Comune di
VOGHERA

PAESC

PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA

Patto dei Sindaci
per il Clima e l'Energia

AzzeroCO2

REVISIONE	DATA EMISSIONE	MODIFICHE	REDATTO DA	VERIFICATO DA	AUTORIZZATO PER L'EMISSIONE
0	10/04/2018	Prima emissione	LS	IRA	AC
1	11/05/2018	Seconda emissione	LS	IRA	AC
2	28/05/2018	Terza emissione	LS	IRA	AC

Progetto PAESC – Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima del comune di Voghera

Ente	Comune di Voghera
Organo di approvazione	Consiglio comunale
Documento e attività a cura di:	AzzeroCO_2 S.r.l.

INDICE GENERALE

Il Patto dei Sindaci ***1***

Inquadramento normativo ***3***

Contesto internazionale **3**
Contesto europeo **4**
Contesto nazionale **5**
Decreto "Burden Sharing" 5
Strategia Energetica Nazionale 2013 6
Piano d'Azione italiano per l'Efficienza Energetica 2014 7
Strategia Energetica Nazionale 2017 9

Sezione A. INQUADRAMENTO GENERALE ***11***

Inquadramento territoriale **11**
La provincia di Pavia 11
Il comune di Voghera 12
Uso del suolo 14
Sistema agricolo 16
Sistema infrastrutturale 19
Demografia 21
Tessuto economico 24
Flussi turistici 27
Potenzialità e Impianti FER **29**
Ventosità e producibilità 29
Fotovoltaico 30
Analisi delle biomasse 32
Considerazioni sul contesto comunale **35**

Sezione B. INVENTARIO DELLE EMISSIONI ***36***

Metodologia di calcolo generale **36**
Fonti utilizzate **39**
Inventario Base delle Emissioni al 2005 - risultati **40**
Consumi ed emissioni finali 40
Analisi dell'IBE per settore 44
Settore pubblico – edifici/servizi comunali 44
Settore pubblico – illuminazione stradale 46
Civile residenziale 49
Civile terziario 53
Mobilità pubblica – flotta comunale 54
Mobilità pubblica – trasporto pubblico 56
Mobilità privata 57

Sezione C. Strategia al 2030 e azioni di mitigazione ***60***

Processo di pianificazione 60
Azioni settore pubblico 63
Azioni settore civile residenziale e terziario 68
Azioni trasporti 76
Azioni produzione locale di energia elettrica e calore 85
Riepilogo delle azioni di mitigazione 91
Sezione D. Adattamento ai cambiamenti climatici *93*

Strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici 93
Strategia nazionale 94
Contesto regionale 94
Analisi climatiche locali e scenari futuri 96
Analisi delle temperature e delle precipitazioni 96
Analisi climatica delle osservazioni 98
Analisi climatica delle anomalie 104
Rischi e vulnerabilità 107
Alluvioni 107
Frane 109
Ondate di calore 110
Possibili azioni di adattamento 111
Riferimenti capitolo "Analisi climatiche locali e scenari futuri" 113

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – OBIETTIVO DI DECARBONIZZAZIONE DEL SISTEMA ENERGETICO (FONTE: SEN 2017). 9
FIGURA 2 – OBIETTIVO DI RIDUZIONE DEI CONSUMI FINALI (FONTE: SEN 2017). 9
FIGURA 3 – OBIETTIVO DI AUMENTO DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI (FONTE: SEN 2017). 10
FIGURA 4 – OBIETTIVO DI DIMINUZIONE DELLA DIPENDENZA ENERGETICA DALL'ESTERO (FONTE: SEN 2017). 10
FIGURA 5 - LIMITI AMMINISTRATIVI PROVINCIALI E COMUNALI (ELABORAZIONI DI AZZEROCO2 SU CARTOGRAFIA ISTAT). 11
FIGURA 6 – VOGHERA: COMUNI CONFINANTI (ELABORAZIONI DI AZZEROCO2 SU CARTOGRAFIA ISTAT). 12
FIGURA 7 – ORTOFOTO DEL TERRITORIO COMUNALE 13
FIGURA 8 – CARTA DELL'USO DEL SUOLO 14
FIGURA 9 – CARTA DELL'USO AGRICOLO DEL SUOLO 17
FIGURA 10 – ORTOFOTO DEL TERRITORIO COMUNALE 19
FIGURA 11 – SISTEMA AUTOSTRADALE NELL'AMBITO DI VOGHERA. 20
FIGURA 12 – STAZIONE FERROVIARIA DI VOGHERA. 20
FIGURA 13 - MAPPA DEL VENTO DEL COMUNE DI VOGHERA A 25 M DI ALTEZZA (FONTE: ATLANTE EOLICO RSE). 29
FIGURA 14 – PRODUCIBILITÀ SPECIFICA DEL COMUNE DI VOGHERA A 25 M DI ALTEZZA (FONTE: ATLANTE EOLICO RSE). 29
FIGURA 15 – IMPIANTI FOTOVOLTAICI PRESENTI SUL TERRITORIO COMUNALE DI VOGHERA (FONTE: ATLASOLE GSE). 30
FIGURA 16 - DIAGRAMMA DECISIONALE PER INCLUDERE LA PRODUZIONE LOCALE DI ELETTRICITÀ (FONTE: LINEE GUIDA JRC). 38
FIGURA 17 - VISTA CORPI ILLUMINANTI STRADALI IN VIA ANTONIO MEUCCI E VIA GIACOMO MATTEOTTI 46
FIGURA 18 - VISTA CORPI ILLUMINANTI IN VIA F.LLI ROSSELLI E NEL CENTRO STORICO 47
FIGURA 19 – OBIETTIVO DI RIDUZIONE FISSATO AL 2030. 61
FIGURA 20 – LOCANDINA DEL PROGETTO "METRO MINUTO VOGHERA". 77
FIGURA 21 – AREE PEDONALI, AREE CON DIVIETO DI CIRCOLAZIONE E Z.T.L. DEL COMUNE DI VOGHERA. 79
FIGURA 22 – PISTE CICLABILI SUL TERRITORIO COMUNALE E PROGRAMMATE NEL TRIENNIO 2018-2020. 81
FIGURA 23 – IMPIANTO FOTOVOLTAICO PALAOLTREPÒ DI VOGHERA (FONTE: GOOGLE MAPS). 85
FIGURA 24 – IMPIANTO FOTOVOLTAICO SCUOLA MEDIA VANONI (FONTE: GOOGLE MAPS). 86
FIGURA 25 – POTENZA CONNESSA PER FONTE NEL PRIMO BIMESTRE 2018 (FONTE: "OSSERVATORIO FER"). 87
FIGURA 26 – POTENZA CONNESSA E NUMERO DI IMPIANTI PER CLASSI DI POTENZA NEL PRIMO BIMESTRE 2018 (FONTE: "OSSERVATORIO FER"). 87
FIGURA 27: POSIZIONI DELLE STAZIONI METEO DISPONIBILI PER IL COMUNE DI VOGHERA. 97
FIGURA 28: CICLO STAGIONALE DI TEMPERATURA MINIMA E MASSIMA. L'AREA OMBREGGIATA INDICA LA DISPERSIONE RISPETTO AL 5° E AL 95° PERCENTILE DELLA DISTRIBUZIONE MENSILE SUL PERIODO DI RIFERIMENTO. 101
FIGURA 29: CICLO STAGIONALE DI PRECIPITAZIONE CUMULATA MENSILE. L'AREA OMBREGGIATA INDICA LA DISPERSIONE RISPETTO AL 5° E AL 95° PERCENTILE DELLA DISTRIBUZIONE MENSILE SUL PERIODO DI RIFERIMENTO. 102

FIGURA 30: SERIE TEMPORALE ANNUALE DELL'INDICATORE CDD PER LA STAZIONE IDROGRAFICA VOGHERA (SCIA). IN ROSSO LA LINEA DI TREND. _____104
FIGURA 31: ANOMALIE DEGLI INDICATORI DI TEMPERATURA PER I DUE SCENARI RCP4.5 E RCP8.5 E I TRE PERIODI FUTURI RISPETTO AL PERIODO DI RIFERIMENTO 1981-2010. _____106
FIGURA 32: ANOMALIE DEGLI INDICATORI DI PRECIPITAZIONE PER I DUE SCENARI RCP4.5 E RCP8.5 E I TRE PERIODI FUTURI RISPETTO AL PERIODO DI RIFERIMENTO 1981-2010. _____106
FIGURA 33 – PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI VOGHERA _____109
FIGURA 34 - FENOMENI FRANOSI NEL COMUNE DI VOGHERA (FONTE: PROGETTO IFFI). _____110

INDICE DEI GRAFICI

GRAFICO 1 - STIMA DEL CONTRIBUTO DELLE PRINCIPALI MISURE DI EFFICIENZA AL RAGGIUNGIMENTO DEL TARGET DI RISPARMIO IMPOSTO DALL'ARTICOLO 7 DELLA DIRETTIVA 2012/27/UE (MTEP DI ENERGIA FINALE) - FONTE: PAEE 2014. 8
GRAFICO 2 – USO DEL SUOLO DEL COMUNE DI VOGHERA. 15
GRAFICO 3 – DETTAGLIO DELLE TIPOLOGIE DI SUOLO URBANIZZATO (FONTE: VAS – PGT COMUNE DI VOGHERA). 15
GRAFICO 4 – SUPERFICIE AGRICOLA TOTALE (FONTE: 6° CENSIMENTO GENERALE DELL'AGRICOLTURA ISTAT). 16
GRAFICO 5. - SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA. (FONTE: 6° CENSIMENTO GENERALE DELL'AGRICOLTURA ISTAT). 16
GRAFICO 6 - SEMINATIVI (FONTE: 6° CENSIMENTO GENERALE DELL'AGRICOLTURA ISTAT). 18
GRAFICO 7 - COLTIVAZIONI LEGNOSE (FONTE: 6° CENSIMENTO GENERALE DELL'AGRICOLTURA ISTAT). 18
GRAFICO 8 - ANDAMENTO DEMOGRAFICO DEL COMUNE DI VOGHERA (FONTE: ISTAT). 21
GRAFICO 9 – ANDAMENTO DEL NUMERO DI FAMIGLIE A VOGHERA DAL 2005 AL 2016 22
GRAFICO 10 – ANDAMENTO DEL NUMERO MEDIO DI COMPONENTI PER FAMIGLIE A VOGHERA DAL 2005 AL 2016 (FONTE: ISTAT). 22
GRAFICO 11 – VARIAZIONE PERCENTUALE DELLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI VOGHERA, PROVINCIA E REGIONE (ISTAT). 22
GRAFICO 12 – ANALISI DELLA STRUTTURA PER ETÀ DELLA POPOLAZIONE DAL 2005 AL 2016 (FONTE: ISTAT). 23
GRAFICO 13 – NUMERO UNITÀ LOCALI DELLE IMPRESE E NUMERO DI ADDETTI DEL COMUNE DI VOGHERA (FONTE: ISTAT). 25
GRAFICO 14 - CONFRONTO ANNI 2001-2011 DEL NUMERO TOTALE DI UNITÀ LOCALI E DI ADDETTI 26
GRAFICO 15 – ARRIVI E PRESENZE TOTALI NEGLI ESERCIZI RICETTIVI IN PROVINCIA DI PAVIA 2010-2015 (ISTAT). 27
GRAFICO 16 – PROVINCIA DI PAVIA: ARRIVI E PRESENZE TURISTICHE PER TIPOLOGIA DI STRUTTURA ANNO 2015 (ISTAT). 27
GRAFICO 17 – MOVIMENTO CLIENTI NELLE STRUTTURE RICETTIVE DELLE PROVINCE LOMBARDE ANNO 2015 (ISTAT). 28
GRAFICO 18 - NUMERO DI ESERCIZI RICETTIVI PER TIPOLOGIA DI STRUTTURA NEL COMUNE DI VOGHERA 2015 (ISTAT). 28
GRAFICO 19 - NUMERO DI POSTI LETTO PER STRUTTURA RICETTIVA NEL COMUNE DI VOGHERA 2015 (ISTAT). 28
GRAFICO 20 – ANDAMENTO POTENZA COMPLESSIVA INSTALLATA 2007-2014 (FONTE: ATLASOLE GSE). 30
GRAFICO 21 –RIPARTIZIONE IMPIANTI FOTOVOLTAICI INSTALLATI PER POTENZA (FONTE: ATLASOLE GSE). 31
GRAFICO 22 – POTENZA COMPLESSIVAMENTE INSTALLATA PER CATEGORIA D'IMPIANTO (FONTE: ATLASOLE GSE). 31
GRAFICO 23 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE BIOMASSE FERMENTESCIBILI (FONTE A.I.D.A). 32
GRAFICO 24 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE DEIEZIONI PER TIPOLOGIA DI CAPO (FONTE A.I.D.A). 32
GRAFICO 25 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE DEIEZIONI (FONTE A.I.D.A). 32
GRAFICO 26 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEGLI SCARTI AGRICOLI (FONTE A.I.D.A). 33
GRAFICO 27 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEGLI SCARTI AGRICOLI (FONTE A.I.D.A). 33
GRAFICO 28 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE BIOMASSE DA LEGNO-FORESTA. (FONTE A.I.D.A). 33

GRAFICO 29 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE BIOMASSE DA COLTURE ENERGETICHE (FONTE A.I.D.A). 34
GRAFICO 30 – RIPARTIZIONE PERCENTUALE DEI CONSUMI DI ENERGIA TERMICA PER USI FINALI. 40
GRAFICO 31 - RIPARTIZIONE PERCENTUALE DEI CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA PER USI FINALI. 41
GRAFICO 32 - RIPARTIZIONE PERCENTUALE DEI CONSUMI. 41
GRAFICO 33 - RIPARTIZIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI PER USI FINALI. 42
GRAFICO 34 - RIPARTIZIONE PERCENTUALE DEI CONSUMI FINALI PER VETTORE ENERGETICO. 42
GRAFICO 35 – CONSUMI TOTALI PER VETTORE ENERGETICO. 42
GRAFICO 36 - RIPARTIZIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI FINALI PER VETTORE ENERGETICO. 43
GRAFICO 37 – EMISSIONI TOTALI PER VETTORE ENERGETICO. 43
GRAFICO 38 – RIPARTIZIONE PERCENTUALE DELLA TIPOLOGIA DI LAMPADE INSTALLATE. 46
GRAFICO 39 – ANDAMENTO DEI CONSUMI ELETTRICI DELLA PUBBLICA ILLUMINAZIONE TRA IL 2005 E IL 2016 47
GRAFICO 40 – CONSUMI TOTALI DEL SETTORE PUBBLICO PER VETTORE. 47
GRAFICO 41 – RIPARTIZIONE EMISSIONI TOTALI DI CO_2 DEL SETTORE PUBBLICO PER VETTORE. 48
GRAFICO 42 - EDIFICI SUDDIVISI PER EPOCA DI COSTRUZIONE (FONTE: ISTAT - CENSIMENTO DELLA POPOLAZIONE 2011). 49
GRAFICO 43 - DISTRIBUZIONE DEGLI EDIFICI IN BASE AL NUMERO DI PIANI FUORI TERRA 50
GRAFICO 44 - DISTRIBUZIONE DEGLI EDIFICI PER TIPO DI LOCALITÀ ABITATA (ISTAT 2011). 50
GRAFICO 45 - DISTRIBUZIONE DEGLI EDIFICI PER TIPO DI LOCALITÀ ABITATA (ISTAT 2011). 51
GRAFICO 46 – CONSUMI TOTALI DEL SETTORE RESIDENZIALE PER VETTORE. 52
GRAFICO 47 – RIPARTIZIONE EMISSIONI TOTALI DI CO_2 DEL SETTORE RESIDENZIALE PER VETTORE. 52
GRAFICO 48 - CONSUMI TOTALI DEL SETTORE TERZIARIO PER VETTORE. 53
GRAFICO 49 - RIPARTIZIONE EMISSIONI TOTALI DI CO_2 DEL SETTORE TERZIARIO PER VETTORE. 53
GRAFICO 50 – ALIMENTAZIONE PARCO VEICOLARE COMUNALE. 54
GRAFICO 51 - CONSUMI TOTALI DELLA FLOTTA MUNICIPALE PER VETTORE. 55
GRAFICO 52 - RIPARTIZIONE EMISSIONI TOTALI DI CO_2 DEL SETTORE MOBILITÀ PUBBLICA PER VETTORE. 55
GRAFICO 53 - CONSUMI TOTALI DEL TRASPORTO PUBBLICO PER VETTORE. 56
GRAFICO 54 – RIPARTIZIONE PERCENTUALE UNITÀ DEL PARCO VEICOLARE DI VOGHERA NEL 2005 (FONTE: ACI). 57
GRAFICO 55 – ANDAMENTO NUMERO AUTOVETTURE 2005 - 2015 (FONTE: ACI). 58
GRAFICO 56 - DISTRIBUZIONE DELLE AUTOVETTURE PER CATEGORIA EMISSIVA 2007-2015 (FONTE: ACI). 58
GRAFICO 57 - CONSUMI TOTALI DEL SETTORE MOBILITÀ PRIVATA PER VETTORE. 59
GRAFICO 58 - RIPARTIZIONE EMISSIONI TOTALI DI CO_2 DEL SETTORE MOBILITÀ PRIVATA PER VETTORE. 59
GRAFICO 59 - OBBLIGO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI AL 2030. 60
GRAFICO 60 – DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI PER SETTORE. 62
GRAFICO 61 – TIPOLOGIA LAMPADE EX POST INTERVENTO. 65

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 - RISPARMI ANNUALI CONSEGUITI NEL PERIODO 2011-2012 E ATTESI AL 2020 SECONDO LA SEN (ENERGIA FINALE MTEP/A) 6
TABELLA 2 - RISPARMI ATTESI IN ENERGIA FINALE AL 2020 PER SETTORE (MTEP/A) - FONTE: PAEE 2014. 7
TABELLA 3 - LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI VOGHERA. 12
TABELLA 4 - DETTAGLIO DEL SUOLO URBANIZZATO 15
TABELLA 5 - FAMIGLIE PRESENTI A VOGHERA DAL 2005 AL 2016 (FONTE: ISTAT). 21
TABELLA 6 - QUANTITATIVI DEGLI SCARTI AGRICOLI PER TIPOLOGIA (FONTE A.I.D.A) 33
TABELLA 7 - QUANTITATIVI DELLE BIOMASSE DA LEGNO -FORESTA PER TIPOLOGIA (FONTE A.I.D.A). 33
TABELLA 8 - QUANTITATIVI DELLE BIOMASSE DA COLTURE ENERGETICHE PER TIPOLOGIA (FONTE A.I.D.A). 34
TABELLA 9 - FATTORI DI EMISSIONE STANDARD (FONTE: LINEE GUIDA PAES). 37
TABELLA 10 - IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA/TERMICA INCLUSI NELL'IBE. 39
TABELLA 11 – RIEPILOGO CONSUMI ED EMISSIONI FINALI. 40
TABELLA 12 – ELENCO EDIFICI/SERVIZI PUBBLICI DEL COMUNE DI VOGHERA. 45
TABELLA 13 – TIPOLOGIA E NUMERO DI CORPI ILLUMINANTI. 46
TABELLA 14 - DISTRIBUZIONE DEGLI EDIFICI PER NUMERO DI PIANI FUORI TERRA (ISTAT 2011). 49
TABELLA 15 - DISTRIBUZIONE DEGLI EDIFICI PER TIPO DI LOCALITÀ ABITATE (ISTAT 2011). 50
TABELLA 16 - DISTRIBUZIONE DEGLI EDIFICI PER TIPOLOGIA COSTRUTTIVA (ISTAT 2011). 50
TABELLA 17 - ELENCO CONSUMI DELLA FLOTTA MUNICIPALE SUDDIVISI PER UFFICI. 54
TABELLA 18 - ELENCO MEZZI DEL TRASPORTO PUBBLICO DI VOGHERA AL 2005 (FONTE COMUNE DI VOGHERA). 56
TABELLA 19 – PARCO VEICOLARE DI VOGHERA AL 2005 (FONTE: ACI). 57
TABELLA 20 – EDIFICI OGGETTO DEGLI INTERVENTI DI SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI. 64
TABELLA 21 – CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI ILLUMINATI SOSTITUITI 66
TABELLA 22 – IMPIANTI FOTOVOLTAICI INSTALLATI SU STRUTTURE PUBBLICHE. 85
TABELLA 23 – PRODUZIONE TERMICA ED ELETTRICA 2005 E 2016 DELLA CENTRALE COGENERATIVA. 89
TABELLA 24 - NUMERO TOTALE DI ANNI CON DATI VALIDI (PERCENTUALE DI DATI MANCANTI INFERIORE AL 25%), PER OGNI STAZIONE E PER OGNI VARIABILE CONSIDERATA. TRA PARENTESI SONO INDICATI GLI ANNI CON DATI NON VALIDI (PERCENTUALE DI DATI MANCANTI SUPERIORE AL 25%). 98
TABELLA 25 - VALORI CORRISPONDENTI AL 95° E 99° PERCENTILE DELLE DISTRIBUZIONI DI PRECIPITAZIONE (PR) E TEMPERATURA MASSIMA (TMAX) E 1° E 5° PERCENTILE DELLA DISTRIBUZIONE DI TEMPERATURA MINIMA (TMIN). 102
TABELLA 26 - VALORI MEDI DEGLI INDICATORI ETCCDI PER IL PERIODO OSSERVATO 1987-2016. 103
TABELLA 27 - ANOMALIE STAGIONALI DI TEMPERATURA (MEDIA, MINIMA E MASSIMA, IN °C) E PRECIPITAZIONE (%) PER I DUE SCENARI E I TRE PERIODI DI INTERESSE, PER IL BOX CHE INCLUDE IL COMUNE DI VOGHERA. 105
TABELLA 28. SUPERFICI E NUMERO DI ABITANTI INTERESSATI A RISCHI NEL TERRITORIO DI VOGHERA, PER CLASSI DI RISCHIO (FONTE: PROGETTO IFFI). 110
TABELLA 29 – POSSIBILI AZIONI DI ADATTAMENTO A FENOMENI ALLUVIONALI E ONDATE DI CALORE 112

Il Patto dei Sindaci

Il **Patto dei Sindaci** (Covenant of Mayors) è un'iniziativa promossa dalla Commissione Europea per coinvolgere attivamente le città europee in un percorso verso la sostenibilità energetica ed ambientale. L'iniziativa è stata lanciata dalla Commissione il 29 Gennaio 2008, nell'ambito della seconda edizione della Settimana Europea dell'Energia Sostenibile (EUSEW 2008).

L'aspetto più innovativo che emerge dal Patto dei Sindaci è il **trasferimento di responsabilità dal governo "centrale" a quello "locale"**. Le Amministrazioni Locali hanno l'opportunità di impegnarsi concretamente nella lotta al cambiamento climatico, attraverso interventi che modernizzino la gestione amministrativa e influiscano direttamente sulla qualità della vita dei cittadini.

Inoltre, si evidenziano altri due aspetti importanti: l'adesione volontaria al Patto da parte dell'Amministrazione Pubblica, che assume impegni ed obiettivi non imposti dalla normativa e l'approccio quantitativo nella definizione dei tempi da rispettare e degli obiettivi da raggiungere.

Firmando il Protocollo di adesione al Patto, i Sindaci delle Amministrazioni Locali si impegnano ad attuare un **Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile - PAES**, che dovrà indicare le azioni che verranno intraprese, sia dal settore pubblico che da quello privato, per **ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 20% rispetto ad un anno di riferimento, individuando come orizzonte temporale il 2020**.

Il PAES rappresenta, pertanto, lo strumento programmatico che indica la strategia operativa di lungo termine (almeno al 2020), le misure di contenimento e, quindi, le attività da intraprendere per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità energetica per cui si è impegnata l'Amministrazione Locale.

Il Piano è costituito da un Inventario di Base delle Emissioni (IBE), che quantifica le emissioni di CO_2 (o CO_2 equivalente) emesse in seguito al consumo di energia nel territorio dell'Ente Locale nell'anno scelto come anno di riferimento. L'analisi dell'inventario permette di identificare i settori di azione prioritari e le opportunità per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione della CO_2 fissati. Inoltre, consente di programmare un insieme di azioni in termini di risparmio energetico, riduzione delle emissioni, tempistiche e assegnazione delle responsabilità.

