Bundesverband, utile a determinare l'obiettivo di consumo massimo di energia elettrica per ciascuna famiglia (Centro Tutela Consumatori Utenti - CTCU, 2013).
L'indice è calcolato, per le famiglie in assenza di scaldacqua elettrico, in questo modo:

500kWh * numero componenti + 500kWh = valore-obiettivo in kWh

Infine, per quanto riguarda gli hotel si fa riferimento al documento "Caratterizzazione energetica del settore alberghiero in Italia" (ENEA, 2009). ENEA ha sviluppato, per mezzo di banche dati ISTAT, un'analisi dei consumi energetici medi del settore alberghiero in Italia. Le stime dei consumi sono presentate sulla base di categoria di appartenenza e il numero di stanze di ciascun albergo.

Tabella 7.8: Consumi settore alberghiero in Italia (ENEA, 2009)

Albergo tipo		Fabisogno annuale specifico		Fabbisogno annuale albergo tipo	
Categoria	Stanze	Metano (MWh/anno)	Elettricità (MWh/anno)	Metano (Sm^3/anno)	Elettricità (KWh/anno)
3 stelle	24	6	5	14.500	120.000
3 stelle	48	6	5	29.000	240.000
4 stelle	56	9	7	50.000	390.000
4 stelle	112	9	7	100.000	780.000

[56] I fattori di emissione sono quelli considerati dall'Agenzia CasaClima per la certificazione energetica degli edifici (Agenzia CasaClima, 2013).

7.3.1.1 Centro Storico

Il centro storico di Caorle è "un'isola urbana" un tempo attraversata da diversi canali e ponti (Proteco, 2004). Il borgo è ricco di calli e campielli e ha una forma allungata verso il litorale dove termina in punta con la chiesa della Madonnina.

Figura 7.2: Inquadramento territoriale del Centro storico

Le emissioni calcolate per questa parte del comune non superano le 100 tCO_2/anno in nessuna delle strutture edilizie considerate. Come visibile in TAV.A1 nella zona prevalgono edifici a uso residenziale, mentre quattro strutture sono di proprietà comunale e solo tre sono attività turistiche.
In TAV.A2 sono riportati per mezzo di grafici a torta i contributi di emissione, espressi in percentuale di tCO_2, per quanto riguarda l'elettricità e le diverse fonti di riscaldamento: metano, diesel e GPL. Come si può notare, in quasi tutti i fabbricati il contributo maggiore è dovuto ai consumi elettrici, mentre una minore percentuale è dovuta al riscaldamento. I consumi elettrici sono rappresentati in TAV.A3 ed espressi in kWh/anno. Tra le 8 strutture che superano i 50.000 kWh/anno, una raggiunge gli 80.000 kWh/anno.
Gli edifici comunali, individuati dal simbolo di colore verde in TAV.A1, sono: il municipio della città, il cimitero storico e due strutture a uso ricreativo-culturale. Tra queste opere, il municipio è quella con il maggiore valore di emissioni: poco sopra le 54 ton CO_2/anno pari a 21 kg/m² anno. Tale dato è dovuto per il 52,8% al consumo elettrico e per il restante 47,2% al consumo di metano per il riscaldamento (TAV.A6).
Confrontando la TAV.A1 con la TAV.A4 relativa alle emissioni dell'edilizia residenziale si conferma che tali consumi siano i maggiori responsabili della totalità delle emissioni nell'area, infatti, i colori non variano molto rispetto quelli in TAV.A1. Gli edifici residenziali (TAV.A5) sono sia ad uso annuale che estivo o misto. Se si verificano i valori di emissione associati a ciascun indirizzo civico, si vede che 30 utenze superano le 10 tCO_2/anno: 17 sono residenze annuali e 13 miste. Il valore più elevato è legato a una abitazione ad uso misto di 1672 m² con un valore di emissioni pari a 45,1 tCO_2/anno. I valori complessivi di emissione devono però essere rapportati alle dimensioni dell'abitazione. Tra i 205 indirizzi civici analizzati 24 possono essere associati alla classe energetica più bassa poiché superano i 70 $kgCO_2/m^2$ fino ad un massimo di 142 $kgCO_2/m^2$. La maggior parte delle abitazioni si trova nella fascia intermedia: 36 hanno un valore compreso tra 70 e 50 $kgCO_2/m^2$ assimilabile alla classe CasaClima "casa tradizionale", mentre 135 hanno un valore compreso tra 50 e 15 $kgCO_2/m^2$ rientrando nella categoria "casa moderna". Solo 10 abitazioni hanno valori di emissione totale inferiore a 15 $kgCO_2/m^2$, ma nessuna raggiunge la classificazione energetica più elevata, poiché il valore più basso è pari a 8,8 $kgCO_2/m^2$.
Per confrontare i dati delle abitazioni del centro storico con lo studio di ENEA sono stati sommati i valori di CO_2 emessa dalle varie fonti di riscaldamento e la somma totale è stata rapportata a una superficie di 100 m². I risultati indicano che tra le diverse residenze, 50 utenze emettono per il riscaldamento almeno 3,00 tCO_2/anno per 100 m² fino ad un massimo di 7,81 tCO_2/anno per 100m². Il 34%, cioè 17 utenze su 50, supera le 5 tonnellate.
Considerando, invece l'energia elettrica, su un totale di 205 utenze, 106 hanno una valore di consumo elettrico maggiore di quello calcolato sulla base dell'indice del CTCU. Di queste, 25 sono abitazioni ad uso misto, le restanti, invece, sono case private ad uso annuale.
Alle emissioni dell'edilizia si sommano quelle dell'illuminazione pubblica comunale.
Tutte le vie del centro storico, ad eccezione di qualche calle o campiello, sono dotate di lampade per l'illuminazione delle strade. Nella TAV.A7 sono raffigurate le emissioni di CO_2 per ciascuna via e il numero relativo di punti luce installati. La maggior parte delle strade è sotto la quota delle 10 tCO_2/anno e nello specifico 17 hanno valore inferiore a 1 tCO_2/anno. Solo quattro superano le 10 tCO_2/anno di cui una raggiunge 23 tCO_2/anno.
Nella TAV.A8 è rappresentato il consumo elettrico per ciascuna via. Colpisce in particolare via Roma, la strada che costeggia il municipio che, seppur di breve lunghezza, ha un numero elevato di punti luce e di consumo elettrico, tanto da essere la strada a emissioni più elevate del centro storico.

7.3.1.2 Costa di Levante

Questa zona comprende la parte est del litorale di Caorle delimitata dai canali Saetta, dell'Orologio e Nicesolo e dalla linea di costa. L'area ha destinazione a prevalenza insediativa-turistica.

Figura 7.3: Inquadramento territoriale della Costa di Levante

Nella TAV.B1 sono raffigurate le diverse strutture presenti nella zona. Come si può vedere prevalgono le utenze residenziali, seguite da quelle propriamente turistiche. Inoltre sono presenti diversi edifici di proprietà comunale. La distribuzione dei consumi è riportata nella TAV.B2: escludendo i punti in grigio (che corrispondono ad un'assenza di dato) si vede come in quasi tutti gli edifici il maggiore contributo sul totale delle emissioni sia dato dal consumo elettrico.
Se si confronta la TAV.B1 con la TAV.B4, nella quale sono rappresentati le emissioni degli edifici associate ai soli consumi residenziali, si vede come sia prevalente il contributo abitativo nella zona. Tra le diverse strutture residenziali prevalgono quelle a uso stagionale, a conferma della destinazione turistica dell'area (TAV.B5) La maggior parte delle abitazioni ha valori di emissione compresi tra le 10 e le 50 tCO_2/anno, alcune tra le 50 e le 100 tCO_2/anno, mentre solo in 6 casi si superano le 100 tCO_2/anno.
Se si valutano le singole utenze e i consumi a m^2 si può vedere come, su un totale di 480 punti:

- 2 superano i 200 $kgCO_2/m^2$;
- 29 tra 100 e 200 $kgCO_2/m^2$;
- 51 tra 100 e 70 $kgCO_2/m^2$;
- 61 tra 70 e 50 $kgCO_2/m^2$;
- 332 tra 50 e 15 $kgCO_2/m^2$;
- solo 7 hanno valori inferiori 15 $kgCO_2/m^2$ e con un minimo di 9,86 $kgCO_2/m^2$.

Questo vuol dire che la maggior parte delle utenze, (81,9%) sono categorizzabili come "case tradizionali" e "case moderne", mentre solo 1,5% è assimilabile alla categoria B di CasaClima.
Infine il 17,1% ha emissioni tanto elevate da essere assimilate a categorie molto basse di classificazione energetica.
L'applicazione dell'indice usato dal CTCU dimostra che 275 utenze, quasi il 60%, supera il valore teorico di consumo elettrico per famiglia. Inoltre, più del 45% delle utenze riscaldate si stima superi il valore di consumo calcolato da ENEA per una casa di 100 m^2.
Le strutture turistiche considerate in questa zona sono complessivamente 57 di cui 2 campeggi e le restanti hotel, alberghi o locande.
Nella TAV.B9 sono rappresentati i diversi edifici turistici considerati e le relative emissioni. Inoltre, con punti di color viola sono indicati i 7 edifici a uso turistico per i quali sono stati ottenuti valori reali dei consumi.
Tutte le strutture superano i valori di 10 tCO_2/anno e in un solo caso le 50 tCO_2/anno. Dei 7 edifici sopracitati, si sono calcolare le missioni a metro quadro e si è potuto vedere che, per sei di questi, i valori sono compresi tra i 20 e i 40 $kgCO_2/m^2$. La settima struttura, un campeggio, ha un valore basso pari a 1,53 $kgCO_2/m^2$; questo poiché il calcolo è stato fatto sulla totalità della superficie occupata dal campeggio e non sulle strutture coperte, di cui non si dispone del dato.
I 6 alberghi individuati appartengono tutti alla categoria 3 stelle con un numero di camere compreso tra 30 e 46, tranne uno che rientra nella categoria 4 stelle e ha in tutto 69 camere. I consumi dell'elettricità vanno da un minimo di 40.000,00 kWh/anno a 60.000 kWh/anno per gli alberghi a 3 stelle, mentre quello a 4 stelle raggiunge quasi quota 150.000 kWh/anno (TAV.B3). Per il metano invece si va da un minimo di 3.500 m^3 a un massimo di 27.000 m^3 negli l'hotel a tre stelle; in una sola struttura il riscaldamento è alimentato a diesel.
I valori in generale sono inferiori rispetto a quelli presentati nel rapporto di ENEA (Tabella 7.8), in particolare per i consumi elettrici.
Bisogna però considerare che le strutture turistiche di Caorle, diversamente da quelle presentate nello studio, in genere non sono attive tutto l'anno, motivo per cui i consumi sono contabilizzati mediamente per 8-9 mesi di attività.

Di particolare interesse nella zona sono le strutture comunali, 13 in tutto. Tra queste sono presenti: 6 edifici per vari servizi (magazzini, bagni, area spettacoli), 2 uffici, 3 strutture sportive e 1 cimitero. Nella TAV.B6 sono riportate le diverse utenze comunali con i valori complessivi di emissione e le percentuali di consumo.
L'edificio comunale con il valore maggiore di emissioni è il palazzetto dello sport che raggiunge le 115 tCO_2/anno. Il grafico a torta relativo al palazzetto illustra come i consumi di riscaldamento siano responsabili di più dell'80% delle emissioni, con un utilizzo di quasi 50.000 m^3 di metano pari a 96 tCO_2/anno; anche nelle altre due strutture sportive e nella caserma dei carabinieri i consumi maggiori sono legati al riscaldamento.
Negli altri edifici, invece, le emissioni sono minime e legate principalmente a consumi elettrici.
L'illuminazione pubblica della Costa di Levante presenta alcuni nodi stradali con valori di emissione superiori alle 40 tCO_2/anno (TAV.B7 e TAV.B8). Si tratta di due assi stradali importanti, uno lungomare e l'altro che collega la città verso l'entroterra, e caratterizzati da un forte flusso veicolare. Il resto delle vie presenta valori inferiori alle 20 tCO_2/anno.

7.3.1.3 Santa Margherita

La zona di Santa Margherita si trova a ovest rispetto il centro storico allungandosi fino al canale in cui sfocia il fiume Livenza e che la divide dal Porto Santa Margherita.

Figura 7.4: Inquadramento territoriale della zona Santa Margherita

L'ambito territoriale è caratterizzato da strutture alberghiere localizzate lungo la costa, le quali si diradano allontanandosi dall'arenile, dove prevalgono forme di residenza turistica e insediamenti abitativi, soprattutto lungo la darsena dell'Orologio (TAV.C1).
Analizzando i consumi in modo complessivo (TAV.C2) si può vedere come le missioni prevalenti siano associate al consumo di energia elettrica. Nella TAV.C3 sono rappresentati con diverse tonalità del blu i valori di consumo dell'elettricità (kWh/anno). Si può vedere come pochi edifici abbiano un consumo inferiore a 10.000 kWh/anno, mentre, la maggior parte delle strutture ha valori compresi tra 10.000 e 100.000 kWh anno; inoltre 15 strutture dell'area superano i 100.000 kWh/anno.
A scala di maggiore dettaglio si possono analizzare nello specifico i dati riguardanti le utenze turistiche, residenziali e comunali.
Le strutture turistiche analizzate si concentrano nella zona del litorale e sono in tutto 90 tra hotel, alberghi e locande. Le emissioni relative a questi edifici sono presentate nella TAV.C9, dove è possibile vedere come un edificio supera le 150 tCO_2/anno, tre le 80 tCO_2/anno, mentre il resto delle strutture ha valori di emissione più bassi. I punti viola raffigurati in mappa si riferiscono agli hotel di cui si hanno valori reali e non stimati. Si tratta di 11 strutture, 6 delle quali possono essere assimilate alla categoria tre stelle e 5 a quella 4 stelle, in modo da poterle confrontare con l'indagine svolta da ENEA. Tra gli alberghi a tre stelle è presente una locanda molto piccola per la quale si registra un consumo elettrico inferiore a 200 kWh/anno; invece le altre 5 strutture hanno valori compresi tra 30.000 e 40.000 kWh/anno. Valori maggiori sono associati agli hotel a 4 stelle che hanno un consumo compreso tra 60.000 kWh/anno e 100.000 kWh/anno fino ad un massimo di 182.000 kWh/anno. Il riscaldamento è presente solo in 7 di queste strutture, 5 delle quali alimentate a metano con consumi inferiori a 10.000 m^3/anno. Fa eccezione un hotel che ha un consumo pari a 40.000 m^3 anno. In due strutture turistiche inoltre è utilizzato il diesel come vettore energetico per il riscaldamento.
In generale quindi i valori sono inferiori a quelli presentati da ENEA, seppur anche in questo caso sia necessario considerare che non sono attivi tutti i mesi dell'anno.
Le strutture residenziali individuate in questa zona sono 1030 (numeri civici) con prevalenza di residenze ad uso turistico (TAV.C4). Il 48,74% delle case è a uso stagionale (502 in tutto), a cui si aggiunge 11,75% (121) ad uso misto, per un totale di oltre il 60% di abitazioni a destinazione turistica (TAV.C5). Le residenze annuali sono 407, pari al 39,51% del totale.
Se si considerano i valori di emissione a m^2 si può vedere che:

- 3 superano i 200 $kgCO_2/m^2$;
- 58 tra 100 e 200 $kgCO_2/m^2$;
- 75 tra 100 e 70 $kgCO_2/m^2$;
- 101 tra 70 e 50 $kgCO_2/m^2$;
- 749 tra 50 e 15 $kgCO_2/m^2$;
- 44 meno di 15 $kgCO_2/m^2$, con un minimo di 9,86 $kgCO_2/m^2$.

Prevalgono quindi abitazioni assimilabili alla categoria "casa moderna" seguite da "casa tradizionale". Queste due classi infatti ricoprono insieme più dell'80% delle abitazioni della zona.
Il 13,2% è costituito da abitazioni a emissioni molto elevate, mentre solo il 4% ha un valore inferiore a 15 $kgCO_2/m^2$. Se si considerano la provenienza delle emissioni si può vedere come prevalgano i consumi elettrici e nello specifico metà delle utenze supera il valore teorico di consumo elettrico che può essere calcolato con l'indice di CTCU. I consumi elettrici sono così distribuiti:

- 78,5% (809) consuma meno di 10.000 kWh/anno;
- 18,6% (192) tra 10.000-100.000 kWh/anno;
- 2,8% (29) supera i 100.000 kWh/anno per una massimo di 375.000 kWh/anno.

Per il riscaldamento vanno considerate, invece, solo le utenze a uso annuale o misto, 530 in tutto. Di queste più del 40% (217) supera le 3 tCO_2/anno per 100 m^2, valore medio stimato da ENEA per il riscaldamento delle abitazioni. La zona di Santa Margherita è importante per la presenza di diverse strutture comunali, 14 in tutto, e in particolare per la localizzazione di quattro strutture scolastiche: tre scuole gestite direttamente dal Comune e una, un tempo municipio e ora istituto alberghiero, di competenza provinciale. Tra gli altri edifici ci sono cinque strutture sanitarie (casa di riposo, pronto soccorso) e 2 strutture sportive (palestre scolastiche).
Nella TAV.C6 sono presentati i consumi degli edifici scolastici e si può vedere come solo due scuole (scuola media e alberghiera) e una palestra superano le 100 tCO_2/anno. Il resto delle costruzioni ha valori di emissioni compresi tra le 30 e le 90 tCO_2/anno, mentre solo due uffici adibiti ad uso ricreativo e sociale (avis e informagiovani) hanno valori inferiori alle 10 tCO_2/anno.
I grafici a torta presentano la suddivisione delle emissioni tra riscaldamento ed elettricità per i diversi edifici. Si può vedere come, dove c'è sia un consumo di elettricità che di calore, quest'ultimo sia maggiormente responsabile del totale delle emissioni. In particolare possono essere analizzate le strutture scolastiche e le palestre. Qui il vettore energetico usato per il riscaldamento è il metano e i consumi sono ripartiti come descritto in tabella 7.9.

Tabella 7.9: Consumi delle strutture scolastiche e sportive ad esse connesse nella zona di Santa Margherita

Edificio	**Emissioni dovute al riscaldamento**			**Emissioni totali tCO_2/anno**
	tCO_2/anno	m^3/anno di metano	% sul totale delle tCO_2/anno	
Scuola elementare	145,26	73.304,00	86,4%	168,08
Istituto Alberghiero	81,91	41.336,00	62,1%	131,94
Scuola media	75,45	38.076,00	83,6%	90,25
Scuola materna	32,48	16.393,00	59,6%	54,49
Palestra piccola	106,22	53.605,00	100%	106,22
Palestra grande	39,04	19.699,00	55,6%	70,20

L'illuminazione della zona è rappresentata nella TAV.C7 e TAV.C8. La maggior parte delle strade ha valori di emissioni inferiori alle 10 tCO_2/anno. Colpisce, invece, il Viale Santa Margherita che attraversa centralmente l'area e ha 210 punti luce per un consumo di 26.250 kWh/anno pari 53,68 tCO_2/anno.