In particolare il PAES definisce:

- azioni a breve termine, che costituiscono la prima fase di attuazione della strategia operativa. Esse sono realizzate generalmente sul patrimonio comunale;
- azioni a medio-lungo termine per il raggiungimento degli obiettivi delle politiche energetiche.

Ogni due anni dalla consegna del PAES, inoltre, i firmatari del Patto sono tenuti a presentare un rapporto per scopi di valutazione, monitoraggio e verifica di raggiungimento degli obiettivi stabiliti.

L'inventario delle emissioni ed il suo costante monitoraggio viene effettuato seguendo le linee guida standardizzate e stabilite dalla stessa Commissione Europea attraverso le indicazioni del Joint Research Centre (JRC), centro di ricerca che ha il compito di fornire alla Commissione un sostegno scientifico e tecnologico in tema di progettazione, sviluppo, attuazione e controllo delle politiche dell'Unione Europea.

La supervisione del JRC permette pertanto sia una omogeneità di giudizio su scala europea (aspetto di cui spesso in passato si è accusata la carenza), sia un costante riferimento scientifico a cui poter raffrontare il livello di applicazione del PAES.

Il 15 ottobre 2015 è stato presentato dalla Commissione Europea il **nuovo Patto dei Sindaci**, che integra i principi e gli obiettivi del Patto dei Sindaci e del Mayors Adapt, iniziativa mirata alla pianificazione di interventi mitigazione ed adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici in atto. I firmatari del nuovo Patto dei Sindaci si impegnano a raggiungere antro il 2030 l'obiettivo di riduzione delle emissioni del 40% e ad adottare un approccio integrato con l'inserimento di azioni di mitigazione ed adattamento nel piano d'azione (il **PAESC – Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima**).

Il Comune di Voghera ha aderito al nuovo Patto dei Sindaci con delibera di Consiglio Comunale del 26 novembre 2015 e successivamente ha avviato le procedure di gara per affidare ad una struttura di supporto le seguenti attività:

- predisposizione dell'inventario base delle emissioni di CO_2;
- preparazione di una valutazione dei rischi del cambiamento climatico e della vulnerabilità;
- predisposizione di un sistema di monitoraggio degli obiettivi e delle azioni;
- inserimento delle informazioni prodotte all'interno della piattaforma dell'iniziativa;
- rafforzamento delle competenze energetiche e sul clima all'interno dell'Amministrazione Comunale;
- sensibilizzazione della cittadinanza.

Inquadramento normativo

Contesto internazionale

Nel giugno del 1992 a Rio De Janeiro si svolse la "Conferenza sull'ambiente e lo sviluppo delle Nazioni Unite", conosciuta come "Conferenza di Rio", il primo summit mondiale dei capi di Stato dedicato alla tematica ambientale ed, in particolare, all'aumento delle emissioni legate alle attività antropiche. Per la prima volta fu messo in evidenza che le problematiche ambientali dovevano essere affrontate in maniera universale e che le soluzioni avrebbero dovuto coinvolgere tutti gli Stati.

Nel corso della Conferenza venne ratificata la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici, che obbligava i governi a perseguire un obiettivo non vincolante per ridurre le concentrazioni dei gas serra in atmosfera al fine di "*prevenire interferenze antropogeniche pericolose con il sistema climatico terrestre*". La Convenzione entrò in vigore nel 1995 e da quell'anno in poi le parti si sono incontrate annualmente nella "Conferenza delle Parti (COP)" per monitorare i progressi nella lotta al cambiamento climatico.

Nel corso della COP-3 svoltasi a Kyoto in Giappone nel 1997, venne ratificato il "Protocollo di Kyoto", che rappresenta senza dubbio uno dei più importanti strumenti giuridici finalizzati a combattere i cambiamenti climatici a livello internazionale. Il protocollo impegnava i Paesi industrializzati e quelli ad economia in transizione a ridurre le principali emissioni antropogeniche di gas serra del 5,2% rispetto al 1990 ed entro il 2012.

La quota di riduzione fissata per l'Unione Europea, pari all'8%, è stata tradotta dal Consiglio dei Ministri Europeo in obiettivi differenziati per singoli Stati membri. Per l'Italia era stato stabilito l'obiettivo di riduzione del 6,5% rispetto al 1990.

Il Protocollo di Kyoto entrò in vigore nel febbraio 2005, a seguito della "ratifica" da parte di 55 Paesi responsabili del 55% delle emissioni globali di biossido di carbonio. Nelle successive Conferenze sul clima, in particolare l'ultima svoltasi a Cancun nel dicembre 2010, venne sottolineata l'urgenza non solo di inglobare gli Stati Uniti e i Paesi emergenti in accordi vincolanti, ma anche la necessità che i Paesi già aderenti al Protocollo riducessero le emissioni dal 25% al 40% entro il 2020 rispetto ai livelli del 1990, per limitare l'aumento medio della temperatura su scala planetaria entro i 2°C.

A dicembre 2012, nel corso della COP-18 sui cambiamenti climatici che si è tenuta a Doha, l'Unione Europea, la Svizzera, l'Australia e la Norvegia hanno prolungato fino al 2020 gli impegni presi con la ratifica del Protocollo (il cosiddetto "Kyoto 2"), mentre Stati Uniti, Canada, Giappone, Russia, Nuova Zelanda e Paesi emergenti come Cina (il primo stato per emissioni nocive), India, Brasile, Messico e Sudafrica non hanno voluto sottoscrivere degli impegni immediati.

Nel dicembre del 2015 si è svolta a Parigi la COP-21, nel corso della quale i 195 Paesi partecipanti hanno sottoscritto un accordo vincolante che prevede:

- il contenimento dell'aumento della temperatura globale a 1,5 °C al 2050 rispetto ai livelli pre-industriali, con una prima verifica dei risultati ottenuti nel 2023 e in seguito ogni 5 anni;
- la definizione degli obiettivi e impegni nazionali al 2020 e successivamente ogni 5 anni
- il sostegno da parte dei Paesi sviluppati ai Paesi in via di Sviluppo per attuare politiche finalizzate alla riduzione delle emissioni.

La cerimonia ufficiale di firma sarà il 22 aprile 2016, mentre l'entrata in vigore 30 giorni da quando 55 parti responsabili di almeno il 55% delle emissioni di gas serra lo avranno ratificato.

Contesto europeo

L'Unione Europea ha da sempre svolto un ruolo centrale nella lotta ai cambiamenti climatici. Nel 2010 la Commissione Europea ha istituito una direzione generale specifica (DG Clima) con il ruolo di sviluppare politiche energetiche efficaci finalizzate a raggiungere e superare gli obiettivi al 2020 e oltre.

Nel contesto europeo i primi passi verso una politica energetica comune sono stati mossi a partire dalla seconda metà degli anni '90, ma è con la ratifica del Protocollo di Kyoto che la strategia europea per un'energia sostenibile ha avuto una forte accelerazione. Da quel momento, infatti, si sono succedute numerose iniziative volte a delineare in maniera sempre più dettagliata, puntuale e precisa la politica integrata in materia di energia e cambiamenti climatici, fino alla definizione del "Pacchetto Clima-Energia", che ha introdotto sei strumenti legislativi, quali:

- *Direttiva Fonti Energetiche Rinnovabili (Direttiva 2009/28/CE),* con cui vengono fissati gli obiettivi europei al 2020, ossia:
  - riduzione delle proprie emissioni di CO_2 di almeno il 20% rispetto ai valori del 1990;
  - aumento della quota di utilizzo delle fonti di energia rinnovabile giungendo al 20% sul totale del consumo interno lordo dell'UE;
  - aumento del 20% il livello di efficienza energetica, ossia ridurre i consumi del 20% rispetto alle previsioni per il 2020 (obiettivo non vincolante);
- *Direttiva Emission Trading (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 ad effetto serra;
- *Direttiva sulla qualità dei carburanti (Direttiva 2009/30/CE),* con l'obiettivo primario di ridurre le emissioni legate all'uso dei carburanti all'interno dell'Unione del 6% entro il 2020, rispetto alle emissioni al 2010;
- *Direttiva Carbon Capture and Storage (Direttiva 2009/31/CE)* con lo scopo di definire un quadro giuridico comune a livello europeo per la sperimentazione e lo sviluppo su scala industriale di progetti di cattura, trasporto e stoccaggio di biossido di carbonio;
- *Decisione Effort Sharing (Decisione 2009/406/CE)*, con cui si è stabilito che la riduzione media a livello europeo delle emissioni nei settori non EU-ETS residenziale, trasporti, agricoltura e rifiuti dovrà essere pari al 10% entro il 2020 rispetto al 2005, invitando gli

stati membri a promuovere azioni finalizzate al raggiungimento di tale obiettivo, con la consapevolezza che non potrà essere raggiunto senza un coinvolgimento dei governi locali e regionali;

- *Regolamento CO_2 Auto (Regolamento 2009/443/CE)*, con cui viene imposto ai produttori di autoveicoli il raggiungimento di standard minimi di efficienza per le autovetture immatricolate per la prima volta nel territorio dell'Unione dal 2012, ponendo degli obiettivi al 2015 e al 2021;
- *Direttiva 2012/27/UE sull'Efficienza Energetica*, in cui viene definito un quadro comune di misure per la promozione dell'efficienza energetica nell'Unione Europea, al fine di garantire il conseguimento dell'obiettivo relativo all'efficienza energetica del 20 % entro il 2020 e di porre le basi per ulteriori miglioramenti dell'efficienza energetica oltre tale data.

Nell'ottobre del 2014 il Consiglio Europeo ha definito i nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni, risparmio energetico e uso delle fonti rinnovabili al 2030, ossia:

- -40% emissioni di gas a effetto serra, con obiettivi vincolanti per gli Stati membri per i settori non-ETS;
- +27% rinnovabili sui consumi finali di energia, vincolante a livello europeo, ma senza target vincolanti a livello di Stati membri;
- 27% efficienza energetica, non vincolante ma passibile di revisioni per un suo innalzamento al 30%.

Contesto nazionale

Decreto "Burden Sharing"

Gli obiettivi europei fissati dalla *Direttiva 2009/28/CE*, sono stati ripartiti tra i Paesi Membri in modo equo e tale da garantire la comparabilità degli sforzi, fissando obiettivi nazionali al 2020 che per l'Italia sono:

- 13% di riduzione di CO_2, rispetto al 2005;
- 17% di energie rinnovabili, di cui almeno il 10% nei trasporti, rispetto al 2005;
- 20% di risparmio energetico, rispetto al 2005 (obiettivo non vincolante).

Il 15 marzo 2012 è stato approvato il Decreto "*Definizione e qualificazione degli obiettivi regionali in materia di fonti rinnovabili e definizione della modalità di gestione dei casi di mancato raggiungimento degli obiettivi da parte delle Regioni e delle Province Autonome (c.d. Burden Sharing)*" con il quale sono stati definiti e quantificati gli obiettivi intermedi e finali che ciascuna Regione e Provincia Autonoma dovrà conseguire ai fini del raggiungimento degli obiettivi nazionali fino al 2020, in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti. Nel Decreto si sottolinea che le Regioni e le Province Autonome dovranno adottare delle misure ad hoc per raggiungere gli obiettivi ad esse assegnati, favorendo le seguenti attività:

- misure e interventi nei trasporti pubblici locali, negli edifici e nelle utenze delle Regioni e delle Province Autonome, nonché degli Enti Locali;
- misure e interventi di riduzione del traffico urbano;

- interventi per la riduzione dei consumi di energia elettrica nell'illuminazione pubblica e nel settore idrico;
- diffusione degli strumenti del finanziamento tramite terzi e dei servizi energetici;
- incentivazione dell'efficienza energetica, nei limiti di cumulabilità fissati dalle norme nazionali.

Strategia Energetica Nazionale 2013

A seguito di un ampio processo di consultazione pubblica che si è svolto on line sul sito del Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) da ottobre a dicembre 2012, con il *Decreto Interministeriale dell'8 marzo 2013* è stata approvata la **SEN – Strategia Energetica Nazionale**.

Nel documento è riportata una valutazione dei risparmi energetici annui conseguiti nel 2011-2012 e quelli attesi al 2020 sulla base delle azioni previste nella strategia stessa. La tabella seguente mostra una sintesi di tali valori.

Settore	MISURE PREVISTE NEL PERIODO 2011-2020				Risparmio conseguito 2011 - 2012	Risparmio atteso al 2020	Obiettivo raggiunto (%)
	Decreto legislativo 192/05	Certificati bianchi	detrazioni fiscali del 55%	Regolamento 443/2009			
Residenziale	0,62	0,14	0,21	-	0,96	3,67	26,2%
Terziario	0,02	0,03	0,01	-	0,05	1,23	4,1%
Industria	0,05	1,04	0,01	-	1,09	5,1	21,4%
Trasporti	-	-	-	0,22	0,22	5,5	4,0%
TOTALE	**0,68**	**1,2**	**0,23**	**0,22**	**2,33**	**15,5**	**15,0%**

Tabella 1 - Risparmi annuali conseguiti nel periodo 2011-2012 e attesi al 2020 secondo la SEN (energia finale Mtep/a)

Gli obiettivi principali da perseguire al 2020 e al 2050 sono 4, ossia:

1. **competitività** - ridurre il divario di costo dell'energia per i consumatori e le imprese, con un graduale allineamento ai prezzi europei;
2. **ambiente** - superare gli obiettivi ambientali al 2020;
3. **sicurezza** – rafforzare la sicurezza nell'approvvigionamento e la riduzione della dipendenza dall'estero;
4. **crescita** – favorire una crescita sostenibile con lo sviluppo del settore energetico.

Per il raggiungimento dei suddetti obiettivi vengono definite una serie di azioni specifiche relative ai seguenti ambiti:

- efficienza energetica
  - riduzione dei consumi energetici primari
  - riduzione delle importazioni energetiche ed emissioni
  - introduzione incentivi e detrazioni
  - rafforzamento normative e standard
- sviluppo mercato competitivo e Hub del gas sud-europeo
  - allineamento prezzi al mercato europeo
  - diversificazione delle fonti di approvvigionamento

  - integrazione con il mercato e la rete europea
- sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili;
  - superamento degli obiettivi di produzione europei al 2020
  - preferenza per le tecnologie con maggiori ricadute sulla filiera economica nazionale
- sviluppo dell'infrastruttura e del mercato elettrico
  - allineamento dei prezzi dell'elettricità al mercato europeo
  - integrazione con le reti e le regole degli altri Paesi europei
  - sviluppo di un mercato libero e integrazione con le fonti rinnovabili
- ristrutturazione della raffinazione e della rete di distribuzione dei carburanti;
  - ristrutturazione e ammodernamento del settore della raffinazione
  - contenimento dei prezzi dei prodotti petroliferi e miglioramento del servizio di distribuzione
- produzione sostenibile di idrocarburi nazionali
- modernizzazione del sistema di governance
  - rafforzamento della partecipazione italiana ai processi internazionali
  - miglioramento e semplificazione del coordinamento 'orizzontale' a livello nazionale
  - attivazione di forme di coordinamento tra Stato e Regioni ed Enti Locali.

Piano d'Azione italiano per l'Efficienza Energetica 2014

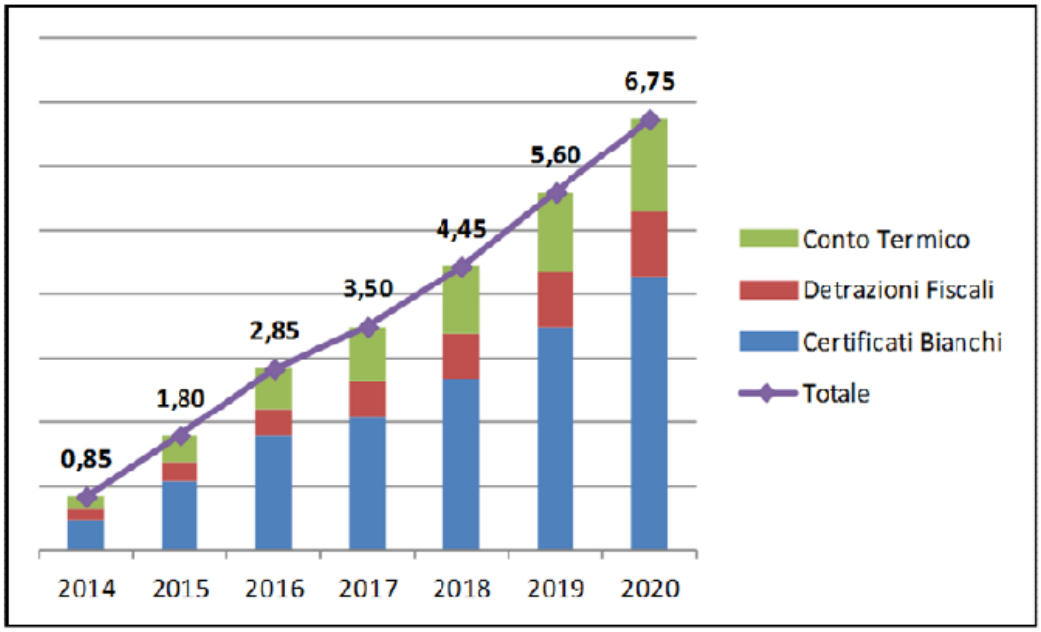
In accordo con quanto espresso nella SEN, nel luglio del 2014 con Decreto del MISE è stato approvato il "**Piano d'Azione italiano per l'Efficienza Energetica 2014**" (PAEE 2014). Nel Piano vengono descritti gli obiettivi nazionali di riduzione dei consumi di energia primaria e finale e i risparmi di energia finale per singolo settore al 2020. La tabella che segue riporta risparmi di energia finale attesi al 2020 per settore.

Settore	MISURE PREVISTE NEL PERIODO 2011-2020					FEC	PRIMARIA
	Standard Normativi	Misure e investimenti mobilità	Conto termico	Detrazioni fiscali	Certificati bianchi	RISPARMIO ATTESO AL 2020	RISPARMIO ATTESO AL 2020
Residenziale	1,6	-	0,54	1,38	0,15	3,67	5,14
Terziario	0,2	-	0,93	-	0,1	1,23	1,72
P.A.	0,1	-	0,43	-	0,04	0,57	0,8
Privato	0,1	-	0,5	-	0,06	0,66	0,92
Industria	-	-	-	-	5,1	5,1	7,14
Trasporti	3,43	1,97	-	-	0,1	5,5	6,05
TOTALE	**5,23**	**1,97**	**1,47**	**-**	**5,45**	**15,5**	**20,05**

Tabella 2 - Risparmi attesi in energia finale al 2020 per settore (Mtep/a) - Fonte: PAEE 2014.

Dopo aver valutato i risparmi conseguiti al 31 dicembre 2012 per effetto delle politiche già attive, nel PAEE vengono illustrate sia le misure già attive sia i nuovi provvedimenti introdotti e finalizzati al potenziamento del risparmio energetico.

Secondo le stime riportate del PAEE, misure già in essere nel 2014 quali il regime dei certificati bianchi, le detrazioni fiscali e il conto termico consentiranno di raggiungere l'obiettivo obbligatorio nazionale di risparmio energetico al 2020. Il grafico seguente mostra il contributo di ciascuna misura al raggiungimento del suddetto target.



(Fonte: Elaborazione MSE- ENEA)

Grafico 1 - Stima del contributo delle principali misure di efficienza al raggiungimento del target di risparmio imposto dall'articolo 7 della direttiva 2012/27/UE (Mtep di energia finale) - Fonte: PAEE 2014.

Sul fronte delle nuove misure previste il Piano dedica particolare attenzione al settore dei servizi energetici e della fatturazione energetica, agli strumenti di diagnosi e gestione energetica, alla qualificazione e all'accreditamento degli esperti e ai programmi di formazione ed informazione dei consumatori.

Sul fronte dei risparmi conseguibili al 2020 nei diversi settori, particolari focus vengono dedicati ai settori:

- pubblico, con paragrafi dedicati ai temi del GPP – Green Public Procurement e dei CAM – Criteri Ambientali Minimi;
- civile, con una valutazione dei risparmi potenziali derivanti dai diversi sistemi di incentivazione e dalla realizzazione di interventi di efficientamento energetico con un rapporto costo beneficio favorevole, indipendentemente dalla capacità di spesa degli esecutori;
- industria;
- trasporti, con una descrizione dei risparmi conseguibili attraverso il rinnovo del parco veicolare, alla promozione della mobilità sostenibile, lo sviluppo dell'infrastruttura ferroviaria e l'uso di sistemi avanzati di gestione della logistica.

Nel documento, infine, viene fornito un quadro di sintesi sui temi della cogenerazione in Italia al 2012 e dell'efficienza energetica nella trasformazione, trasmissione e distribuzione dell'energia.

Strategia Energetica Nazionale 2017

Gli obiettivi fissati all'interno della SEN 2014 sono stati aggiornati ed arricchiti di ulteriori elementi nella SEN 2017, approvata dal MISE e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) nel novembre 2017.

Nel piano vengono definiti gli obiettivi al 2030 ed al 2050 per le cinque "dimensioni dell'energia": decarbonizzazione, efficienza energetica, sicurezza energetica, mercato interno, innovazione e competitività. Tra i principali troviamo:

- riduzione delle emissioni di CO_2 provenienti dagli usi energetici del 39% rispetto ai livelli del 1990 (-63% nel 2050),
- taglio dei consumi finali di circa 10 Mtep,
- aumento delle fonti rinnovabili al 28% dei consumi complessivi e al 55% del mix elettrico,
- diminuzione della dipendenza energetica dall'estero di oltre dieci punti percentuali (dal 76% nel 2015 al 64% nel 2030).

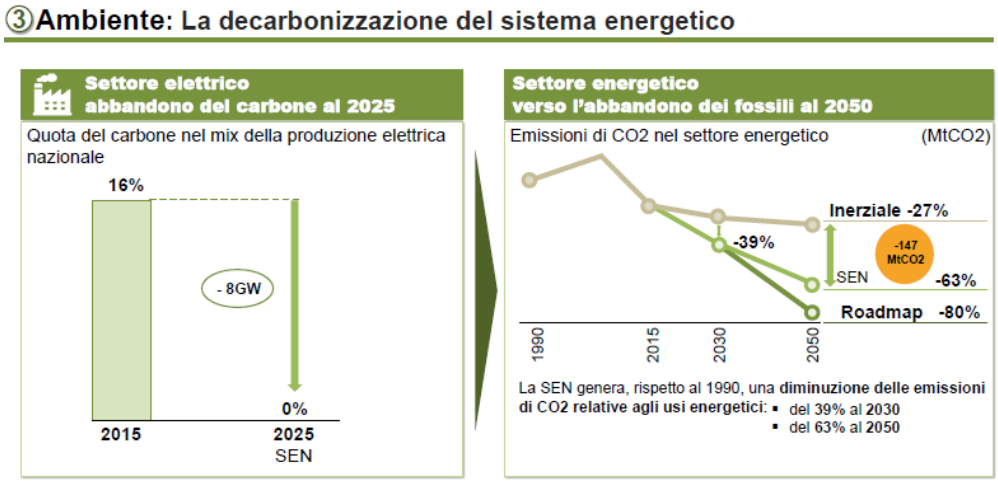


Figura 1 – Obiettivo di decarbonizzazione del sistema energetico (Fonte: SEN 2017).

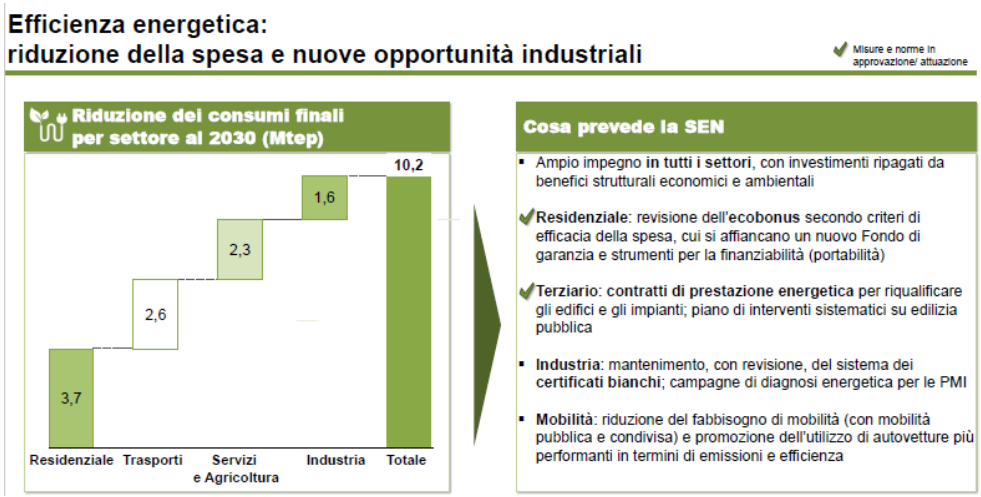


Figura 2 – Obiettivo di riduzione dei consumi finali (Fonte: SEN 2017).