7.3.1.4 Porto Santa Margherita

La zona di Porto Santa Margherita si sviluppa nella parte ovest del comune di Caorle lungo il litorale.
Il centro sorse negli anni sessanta, con una vocazione squisitamente nautica, sviluppatasi dagli anni settanta in poi in un centro turistico molto importante per Caorle. Nella località ci sono numerosi hotel, centri turistici e villaggi, oltre che locali, negozi e servizi di vario genere. Qui è presente una grande darsena (Marina 4) in grado di ospitare più di 500 imbarcazioni, con relativi servizi e assistenza.
In questa sezione è considerata l'area propriamente definita come Porto Santa Margherita e il suo prolungamento lungo viale Altanea fino ai villaggi turistici di viale dei Gabbiani. Resta esclusa la zona di Duna Verde, trattata separatamente.

Figura 7.5: Inquadramento territoriale di Porto Santa Margherita

Nella TAV.D1a e TAV.D1b sono presentati i diversi edifici considerati nell'analisi. Si può chiaramente vedere come il settore residenziale sia quello predominante nella zona. L'analisi dei consumi complessivi (TAV.D2a e TAV.D2b) mette in luce come in quest'area, più delle altre zone, la prevalenza dei consumi elettrici.
La TAV.D3 illustra i consumi elettrici espressi in kWh/anno. Si può vedere come i consumi elettrici in diverse strutture, il 27% sul totale (140 su 505) superano i 100.000 kWh/anno e in 5 casi (1%) oltrepassano i 500.000 kWh/anno arrivando a superare i 900.000 kWh/anno.
L'area è caratterizzata in particolare da alti condomini, come visibile nelle TAV.D4a e TAV.D4b dove sono indicati, oltre ai consumi , anche il numero di residenti considerati per ciascun edificio.
Tra le strutture abitate, 1501 in tutto, 31 hanno un valore di emissione totale maggiore di 100 tCO_2/anno per un massimo di 190,62 tCO_2/anno; 210 hanno un valore compreso tra 100 e 10 tCO_2/anno; mentre la maggior parte degli appartamenti 1252 (83%) ha valori inferiori alle 10 tCO_2/anno.
Tra le varie residenze hanno un peso rilevante le abitazioni ad uso estivo. Queste, infatti, rappresentano il 57,5% (863) del totale delle case della zona. Le case a uso annuale sono il 24% (360) e quelle a uso misto il 18,5% (278) (TAV.D5).
Analizzando nel dettaglio i consumi residenziali rispetto i valori di emissione di CO_2 a m^2, risulta che:

- 75 abitazione superano 70kg CO_2/m^2 con un picco massimo di 160kg CO_2/m^2;
- 64 tra 70 e 50 kg CO_2/m^2;
- 1.227 tra 50 e 15kg CO_2/m^2;
- 123 tra 15 e 8,5 kg CO_2/m^2;
- 12 hanno valori inferiori a 8,5 kg CO_2/m^2 con un minimo di 3,59 kg CO_2/m^2.

Prevalgono quindi per 81,7% le abitazioni assimilabili alla categoria "casa moderna", minore invece il numero di residenze di tipo tradizionale (4,3%) o quelle a emissioni molto elevate (5%). Di particolare rilievo in questa zona è il numero di abitazioni con valori di emissione inferiori ai 15 kg CO_2/m^2, perciò assimilabili alla categoria "CasaClima B" (8,2%) e "CasaClima A" (0,8%).
Per quanto riguarda i consumi elettrici:

- 81,7 %(1.226) consuma meno di 10.000 kWh/anno;
- 14,4% (217) tra 10.000-100.000 kWh/anno;
- 3,9 (58) più di 100.000 kWh/anno con un picco di oltre 300.000 kWh/anno.

Rispetto all'indice usato dal CTCU 565 abitazioni, pari al 37,6%, supera il valore teorico di consumo elettrico. Tra queste 358 sono case a uso annuale e il resto ad uso misto.
Quasi il 20% delle abitazioni a uso annuale e misto, in tutto 638, hanno valori di consumo energetico per il riscaldamento superiori alle 3 tCO_2/anno per 100m^2, valore medio stabilito da ENEA.
La zona ad alta densità abitativa, soprattutto nella parte del Porto Santa Margherita presenta diverse strutture turistiche. Nello specifico sono state individuate 8 utenze di cui 5 hotel, 2 residence e 1 villaggio. Nella TAV.D9 sono localizzate le strutture turistiche in questione indicandone i valori di emissione. Tre strutture superano le 100 tCO_2/anno, mentre le restanti 5 hanno valori compresi tra le 50 e 70 tCO_2/anno.
Nella TAV.D9 sono inoltre indicati con punti di colore viola i 4 edifici di cui sono stati raccolti dati reali: 2 hotel, 1 residence e 1 villaggio.

Tutte e quattro le strutture sono classificabili in categoria 4 stelle. I consumi sono molto diversi tra gli hotel e i residence/villaggi. Nel primo caso i consumi elettrici sono compresi tra 320.000-370.000 kWh/anno e quelli del riscaldamento (a metano) tra gli 8.000 e 9.500 m^3/anno. I residence hanno invece emissioni minori: tra 100.000-140.000 kWh/anno e per il riscaldamento tra 800-1000 m^3/anno. I consumi a m^2 nel caso dei villaggi sono circa 5kgCO_2/m^2, mentre per gli hotel salgono a 45-55kgCO_2/m^2.
Infine, per quanto riguarda gli edifici comunali, nella zona è presente solo una struttura: la piscina coperta comunale (TAV.D6). La piscina supera la quota 500 tCO_2/anno raggiungendo 836,7 tCO_2/anno. Come visibile dal grafico a torta poco più della metà delle emissioni totali è dovuto ai consumi elettici pari a 967.853,00 kWh/anno corrispondenti a 467,5 tCO_2/anno. Il riscaldamento è responsabile di circa il 44% delle emissioni con un consumo di 186.312 m^3 di metano, pari a 369,2 tCO_2/anno.
L'Illuminazione pubblica della zona è concentrata nella parte più a est di Porto Santa Margherita (TAV.D7 e TAV.D8): qui tutte le vie sono illuminate e per la maggior parte hanno valori di emissione inferiori a 10 tCO_2/anno.
Lungo l'arenile e nel viale Altanea si superano le 10 tCO_2/anno e in viale Lepanto le 20 tCO_2/anno per una consumo di 46.150 kWh/anno.

7.3.1.5 Duna Verde

Duna Verde è una località turistica localizzata nella parte più a ovest del litorale di Caorle sviluppatasi a partire dagli anni '60-'70. Diversamente dalla zona di Porto Santa Margherita ricca di alti condomini e palazzi, la zona ha un'urbanizzazione più raffinata con numerose villette e case raccolte in villaggi turistico-residenziali.
Dal punto di vista naturalistico, come ricorda il nome stesso della località, l'area ha mantenuto numerosi spazi verdi. Nello specifico sono stati preservati alcuni elementi naturalistici di rilievo come antiche dune e la pineta litoranea.

Figura 7.6: Inquadramento territoriale di Duna Verde

Come visibile nella TAV.E1 la zona è caratterizzata principalmente da edifici a uso abitativo disposti nella zona centrale a formare un'area circolare racchiusa da diversa strade residenziali. Nella parte più a ovest e più vicino al litorale si trovano alcune strutture turistiche come campeggi e hotel. Nell'area è presente un solo edificio di proprietà comunale: la piscina scoperta. La struttura è data in gestione a una società sportiva esterna al Comune che non ha fornito i dati dei consumi per questo studio.
Le emissioni sono in generale comprese entro le 100 tCO_2/anno, fatta eccezione per l'area occupata dal campeggio. Come visibile nella TAV.E2 le emissioni sono dovute principalmente ai consumi elettrici.
I consumi in kWh/anno sono rappresentati con gradazione del blu in TAV.E3. Si può vedere come diverse strutture superino i 100.000 kWh/anno, e in particolare l'alto valore associato alla zona del campeggio.
Le strutture turistiche analizzate sono 4: 1 hotel, 2 colonie/cooperative e 1 campeggio. Tra queste, solo per il campeggio si sono ottenuti i valori reali di consumo. La struttura emette complessivamente 893,36 tCO_2/anno, di cui più dell'80% (727,9 tCO_2/anno) è dovuto ai consumi elettrici. Per il riscaldamento il campeggio afferma di utilizzare sia diesel (32.070 l/anno) che GPL (50.810 l/anno) per un totale di 165,5 tCO_2/anno.
Il settore residenziale, come affermato precedentemente, è quello che influenza di più i consumi della zona (TAV.E4).
Tra le 796 utenze indagate, si stima che 12 emettono più di 100 tCO_2/anno, con un massimo di 190 tCO_2/anno; 102 tra 10 e 100 tCO_2/anno, mentre la maggior parte delle abitazioni, 682 (85,6%) ha un valore associato inferiore alle 10 tCO_2/anno.
Anche in questa zona le abitazioni hanno destinazione a prevalenza turistica, infatti il 57,5% (458) sono case ad uso estivo, 24,9% (198) annuali e il restante 17,6% (140) a uso misto (TAV.E5).
L'analisi delle emissioni associate a ciascun m² risulta che:

- 30 case superano i 70 kg CO_2/m², di cui 7 superano i 100 kg CO_2/m² fino ad un massimo di 195 kg CO_2/m²;
- 23 hanno valori compresi tra 70 e 50 kg CO_2/m²;
- 672 tra 50 e 15 kg CO_2/m²;
- 71 meno di 15 kg CO_2/m², di cui 5 con meno di 8,5 kg CO_2/m² fino ad un minimo di 3 kg CO_2/m².

Anche in questo caso la categoria prevalente (84%) è quella associabile alla tipologia "case moderne".
Quasi il 40% delle abitazioni supera l'indice CTCU relativo al valore ottimale di consumi elettrici. Nello specifico i consumi elettrici sono così ripartiti:

- 20 abitazioni superano i 100.000 kWh/anno;
- 101 tra 100.000-10.000 kWh/anno;
- 675 meno di 10.000 kWh/anno.

Per quanto riguarda il riscaldamento, il 13% delle abitazioni a uso annuale o misto, in tutto 339, supera il valore medio definito da ENEA e pari a 3 tCO_2/anno per 100 m².
L'illuminazione pubblica nella zona di Duna Verde è limitata alla parte più residenziale e non è diffusa in tutte le vie della località (TAV.E7 e TAV.E8). Dove è presente ha un valore di emissioni annuali inferiori alle 10 tCO_2/anno, fatta eccezione per i viali Cherso e Lussino che raggiungono quasi le 20 tCO_2/anno.

7.3.1.6 San Giorgio di Livenza

San Giorgio di Livenza è il principale centro abitato della zona agricola del comune di Caorle, attraversato dalla strada le S.P.42 e sviluppato in continuità con la zona di La Salute di Livenza che appartiene al comune di San Stino di Livenza.
L'area ha destinazione agricola ed è stata scelta in questo caso come campione rappresentativo dei consumi nelle frazioni dell'entroterra del comune di Caorle.

Figura 7.7: Inquadramento territoriale di San Giorgio di Livenza

Nella TAV.F1 sono raffigurati gli edifici presenti nell'area e si può vedere come prevalgano strutture a uso residenziale, mentre sono assenti quelle a destinazione turistica. Gli edifici in generale, fatta eccezione per due condomini, non superano le 50 tCO_2/anno. Le emissioni, sebbene anche in questa zona siano dovute principalmente ai consumi elettrici, hanno una maggiore percentuale dovuta al riscaldamento rispetto la zona urbanizzata del litorale (TAV.F2). Infatti, l'area è caratterizzata prevalentemente da residenze di tipo annuale, per le quali si contano le emissioni associate alla produzione di calore, diversamente dalle abitazione estive.
Nella zona sono stati considerati 221 edifici, di cui solo 5 si stima superino i 100.000 kWh/anno, 130 (58,8%) hanno valori compresi tra 10.000 e 100.000 kWh/anno, mentre il resto (86) si mantiene sotto i 10.000 kWh anno (TAV.F3).
Gli edifici residenziali, nello specifico, hanno valori di emissione per la maggior parte inferiore a 10 tCO_2/anno e solo in due casi superano le 100 tCO_2/anno con un massimo di 176 tCO_2/anno (TAV.F4).
Su un totale di 284 utenze analizzate, quasi il 50% (140) è ad uso abitativo annuale, il 39% (111) a uso estivo e solo l'11% (33) a uso misto (TAV.F5).
Se si calcolano i consumi delle abitazioni a m^2 risulta che:

- 38 supera i 70 kg CO_2/m^2;
- 54 tra 70 e 50 kg CO_2/m^2;
- 187 tra 50 e 15 kg CO_2/m^2;
- 5 meno di 15 kg CO_2/m^2 con un minimo di 12,36 kg CO_2/m^2.

Anche in quest'area la maggior parte delle abitazioni (64,8%) può essere attribuita alla categoria "case moderne", mentre solo una piccola quota si stia rientri nella categoria "CasaClima B".
I consumi elettrici hanno il peso maggiore per la totalità delle emissioni residenziali e nello specifico si può vedere che:

- 4 case superano i 100.000 kWh/anno;
- 53 hanno valori compresi tra 10.000 e 100.00 kWh/anno;
- 227 meno di 10.000 kWh/anno.

Inoltre, se si calcola l'indice per il "valore obiettivo" di consumo di energia elettrica definito dal CTCU e lo si confronta con i valori calcolati sulle diverse utenze, si vede che 170, cioè quasi il 60%, ha valori superiori a quello teorico.
Le considerazioni sui consumi legati al riscaldamento possono essere fatte su 173 utenze, somma delle abitazioni a uso annuale e misto. Di queste, 78 (45,1%) hanno valori di emissione superiori alle 3 tCO_2/anno per 100m^2, valore medio indicato da ENEA. Si tratta di case a uso annuale, tranne che per due utenze.
Nella frazione di San Giorgio di Livenza sono localizzate, inoltre, 7 costruzioni comunali di cui 2 cimiteri, 2 scuole, 2 strutture sportive e un ufficio (TAV.F6). Tra questi edifici, 4 hanno valori complessivi di emissione superiori alle 10 tCO_2/anno per un massimo di 42 tCO_2/anno, le altre 3, invece, si mantengono sotto le 10 tCO_2/anno.
Tutti gli edifici hanno consumi elettrici, in 3 casi compresi entro i 10.000 kWh/anno e negli altri 4 edifici sopra i 10.000 kWh/anno per un massimo di 19.000 kWh/anno.
Eccetto i cimiteri, che hanno solo l'illuminazione elettrica, le altre costruzioni presentano consumi associati al riscaldamento. Nello specifico le due scuole e l'ufficio utilizzano come vettore energetico il metano, mentre lo stadio e il campo sportivo impiegano diesel. Nelle strutture scolastiche, come visto in precedenza nella zona

di Santa Margherita, pesano molto le emissioni dovute al consumo di metano rispetto al valore complessivo (tabella 7.10).

Tabella 7.9: Consumi degli edifici scolastici nella zona di San Giorgio di Livenza

Edificio	**Emissioni dovute al riscaldamento**			**Emissioni totali tCO_2/anno**
	tCO_2/anno	m^3/anno di metano	% sul totale delle tCO_2/anno	
Scuola elementare	32,93	16.618	78,0%	42,20
Scuola materna	20,19	10.189	68,8%	29,34

Nel caso delle strutture sportive, invece, il riscaldamento pesa in modo inferiore rispetto all'elettricità: 5% (0,3 tCO_2/anno) per il campo sportivo e il 36,6% (3,94 tCO_2/anno su 10,76 tCO_2/anno) per lo stadio. Si rileva però che in questi edifici sportivi, come in quelli nella zona della costa di Levante, il Comune ha scelto di alimentare gli impianti di riscaldamento con il diesel e seppur l'uso sia contenuto si tratta di uno dei vettori energetici a maggiori emissioni di CO_2.
Questa località non è caratterizzata da grandi assi stradali con importanti impianti di illuminazione (TAV.F7 e TAV.F8). Infatti, la maggior parte delle strade ha valori di emissione associati all'illuminazione inferiori alle 10 tCO_2/anno. Fanno eccezione solo due vie, corso Risorgimento e strada San Giorgio che raggiungono rispettivamente 11 e 18 tCO_2/anno.

7.3.2 Settore agricolo

Il settore agricolo nel comune di Caorle riveste un ruolo predominante sull'uso del territorio, motivo per cui si è scelto di inserirlo nella mappatura energetica territoriale. I risultati vengono presentati in modo unitario per tutto il territorio. Si ritiene, infatti, che in questo caso sia più utile considerare le emissioni sulla complessità del territorio e che non sia necessario suddividerlo in diverse aree d'indagine.
Nella TAV.AG1 sono rappresentati, con le tonalità del verde, le emissioni di CO_2 stimate per ciascun appezzamento di terreno.
Sono stati considerati, sulla base del DBCS della Regione Veneto all'anno 2006, 1.034 campi per un totale di 12.507 ha ad uso agricolo. Della totalità degli ettari si sono stimate le emissioni di 10.662 ha, poiché nel caso di terreni incolti, a riposo o coperture erbose e prati è stato considerato un valore di emissione pari a zero.
Il valore più elevato è pari a 1.542 tCO_2/anno relativo a un appezzamento coltivato a mais delle dimensioni di 551 ha, mentre il valore più basso è di 0,26 tCO_2/anno per un vigneto di 0,29 ha.
Solo l'1% dei casi ha dimensioni maggiori di 100 ha, il 29,8% è compreso tra 10 e 100 ha ma, la maggior parte degli appezzamenti (69,1%) non raggiunge i 10 ha.
Il territorio agricolo di Caorle presenta diverse forme colturali comprese tra prodotti cereagricoli, frutteti e vigne, oltre a zone destina a prato o in riposo.
Nella TAV.AG2 sono rappresentate con diverse colorazioni le tipologie d'uso del suolo considerate.

Tabella 7.11: Uso del suolo nel comune di Caorle

Tipologia di uso del suolo	Numero	ha/campo	% ha sul totale	tCO_2/anno	% tCO_2/anno
Altre colture permanenti	92	285,96	2,29%	0,00	0,00%
Arboricoltura da legno	1	4,68	0,04%	0,00	0,00%
Barbabietola	112	1.491,26	11,92%	2.237,17	10,81%
Cereali	89	1.574,07	12,59%	2.675,97	12,93%
Foraggere	21	197,83	1,58%	158,28	0,76%
Frutteti	25	231,30	1,85%	0,00	0,00%
Girasole	4	62,35	0,50%	93,54	0,45%
Mais	179	4.558,54	36,45%	12.763,89	61,67%
Orticole	11	12,00	0,10%	26,40	0,13%
Pioppeti	1	1,6	0,01%	0,00	0,00%
Sistemi colturali e particellari complessi	2	9,58	0,08%	0	0,00%
Soia	161	2.533,97	20,26%	2.533,97	12,24%
Prati/copertura erbacea	96	652,48	5,22%	0	0,00%
Superfici a riposo	133	478,57	3,83%	0,00	0,00%
Terre arabili	42	180,50	1,44%	0	0,00%
Vigneti	64	230,52	1,84%	207,51	1,00%
Vivai	1	1,85	0,01%	1,57	0,01%
TOTALE	1.034,00	12.507,06	100,00%	20.698,30	100,00%

In tabella 7.11 sono riportate alcune informazioni relative alle colture presenti sul territorio. Nello specifico si può vedere che più del 50% dei terreni è coltivato a mais (36,45%) e a soia (20,26%), seguito da altre colture di cereali e barbabietola.
Il mais è inoltre, secondo le fonti bibliografiche considerate, la coltura agricola per la quale sia ha un consumo energetico maggiore rispetto le altre, con un valore di emissioni pari a 2,8 tCO_2/ettaro.
Infatti, la coltura di mais contribuisce per più del 60% sul totale delle emissioni agricole considerate.
La diffusione delle colture sul territorio può essere confrontata con i valori regionali e provinciali (tabella 7.12). Caorle è in linea con gli usi del suolo della provincia di Venezia e del Veneto, dove infatti predominano i cereali (tra cui mais e frumento) seguiti dalle colture industriali, in cui è inclusa la soia.
L'unica differenza può essere legata alla barbabietola che nel comune di Caorle sembra avere una produzione percentuale più elevata che nel resto del Veneto.