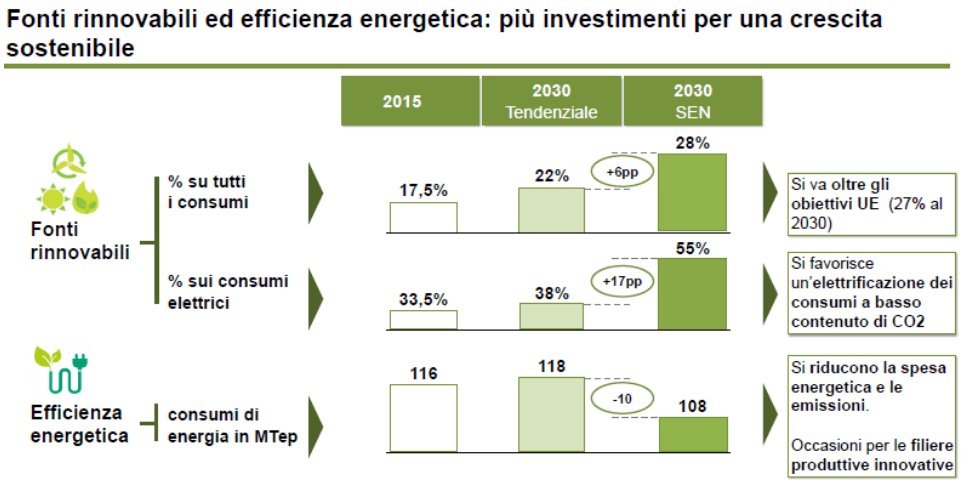


Figura 3 – Obiettivo di aumento di energia da fonti rinnovabili (Fonte: SEN 2017).

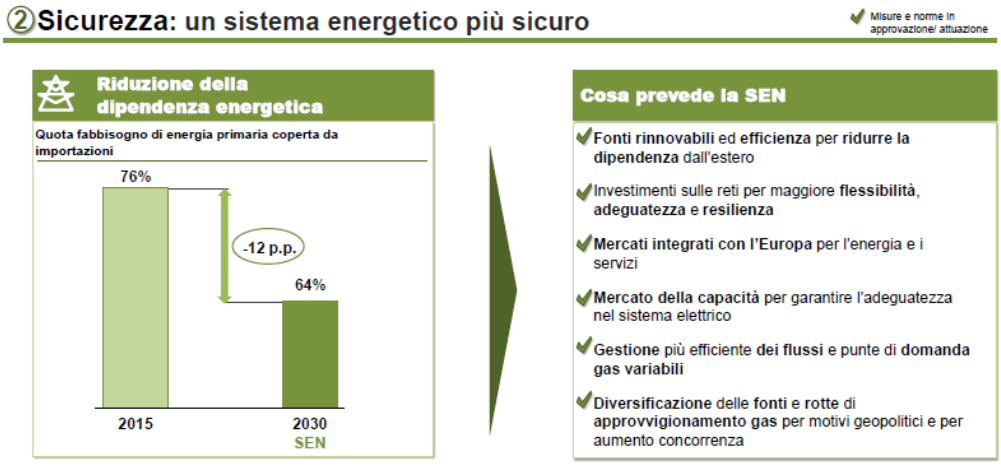


Figura 4 – Obiettivo di diminuzione della dipendenza energetica dall'estero (Fonte: SEN 2017).

Sezione A. INQUADRAMENTO GENERALE

Come punto di partenza per l'analisi dei consumi e delle emissioni di CO_2 nel territorio di Voghera, è necessario ricostruire la rete di informazioni riguardo tutti gli elementi che forniscono un contributo al quadro emissivo generale. Nei paragrafi seguenti, quindi, sono approfonditi e studiati i dati storici, quelli demografici, turistici, economici e sociali della città.

Vengono esaminate, inoltre, le potenzialità delle fonti energetiche rinnovabili, nonché lo stato di sfruttamento delle stesse risorse, attraverso l'analisi delle risorse e degli impianti attualmente presenti sul territorio comunale.

Inquadramento territoriale

La provincia di Pavia

Il territorio della provincia di Pavia si estende su una superficie di circa 2.965 km^2; confina a nord con le province di Milano e Lodi, a sud con la regione Emilia-Romagna e ad ovest con la il territorio della regione Piemonte.

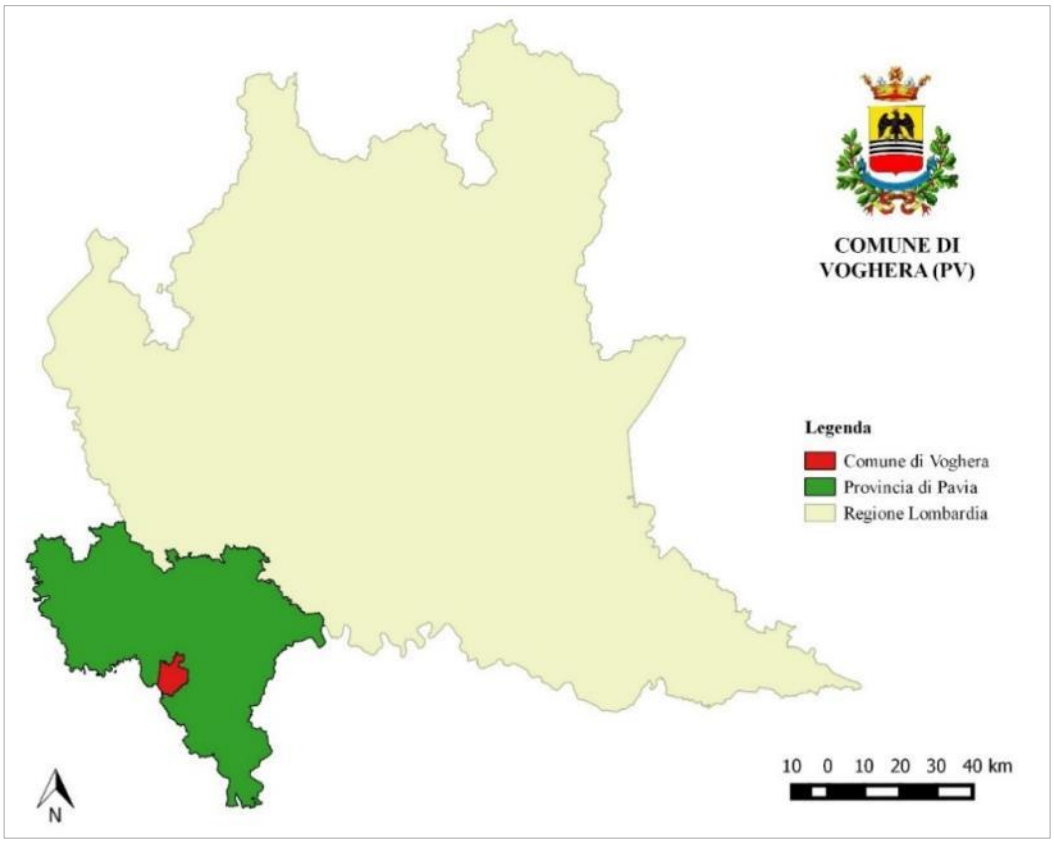


Figura 5 - Limiti amministrativi provinciali e comunali (Elaborazioni di AzzeroCO2 su cartografia ISTAT).

Il territorio provinciale, compreso nella regione della Pianura Padana, risulta pianeggiante per circa il 74%; sono presenti anche ambiti collinosi e montani le cui superfici si attestano rispettivamente intorno al 16% e al 10%. La provincia conta 188 comuni con una densità abitativa nettamente inferiore rispetto alla media regionale: circa 167 ab/km^2 contro i 375 ab/km^2 della regione Lombardia.

Il comune di Voghera

Il comune di Voghera si colloca in quella porzione di territorio della provincia di Pavia comunemente denominata *"Oltrepò Pavese"*, un'area che si estende a sud del fiume Po per una superficie di circa 1.097 km^2. L'Oltrepò Pavese, è l'estrema propaggine meridionale della Lombardia, il suo territorio si sviluppa attraverso le cime appenniniche fino quasi a raggiungere la Liguria. La morfologia del territorio è caratterizzata dalla presenza della Valle Staffora, che ne costituisce il confine occidentale e dall'alta Val Tidone che ne definisce il confine orientale.

Il territorio del comune di Voghera si estende su una superficie di 63,44 km^2 e confina a nord con i comuni di Corana, Cervesina e Pancarana; a sud con Pontecurone, Rivanazzano Terme, Retorbido e Codevilla; ad est con i comuni di Pizzale, Lungavilla e Montebello della Battaglia e ad ovest con Silvano Pietra e Casei Gerola.

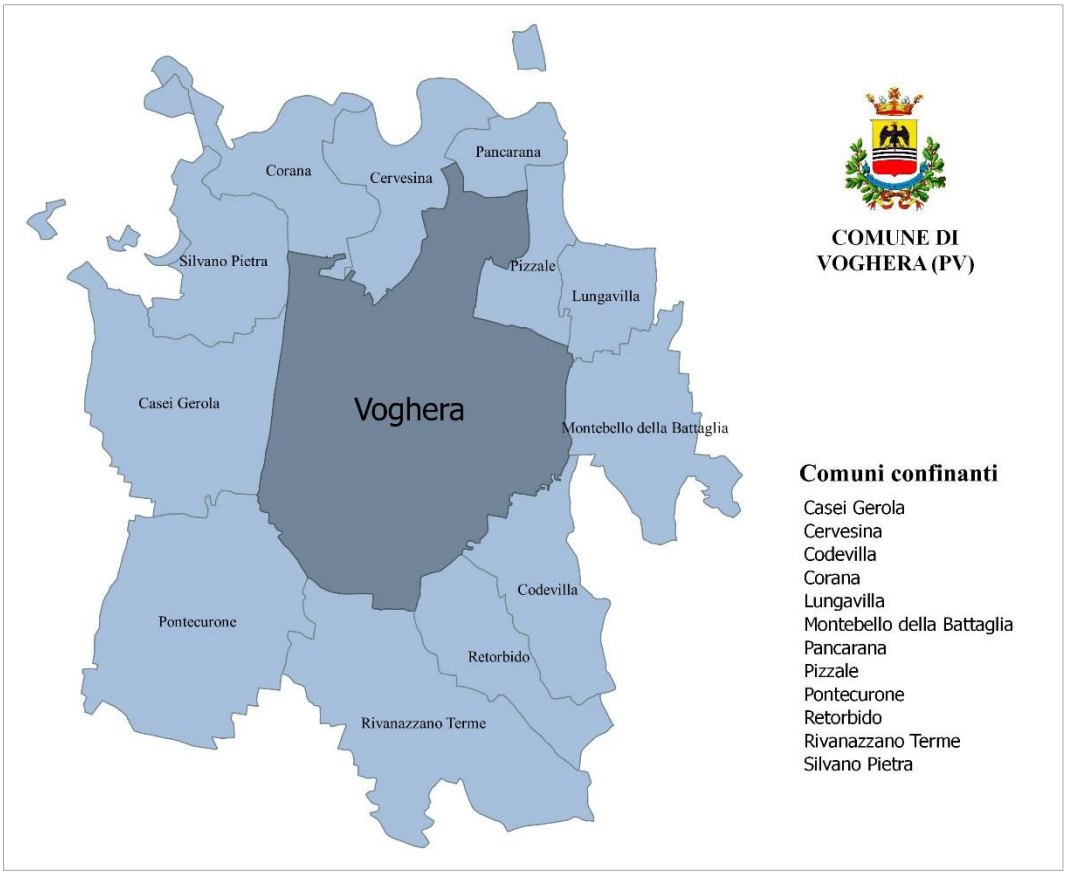


Figura 6 – Voghera: comuni confinanti (Elaborazioni di AzzeroCO2 su cartografia ISTAT).

I dati territoriali e geografici sono sintetizzati nella tabella seguente.

Comune	Provincia	Estensione	Densità	Zona climatica	Coordinate
Voghera	Pavia	63,44 km^2	621,37 ab/km^2	E	44° 59' 24,72'' N 9° 0' 9,36'' E

Tabella 3 - Localizzazione e caratteristiche del territorio del comune di Voghera.

Voghera si sviluppa in un'area prevalentemente pianeggiante situata all'inizio della Pianura Padana tra le falde della fascia collinare appenninica e la sponda destra del fiume Po. Il territorio comunale è attraversato in direzione nord-sud dal corso del fiume Staffora che scende dall'omonima valle e attraversa il centro urbano della città costeggiando per circa un chilometro la SP10.

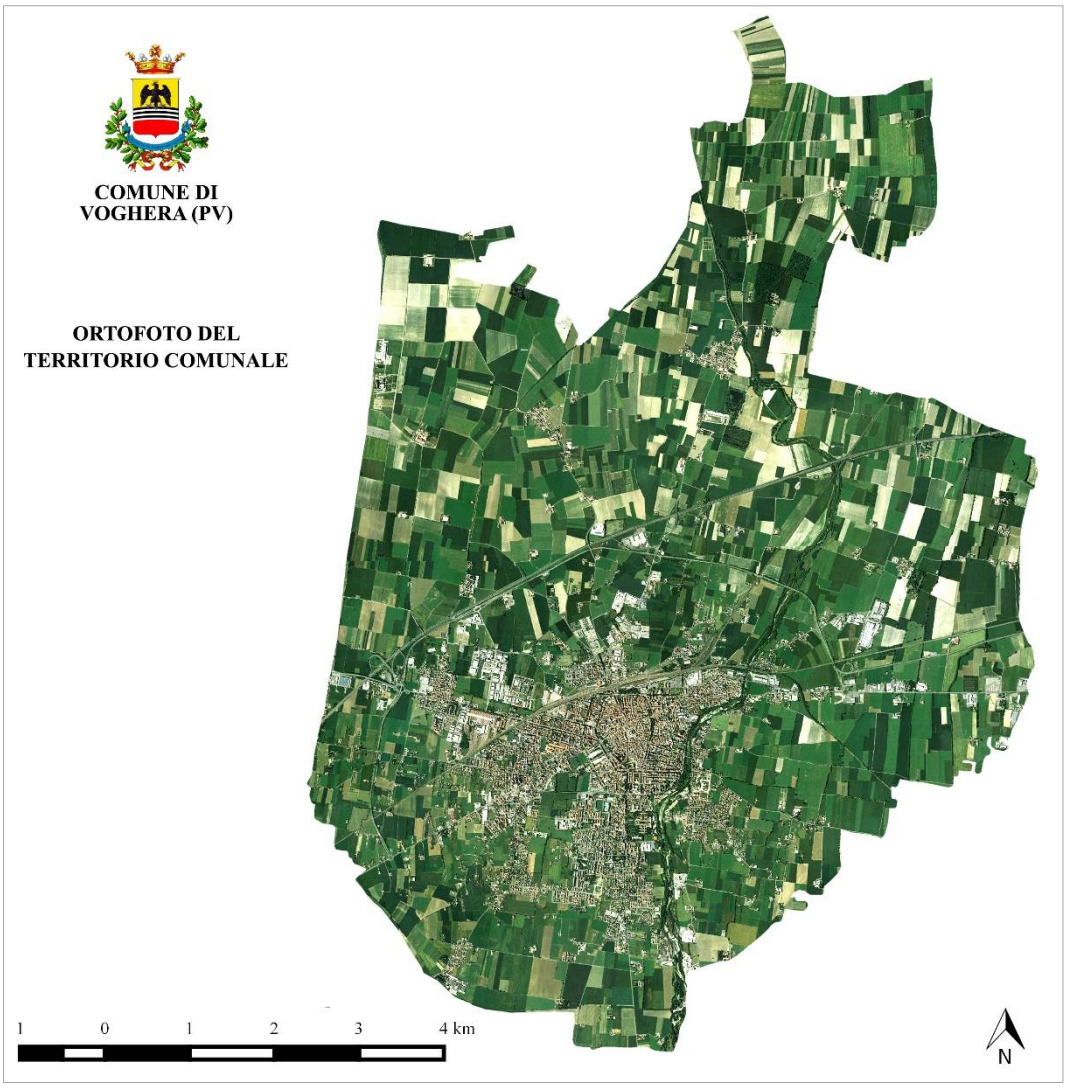


Figura 7 – Ortofoto del territorio comunale
(Elaborazioni di AzzeroCO2 dati tratti dal Geoportale della Regione Lombardia).

Il territorio presenta la morfologia tipica dei contesti pianeggianti, l'escursione altimetrica del suolo supera di poco i 50 m (minima 71 m s.l.m. massima 125 m s.l.m.), caratteristica questa che ha reso possibile lo sviluppo di una fiorente agricoltura.

Il paesaggio è segnato dalle tracce di antiche attività agricole, vecchi molini disseminati sul territorio testimoniano un passato caratterizzato dalle abbondanti produzioni cerealicole; lo Staffora ed i suoi canali minori sono stati la linfa vitale per lo sviluppo dell'intensa attività molitoria vogherese.

Uso del suolo

La Regione Lombardia, nel corso del 2001, ha sviluppato uno strumento per l'analisi ed il monitoraggio dell'uso del suolo. Si tratta di una banca dati a copertura dell'intero territorio regionale, che fotografa la "**Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali - DUSAF**", rendendo possibile un'analisi dettagliata del territorio.

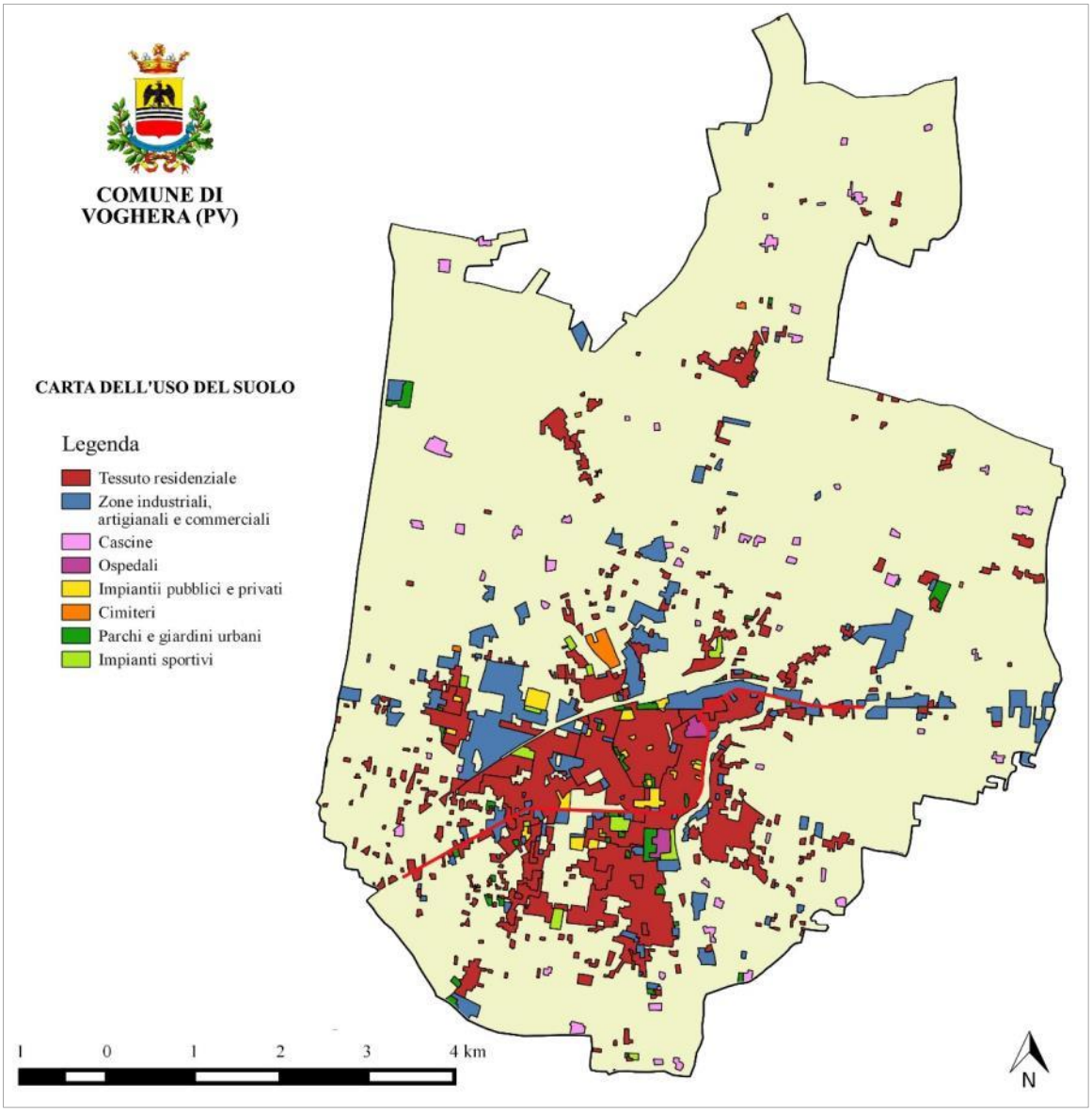


Figura 8 – Carta dell'uso del suolo
(Elaborazioni di AzzeroCO2, dati tratti dal database DUSAF della Regione Lombardia).

La banca dati DUSAF viene aggiornata nel tempo grazie ad un progetto promosso e finanziato dalle Direzioni Generali Territorio e Urbanistica, Sistemi Verdi e Paesaggio e Agricoltura della Regione Lombardia e realizzato da ERSAF – Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste.

I dati DUSAF sull'utilizzo dei suoli in ambito comunale mettono in evidenza che i terreni ad uso agricolo rappresentano il 79,0% del totale della superficie comunale di Voghera.
La restante parte è costituita per il 17,9% da superfici urbanizzate e per il 3,1% dalle aree naturali, situate per la maggior parte lungo gli argini del fiume Staffora.

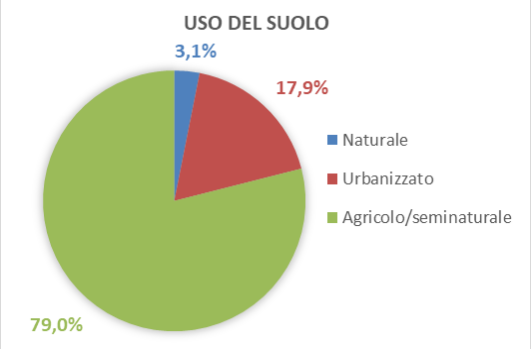


Grafico 2 – Uso del suolo del comune di Voghera.

Un'analisi più dettagliata del tessuto urbanizzato evidenzia come la quota maggiore della superficie sia rappresentata dal tessuto residenziale, la cui superficie si attesta intorno al 57,62% sul totale della superficie urbanizzata comunale. La seconda superficie per dimensione è quella degli insediamenti industriali (22,55%) mentre le superfici destinate alle reti ferroviarie e stradali si attestano al terzo posto per dimensione (10,14%).
Tutte le altre superfici rappresentano il 9,69% e sono riportate nella Tabella 4.

Suolo urbanizzato	Sup. (ha)	%
Tessuto residenziale	653,03	57,62%
Cantieri	5,78	0,51%
Cimiteri	10,88	0,96%
Impianti di servizi pubblici e privati	31,85	2,81%
Impianti sportivi	20,29	1,79%
Impianti tecnologici	15,07	1,33%
Insediamenti industriali	255,57	22,55%
Insediamenti ospedalieri	10,31	0,91%
Insediamenti agricoli	15,64	1,38%
Reti ferroviari e stradali	114,92	10,14%

Tabella 4 - Dettaglio del suolo urbanizzato (Fonte: VAS – PGT Comune di Voghera).