Tabella 7.12: Superficie Agricola Utilizzata nella provincia di Venezia e in Veneto (ISTAT, 2010)

	VENEZIA		VENETO	
TIPO COLTIVAZIONE	Superficie (ha)	Superficie % ha	Superficie (ha)	Superficie % ha
Cereali	65.691	54,45%	388.591	45,11%
Legumi secchi	11	0,01%	784	0,09%
Piante da tubero	104	0,09%	3.938	0,46%
Ortaggi	5.907	4,90%	28.787	3,34%
Coltivazioni Industriali	29.963	24,84%	104.682	12,15%
Frutta fresca	1.013	0,84%	24.476	2,84%
Vite	7.111	5,89%	75.036	8,71%
Vino				
Olivo		0,00%	4.872	0,57%
Olio da pressione		0,00%		
Erbai	7.062	5,85%	53.000	6,15%
Prati Avvicendati	1.162	0,96%	31.170	3,62%
Prati	863	0,72%	88.203	10,24%
Pascoli	376	0,31%	54.016	6,27%
Ortaggi in Serra	1.384,68	1,15%	3.956,14	0,46%
TOTALE	120.647,68	100,00%	861.511,14	100,00%

7.3.3 Distribuzione spaziale

Nelle TAV.PRGC e TAV.INT sono rappresentati i risultati dell'elaborazione spaziale dei dati discreti raccolti.
Nello specifico la TAV.PRGC rappresenta le emissioni complessive nella zonizzazione individuata con il PRGC. Si tratta di porzioni omogenee del territorio comunale distinte in base alla destinazione d'uso o i parametri di tutela ambientale. L'associazione dei valori di emissione ai lotti catastali evidenzia quelle porzioni di territorio in cui sono presenti i valori maggiori di emissione. Si tratta di zone agricole al centro del territorio comunale dove prevalgono colture intensive a mais o cereali in genere. Per quanto riguarda invece il litorale, si nota come i lotti a concentrazione maggiore siano quelli legati alle zone del Porto Santa Margherita e di Duna Verde.
Tale elaborazione presenta però alcune criticità: dal confronto con la TAV.AG1 e TAV.AG2 emerge come non vi sia piena corrispondenza tra gli appezzamenti agricoli individuati da DBCS e quelli del PRGC. Questa incertezza comporta la "falsificazione" di alcuni valori sulla mappa: certi appezzamenti agricoli del DBCS sono suddivisi in porzioni più piccole nel PRGC e solo in alcune di queste ricade il punto di emissione, lasciando alcuni appezzamenti con valore pari a zero.
Un altro problema è legato al fatto che tale rappresentazione non considera le dimensioni a cui si associano i valori. A prima vista, infatti, il settore agricolo sembra il più energivoro, mentre la zona del litorale visivamente perde di importanza passando in secondo piano. In altre parole non si tiene conto del fatto che alti valori di emissione sono distribuiti su porzioni territoriali molto più ampie nell'ambito agricolo rispetto a quello edilizio.
Nella TAV.INT1 è presentato il risultato dell'interpolazione spaziale dei punti di emissione in file vettoriale. L'immagine mette in luce picchi di maggiore di consumo (colore rosso) nella zona del litorale e dei punti nelle zone agricole centrali del territorio di Caorle, in corrispondenza dei colori più scuri della TAV.AG1.
In TAV.INT2 sono rappresentate le finestre per ciascuna area d'indagine da cui si evince che i picchi di consumo sono concentrati nelle aree di Porto Santa Margherita, in particolare nella parte più a ovest dove risiedono i villaggi turistici, e nella zona di Duna Verde, dove è presente il campeggio.
Sebbene in questa mappa, rispetto a quella su base PRGC, sia di più facile comprensione la distribuzione dei picchi di consumo, non mancano alcune criticità. Nello specifico il modello di interpolazione dei dati associa dei valori, seppur minimi, alle aree in cui non sono presenti consumi, come la zona lagunare (Laguna di Caorle- zona Brussa). Tale problema può essere visivamente risolto con la sovrapposizione di un retino alle aree in cui non sono associati consumi, ma ciò non evita in ogni caso il risultato matematico del modello d'interpolazione che resta invariato.

7.3.4 Considerazioni

I risultati della mappatura energetica per quando riguarda il settore edilizio e l'illuminazione pubblica sono riassunti nella tabella 7.13. Delle sei aree individuate si può vedere come le zone più a ovest, Duna Verde e Porto Santa Margherita, siano caratterizzate da picchi di emissione e consumi maggiori rispetto il resto del territorio. Tali valori sono la risultante della somma dei singoli consumi delle numerose utenze presenti in ciascuna delle strutture edificate della zona. In tutte le porzioni territoriali si è visto come i consumi elettrici siano la causa principale delle emissioni complessive.

Gli edifici di proprietà comunale sono maggiormente presenti nelle zone centrali: Centro storico, Santa Margherita e Costa di Levante. Queste strutture influenzano solo sommariamente la totalità dei consumi del comune, i quali sono determinati principalmente dal peso dei consumi delle utenze residenziali. Si può vedere, però, come in numerosi edifici di gestione comunale e nello specifico in tutte le strutture scolastiche, o a esse connesse (palestre), i maggiori valori di emissione siano associati ai consumi termici. L'alimentazione di questi impianti è garantita dall'uso del metano, tranne che per le strutture sportive dove si utilizzano impianti a diesel. Pur avendo consumi limitati, tali impianti contribuiscono in modo significativo alle emissioni di CO_2 del settore comunale, dato l'elevato fattore di conversione del vettore energetico.

Il settore turistico, è stato approfondito solo in parte, poiché non si sono avuti valori specifici dei consumi di ciascun immobile e, almeno, aggregati per il settore (come nel caso delle utenze residenziali). Ad ogni modo si è potuta fare una stima dei consumi degli immobili per cui non si sono avuti dati e analizzare criticamente le strutture per cui si hanno valori reali. L'indagine mostra che tale categoria influenza principalmente la zona della Costa di Levante e di Santa Margherita.

I dati recuperati sono inferiori ai consumi medi presentati nel rapporto di ENEA, in qualsiasi zona considerata. La maggior parte delle strutture turistiche presenti, però, sono attive solo 8 mesi all'anno. Infatti, se i consumi misurati vengono rapportati a 12 mesi, sono più vicini a quelli medi contabilizzati da ENEA.

Il settore edilizio in tutte le sei aree è quello con il maggiore impatto sul totale delle emissioni di CO_2. Il numero di utenze considerate è molto elevato nelle aree di Santa Margherita, dove c'è un notevole tasso di urbanizzazione e nella zona di Porto Santa Margherita, in cui sono sorti numerosi condomini con un'alta densità abitativa. La differenziazione nell'uso delle abitazione è utile per capire quale comportamento prevale nella zona. Le percentuali di suddivisione delle utenze sono abbastanza costanti nelle diverse aree, ma fanno eccezione le zone di Porto Santa Margherita e Duna Verde, ove prevalgono le utenze ad uso estivo.

Infatti, queste abitazioni sono quelle che rispetto alle altre hanno un percentuale maggiore di abitazioni a minore emissioni di CO_2 a metro quadro. Questo è dovuto al fatto che la prevalenza di case a uso estivo riduce i valori di emissioni associate alla produzione di calore.

In generale sul territorio prevalgono case con valori di emissione contenuti tra le 50 e 15 $kgCO_2/m^2$ assimilabili alla categoria "casa moderna".

Infine, l'indagine sul settore agricolo ha messo in luce quali siano le colture più diffuse della zona, confermando quelle che sono le percentuali tipiche di tutto il Veneto. Per quanto riguarda le emissioni si può vedere che l'area nord-ovest del territorio comunale è quella con i valori più elevati, dovuti ad una attività agricola molto intensiva. Differentemente nella zona a est, di maggiore valore paesaggistico-ambientale, prevalgono appezzamenti lasciati a riposo o destinati a coperture erbose.

Tabella 7.13: Settore edilizio e illuminazione pubblica nelle sei aree d'indagine

7.3.4.1 I limiti dello studio

Questo lavoro può essere considerato come un progetto preliminare e come modus operandi per lo sviluppo di un'indagine più specifica e dettagliata sul territorio. Lo studio dovrebbe essere approfondito con la ricerca dei valori reali di tutte le strutture residenziali, mediante una campagna di indagine casa per casa dei consumi. In questo modo si eviterebbe di generalizzare la distribuzione dei consumi degli edifici residenziali e si potrebbe valutare caso per caso i consumi energetici in base alle caratteristiche strutturali-impiantistiche dell'edificato e alle abitudini familiari.
Allo stesso modo sarebbe necessario continuare la campagna di richiesta dati realizzata durante il periodo di stage nel comune di Caorle per tutte le strutture turistiche, individuandone i consumi, la tipologia di impianti installati e la presenza di elementi accessori quali piscina, ristoranti o altri servizi.
La mappatura può inoltre essere integrata con dati relativi al settore commerciale come bar, ristoranti e negozi e a quello navale.
Un progetto di questo tipo richiederà all'amministrazione disponibilità di tempo e risorse, oltre che la partecipazione di tutti i portatori di interesse che devono rendersi disponibili a fornire informazioni.
La trasparenza nel fornire dati è stata uno dei maggiori problemi nella realizzazione di questo studio. Molte delle strutture contattate, infatti, non si sono rese disponibili a procurare i dati richiesti poichè non obbligate o non interessate a partecipare al sondaggio. Inoltre, fatta eccezione per gli hotel gestiti da agenzie turistiche strutturate, molte attività alberghiere private hanno sollevato diverse difficoltà nel recupero dei dati.
Oltre alla contabilizzazione dei consumi, la mappatura potrebbe integrare i dati relativi alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Lo scopo potrebbe essere quello di realizzare dei bilanci in input e ouput energetici a livello spaziale sul territorio. Per fare questo è necessario recuperare le informazione relative alla localizzazione degli impianti solari fotovoltaici e termici. In questa fase di studio non è stato possibile realizzarlo poiché, pur disponendo del valore complessivo della potenza fotovoltaica del territorio, non si hanno informazioni circa il posizionamento degli impianti: il Comune non dispone di una banca dati e il GSE, a cui ci si è rivolti durante la fase di recupero dati, non ha fornito le informazioni specifiche, poichè dati sensibili.
La realizzazione di una mappatura di questo tipo, però, consentirebbe di visualizzare realmente quali sono le zone con i maggiori consumi energetici e pianificare opere di intervento localizzate. Si potrebbero organizzare azioni mirate di efficientamento energetico e di produzione energetica da fonti rinnovabili.
In questo modo, come avviene per gli ambiti territoriali definiti nel PAT, potrebbero essere creati dei distretti energetici locali per i quali siano fornite indicazioni specifiche dello stato energetico; così si può limitare l'accumulo di consumi in aree già compromesse e, in queste, definire profili d'azione che favoriscano la limitazione delle emissioni e la compensazione con altre forme di approvvigionamento energetico.

7.3.4.2 Possibili interventi e ruolo dell'amministrazione comunale

Il lavoro, sebbene possa essere sviluppato più approfonditamente in futuro, permette di fare alcune considerazioni su quelli che possono essere i settori d'intervento e sulle modalità d'azione nel comune di Caorle.
Gli interventi a livello tecnico che possono essere realizzati sulle abitazioni si muovono su due vie tra loro complementari: l'aumento dell'efficienza energetica e la produzione di energia da fonti rinnovabili.
Nel primo caso si può intervenire a livello costruttivo e impiantistico delle abitazioni.
Per quanto riguarda gli aspetti costruttivi l'edilizia sostenibile cerca di sfruttare la ventilazione, la luce naturale e minimizzare le perdite di energia. La disposizione degli spazi abitativi in modo adeguato consente di massimizzare il guadagno solare diretto, generare degli spazi cuscinetto e delle serre per sfruttare l'energia solare d'inverno, favorire la ventilazione naturale e usare l'aria esterna per raffreddare le strutture.
La progettazione delle nuove costruzioni deve essere volta a garantire un migliore comfort abitativo, anche grazie ad un adeguato posizionamento degli edifici e alla minimizzazione del rapporto superficie/volume degli stessi per limitare le dispersioni termiche.
Le abitazione possono essere costruite o ristrutturate con materiali che consentano la riduzione della perdita di calore. Si tratta di sistemi isolanti di varia natura: organici sintetici (come polistirene o poliuretano) o organici naturali (fibra di legno, cellulosa e sughero), inorganici naturali (argilla, perlite e vermiculite) o

inorganici sintetici (lana di vetro e lana di roccia). L'isolamento esterno delle strutture consente in inverno l'accumulo di calore diurno nelle pareti e il suo rilascio di notte quando l'impianto di riscaldamento è spento, oltre che la riduzione della dispersione del calore verso l'esterno durante il giorno. In questo modo si può risparmiare combustibile e ore di funzionamento degli impianti. Esso può essere realizzato in varie modalità, tra le quali la prevalente è la costituzione di un cappotto esterno alla casa, cioè uno strato attorno all'edificio che limita le dispersioni. Anche gli infissi e le vetrate possono essere realizzati in modo da consentire la mancata dispersione del calore in inverno e la filtrazione di diverse lunghezze d'onda o il riflesso della luce in estate per limitare gli apporti solari.

Oltre alla struttura dell'edificio, interventi di efficientamento possono riguardare le componenti impiantistiche. Tra questo si fa riferimento al sistema per la produzione di energia termica in termini di riscaldamento, raffrescamento o produzione di acqua calda sanitaria.

Tra le forme impiantistiche "innovative" si individua la caldaia a condensazione che ha un rendimento maggiore di quelle tradizionali. Sebbene il costo iniziale sia il 30-40% maggiore rispetto quelle tradizionali, il risparmio energetico annuale e la possibilità di usufruire del sistema di detrazioni fiscali, ne consente un veloce recupero in pochi anni. Un sistema di questo tipo potrebbe essere un investimento vantaggioso per le strutture scolastiche del comune di Caorle, nelle quali hanno un peso rilevante i consumi termici.

Altre forme di intervento sono relative all'utilizzo di elettrodomestici di alta classe energetica. Più del 35% dei consumi familiari è dovuto all'uso del frigorifero, della lavatrice e della lavastoviglie. Le prestazioni energetiche degli elettrodomestici sono aumentate del 40% negli ultimi 20 anni anche grazie al sistema di etichettatura energetica che ha spinto il mercato ad agire in questo senso (Energy Strategy Group, 2011). Anche in questo caso gli elettrodomestici di classe superiore necessitano di un investimento iniziale maggiore, ma consentono un risparmio economico e energetico nei successivi anni.

La seconda compente di intervento tecnico nel settore dell'edilizia riguarda la produzione energetica da fonti rinnovabili.

La produzione di energia consente la progressiva riduzione della dipendenza dall'approvvigionamento esterno. Nel campo residenziale si fa riferimento a impianti di produzione che possano sfruttare le risorse ambientali locali, che si integrino nelle strutture edilizie e favoriscano la produzione energetica in quantità pari ai consumi domestici.

Le fonti energetiche che meglio si prestano per questa tipologia di impianti sono l'energia solare e quella minieolica. La realizzazione di impianti fotovoltaici oggi non è più favorita da incentivi nazionali, ma è stimolata da un progressivo abbassamento dei costi di installazione degli impianti e della possibilità di usufruire del sistema di detrazioni fiscali, oltre che dal risparmio dell'acquisto di energia elettrica.

Al contrario per gli impianti minieolici sono presenti incentivi (D.M. 6 luglio 2012) che ne favoriscono la realizzazione. I problemi maggiori rispetto al fotovoltaico sono legati alla necessità di spazi idonei per la realizzazione delle strutture eoliche, diversamente dai pannelli che possono essere facilmente integrati nelle coperture delle case. Per quanto riguarda l'energia termica si possono installare collettori solari oppure caldaie a biomassa, alimentate a legna, cippato o pellets.

Il ruolo dell'amministrazione comunale nello specifico può compiersi nelle forme della regolamentazione, pianificazione e educazione dei cittadini, poiché il Comune può intervenire direttamente solo nelle sue proprietà. Nelle strutture private può agire mediante incentivi alla realizzazione di opere di efficientamento, che, data la mancanza di risorse economiche, si traduce, come abbiamo visto tra le azioni del PAES, in forme d'aiuto simboliche e solo per poche famiglie. Per sopperire a tale deficit il Comune può agire nei termini della definizione di standard più elevati rispetto alla normativa nazionale dei consumi energetici. Nel regolamento edilizio comunale si incoraggia la realizzazione di nuove costruzioni ad alta efficienza energetica, mediante la riduzione delle imposte sugli immobili. Se si vogliono effettivamente limitare i consumi energetici sul proprio territorio è necessario che le azioni comunali siano più vincolanti per i privati e che non riguardino la sola realizzazione di nuove attività, ma agiscano sul patrimonio esistente. Il dare specifiche indicazioni e vincolare i propri cittadini a un consumo responsabile delle risorse energetiche e ad alcune forme pratiche di intervento come possono essere l'installazione di valvole termostatiche nei collettori solari, la realizzazione di impianti fotovoltaici o il raggiungimento di un certo standard di efficienza energetica in ciascuna casa, deve essere accompagnato da forme di educazione e informazione. In questo senso potrebbe essere utile la realizzazione

di uno "Sportello Energia" disponibile per il pubblico a fornire tutte le informazioni relative alla normativa sugli incentivi e detrazioni fiscali per le opere edilizie e di produzione di energia da fonti rinnovabili.
Si può pensare di indirizzare in modo specifico la regolamentazione edilizia, considerando che buona parte del patrimonio residenziale è destinato a casa per le vacanze per le quali i proprietari possono godere di un rientro economico grazie alla locazione. In questo settore, più che in quello abitativo annuale, si può spingere allo sfruttamento dell'energia solare dei mesi più caldi per la produzione di energia termica ed elettrica. Le abitazioni, poiché attive solo pochi mesi all'anno, avrebbero emissioni pari quasi a zero poiché compensate dall'installazione di pannelli solari che ricoprirebbero a pieno le necessità energetiche.
Una visione di questo tipo può essere realizzata solo se il Comune decide di intraprendere una pianificazione territoriale che tenga conto anche delle questioni energetiche, oltre a quelle ambientali, paesaggistiche e insediative.