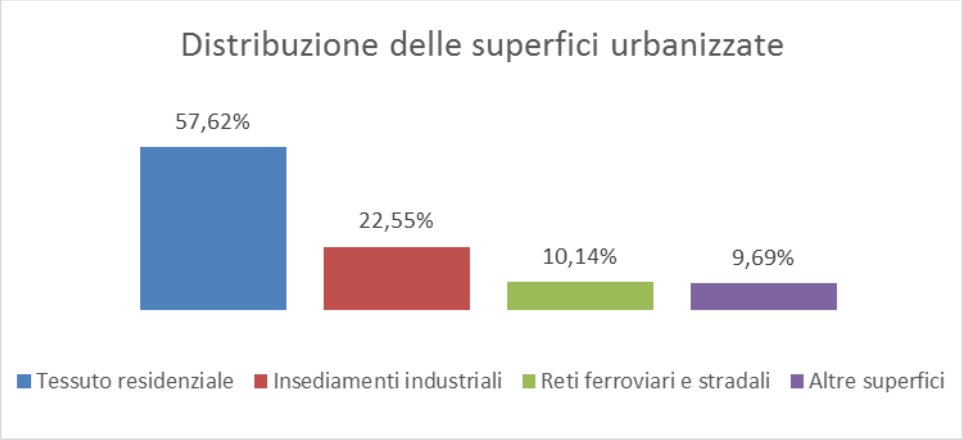


Grafico 3 – Dettaglio delle tipologie di suolo urbanizzato (Fonte: VAS – PGT Comune di Voghera).

Sistema agricolo

I dati del 6° Censimento Generale dell'Agricoltura dell'ISTAT mostrano che la SAU (Superficie Agricola Utilizzata) rappresenta il 96,8% della Superficie Agricola Totale (SAT) delle unità agricole presenti sul territorio comunale; la restante parte è costituita da superficie agricola non utilizzata per il 2,1% e, in minima parte, da boschi annessi ad aziende agricole (1,0%) e da arboricoltura da legno (0,1%).

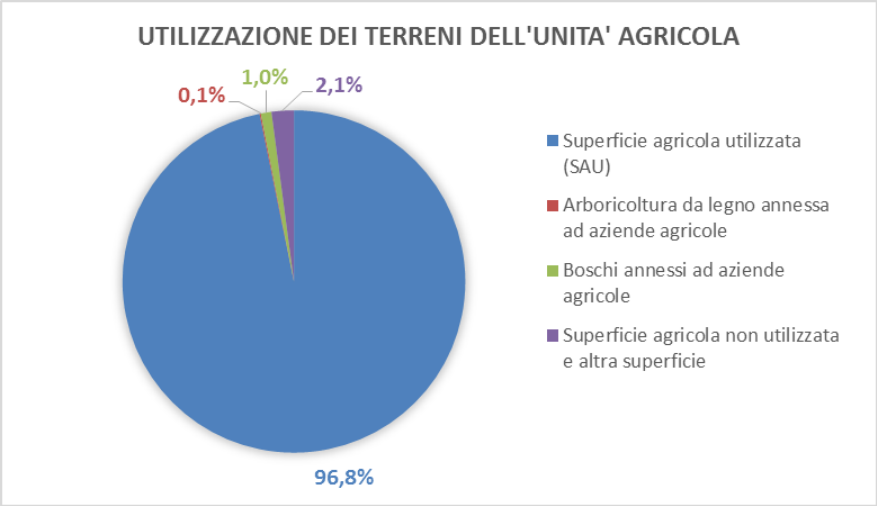


Grafico 4 – Superficie Agricola Totale (Fonte: 6° Censimento Generale dell'Agricoltura ISTAT).

La ripartizione della SAU mostra come la superficie destinata ai seminativi rappresenti la quasi totalità delle superfici agricole attestandosi ad una quota pari al 98,9%. La retante parte è costituita dalle coltivazioni legnose agrarie (0,4%), dai prati permanenti e pascoli (0,4%), dalla vite (0,3%) e dagli orti familiari (0,1%).

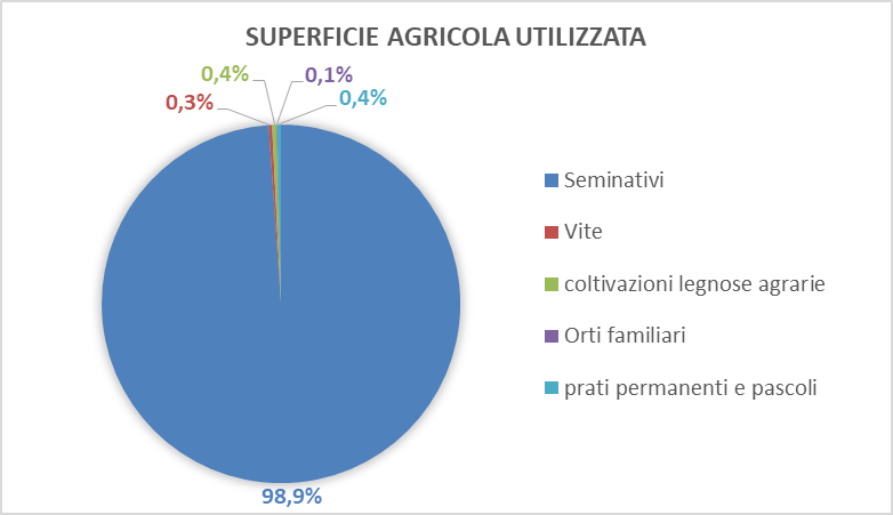


Grafico 5. - Superficie Agricola Utilizzata. (Fonte: 6° Censimento Generale dell'Agricoltura ISTAT).

Anche i dati DUSAF, riportati su carta in Figura 9, confermano che le aree destinate ai seminativi rappresentino la quota maggiore delle superfici ad uso agricolo presenti all'interno del territorio comunale di Voghera.

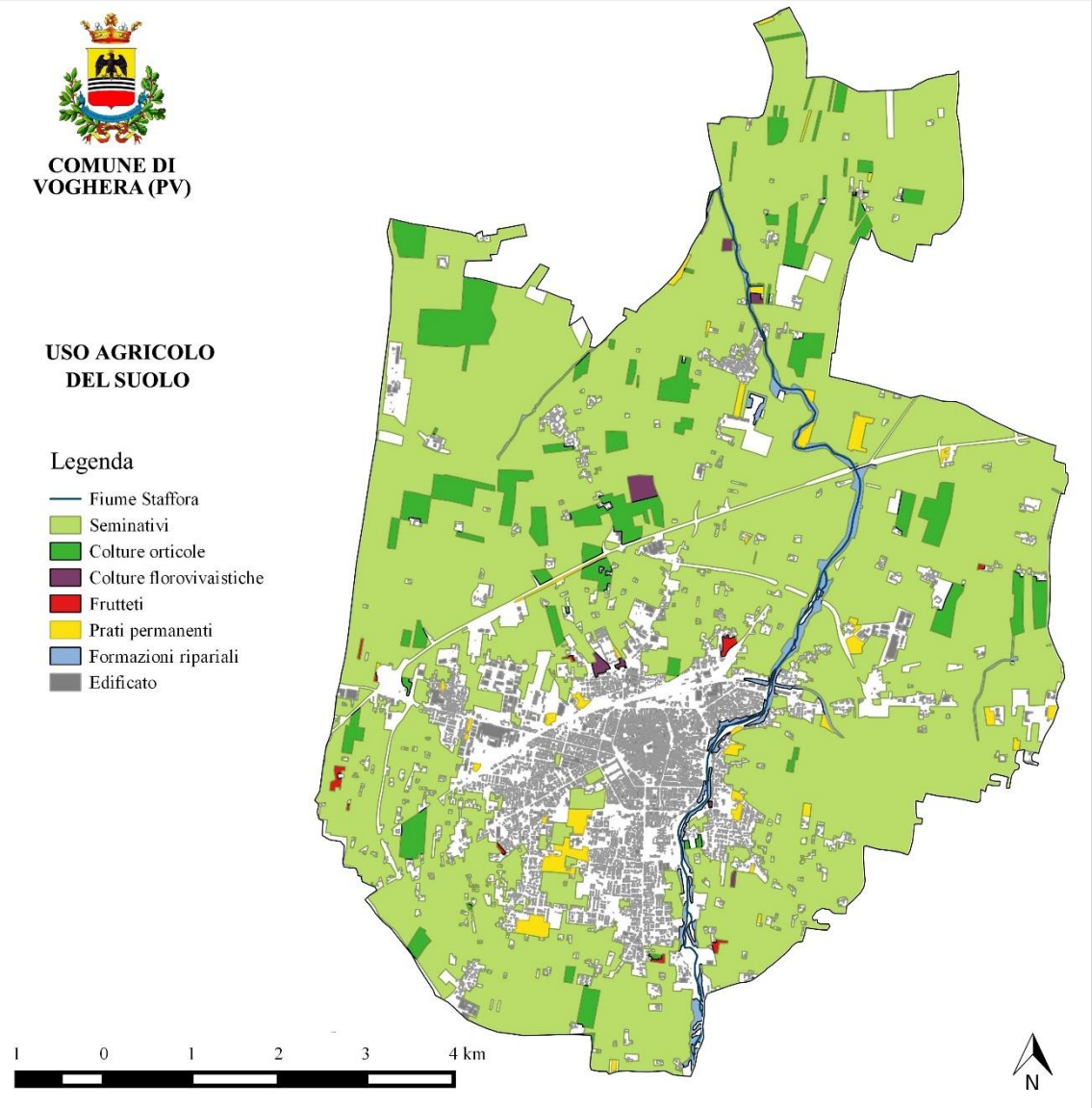


Figura 9 – Carta dell'uso agricolo del suolo

(Elaborazioni di AzzeroCO2, dati tratti dal database DUSAF della Regione Lombardia).

I terreni utilizzati a seminativo sono costituiti principalmente dalle foraggere (42,7%) di cereali (34,0%) e di ortive (10,6%); in percentuali minori sono presenti anche le colture di piante industriali (4,0%), i legumi (2,5%) le patate (1,5%) e la barbabietola da zucchero (1,3%).

Le colture di fiori e piante ornamentali, di piantine e sementi sono presenti con percentuali inferiori all'1%. I terreni a riposo rappresentano il 2,1% sul totale dei terreni a seminativo presenti sul territorio comunale.

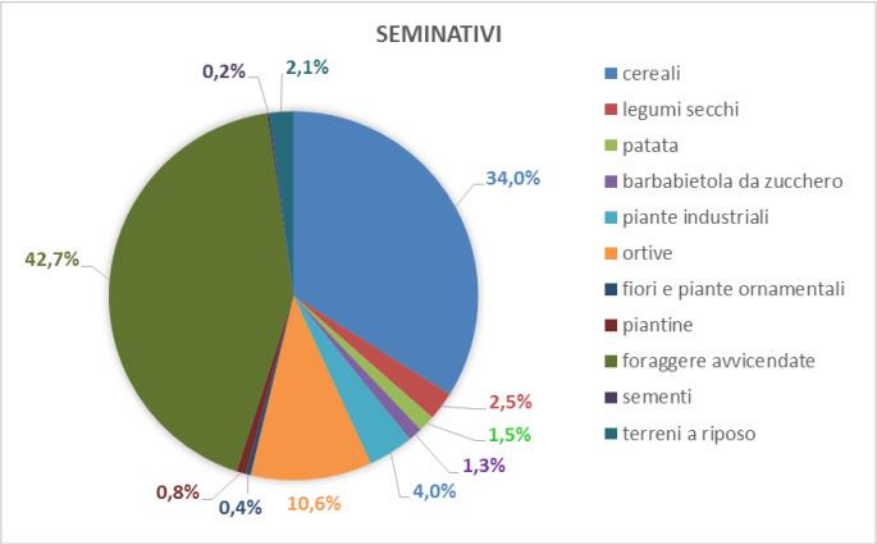


Grafico 6 - Seminativi (Fonte: 6° Censimento Generale dell'Agricoltura ISTAT).

Le coltivazioni legnose, infine, sono ripartite sostanzialmente tra vite per il 52% e frutteti per il 37%. Il restante 11% è costituito dalle coltivazioni dei vivai (7%) e dalle altre coltivazioni legnose (4%).

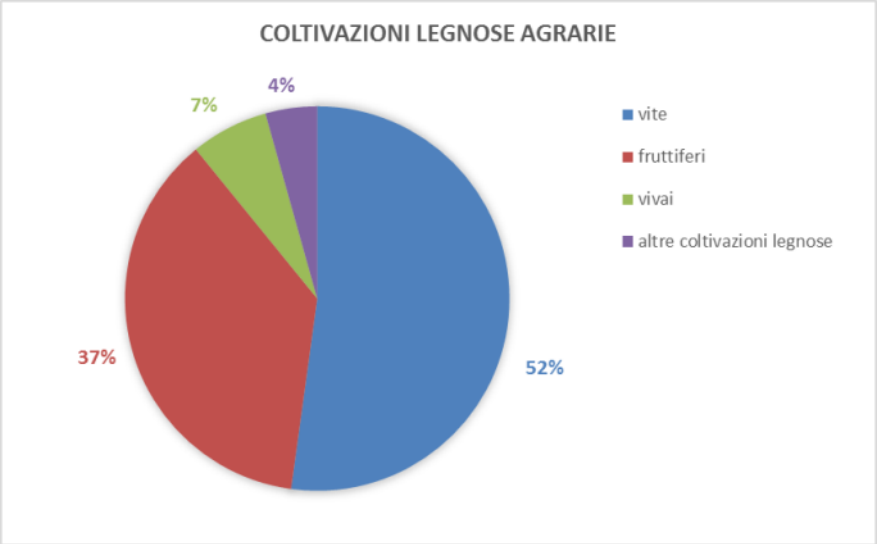


Grafico 7 - Coltivazioni legnose (Fonte: 6° Censimento Generale dell'Agricoltura ISTAT).

Sistema infrastrutturale

Il sistema infrastrutturale del comune di Voghera è complesso e ben articolato. La viabilità veicolare è servita da un reticolo di strade secondarie che si dirama sull'intero territorio comunale, connesso ad un sistema di strade provinciali e regionali preposte al collegamento con i principali poli dell'Oltrepò Pavese.

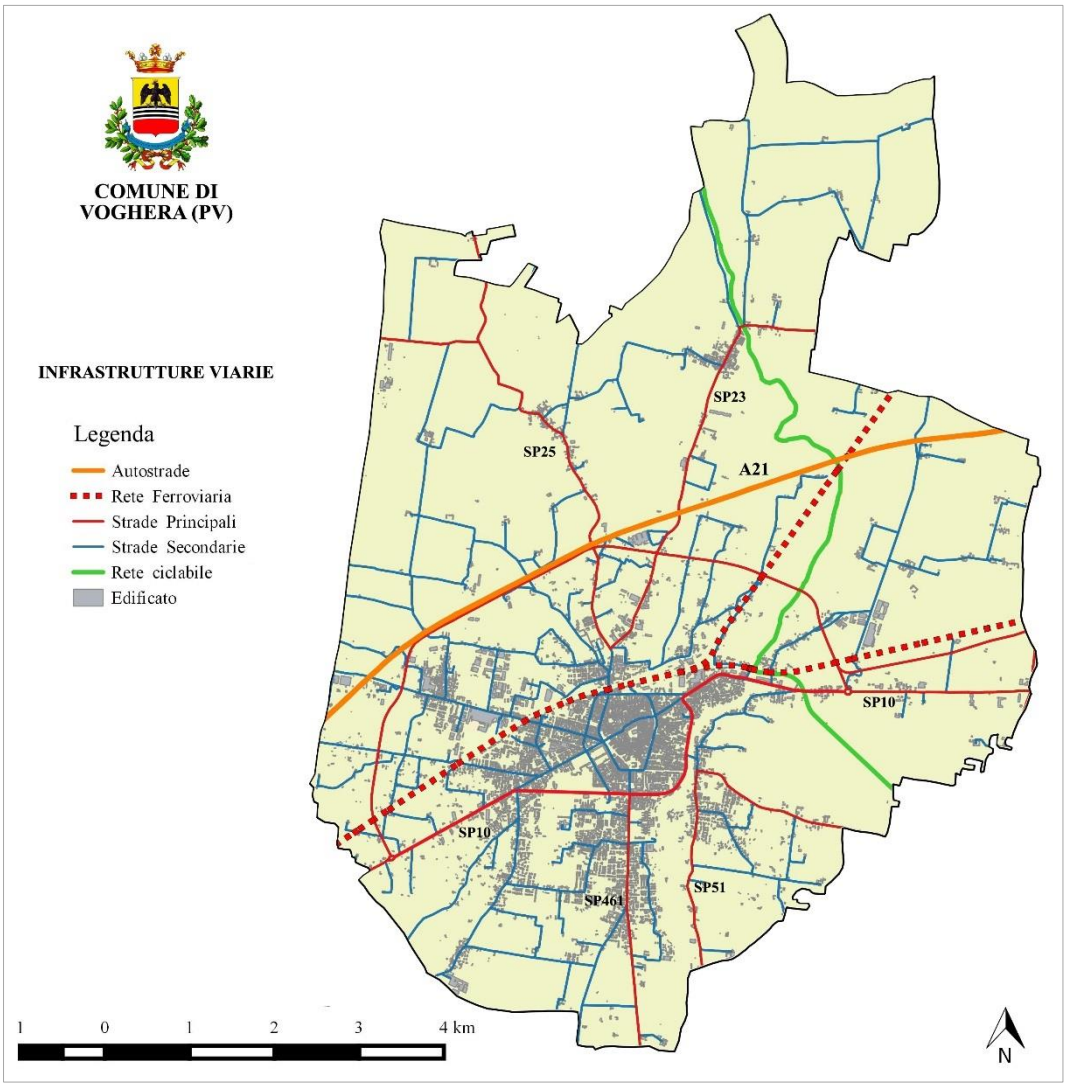


Figura 10 – Ortofoto del territorio comunale

(Elaborazioni di AzzeroCO2 dati tratti dal Geoportale della Regione Lombardia).

Tra le principali arterie di collegamento ricordiamo: la SP10 (ex SS10) che attraversa il territorio comunale in direzione nord-est/sud-ovest garantendo il collegamento del comune con le città di Tortona e Casteggio; la SP461 inizia il suo percorso nel comune di Voghera e si snoda in direzione sud parallelamente al fiume Staffora attraversando i comuni di Rivanazzano Terme, Godiasco Salice Terme, Ponte Nizza, Bagnaria e Varzi fino a raggiungere il comune di Bobbio in Emilia Romagna. Il collegamento verso nord è garantito dalla SP23 e dalla SP23, questi due assi viari, collegano il comune di Voghera con i comuni di Corana e Cervesina.

Il territorio comunale è ben collegato anche alla rete autostradale del nord Italia, due sono le tratte a servizio della città di Voghera:

Figura 11 – Sistema autostradale nell'ambito di Voghera.

L'**A21** Torino-Brescia che rappresenta il collegamento autostradale più prossimo al comune di Voghera ed è raggiungibile attraverso la tangenziale Costeggio-Voghera; dista circa 6 km dal centro urbano ed è il principale collegamento con la città di Piacenza.

L'Autostrada **A7**, principale arteria di collegamento tra Milano e Genova nota anche come Autostrada dei Giovi il cui innesto autostradale si trova in prossimità del comune di Casei Gerola a circa 10 km dal comune di Voghera.

Per via della sua posizione strategica, Voghera, è un importante nodo di scambio ferroviaio del nord Italia, due sono le linee che transitano all'interno del suolo comunale: la linea Milano Tortona che collega le città di Milano e Genova e la ferrovia Alessandra-Piacenza che collega il nodo ferroviario di Alessandria con la città di Piacenza, attraversando i comuni di Tortona, Voghera e Stradella.

Figura 12 – Stazione ferroviaria di Voghera.

Il nodo ferroviario di Voghera è costituito da otto binari dai quali partono sia i treni di media che quelli di lunga percorrenza (Regionali, Intercity e Frecciabianca); nelle immediate vicinanze della stazione sono presenti anche la fermata delle linee urbane comuali che quelle per le autolinne extraurbane.

Demografia

Voghera è un comune di 39.427 abitanti (dato ISTAT, 31 dicembre 2016) con una densità abitativa di 621,37 ab/km². L'andamento della popolazione di Voghera risulta essere piuttosto stazionario nel periodo compreso tra il 2005 e il 2006, mentre durante gli anni successivi si registra un costante incremento del numero di abitanti, che raggiunge il suo valore massimo nel 2010 con un totale di 39.937 persone.

Tra il 2010 e il 2011 si assiste ad un forte decremento del numero di residenti (-4,8%) che tornano ad aumentare negli anni successivi.

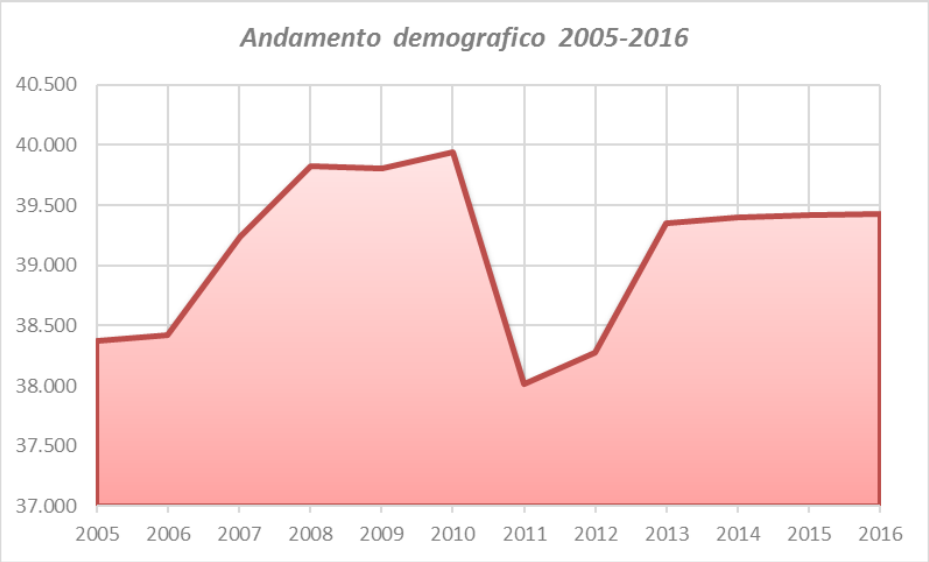


Grafico 8 - Andamento demografico del comune di Voghera (Fonte: ISTAT).

La tabella seguente mostra alcuni dati demografici nel periodo compreso tra il 2005, anno di riferimento per il calcolo dell'IBE, ed il 2016, ultimo anno disponibile. A fronte di un aumento del numero di famiglie di circa il 3%, il numero medio di componenti si è mantenuto pressoché costante, passando da 2,11 a 2,09 unità.

Anno	Numero famiglie	Media componenti per famiglia
2005	17.986	2,11
2006	18.054	2,11
2007	18.190	2,13
2008	18.339	2,15
2009	18.424	2,14
2010	18.533	2,13
2011	18.672	2,01
2012	18.851	2,01
2013	18.477	2,11
2014	18.572	2,10
2015	18.540	2,10
2016	18.562	2,09

Tabella 5 - Famiglie presenti a Voghera dal 2005 al 2016 (Fonte: ISTAT).

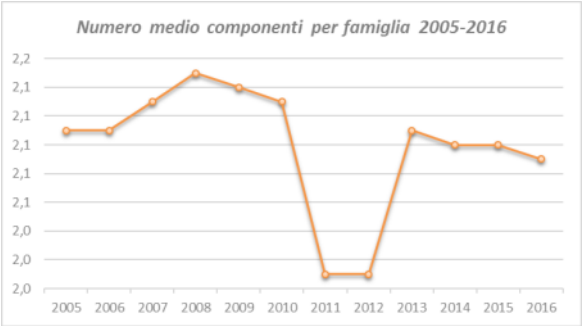


Grafico 9 – Andamento del numero di famiglie a Voghera dal 2005 al 2016 (Fonte: ISTAT).

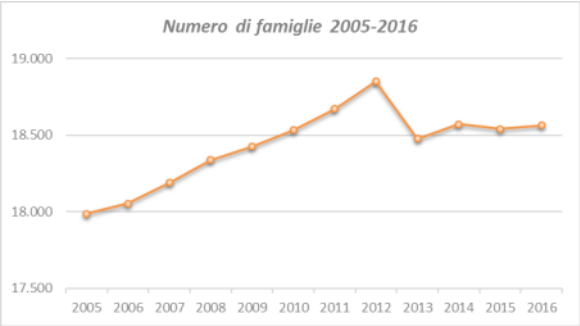


Grafico 10 – Andamento del numero medio di componenti per famiglie a Voghera dal 2005 al 2016 (Fonte: ISTAT).