Conclusioni

Lo studio delle politiche internazionali riguardo la lotta ai cambiamenti climatici ha messo in luce il ruolo chiave delle città. Poiché si stima che l'80% delle emissioni climalteranti abbia origine urbana, si immagina che proprio le città debbano essere le protagoniste del processo di riduzione delle emissioni e di mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici in atto e futuri. Gli stessi Paesi facenti parte del summit internazionale di Rio nel 1992 hanno sostenuto che le città fossero i soggetti al centro del processo di sviluppo sostenibile e di tutela ambientale: i governi locali sembrano quindi le figure incaricate delle azioni di lotta ai cambiamenti climatici e di organizzazione energetica locale. Infatti può intervenire localmente chi conosce le criticità locali e le risorse utilizzabili sul territorio.
In questo lavoro di tesi sono state presentate le caratteristiche del PAES, strumento europeo volontario che tutte le città firmatarie del Patto dei Sindaci devono redigere e attuare sul proprio territorio allo scopo di ridurre la concentrazione di gas serra a livello urbano.
I vantaggi del PAES sono riscontrabili nella capacità di definire alcune azioni concrete da sviluppare sul territorio e che consentano di portare a compimento la visione di un futuro più sostenibile per la propria città. Calare lo studio in una realtà territoriale, come quella di Caorle, ha permesso di individuare le diverse criticità che possono sorgere in ambito politico-decisionale, tecnico ed economico.
In primo luogo l'analisi delle azioni ha messo in luce come sul territorio di Caorle il raggiungimento dell'obiettivo del -20% di emissioni di CO_2 non sia il risultato di un processo di pianificazione territoriale. Concretamente, più del 70% della riduzione dei consumi è dovuta all'installazione di impianti a biogas sul territorio agricolo comunale. Infatti, se andassimo a sottrarre l'apporto degli impianti a biogas, il Comune non raggiungerebbe il 20% di diminuzione delle emissioni di CO_2 al 2020.
Tale evidenza fa riflettere su quanto il PAES sia stato effettivamente integrato dall'amministrazione locale nella gestione del settore energetico locale. Si evince che, almeno in questa prima fase, lo strumento è stato adottato superficialmente senza incidere sulla pianificazione urbana. I motivi di tale risultato sono diversi.
Si ritiene che l'organizzazione di un piano come il PAES necessiti di un supporto professionale e politico, in termini di governance, competenze e conoscenze specifiche. Spesso però all'interno dell'amministrazione locale mancano figure esperte nel settore energetico e nelle relazioni tra i consumi e gli effetti ambientali e le cause in materia di insediamento urbano, o capacità per far fronte alla mitigazione degli impatti dai cambiamenti climatici.
In secondo luogo le mancanze tecnico-decisionali sono aggravate dalle carenti risorse economiche locali che non consentono la diretta realizzazione di importanti interventi per la riduzione dei consumi.
Infine, l'aspetto più importante è stato messo in luce con l'analisi delle emissioni sul territorio: quasi il 90% delle emissioni è dovuto ad azioni private in termini di consumi residenziali e mobilità. Il settore privato è perciò quello in cui è necessario intervenire in misura maggiore, ma al tempo stesso in cui è più difficile agire in modo diretto da parte del governo locale.
Difficilmente gli utenti privati e i cittadini sviluppano di propria iniziativa interventi di efficientamento energetico, soprattutto perché questi richiedono un rilevante investimento economico iniziale. Per questo serve una guida pubblica locale che definisca un masterplan d'azione e che possa chiarire i vantaggi degli interventi, i tempi di ritorno economico degli investimenti e gli strumenti tecnici e normatavi disponibili.
Il piano potrà essere definito solo a seguito di un'accurata conoscenza della distribuzione dei consumi sul territorio, cosa che può essere fatta con la mappatura energetica territoriale. I primi risultati dell'indagine territoriale effettuata permettono di identificare alcuni ambiti d'intervento:

1) Patrimonio esistente

Le modifiche al regolamento edilizio comunale non devono riguardare solo le nuove costruzioni, che secondo le previsioni non saranno più di 700 per il 2020 in campo residenziale, ma agire sull'esistente. In primo luogo deve essere disciplinato il patrimonio edilizio residenziale, il più pregnante sul territorio di Caorle, e quindi quello turistico, come hotel e campeggi. Le operazioni dovrebbero essere indirizzate

soprattutto nelle aree del litorale a maggiore destinazione turistica, come Duna verde e Porto Santa Margherita, zone in cui i valori di emissione di CO_2 sono più elevati (>500 tCO_2/anno).

2) Tipologia di combustibili per la produzione di energia termica

Nel settore edilizio è opportuno limitare l'uso del vettore diesel per il riscaldamento, al fine di ridurre le emissioni di CO_2 al di sotto delle 3tCO_2/100 m^2 (valore di riferimento ENEA).

3) Mobilità urbana

Intervenire innanzitutto sul parco auto comunale ad esempio riducendo il numero di auto alimentate a diesel (33%) o a benzina (45%) e quindi sul resto del trasporto urbano con forme alternative alla circolazione tradizionale. Favorire l'uso di mezzi a basse emissioni anche mediante l'installazione di distributori di GPL e metano più vicini al centro storico.

4) Riscaldamento negli edifici pubblici

Attuare opere di efficientamento energetico del sistema di riscaldamento delle strutture pubbliche, come scuole e palestre. Sostituire l'uso del diesel per le strutture sportive e pensare all'uso di combustibili a minori emissioni.

5)Ridurre i consumi elettrici

I consumi elettrici sono quelli con il peso maggiore in ambito edilizio. Per quanto riguarda le strutture residenziali nelle sei aree di indagine tra il 30 e 60% delle case supera il valore ottimale di consumi elettrici definito dal CTCU.

6)Energia rinnovabile

Associare al processo di efficientamento energetico l'installazione di impianti a fonti rinnovabili che compensi la richiesta energetica locale. La pianificazione dovrebbe preferire la realizzazione di tanti impianti piccoli a uso domestico e la realizzatone di alcuni più grandi a supporto dei fabbisogni extra-domestici.

L'integrazione della variabile energetica nella pianificazione urbana può limitare i consumi sul territorio, ma richiede linee guida definite dall'amministrazione locale. Perché il piano possa svilupparsi in questo senso deve considerare l'eterogeneità dei settori d'azione e per questo essere il frutto di un'elaborazione partecipata. Come è accaduto in diverse città europee per la realizzazione di ecoquartieri, così dovrebbe avvenire nelle realtà comunali come quella di Caorle: l'organizzazione di un piano di direzione pubblica come risultato di competenze di diversi settori comunali (ambiente, edilizia, sociale) e con la partecipazione dei diretti interessati privati (cittadini, imprenditori, agricoltori, aziende per il trasporto pubblico).

Il piano quindi potrà essere integrato nella gestione e nello sviluppo futuro della città indirizzandovi in quest'ottica i consumi privati, maggiori responsabili delle emissioni.

Bibliografia

A.P.T. DELLA PROVINCIA DI VENEZIA, 2012. *Relazione: flussi turistici 2012 gennaio dicembre STL Caorle.*

AGENZIA CASACLIMA, 2013. Tratto da www.agenziacasaclima.it

BARILLA CENTER FOR FOOD NUTRITION, 2009. *Cambiamento climatico, agricoltura e alimentazione.* Barilla Center for food nutrition, Parma.

BERTOLDI, P., BORNÀS CAYUELA, D., MONNI, S., & PIERS DE RAVESCHOOT, R., 2010. *Come sviluppare un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile - PAES.*

BOLOGNA, G., 2008. *Manuale della sostenibilità.* Edizioni Ambiente, Milano.

BRUNDTLAND, G. H., 1987. *Our Common Future: the world commission on environment and development.* Oxford Univerdity Press, Oxford.

BRUNDTLAND, G., 1987. *Intervista a G.H. Brundtland.*

CAMERA DEI DEPUTATI, 2013. *Fonti rinnovabili - Strumenti di incentivazione-CIP6*. Tratto da www.camera.it.

CAMINITI, N., 2009. *Protocollo di Kyoto: a che punto siamo?* (ENEA, Intervistatore)

CARLOTTI, F., 2013, Gennaio. *Mercato UE dell'energia? C'è ancora tanto da fare.* Elementi.

CARLUCCI, R., 2000. *Sistemi Informativi Geografici. Introduzione e note preliminari.* Roma.

CARRARO, C., 2008. *Cambiamenti climatici e strategie d'adattamento in Italia.* il Mulino.

CENTRO TUTELA CONSUMATORI UTENTI - CTCU, 2013. Tratto da www.centroconsumatori.it

COMUNE DI BOLOGNA, 2007. *Programma energetico comunale. Atlante dell'energia.*

COMUNE DI CAORLE, 2013. *Città di Caorle-Portale cittadino del comune di Caorle.* Tratto da www.comune.caorle.ve.it

CONSORZIO ITALIANO BIOGAS, 2012. *Il biogas che fa bene al paese.* QualEnergia.

CRIST, P., 2012. *Electric vehicles Revisited - Costs, Subsides and Prospects.*

CROCE, A., 2008. *Una strategia politica della mobilità.*

CRPA, 2013. *Emissioni in Atmosfera. L'impronta che non si vede. Conoscere per Competere.*

DINI, F., 2006. *Sostenibilità come opzione geografica e strategia politica.* In M. Mossello, *La sostenibilità dello sviluppo locale.* Pàtron Editore, Bologna.

DITTRICH, M., GILIUM, S., LUTTER, S., & POLZIN, C., 2012. *Green economies around the world? Implications of resources use for development ant enviroment.* Sustainable Europe Reserche Institute (SERI).

DOCCIOLI, P., 2006. Imprese territorio e ambiente alla ricerca di una sintesi fra sviluppo e sostenibilità. In M. Mossello, *La sostenibilità dello sviluppo locale.* Pàtron Editore, Bologna.

EAMBIENTE, 2013. *Studio di impatto viabilistico.*

EAMBIENTE, 2013. *Studio preliminare ambientale.*

ENEA, 2002. *Il turismo sostenibile, obiettivi, principi e principali esperienze in atto.*

ENEA, 2007. *Dall'ecobuilding al distretto energetico: la proposta di ENEA per un modello di sviluppo fondato su ecoedifici e generazione distribuita.*

ENEA, 2009. *Caratterizzazione energetica del settore alberghiero in Italia.*

ENEA, 2011. *L'efficienza energetica nel settore agricoltura.*

ENEA, 2011. *Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente.*

ENEA, 2013. *Rapporto annuale efficienza energetica.* ENEA, Roma.

ENEL, 2013. *Pisa: l'auto elettrica prende velocità con Enel.* Tratto da www.enel.it.

ENERGY STRATEGY GROUP, 2011. *L'efficienza energetica in Italia: modelli di business, soluzioni tecnologiche, vincoli e opportunità di sviluppo.*

ENERGY STRATEGY GROUP, 2012. *Energy Efficiency Report. Efficienza energerica in impresa: soluzioni tecnologiche, fattibilità economica e potenziale di mercato.* Politecnico di Milano.

EUROBSERV'ER, 2012. *The state of renewable energies in Europe.* Observ'ER, Parigi.

EUROPEAN COMMISION, 2012. *Dati per il futuro: 20 anni di sviluppo sostenibile in Europa?.* Eurostat.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, 2010. *Energy efficiency and energy consumption.* Tratto da www.eea.europa.eu.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, 2013. *Greenhouse gas - data Viewer.* Tratto da www.eea.europa.eu.

FEDERBIO, COOP & LCENGINEERIN, 2011. *Analisi comparativa tra gli impatti ambientali derivanti da agricoltura biologica e convenzionale.*

FORTUNATI, F., & RANZONI, A., 2010. *Risparmio energetico e fonti rinnovabili.* Il Sole 24 Ore.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2013. Tratto da www.footprintnetwork.org.

GREENSTYLE, 2013. *Auto elettriche: 55 colonnine pubbliche di ricarica a Bari.* Tratto da www.greenstyle.it

GSE, 2011. *Rapporto statistico 2011.*

GSE, 2013. *Impianti a fonti rinnovabili in Italia: Prima stima 2012.*

IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report.*

ISTAT, 2010. *Censimento Generale dell'Agricoltura.*

LAMEDICA, C., 2012. *La sostenibilità ambientale dal progetto edilizio al piano urbano: l'integrazione della variabile energetica nella pianificazione del territorio.* Università di Bologna.

LANZA, A., 2006. *Lo sviluppo sostenibile.* il Mulino, Bologna.

LONGHI, G., 2004, Marzo-Aprile. *Le tre ondate del progetto sostenibile, fra retorica e scienza.* Paramatri (250).

M.P.T., 2013, Aprile-Luglio. *20 milioni di posti di lavoro.* Elementi (28).

MAZZONCINI, M., 2012. *Tecniche di coltivazione ed emissioni di CO_2.*

MINERVA, N., GIOVANARDI, R., & SANDONÀ, M., 2009. *La sostenibilità ambientale della barbabietola da zucchero: prime riflessioni.*

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, 2013. *Sviluppo Sostenibile.* Tratto da www.minambiente.it.

MINISTERO DELL'AMBIENTE, 2013. *Conferenza Rio+20: una sfida importante. Rafforzare e rinnovare l'impegno politico per lo sviluppo sostenibile globale.* Tratto da www.minambiente.it.

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2012. *D.M. 06/07/2012. Attuazione dell'articolo 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici.*

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2012. *D.M. 28/12/2012. Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni" ("Conto Termico").*

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2012. *Strategia energetica nazionale: per un'energia più competitiva e sostenibile.*

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, 2013. *Contributi per veicoli a Basse Emissioni Complessive (BEC).* Tratto da www.bec.mise.gov.it.

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE E MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, 2013. *Guida 2013 al risparmio di carburanti e alle emissioni di CO_2 delle auto.*

NAZIONI UNITE, 1972. *Dichiarazione delle Nazioni Unite sull'ambiente umano*. Stoccolma.

NAZIONI UNITE, 1997. *Protocollo di Kyoto.*

NAZIONI UNITE, 2002. *Dichiarazione di Johannesburg.*

OLIVIER, J., JANSSENS-MAENHOUT, G., & PETERS, J., 2012. *Trends in global CO_2 emissions.* PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Institute for Environment and Sustainability (IES) of the European Commission's Joint Research Centre (JRC).

OSGEO, 2013. *Quantum GIS*. Tratto da www.qgis.org.

PAGLIARI, M. P., 2009. *Politiche di sviluppo locale.* Corocci editore, Roma.

PARLAMENTO ITALIANO, 1999. *D.lgs. 79/99. Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.*

PARLAMENTO ITALIANO, 2003. *D.lgs. 387/03. Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.*

PARLAMENTO ITALIANO, 2006. *D.lgs 4 aprile 2006, n. 216. Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE, Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunita', con riferimento ai meccanismi di progetto del Protocollo di Kyoto.*

PARLAMENTO ITALIANO, 2008. *Decreto legislativo 29 marzo 2010 n. 56. Modifiche ed integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115, recante attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazioni della direttiva 93/76/CEE.*

PARLAMENTO ITALIANO, 2011. *D.lgs n. 28 del 3 marzo 2011. Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.*

PARLAMENTO ITALIANO, 2013. *Decreto Legge n.63/2013, Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonchè altre disposizioni in materia di coesione sociale.*

PEDIBUS ARENZANO, 2013. *Il pedibus in Italia e all'Estero.* Tratto da www.pedibusarenzano.it.

PIEDIBUS.IT., 2013. *Piedibus, Istruzioni per l'uso.* Tratto da www.piedibus.it.

POPULATION REFERENCE BUREAU, 2012. *2012 World Population data sheet.*

PROTECO, 2004. *Rapporto Ambientale P.A.T.* .

PROTECO, 2004. *Relazione Agronomica P.A.T.* .

PROTECO, 2013. *Relazione Tecnica P.A.T.* .

PROVINCIA DI VENEZIA, 2013. *Il Patto dei Sindaci.* Tratto da Provincia di Venezia: www.politicheambientali.provincia.venezia.it.

R3 GIS S.R.L., 2012. *Manuale d'uso R3 EcoGIS*.

RANDELLI, F., 2006. Le scelte di sostenibilità fra to-down e bottom-up. In M. Mossello, *La sostenibilità dello sviluppo locale.* Pàtron Editore, Bologna.

REGIONE VENETO, 2011. *Legge regionale n.13 del 08/07/2011. Intervento regionale a sostegno del settore edilizio e per favorire l'utilizzo dell'edilizia sostenibile e modifiche alla Legge regionale 12 luglio 2007, n. 16 in materia di barriere architettoniche.*

ROMEI, P., 2006. La città sostenibile. In M. Tinacci Mossello, *La sostenibilità dello sviluppo locale.* Pàtron Editore, Bologna.

STIGLITZ, J, 1998. *Verso un nuovo paradigma per lo sviluppo: strategie, politiche e processi.* The World Bank Group, Ginevra.

THE WALL STREET JOURNAL, 2012. No Need to Panic About Global Warming. There's no compelling scientific argument for drastic action to 'decarbonize' the world's economy. *The Wall Street Journal* .

TRECCANI ENCICLOPEDIA ITALIANA. Lo sviluppo sostenibile. In T. E. Italiana.

UNDP, 2011. *Human Development Report 2011.*

UNFCC, 2009. *Copenhagen Climate Change Conference - December 2009*. Tratto da www.unfcc.int.

UNFPA, 2012. *The World at Seven Billion.*

UNIONE EUROPEA, 1992. Trattato di Maastricht.

UNIONE EUROPEA, 1996. *Direttiva 96/92/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 dicembre 1996 concernente norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.*

UNIONE EUROPEA, 1997. Trattato di Amsterdam.

UNIONE EUROPEA, 2003. *Direttiva 2003/87/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 ottobre 2003, che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio.*

UNIONE EUROPEA, 2006. *Decisione 2006/944/CE della Commissione Europea recante determinazione dei livelli di emissione rispettivamente assegnati alla Comunità e a ciascuno degli Stati membri nell'ambito del protocollo di Kyoto ai sensi della decisione 2002/358/CE del Consiglio.*

UNIONE EUROPEA, 2006. *Direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio.*

UNIONE EUROPEA, 2009. *Direttiva 2009/29/CE che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra.*

UNIONE EUROPEA, 2010. *Direttiva europea 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia.*

UNIONE EUROPEA, 2011. *Direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.*

UNIONE EUROPEA, 2012. *Conferenza di Doha sui cambiamenti climatici: un piccolo passo verso un accordo globale sul clima nel 2015.*

UNIONE EUROPEA, 2012. *Convennant of Mayors.*

UNIONE EUROPEA, 2013. *Eurostat*. Tratto da http://epp.eurostat.ec.europa.eu.

UNIONE EUROPEA, 2013. *Patto dei Sindaci*. Tratto da http://www.pattodeisindaci.eu/index_it.html

UNIONE EUROPEA, Comitato delle Regioni, 2012. *La Conferenza Rio+20 ribadisce il ruolo di città e regioni per il futuro dello sviluppo sostenibile*. Tratto da www.europa.eu

UNIONE EUROPEA, 2009. *Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*.

UNIONE EUROPEA, Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, 2007. *Sviluppo sostenibile e processi di partecipazione*. Roma: ISFOL.

UNITED NATIONS, 2012. *The futere we want*. RIO +20 United Nations Conference on Sustainable Development, Rio de Janeiro, Brazil.

VARANI, N., & PRIMI, A., 2012. *Politiche per l'ambiente*. Libreriauniversitaria, Padova

VENETO AGRICOLTURA, 2013. *Vallevecchia, il Progetto*. Tratto da www.vallevecchia.it.

VERONES, S., & ZANON, B., 2012. *Energia e pianificazione urbanistica. Verso un'integrazione delle politiche urbane*. Milano.

WWF, 2012. *Living Planet, Report 2012*.

ALLEGATI

Allegato 1: Fattori di conversione energetici utilizzati nell'IBE

Allegato 2: IBE 2005 comune di Caorle

Allegato 3: IBE 2010 comune di Caorle