In termini di variazione percentuale della popolazione, il confronto tra i dati regionali, provinciali e comunali mostra un sostanziale parallelismo tra i valori nel periodo compreso tra il 2007 e il 2010. Il 2011 rappresenta per il comune di Voghera l'anno i cui i valori relativi alla popolazione residente hanno raggiunto i valori minimi del periodo (38.020 ab.) segnando una decrescita di circa il 4,8% in linea con i valori regionali (-2,19%). Durante il 2012 si assiste ad un cambio di tendenza per quanto riguarda i valori comunali e regionali che tornano ad essere positivi al contrario di quanto accade invece in ambito provinciale. Tra il 2013 e il 2014 la variazione percentuale della popolazione si attesta su valori positivi sia in ambito comunale che provinciale e regionale. Tra il 2015 e il 2016 a livello comunale la variazione risulta essere minima e stabile su valori positivi mentre per quanto riguarda l'ambito provinciale e regionale si assiste ad un'alternanza tra valori positivi e negativi.

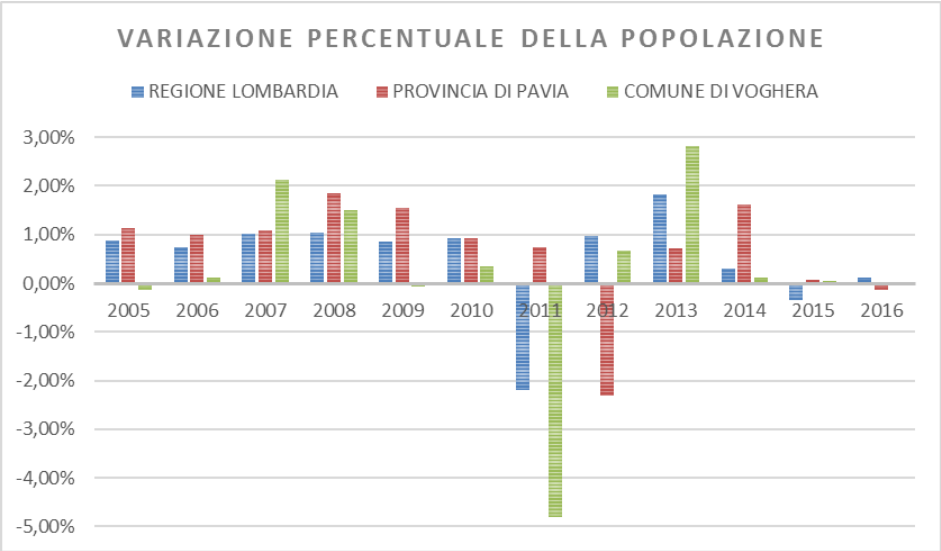


Grafico 11 – Variazione percentuale della popolazione del comune di Voghera, Provincia e Regione (ISTAT).

L'analisi della struttura per età della popolazione considera tre fasce: giovani 0-14 anni, adulti 15-64 anni e anziani 65 anni ed oltre. In base alle diverse proporzioni fra tali fasce, la struttura di una popolazione viene definita di tipo progressiva, stazionaria o regressiva a seconda che la popolazione giovane sia maggiore, equivalente o minore di quella anziana.

Nel caso del Comune di Voghera, la popolazione al 2016 è stata di tipo regressivo, in quanto la percentuale di giovani (11,3%) risulta essere minore rispetto alla percentuale di anziani (26,8%).

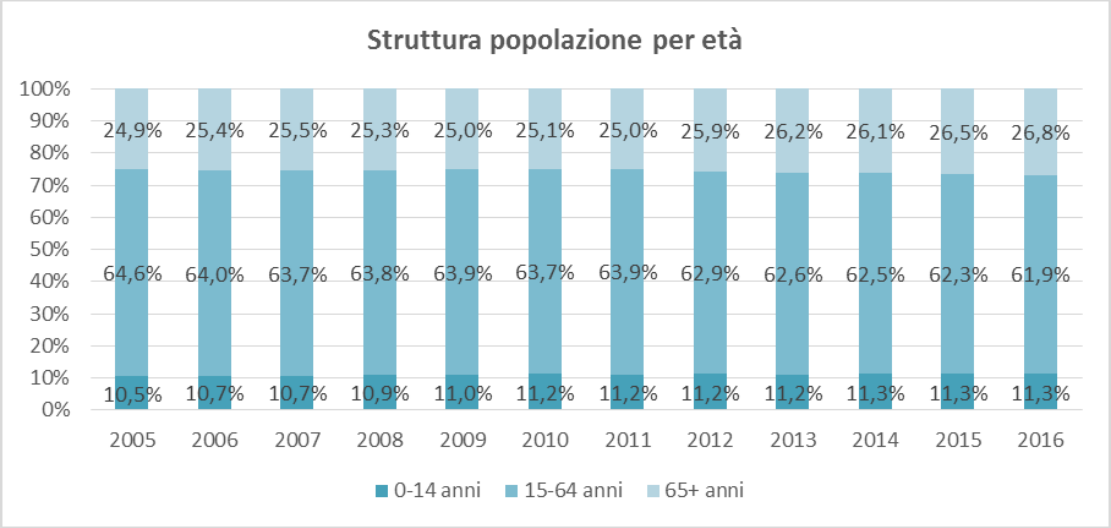


Grafico 12 – Analisi della struttura per età della popolazione dal 2005 al 2016 (Fonte: ISTAT).

Tessuto economico

Il sistema economico-produttivo di Voghera ha subito nel corso degli anni forti cambiamenti di indirizzo dovuti in parte all'inevitabile cambiamento nello stile di vita della popolazione, ed in parte alla progressiva espansione urbanistica dell'area.

Di stampo prevalentemente agricolo, l'economia locale era legata principalmente alle coltivazioni cerealicole, foraggiere e ortofrutticole, che hanno caratterizzato per decenni le produzioni alimentari del territorio, rendendo possibile lo sviluppo di numerose industrie per la trasformazione dei prodotti alimentari.

Già a partire dagli anni 50 del secolo scorso, con l'insediamento sul territorio delle prime grandi industrie, si è assistito al graduale spopolamento delle aree agricole e al conseguente trasferimento della manodopera verso i nuovi poli industriali. Questo cambiamento nel ventennio successivo ha dato il via ad una forte espansione urbanistica dell'area.

In seguito alla chiusura di alcune grani industrie, intorno al 1970 il tessuto economico della città è tornato a cambiare orientandosi questa volta verso lo sviluppo di una rete di piccole e medie imprese artigianali con produzioni medio basse, ma di elevato valore qualitativo. In questa fase il progressivo aumento demografico della città è stato il motore per una nuova espansione del settore edilizio e di quello della produzione di materiali laterizi, che in quegli anni ha raggiunto livelli considerevoli.

Tra le iniziative promosse dall'Amministrazione comunale per lo sviluppo economico del territorio ricordiamo la Fiera di Sensia, la più antica fiera della Lombardia che da 1382 si tiene all'interno del territorio comunale di Voghera. La manifestazione è un'occasione di crescita e di incontro nata con lo scopo di promuovere la tradizione, la tipicità, il commercio, il turismo, lo sport, la cultura e tutte le eccellenze del territorio.

Al fine del riconoscimento della promozione e della tutela delle produzioni agroalimentari del territorio, nel 2005 l'Assessorato alla Promozione del Territorio del Comune di Voghera ha instituito il marchio DE.C.O. in ambito comunale. Il marchio di ***Denominazione Comunale di Origine*** viene attribuito a seguito l'istituzione di un apposito registro per la classificazione dei prodotti tipici locali, sono più di 240 i comuni italiani che hanno adottato tale regolamento per la salvaguardia delle proprie produzioni locali.

Nel comune di Voghera ad oggi risultano iscritti al registro dei prodotti DE.C.O. otto prodotti tipicamente "vogheresi": la mostarda di Voghera, la Zuppa Vogherese, lo stracchino di Voghera, gli agnolotti di stufato Savignoni, la cipolla di Voghera, il peperone di Voghera, gli agnolotti di stufato e le lasagne al ragù Vaglica.

Nei grafici seguenti sono sintetizzati i dati del 9° Censimento dell'Industria e Servizi ISTAT, relativi al numero di unità locali delle imprese e al numero di addetti per il comune di Voghera.

L'analisi dei dati mostra come il settore con il maggior numero di imprese attive sia quello del commercio all'ingrosso e al dettaglio, con 932 unità locali il settore impiega circa 2.700 addetti.

Conta un numero elevato di addetti anche il settore manifatturiero (2.649); le aziende del settore presenti sul territorio sono circa 238, tra le quali spiccano per maggior numero di addetti quelle specializzate nella fabbricazione di macchinari ed apparecchiature per usi speciali e di impiego generale.

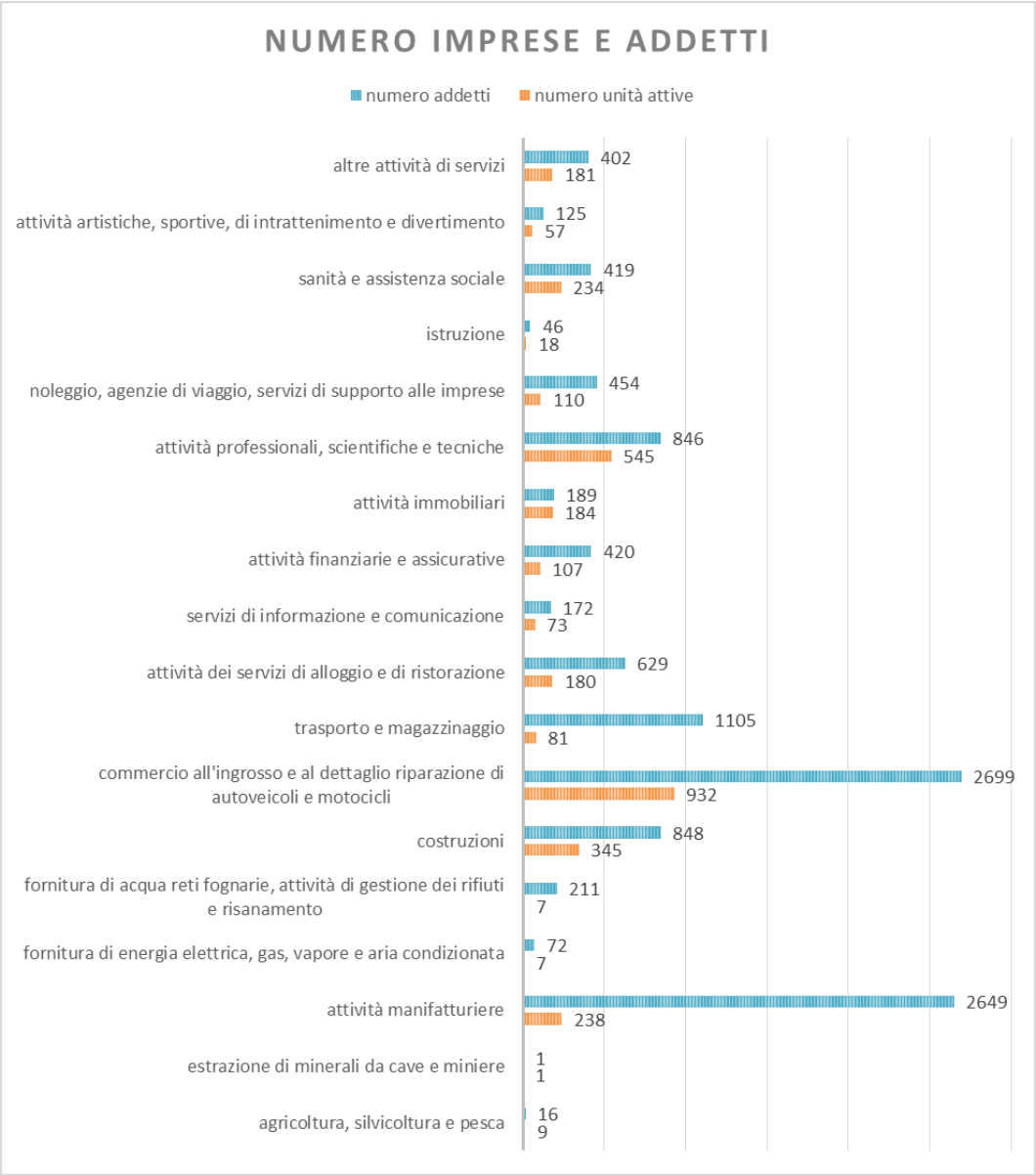


Grafico 13 – Numero unità locali delle imprese e numero di addetti del Comune di Voghera (Fonte: ISTAT).

Da un confronto dei dati totali riferiti agli addetti e al numero di imprese tra gli anni 2001 e 2011, si segnala un aumento del numero delle imprese pari a circa l'1%, a fronte di una diminuzione del numero di addetti di circa il 2%.

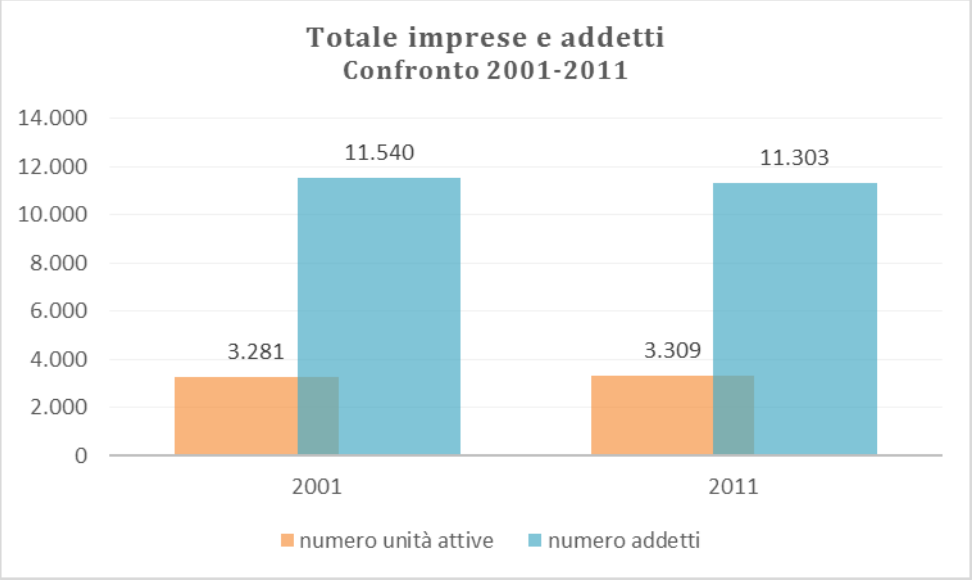


Grafico 14 - Confronto anni 2001-2011 del numero totale di unità locali e di addetti del Comune di Voghera (Fonte: ISTAT).

Flussi turistici

La provincia di Pavia è un territorio ricco di risorse storico-naturalistiche. Le elaborazioni grafiche dei dati sui flussi turistici pubblicate dall'ISTAT, relative all'ultimo censimento, mostrano le strutture ricettive presenti sul territorio provinciale e le tipologie delle stesse, nonché i flussi di turisti con arrivi e presenze dal 2011 al 2015 nell'intero territorio provinciale.

Il grafico seguente sintetizza i dati sul movimento turistico nelle strutture ricettive in provincia di Pavia nel periodo comprese tra il 2010 e il 2015. I dati mostrano un andamento piuttosto uniforme nell'intero periodo con un picco di presente registrato nel 2011 (591.925) e un periodo di lieve diminuzione dei flussi tra il 2013 e il 2014. Nel 2015 le presenze totali sono state circa 563.609 con circa 259.602 arrivi.

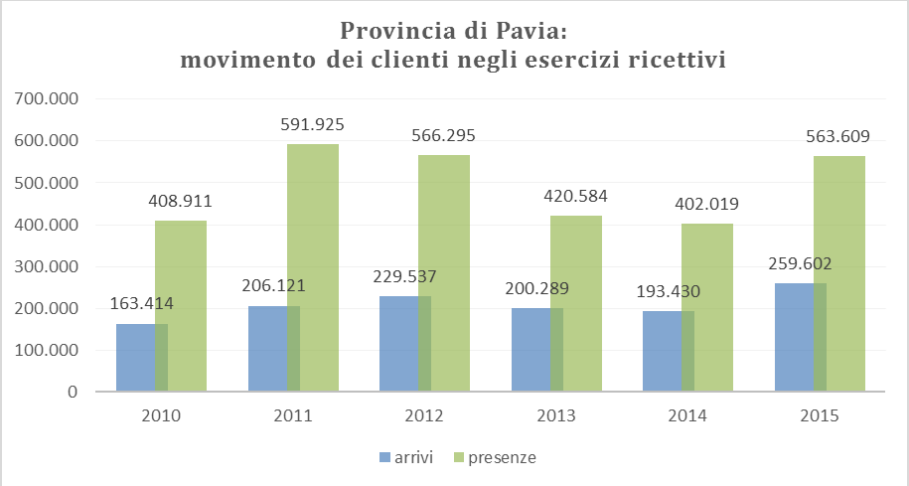


Grafico 15 – Arrivi e presenze totali negli esercizi ricettivi in provincia di Pavia 2010-2015 (ISTAT).

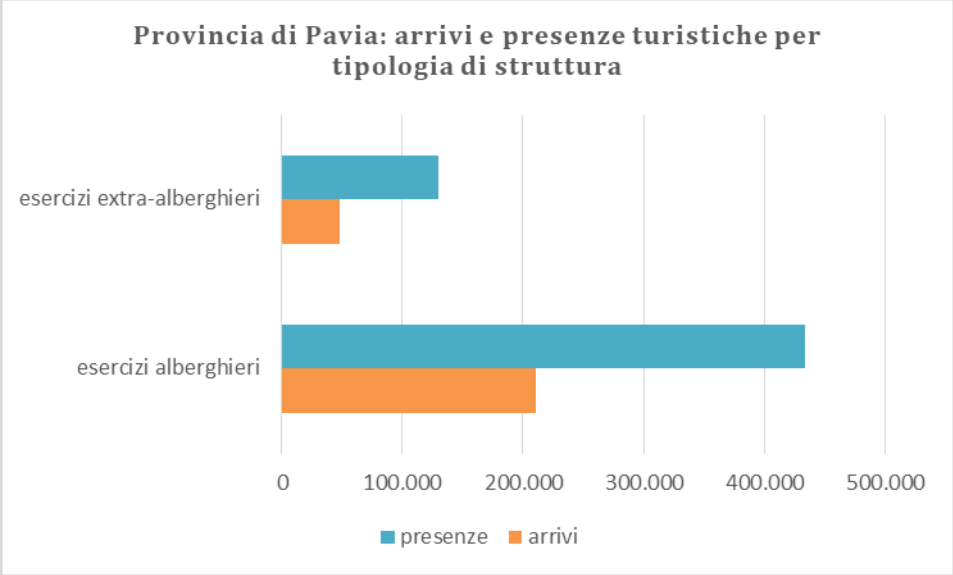
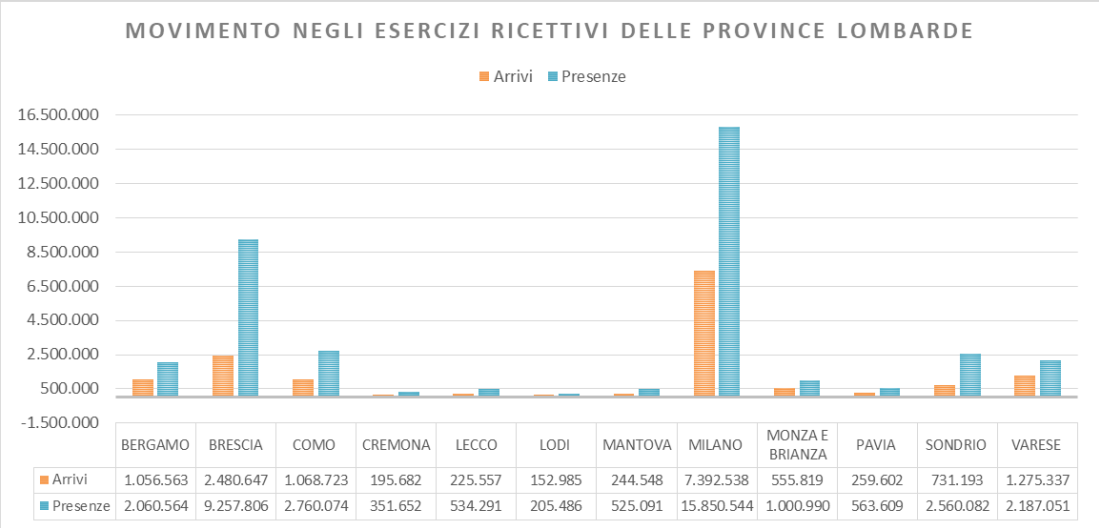


Grafico 16 – Provincia di Pavia: arrivi e presenze turistiche per tipologia di struttura anno 2015 (ISTAT).

Confrontando questi dati con quelli delle altre province lombarde, si può notare la differenza dell'attuale livello di flusso turistico tra il territorio pavese e il resto della regione. Tra le dodici provincie lombarde, Pavia si colloca in ottava posizione per presenze turistiche (dato al 2015), tale flusso rappresenta circa il 4% rispetto alle presenze registrate nella provincia di Milano che con numero di 15.850.544 di individui censiti, risulta essere la provincia lombarda con il maggior numero di presenze turistiche.



	BERGAMO	BRESCIA	COMO	CREMONA	LECCO	LODI	MANTOVA	MILANO	MONZA E BRIANZA	PAVIA	SONDRIO	VARESE
Arrivi	1.056.563	2.480.647	1.068.723	195.682	225.557	152.985	244.548	7.392.538	555.819	259.602	731.193	1.275.337
Presenze	2.060.564	9.257.806	2.760.074	351.652	534.291	205.486	525.091	15.850.544	1.000.990	563.609	2.560.082	2.187.051

Grafico 17 – Movimento clienti nelle strutture ricettive delle province Lombarde anno 2015 (ISTAT).

In ambito comunale, al 2015, si è registrata la presenza di 9 strutture ricettive suddivise in 4 esercizi alberghieri e 5 esercizi extra-alberghieri (agriturismi e similari); questi valori corrispondono ad un totale di circa 212 posti letto.

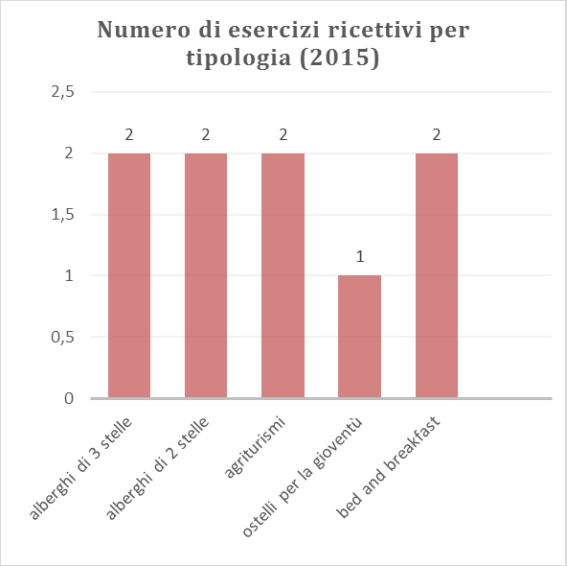


Grafico 18 - Numero di esercizi ricettivi per tipologia di struttura nel Comune di Voghera 2015 (ISTAT).

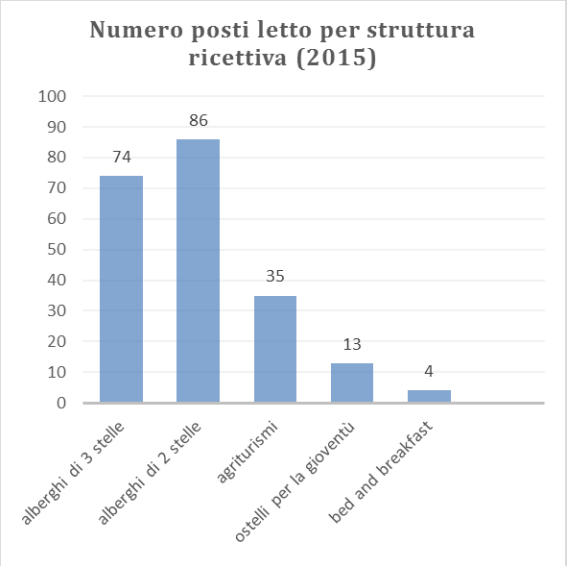


Grafico 19 - Numero di posti letto per struttura ricettiva nel Comune di Voghera 2015 (ISTAT).

Potenzialità e Impianti FER

Ventosità e producibilità

Le mappe dell'Atlante Eolico dell'RSE (Ricerca sul Sistema Energetico) consentono di individuare la ventosità di un determinato territorio e valutarne le potenzialità eoliche.

La mappa sottostante e le differenti colorazioni, definiscono le velocità medie annuali registrate ad un'altezza di 25 m dal suolo sul territorio comunale di Voghera, che si attestano tra i 3 m/s e i 4 m/s.

Figura 13 - Mappa del vento del comune di Voghera a 25 m di altezza (Fonte: Atlante Eolico RSE).

La producibilità specifica registrata a 25 m dal suolo risulta essere, per la maggior parte del territorio comunale, compresa tra i 500 e i 1000 MWh/MW.

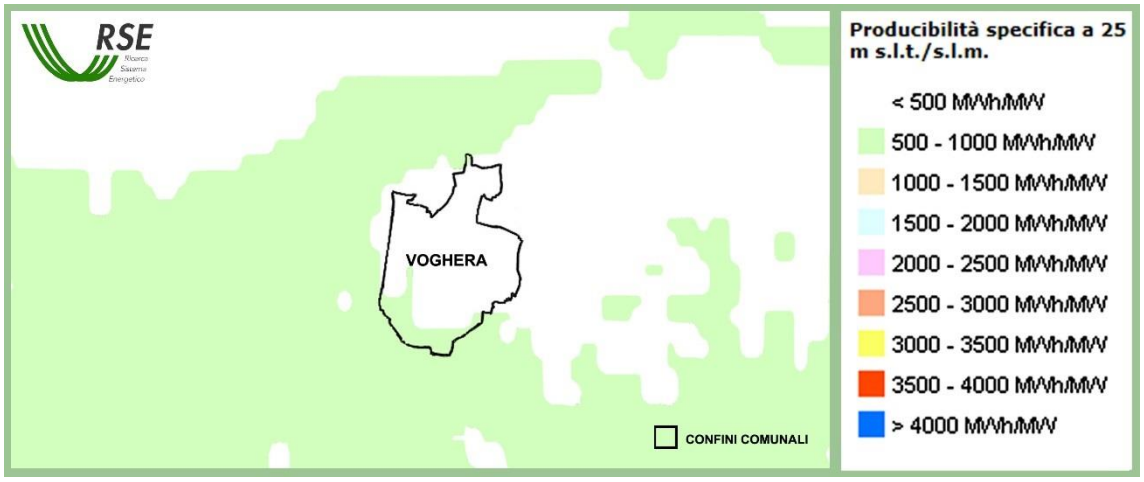


Figura 14 – Producibilità specifica del comune di Voghera a 25 m di altezza (Fonte: Atlante Eolico RSE).

Fotovoltaico

Il database degli impianti fotovoltaici ***Atlasole*** messo a disposizione dal GSE consente di valutare la presenza sul territorio comunale degli impianti fotovoltaici che hanno avuto accesso al Conto Energia.

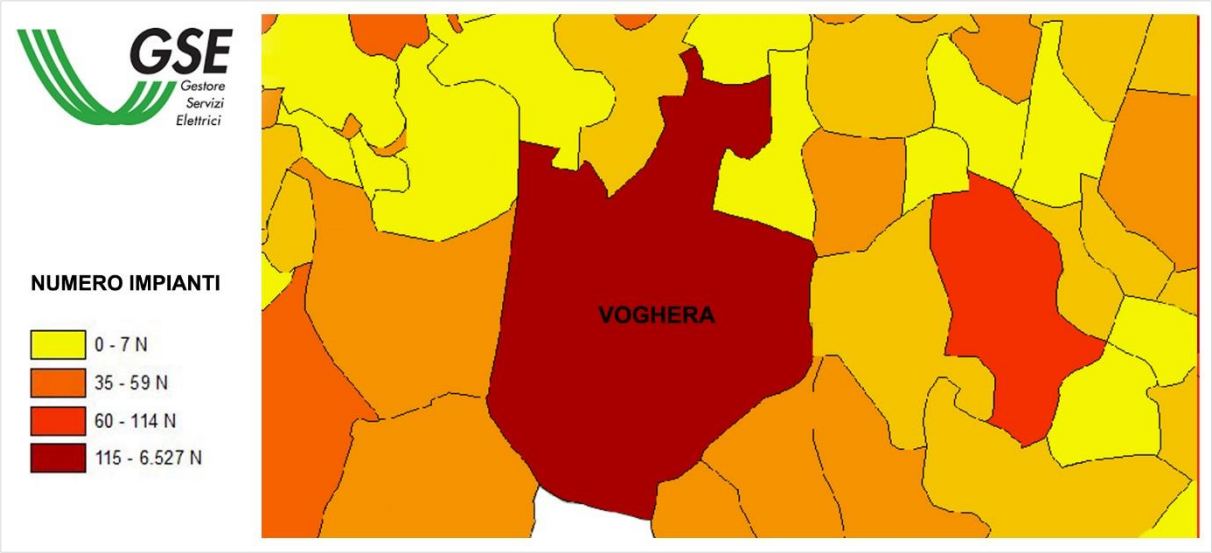


Figura 15 – Impianti fotovoltaici presenti sul territorio comunale di Voghera (Fonte: Atlasole GSE).

L'installazione degli impianti fotovoltaici ha visto una importante crescita tra il 2009 e il 2012, soprattutto grazie agli incentivi statali erogati dal GSE. Nel 2012 sono stati installati impianti per un totale di quasi 3.582 kW di potenza.

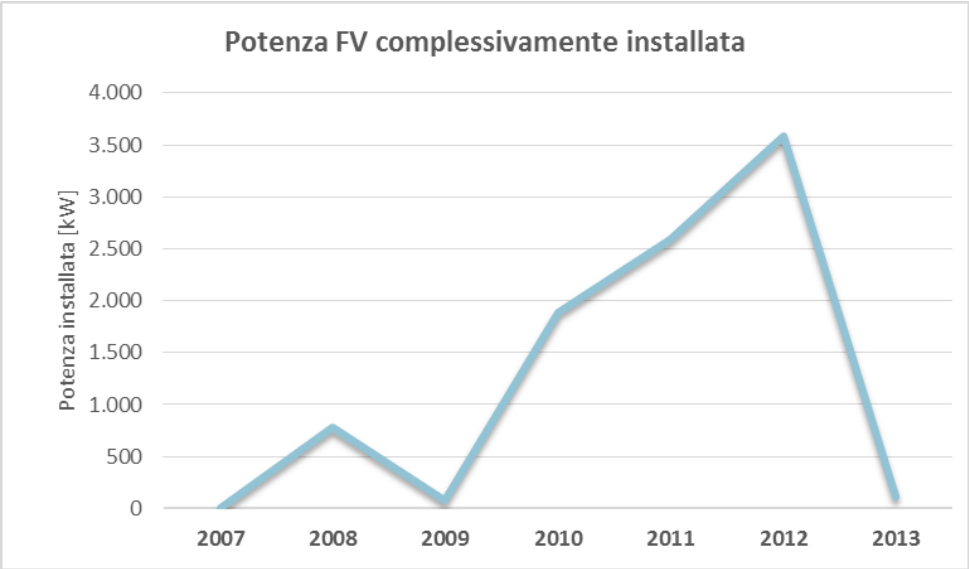


Grafico 20 – Andamento potenza complessiva installata 2007-2014 (Fonte: Atlasole GSE).

Gli impianti censiti nel Comune di Voghera ad oggi sono 251, per una potenza totale installata pari a 9.013,62 kW. Gli impianti con potenza massima fino a 3 kW rappresentano il 41% (104 impianti; potenza complessiva 250,16 kW), il 44% è rappresentato da impianti con potenza

compresa tra i 3 e i 20 kW (110 impianti; potenza complessiva 798,74 kW); gli impianti con potenza maggiore di 20 kW rappresentano il 15% (37 impianti; potenza complessiva 7.964,72 kW).

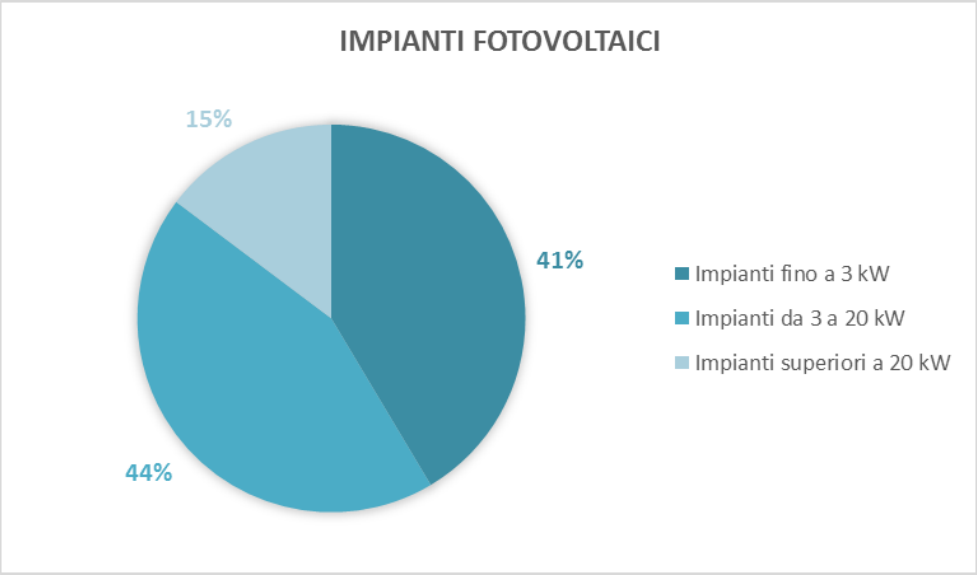


Grafico 21 –Ripartizione impianti fotovoltaici installati per potenza (Fonte: Atlasole GSE).

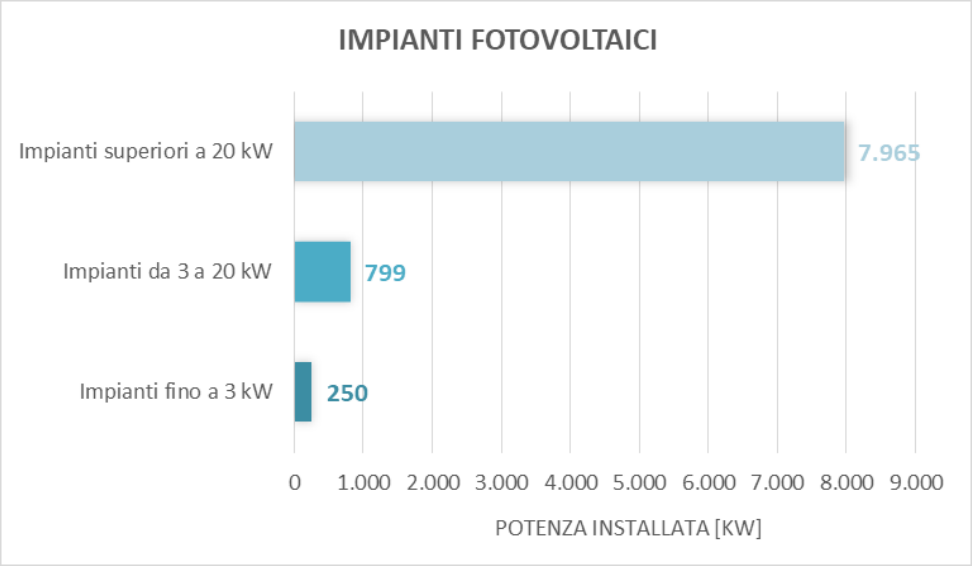


Grafico 22 – Potenza complessivamente installata per categoria d'impianto (Fonte: Atlasole GSE).

Analisi delle biomasse

Attraverso la consultazione della piattaforma web **A.I.D.A (Advanced and Innovative Tool for Developing feasibility Analysis of biomass plants)**, messa a disposizione dall'Enea, è stato possibile valutare ed esaminare i potenziali delle biomasse nel territorio del comune di Voghera e della provincia di Pavia. Sono state analizzate sia le biomasse fermentescibili (deiezione zootecniche e FORSU) sia quelle ligno-cellulosiche. I dati afferenti alle biomasse fermentescibili si riferiscono al contesto comunale, mentre quelli relativi alle biomasse ligno-cellulosiche al contesto provinciale.

Dall'analisi dei dati forniti dalla piattaforma, a livello comunale risulta un quantitativo di biomassa fermentescibile derivante da FORSU pari a **151,26 t/anno.** La biomassa derivante dal settore zootecnico, invece, ammonta a **2.994,15 t/anno**.

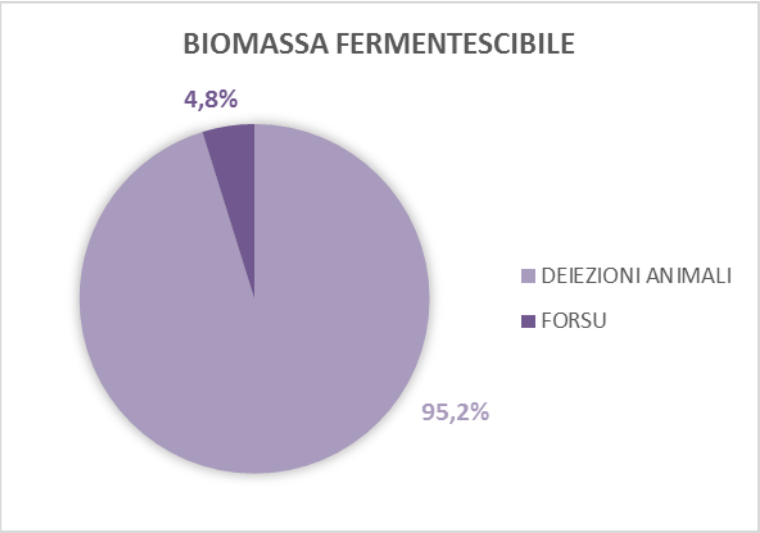


Grafico 23 - Distribuzione percentuale delle biomasse fermentescibili (Fonte A.I.D.A).

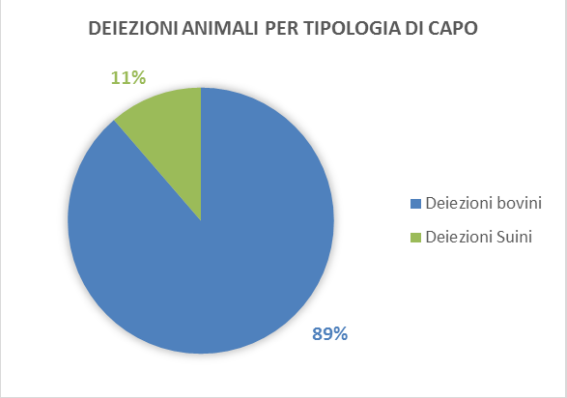


Grafico 24 - Distribuzione percentuale delle deiezioni per tipologia di capo (Fonte A.I.D.A).

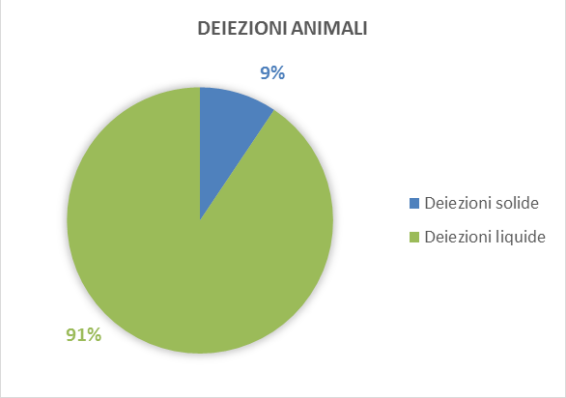


Grafico 25 - Distribuzione percentuale delle deiezioni (Fonte A.I.D.A).

Circa l'89% delle deiezioni animali è di tipo bovino, mentre il restante 11% è di tipo suino. Le deiezioni liquide rappresentano il 91% (2.701 t/anno) sul totale delle deiezioni animali mentre quelle solide si attestano al 9% (280 t/anno).

Nelle tabelle e nei grafici seguenti, si riportano i dati dei quantitativi di scarti agricoli e di materiale legnoso, espressi in tonnellate di sostanza secca prodotte in un anno a livello provinciale.

Le biomasse ligno-cellulosiche totali provinciali ammontano a circa **852.444 t/anno** e sono costituite per il 92,45% da scarti agricoli, per il 7,54% da prodotti derivanti da legno – foresta e per una percentuale inferiore al'1% dalle colture energetiche.

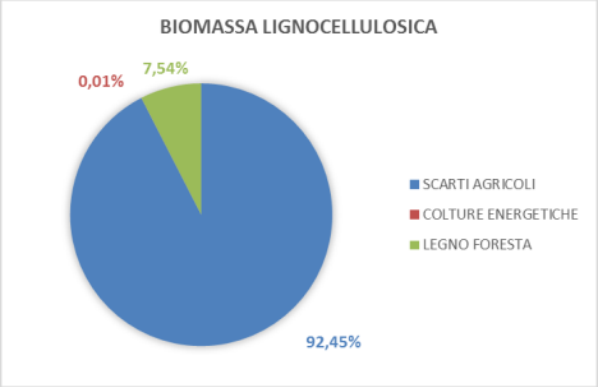


Grafico 26 - Distribuzione percentuale degli scarti agricoli (Fonte A.I.D.A).

Gli scarti agricoli sono costituiti per la maggior parte da paglie (80,7%) e da lolla-riso (15,4%); il restante 3,9% è composto da vinaccia e potature.

SCARTI AGRICOLI	tss/anno
PAGLIE	636.261,93
POTATURE	19.973,02
LOLLA - RISO	121.415,50
VINACCIA	10.434,02
TOTALE	**788.084,5**

Tabella 6 - Quantitativi degli scarti agricoli per tipologia (Fonte A.I.D.A)

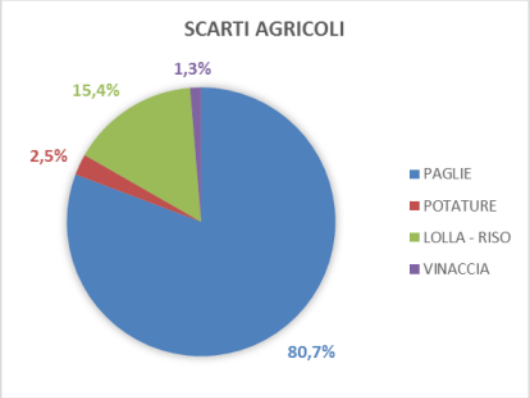


Grafico 27 - Distribuzione percentuale degli scarti agricoli (Fonte A.I.D.A).

L'81,8% della biomassa derivante da legno-foresta è costituita da arboricoltura, il 17,8% da boschi di latifoglie e il restante 0,4% da boschi di conifere.

LEGNO FORESTA	tss/anno
BOSCHI LATIFOGLIE	11.447,60
BOSCHI CONIFERE	231,09
ARBORICOLTURA	52.612,93
TOTALE	**64.291,6**

Tabella 7 - Quantitativi delle biomasse da legno - foresta per tipologia (Fonte A.I.D.A).

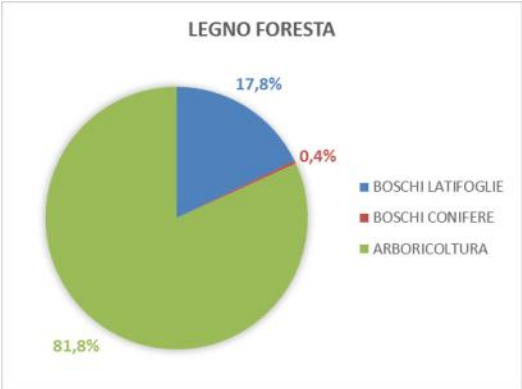


Grafico 28 - Distribuzione percentuale delle biomasse da legno-foresta. (Fonte A.I.D.A).

Le colture energetiche sono costituite per la maggior parte da sorgo (32,0%) e miscanto (31,5%); il restante 36,5% è composto da panico (23,7%) e cardo (12,8%).

COLTURE ENERGETICHE	tss/ha
MISCANTO	21,54
PANICO	16,15
CARDO	8,71
SORGO	21,88
TOTALE	**68,28**

Tabella 8 - Quantitativi delle biomasse da colture energetiche per tipologia (Fonte A.I.D.A).

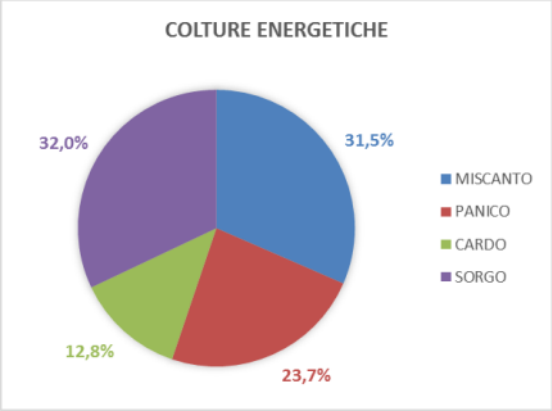


Grafico 29 - Distribuzione percentuale delle biomasse da colture energetiche (Fonte A.I.D.A).

Considerazioni sul contesto comunale

La molteplicità di aspetti trattati nei paragrafi precedenti costituisce un insieme di elementi utili a definire il contesto territoriale nel quale viene sviluppato il presente Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima. Il concetto stesso di Piano, infatti, impone che sia effettuata un'attenta valutazione dell'ambito in cui lo stesso va ad inserirsi.

Dal punto di vista demografico la situazione del comune di Voghera negli ultimi due anni è rimasta piuttosto stazionaria, dopo aver avuto un forte calo nel 2011.

L'economia locale si fonda principalmente sulle piccole e medie imprese artigianali e del settore edilizio.

Il turismo, a livello provinciale e comunale, avrebbe bisogno di un importante impulso per il suo rilancio, operando soprattutto sulla valorizzazione dei beni e degli elementi storici presenti sul territorio. La provincia pavese, infatti, è una delle meno visitate della Lombardia, con un flusso turistico neanche paragonabile, ad esempio, con quello che si registra nelle provincie di Milano e Brescia.

Da un punto di vista agricolo, sono molto sviluppate le colture foraggere e quelle cerealicole, come anche le coltivazioni di viti e i frutteti.

Spostando l'attenzione, invece, sulle fonti rinnovabili sono 251 gli impianti fotovoltaici installati ad oggi sul territorio comunale per una potenza complessiva pari a circa 9 MW. In rapporto al numero di abitanti, il dato della città di Voghera è sotto la media provinciale, contando 0,23 kW/ab installati, contro 0,30 kW/ab della provincia di Pavia.

Per la sua conformazione territoriale il comune di Voghera è caratterizzato da una bassa ventosità.

Nel capitolo successivo verranno presentati i risultati dell'inventario di base delle emissioni, con una descrizione delle procedure utilizzate per la stima dei consumi e delle emissioni nei settori pubblico, residenziale, terziario e della mobilità pubblica e privata.

Sezione B. INVENTARIO DELLE EMISSIONI

Metodologia di calcolo generale

L'Inventario di Base delle Emissioni quantifica la CO_2 (o CO_{2eq}) emessa entro i confini geografici del territorio comunale, in un determinato anno di riferimento.

L'elaborazione dell'inventario è di fondamentale importanza per la definizione delle misure da adottare ai fini della riduzione dell'impatto sul cambiamento climatico, in quanto fotografa le condizioni di partenza in termini di consumi e di emissioni.

L'approccio utilizzato nella presente analisi per stimare le emissioni derivanti dal consumo energetico nel territorio dei Comuni dell'aggregazione segue i principi riportati nel linee guida "**2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories".**

Nello specifico, si fa riferimento ad un'espressione che mette in relazione l'attività della sorgente e l'emissione e che, a livello generale, può essere ricondotta alla seguente:

$$\mathbf{E_i = A * FE_i}$$

dove:

E_i = emissione dell'inquinante "i" (t/anno), ovvero la quantità di sostanza inquinante "i" (espressa generalmente in tonnellate) generata ed immessa in atmosfera a seguito di una determina attività

A = indicatore dell'attività, ovvero il parametro che meglio descrive l'attività che genera un'emissione, a cui è associabile un inquinante, rapportato all'unità di tempo (generalmente l'anno).

FE_i = fattore di emissione dell'inquinante i (g di inquinante/unità di prodotto, g di inquinante/unità di combustibile consumato, ecc..), ovvero la quantità di sostanza inquinante immessa in atmosfera per ogni unità di indicatore d'attività.

In generale, esistono due tipi di approccio per quantificare i consumi:

- **bottom up -** rappresenta la scelta ideale, in quanto permette di ottenere informazioni estremamente dettagliate e precise relativamente al territorio in esame, utilizzando strumenti come i dati dei distributori di energia locali, analisi dei flussi di traffico, ecc…
- **top down –** tale percorso metodologico rielabora informazioni che partono dalla scala spaziale più grande e discendono a livelli inferiori. Questa disaggregazione viene effettuata utilizzando le cosiddette "variabili di disaggregazione", che sono legate ai consumi e /o alle emissioni ed i cui valori siano noti sia sull'area più vasta (nazione, regione, provincia) che sul dettaglio territoriale di interesse (comune, aggregazione di comuni).

Generalmente si utilizza un approccio misto ossia, laddove non si riesca ad effettuare una quantificazione delle emissioni attraverso l'approccio bottom up, che è quello consigliato, si integrano le informazioni con i risultati dell'approccio top down.

Tutti i consumi devono essere riferiti ad uno specifico anno, che rappresenterà la baseline rispetto alla quale definire l'obiettivo di riduzione. **L'anno di riferimento individuato per l'inventario delle emissioni del Comune di Voghera è il 2005.**

I settori considerati nella ricostruzione del bilancio finale delle emissioni sono:

1. **PUBBLICO** (edifici/strutture e servizi, illuminazione pubblica);
2. **CIVILE RESIDENZIALE;**
3. **CIVILE TERZIARIO;**
4. **TRASPORTI** (flotta municipale, trasporto pubblico e mobilità privata).

L'industria non ETS e i rifiuti sono settori facoltativi del PAES, che non sono stati presi in considerazione nella presente analisi.

Le emissioni associate ai diversi settori possono essere stimate basandosi su due diverse tipologie di fattori di emissione:

- **standard**: rappresentano il contenuto di carbonio presente in ciascun combustibile o, nel caso dell'energia elettrica, su un calcolo delle emissioni basato sui fattori rappresentativi del contenuto di carbonio presente in ciascun combustibile utilizzato nel mix energetico italiano per la produzione di energia elettrica;
- **LCA – Life Cycle Assessment**: non includono solo le emissioni generate dalla combustione finale, ma tutte le emissioni associate all'estrazione, al trasporto, ai processi di raffinazione dei combustibili utilizzati.

I fattori di emissione standard utilizzati sono riportati di seguito, con l'indicazione della fonte di riferimento.

TIPO COMBUSTIBILE	FE standard [tCO_2/MWh]	FONTE
Benzina	0,249	ELCD – European Life Cycle Database
Gasolio autotrazione e riscaldamento	0,267	ELCD – European Life Cycle Database
GPL	0,227	ELCD – European Life Cycle Database
Gas naturale	0,202	ELCD – European Life Cycle Database
Biomassa legnosa	0	ELCD – European Life Cycle Database
Biocarburanti	0	ELCD – European Life Cycle Database
Energia elettrica (nazionale)	0,491	ELCD – European Life Cycle Database
Fotovoltaico	0	ELCD – European Life Cycle Database

Tabella 9 - Fattori di emissione standard (Fonte: Linee Guida PAES).

L'autorità locale, inoltre, può decidere di includere all'interno dell'IBE la produzione locale di elettricità sulla base dei criteri indicati nelle Linee Guida e calcolare, in questo modo, un **fattore di emissione locale per l'energia elettrica**. Tale fattore "valorizza" in termini di riduzione della CO_2 l'energia prodotta da fonti rinnovabili e l'energia verde acquistata dall'autorità locale, secondo la seguente formula:

$$FE_{EE} = [(C_{EE} - PL_{EE} - CV) * FE_{NE} + CO_{2PL} + CO_{2CV}] / (C_{EE})$$

dove:

C_{EE} = consumo totale di energia elettrica

PL_{EE} = produzione locale di energia elettrica [MWhe]

CV = acquisto di energia elettrica verde/da fonte rinnovabile da parte delle autorità locali [MWhe]

FE_{NE}= fattore di emissione dell'energia elettrica nazionale o europeo [t/MWhe]

CO_{2PL} = emissioni di CO_2 dovute alla produzione locale di energia elettrica [t]

CO_{2CV} = emissioni di CO_2 dovute alla produzione di energia elettrica verde/da fonte rinnovabile certificata acquistata dalle autorità locali [t].

Qualora si decida di includere la produzione locale di energia elettrica nell'inventario, devono essere considerati tutti gli impianti che soddisfano i seguenti criteri:

- l'impianto/unità non è incluso nel sistema europeo per lo scambio di quote di emissioni (ETS);
- l'impianto/unità ha un'energia termica d'entrata inferiore o uguale a 20MW combustibile nel caso di combustibili fossili e impianti di combustione di biomassa, o inferiore o uguale a 20MWe di potenza nominale nel caso di altri impianti di energia rinnovabile (es. eolico o solare).

La logica è che gli impianti di piccole dimensioni rispondano alla domanda di energia elettrica locale, mentre gli impianti più grandi producano energia elettrica per una rete più ampia. Lo schema che segue permette di stabilire l'inclusione o meno degli impianti nell'IBE.

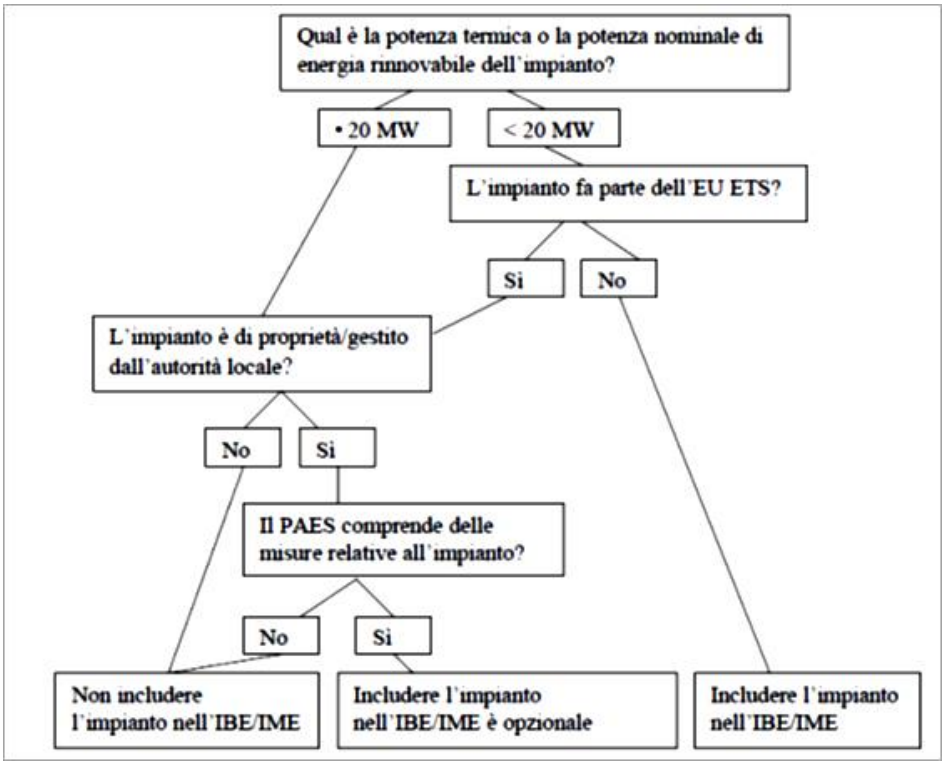


Figura 16 - Diagramma decisionale per includere la produzione locale di elettricità (Fonte: Linee Guida JRC).

Nell'IBE del comune di Voghera è stata inclusa la produzione elettrica del cogeneratore che alimenta la rete di teleriscaldamento comunale già presente al 2005, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 10.

Tipo impianto	Caratteristiche
Rete Teleriscaldamento	Combustibile utilizzato: metano Energia termica prodotta: 21.505 MWh/anno Energia elettrica prodotta: 27.196 MWh/anno Metano bruciato: 8.339.220 m^3

Tabella 10 - Impianti di produzione di energia elettrica/termica inclusi nell'IBE.

I dati afferenti alla rete di teleriscaldamento sono riferiti all'anno 2005 (Fonte: A.S.M. Voghera). Sulla base della produzione elettrica di tale impianto è stato calcolato il **fattore di emissione locale per l'energia elettrica** pari a **0,478 t CO_2/MWh.**

Le emissioni associate al calore prodotto e distribuito nella rete sono state stimate calcolando uno specifico **fattore di emissione** al 2005, pari a **0,204 t CO_2/MWh.**

Fonti utilizzate

L'analisi condotta per determinare le emissioni associate ai settori inclusi nell'IBE si è basata sull'utilizzo di una serie di dati ed informazioni, le cui fonti sono riportate di seguito:

- 15° Censimento della popolazione e delle abitazioni 2011,
- 9° Censimento dell'industria e dei servizi 2011,
- ACI – Automobile Club d'Italia,
- Sirena Factor20 - sistema informativo, evoluzione del sistema SiReNa nato nel 2007, realizzato e gestito per conto di Regione Lombardia da Finlombarda S.p.A.,
- A.S.M. Voghera S.p.A..

Inventario Base delle Emissioni al 2005 - risultati

Consumi ed emissioni finali

I risultati scaturiti dalla procedura di calcolo per la stima dei consumi e delle emissioni finali per i vari settori di utilizzo sono illustrati nel presente paragrafo.

Nella tabella seguente sono riassunti i dati, in valore assoluto, relativi ai consumi finali di energia termica ed elettrica e le corrispondenti emissioni di CO_2. I grafici successivi, inoltre, evidenziano il peso sul valore totale dei vari settori di utilizzo e dei vettori energetici, in termini di consumi ed emissioni.

Settore	Tipologia	$MWh_{termici}$	$MWh_{elettrici}$	tCO_2
Civile	Edifici pubblici	11.098,2	3.698,5	4.058,6
	Illuminazione pubblica	-	5.683,6	2.716,8
	Residenziale	303.697,3	56.217,1	87.436,5
	Terziario	213.477,2	41.072,1	63.329,6
Trasporti	Flotta municipale	297,5	-	74,4
	Trasporto pubblico	1.191,1	-	307,4
	Mobilità privata	247.455,3	-	63.489,5
		777.217	**106.671**	**221.413**

Tabella 11 – Riepilogo consumi ed emissioni finali.

La distribuzione dei consumi finali di energia termica mette in evidenza che buona parte della domanda, circa il 39,1%, è attribuibile al settore residenziale, il 31,8% circa al settore della mobilità privata ed il 27,5% al settore terziario. Gli edifici pubblici, la flotta municipale ed il servizio di trasporto pubblico contribuiscono sul totale dei consumi termici con una percentuale minima, circa l'1,6%.

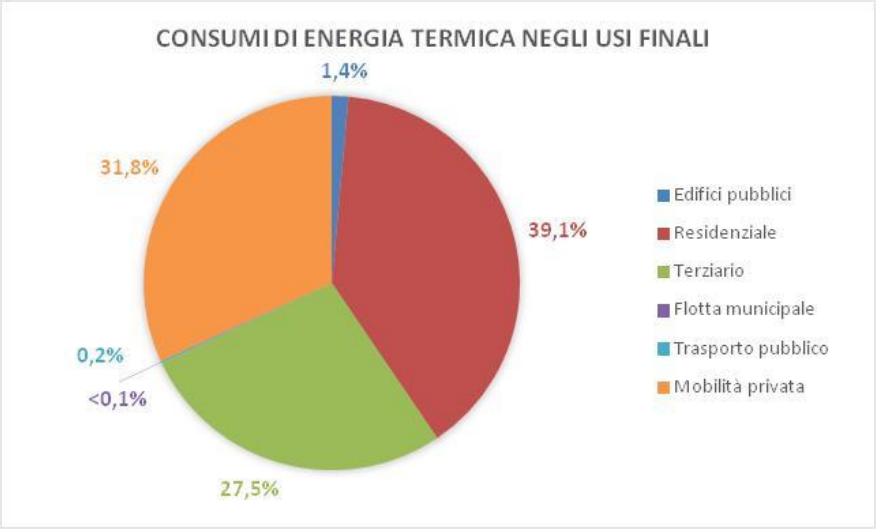


Grafico 30 – Ripartizione percentuale dei consumi di energia termica per usi finali.

La ripartizione percentuale dei consumi di energia elettrica individua nel settore residenziale il settore più energivoro, il quale occupa più della metà della torta complessiva (52,7%); il settore

terziario si colloca subito dietro, con una percentuale pari al 38,5%, mentre il settore pubblico (illuminazione, edifici e strutture pubbliche), contribuisce con l'8,8% sul totale dei consumi elettrici.

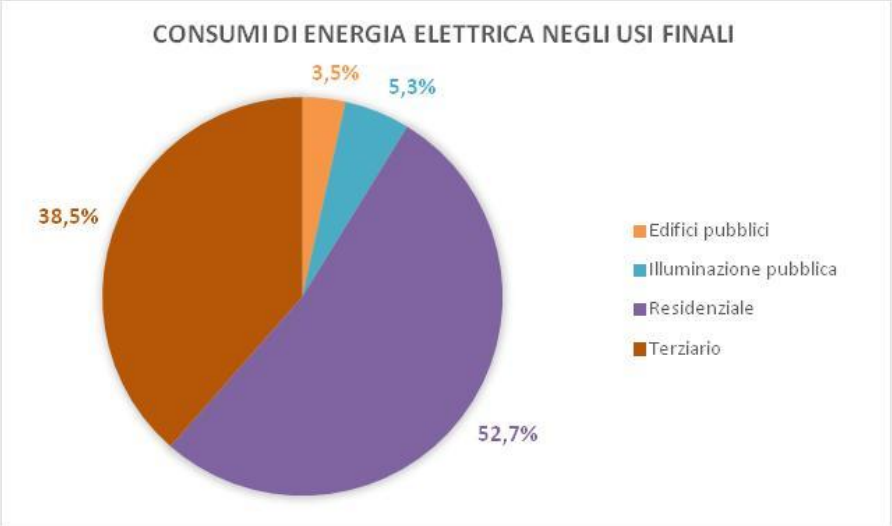


Grafico 31 - Ripartizione percentuale dei consumi di energia elettrica per usi finali.

Sommando i consumi di energia termica e di energia elettrica, si può evincere che, complessivamente, il settore residenziale è quello che impatta maggiormente, con il 40,7%, seguito poi dal settore terziario con il 28,8% e dal settore della mobilità privata con circa il 28,0%. L'illuminazione pubblica e gli edifici pubblici insieme raggiungono circa il 2,3%. La flotta municipale è inferiore allo 0,1%, mentre il trasporto pubblico si attesta intorno allo 0,1% del totale. Il settore residenziale, il terziario e la mobilità privata dunque, sono i settori che hanno i consumi maggiori.

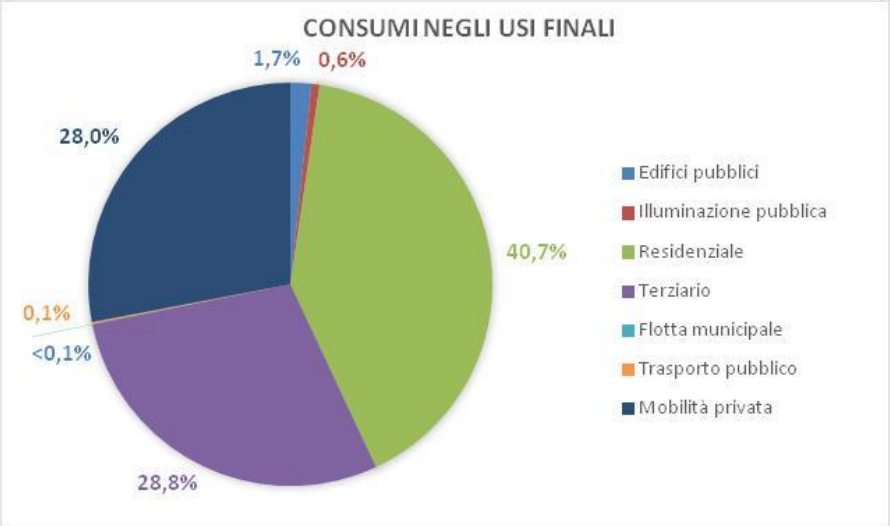


Grafico 32 - Ripartizione percentuale dei consumi.

Applicando i corrispondenti fattori di emissione ai consumi trovati per singolo vettore energetico, sono stati stimati i valori delle emissioni totali negli usi finali.

Il settore residenziale contribuisce al 39,5% delle emissioni totali, la mobilità privata al 28,7% e il terziario al 28,6%.

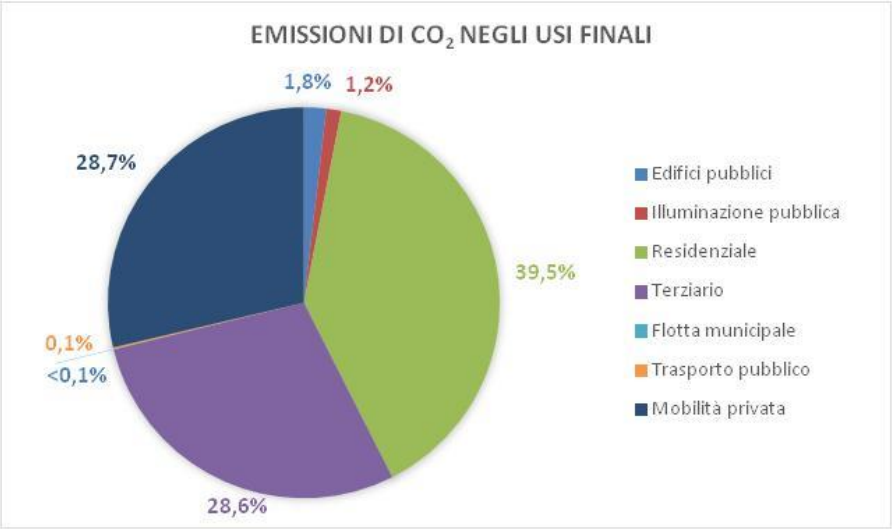


Grafico 33 - Ripartizione percentuale delle emissioni per usi finali.

I consumi finali di energia sono ripartiti principalmente tra il gas naturale che si attesta al 53,9%, il gasolio con il 18,7%, l'energia elettrica con il 12,1%, la benzina pari al 10,5%. Il GPL, la biomassa e i biocarburanti contribuiscono per il 2,5% sul totale.

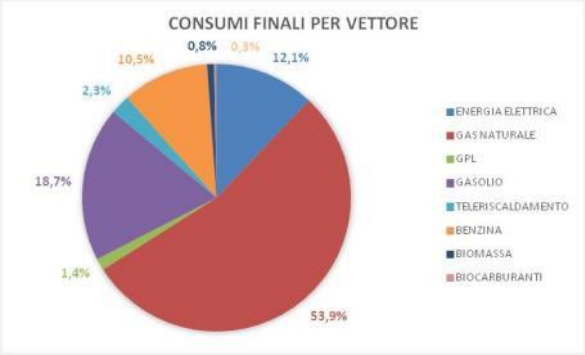


Grafico 34 - Ripartizione percentuale dei consumi finali per vettore energetico.

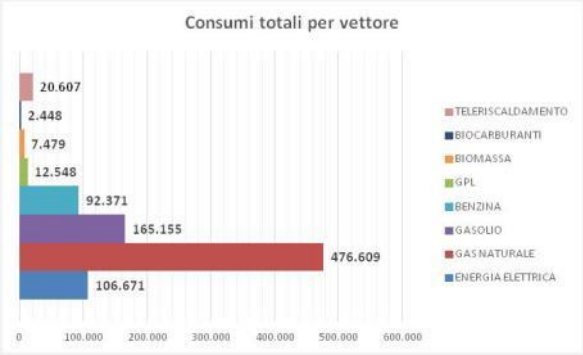


Grafico 35 – Consumi totali per vettore energetico.

In termini di emissioni, il gas metano è il vettore che occupa la fetta maggiore della torta (43,5%), seguito dall'energia elettrica (23,0%) e dal gasolio (19,9%).

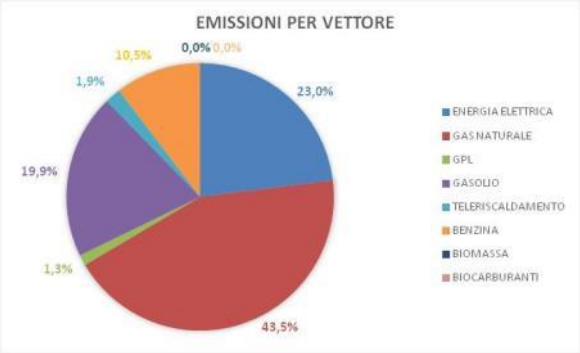


Grafico 36 - Ripartizione percentuale delle emissioni finali per vettore energetico.

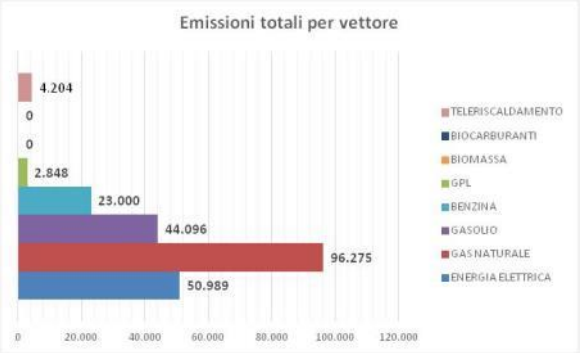


Grafico 37 – Emissioni totali per vettore energetico.

Analisi dell'IBE per settore

Settore pubblico – edifici/servizi comunali

Il settore pubblico include tutti gli edifici, le attrezzature e gli impianti presenti sul territorio comunale e di proprietà dell'Ente Locale che determinano un consumo di energia. L'autorità locale ha la facoltà di intervenire su queste strutture per ridurne i consumi e, quindi, le emissioni.

Gli edifici/servizi pubblici del comune di Voghera al 2005 inclusi nell'analisi sono riportati nella tabella seguente. Per ogni edifici se ne identifica la tipologia, l'ubicazione ed il combustibile utilizzato per alimentare l'impianto termico.

N.	Edificio	Indirizzo	Combustibile utilizzato
1	PALAZZETTO	Viale Martiri della Libertà n. 5	METANO
2	PALESTRA STURLA	Via Sturla n. 25	GASOLIO
3	CASA GALLINI	Via Emilia n. 7	METANO
4	VILLA BALMA	Viale Repubblica	METANO
5	SCUOLA MEDIA PLANA	Via Dante Alighieri	METANO
6	VIGILI DEL FUOCO	Via Turati n. 10	METANO
7	PROLOCO - SCUOLA MUSICA	via Dante n. 7-9	METANO
8	UFFICIO CED 4° PIANO	Via Rosselli	METANO
9	UFFICIO CATASTO - PIAZZA BATTISTI	Piazza C. Battisti n. 6/7	METANO
10	FARMACIA COMUNALE 1	Viale del Lavoro n. 7	METANO
11	MAGAZZINI SEGNALETICA	Via Rosselli 20	METANO
12	CIMITERO SPOGLIATOIO	Viale Cimitero	METANO
13	MAGAZZINO ECONOMATO	Via U. Foscolo n. 17	METANO
14	MAGAZZINI CANTONIERI	Via Kennedy	METANO
15	MAGGAZZINI MANUTENZIONE	Via Kennedy 16	METANO
16	UFFICIO CED 1° PIANO	Piazza C. Battisti	METANO
17	ARCHIVIO STORICO 2° PIANO	Piazza C. Battisti	METANO
18	DIFENSORE CIVICO 1° PIANO	Piazza C. Battisti	METANO
19	RAGIONERIA 1° PIANO	Piazza C. Battisti	GASOLIO
20	UFFICI GIUDIZIARI	Via Plana n. 64/66	METANO
21	VIGILI - UFFICI COMUNALI	Via Rosselli 20	METANO
22	TRIBUNALE	Via Plana	METANO
23	EX ANAGRAFE	Via Emilia n. 6	METANO
24	MUSEO STORICO	Via Emilia n. 6	METANO
25	MEDASSINO CDD PARKINSONIANI	Via Sormani Gavina n. 7/9	METANO
26	MUNICIPIO	Piazza Duomo n. 1	TELERISCALDAMENTO
27	ASILO VALLE SAN BARTOLOMEO	Strada Valle n. 59	METANO
28	MATERNA GOBETTI	Via Gobetti n. 11	TELERISCALDAMENTO
29	ASILO TORREMENAPACE	Via Zelaschi 2	METANO
30	MATERNA PALLI	Via V. Veneto n. 15	METANO
31	MATERNA PONTEVECCHIO	Via Corridoni n. 41	METANO
32	ASILO NIDO POMBIO	Via Grieco n. 7	METANO
33	ASILO NIDO GAVINA	Via Don Minzoni n. 59/61	METANO
34	ELEMENTARE LEONARDO DA VINCI	Via Aspromonte n. 28	METANO

35	ELEMENTARE PROVENZAL	Via Morandi n. 10	METANO
36	UNIVERSITA' SCIENZE MOTORIE	Via U. Foscolo n. 13	TELERISCALDAMENTO
37	UFFICI IMMIGRATI EX DISTRETTO	Via Dante 9	METANO
38	SCUOLA MEDIA STURLA	Via Marsala n. 13	GASOLIO
39	SCUOLA MEDIA VANONI	Via A. Moro n. 18	METANO
40	ELEMENTARE ORIOLO	Via Lombardia n. 95	METANO
41	PLESSO DANTE PLANA	Via U. Foscolo	TELERISCALDAMENTO
42	PALESTRA DANTE PLANA	Via Manzoni n. 2	TELERISCALDAMENTO
43	ELEMANTARE SAN VITTORE	Via San Vittore n. 1	METANO
44	PALESTRA SAN VITTORE	Via San Vittore n. 3	METANO
45	ELEMENTARE DE AMICIS	Via Papa Giovanni XXIII n. 29	METANO
46	SCUOLA MATERNA DANTE ALIGHIERI	Via Manzoni n. 4	METANO
47	SCUOLA MARAGLIANO ISTITUTO	Via Dante Alighieri n. 16	METANO
48	ALLOGGIO CUSTODE E NEGOZI	Piazza Duomo n. 1	METANO
49	ZONA DISMESSA - ALTRI USI	-	METANO
50	STADIO COMUNALE G. PARISI	Via Facchinetti n. 8	METANO
51	CAMPO GIOVANI	Via Barbieri n. 98	METANO
52	FARMACIA COMUNALE 3	Via Emilia n. 251	METANO
53	CIMITERO URBANO	Strada Provinciale n. 12	-
54	FARMACIA COMUNALE 2	Viale Repubblica 51	METANO
55	AIUOLE + SERVIZI URBANI	Via Gramsci	-
56	IDROVORA	-	-
57	OROLOGIO CHIESA S. CALOGERO	-	-
58	STAZIONE DI SOLLEVAMENTO ACQUE MET.	-	-
59	LATRINE PUBBLICHE	-	-
60	PROVINCIA DI PAVIA	-	-
61	ERSAF	-	-
62	PARCO GIOCHI	-	-
63	FONTANA CHIESA SAN VITTORE FONTANA CHIESA	-	-
64	CENTRO SPORTIVO COMUNALE	-	-
65	CENTRO POLIVALENTE	-	-
66	UFFICIO CULTURA E INFORMAZIONI	-	-

Tabella 12 – Elenco edifici/servizi pubblici del comune di Voghera.

I consumi inclusi nell'inventario fanno riferimento ai dati forniti dal distributore locale e dagli uffici comunali competenti.

Settore pubblico – illuminazione stradale

L'impianto di pubblica illuminazione comunale di Voghera al 2005 presentava circa 5.251 punti luce di cui 4.692 di proprietà comunale e 559 di proprietà di Enel; Il numero e la tipologia delle lampade installate nei corpi illuminanti di proprietà del comune sono riportati nella tabella seguente.

Vapori di mercurio	Sodio alta pressione	Ioduri metallici	Sodio bassa pressione	Luce miscelata	LED	Fluorescenti compatte
2.243	2.230	14	18	36	75	76

Tabella 13 – Tipologia e numero di corpi illuminanti.

Come si evince dal grafico che segue, il 47,8% delle lampade sono ai vapori di mercurio mentre il 47,5% del totale è rappresentato da lampade al sodio ad alta pressione; il restante 4,7% è costituito dalle seguenti tipologie: LED (1,6%), fluorescenti compatte (1,6%), luce miscelata (0,8%), sodio bassa pressione (0,4%) e ioduri metallici (0,3%).

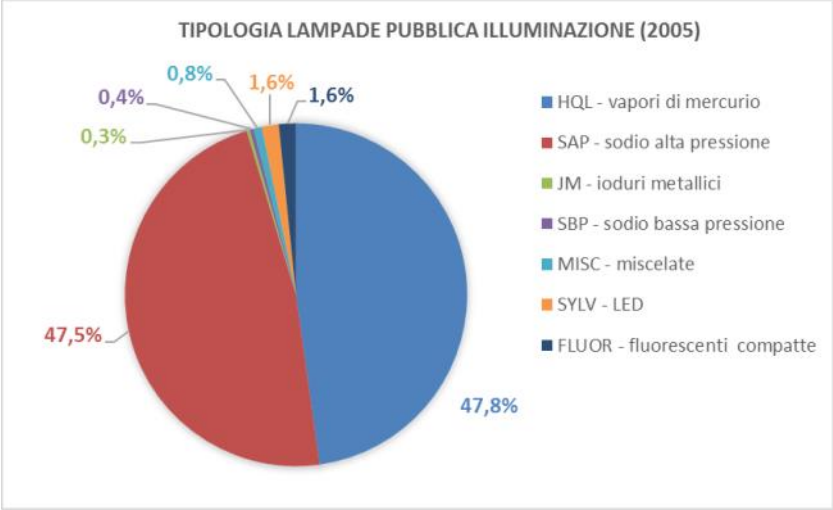


Grafico 38 – Ripartizione percentuale della tipologia di lampade installate.

Si riportano a seguire delle immagini che mostrano alcune strade comunali e zone del centro storico con i relativi corpi illuminanti installati.

Figura 17 - Vista corpi illuminanti stradali in via Antonio Meucci e via Giacomo Matteotti (Fonte: Street View- Google).

Figura 18 - Vista corpi illuminanti in via F.lli Rosselli e nel centro storico (Fonte: Street View – Google).

L'andamento dei consumi elettrici della pubblica illuminazione del comune di Voghera riportato nel Grafico 39 evidenzia una forte riduzione nel periodo compreso tra il 2005 e il 2016.

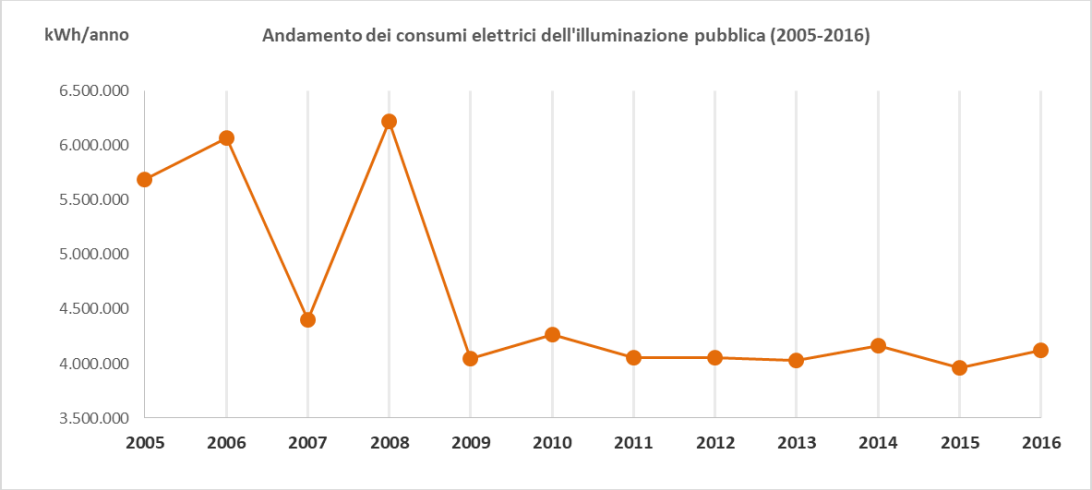


Grafico 39 – Andamento dei consumi elettrici della pubblica illuminazione tra il 2005 e il 2016 (Fonte: ASM Voghera).

Consumi ed emissioni

Il consumo complessivo del settore pubblico è pari a circa **20.480 MWh/anno**.

I vettori che impattano maggiormente sono l'energia elettrica ed il gas naturale. Per il primo vettore, i consumi totali si attestano a circa 9.466 MWh, mentre per il secondo sono pari a 9.382 MWh. I consumi legati al teleriscaldamento ed al gasolio risultano rispettivamente pari a 909 MWh e 724 MWh.

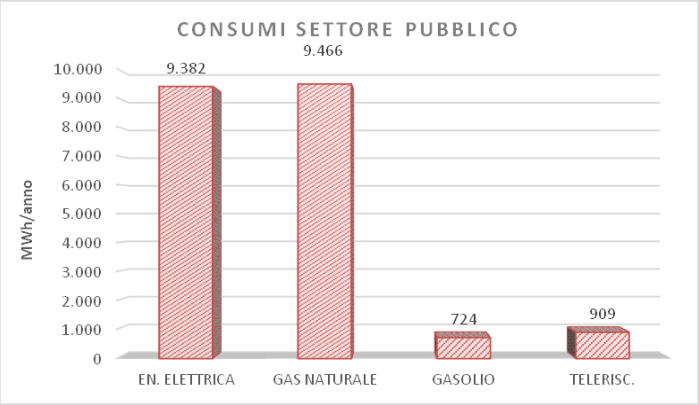


Grafico 40 – Consumi totali del settore pubblico per vettore.

In termini di emissioni totali di CO_2, il settore pubblico contribuisce con circa **6.775 t** di anidride carbonica

rilasciate in atmosfera, di cui il 66,2% imputabile all'energia elettrica ed il 28,2% al gas naturale; il restante 5,6% è attribuibile al gasolio e al teleriscaldamento.

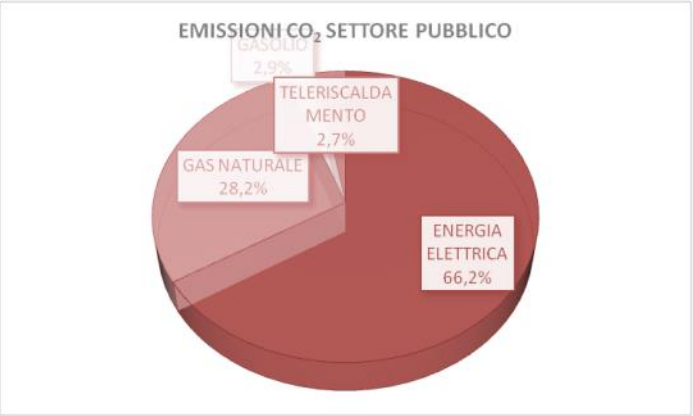


Grafico 41 – Ripartizione emissioni totali di CO_2 del settore pubblico per vettore.

Civile residenziale

Il comune di Voghera ha subito nel corso dell'ultimo secolo un'importante evoluzione urbanistica. Tale processo ha portato, da un lato alla preservazione delle caratteristiche del centro storico, attraverso la riqualificazione dei volumi costruiti e dello spazio aperto, del sistema delle piazze e delle strade e del sistema dei cortili storici, e dall'altro all'espansione dei confini urbani di pari passo con la crescita demografica (città consolidata).

La stima dei consumi per la climatizzazione invernale degli edifici residenziali, si è basata su un'analisi del parco edilizio comunale, finalizzata alla creazione di un edificio modello con specifiche caratteristiche geometriche e termo-fisiche. Tale modello è stato diversificato in base alle diverse epoche costruttive degli edifici, sulla base dei dati forniti dall'ISTAT e riportati nella tabella e nel grafico seguente.

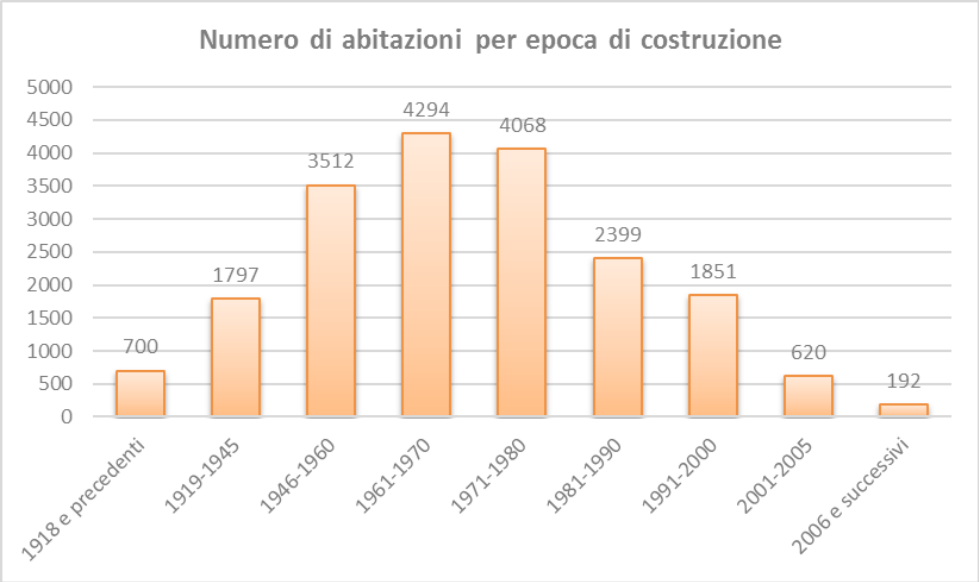


Grafico 42 - Edifici suddivisi per epoca di costruzione (Fonte: ISTAT - Censimento della popolazione 2011).

Per ciascuna epoca di costruzione sono state individuate le seguenti caratteristiche:

- tipologie edilizie, con relative trasmittanze caratteristiche;
- numero medio di piani fuori terra;
- superficie media degli edifici;
- numero medio di pareti esposte all'esterno;
- altezza media degli edifici;
- percentuale di superfici vetrate.

Dall'ultimo censimento Istat "Popolazione e Abitazioni", sono stati recuperati i dati relativi alle caratteristiche degli edifici, in termini di materiale costruttivo, tipologia abitativa, numero di piani fuori terra. I risultati dell'analisi dei dati raccolti sono osservabili nelle elaborazioni grafiche riportate di seguito.

1 piano	2 piani	3 piani	4 e più piani	totale
594	4.274	1.195	845	6.908

Tabella 14 - Distribuzione degli edifici per numero di piani fuori terra (ISTAT 2011).

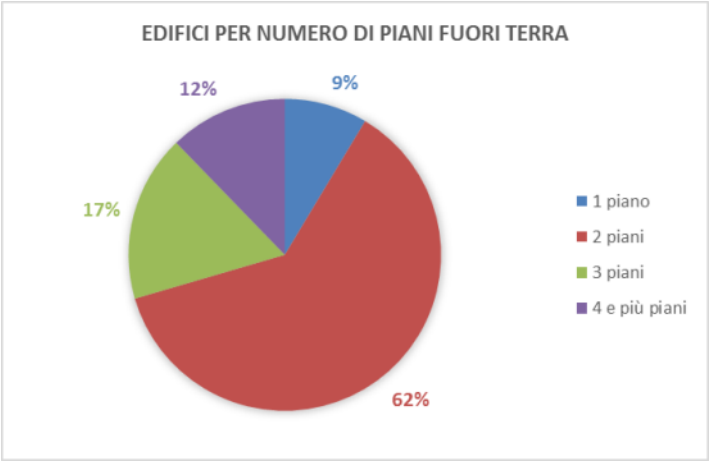


Grafico 43 - Distribuzione degli edifici in base al numero di piani fuori terra (Fonte: ISTAT 2011).

centri abitati	nuclei abitati	case sparse	tutte le voci
2.829	2.697	1.382	6.908

Tabella 15 - Distribuzione degli edifici per tipo di località abitate (ISTAT 2011).

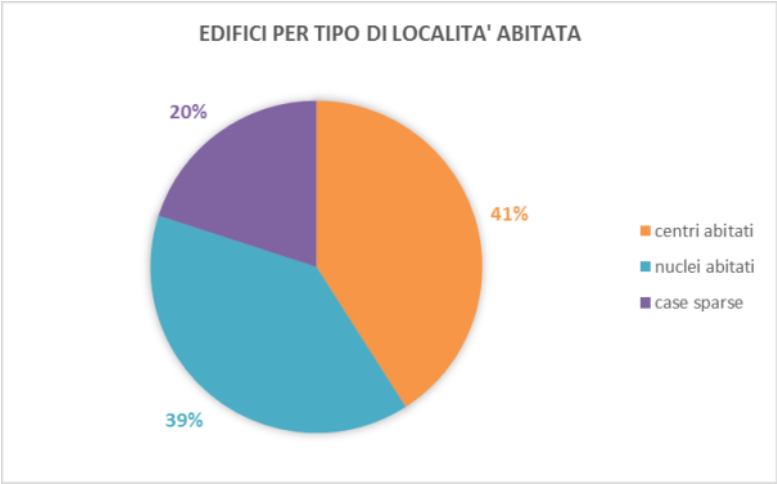


Grafico 44 - Distribuzione degli edifici per tipo di località abitata (ISTAT 2011).

muratura portante	calcestruzzo armato	diverso da muratura portante, calcestruzzo armato	tutte le voci
2.829	2.697	1.382	6.908

Tabella 16 - Distribuzione degli edifici per tipologia costruttiva (ISTAT 2011).

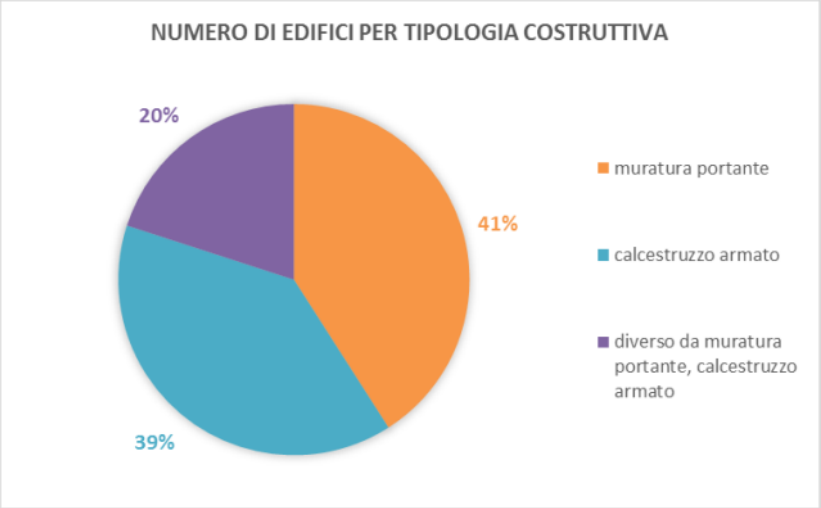


Grafico 45 - Distribuzione degli edifici per tipo di località abitata (ISTAT 2011).

La definizione delle caratteristiche geometriche e termofisiche dell'edificio modello, ha consentito di stimare le volumetrie riscaldate in tutto il territorio comunale e, quindi, di calcolare il fabbisogno di energia termica per la climatizzazione invernale.

Per il calcolo di tale fabbisogno sono stati considerati, inoltre, elementi quali:

- la zona climatica del Comune (zona E, 2.685 GG);
- le ore di riscaldamento annue previste dalla legge.

Tale procedura consente di avere una stima del consumo teorico di energia termica per il riscaldamento degli edifici, in quanto basato sul numero di ore di funzionamento degli impianti così come previsto dalla normativa. Per definire, quindi, un consumo totale reale è stato introdotto un coefficiente di utilizzo, che prende in considerazione possibili riduzioni nel regime di funzionamento dell'impianto di riscaldamento rispetto alle ore stabilite per legge.

Valutazioni specifiche sono state effettuate per definire i consumi di energia termica per l'acqua calda sanitaria (ACS). In questo caso, si è stimato il fabbisogno termico per ACS per singola abitazione partendo dal consumo al metro quadro definito dalla normativa. Analogamente il fabbisogno termico per gli usi cucina è stato stimato attribuendo un fabbisogno medio ad ogni singola abitazione, così come indicato nella normativa di riferimento (UNI 11300).

Il dato totale sui consumi per riscaldamento, ACS e usi cucina, è stato poi disaggregato per determinare il contributo fornito dai diversi vettori energetici. Le percentuali per la disaggregazione del dato complessivo, sono state stimate utilizzando le seguenti fonti:

- dati forniti dal distributore per il gas metano, l'energia elettrica ed teleriscaldamento;
- dati sulle vendite provinciali di gasolio e GPL forniti dal Ministero dello Sviluppo Economico;
- dati sul consumo domestico di biomassa in Italia[1].

Stima dei consumi di legna da ardere per riscaldamento ed uso domestico in Italia, Rapporto ISPRA, anno 2008.

I risultati ottenuti con la metodologia descritta sono stati poi confrontati con i dati riportati nel sistema Sirena Factor20.

Il confronto ha evidenziato una sostanziale corrispondenza dei dati relativi al gasolio, al GPL e alla biomassa, mentre delle significative differenze per quanto riguarda gas naturale ed energia elettrica. Si è deciso, pertanto, di considerare come fonti finali dei dati le seguenti:

- gas naturale - dato A.S.M.,
- energia elettrica - dato A.S.M.,
- gasolio - dato Sirena Factor20,
- GPL - dato Sirena Factor20,
- teleriscaldamento - dato A.S.M.,
- biomassa - dato Sirena Factor20.

Consumi ed emissioni

Il consumo complessivo del settore residenziale è pari a circa **359.914 MWh/anno**.

Il contributo maggiore è dato dal gas naturale, che con oltre 271.403 MWh/anno copre il 75,4% del valore complessivo.

Il consumo di energia elettrica si attesta intorno ai 56.217 MWh, mentre quello del teleriscaldamento è pari a 11.936 MWh all'anno.

Infine, per quanto riguarda il gasolio, la biomassa ed il GPL il contributo è minimo, inferiore al 6,0% del consumo complessivo di settore.

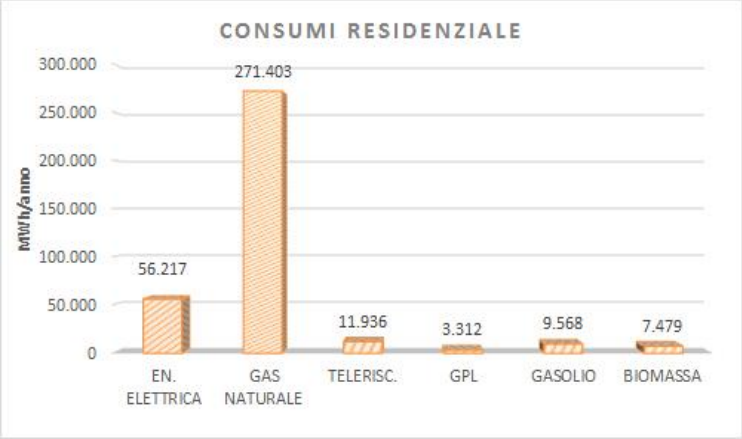


Grafico 46 – Consumi totali del settore residenziale per vettore.

Le emissioni di CO_2, applicando i corrispondenti fattori di emissione ai consumi dei singoli vettori energetici, sono ripartire come mostrato nella torta a fianco.

Le emissioni dovute al gas naturale rappresentano il 62,7% del totale delle emissioni mentre l'energia elettrica si attesta intorno al 30,7%.

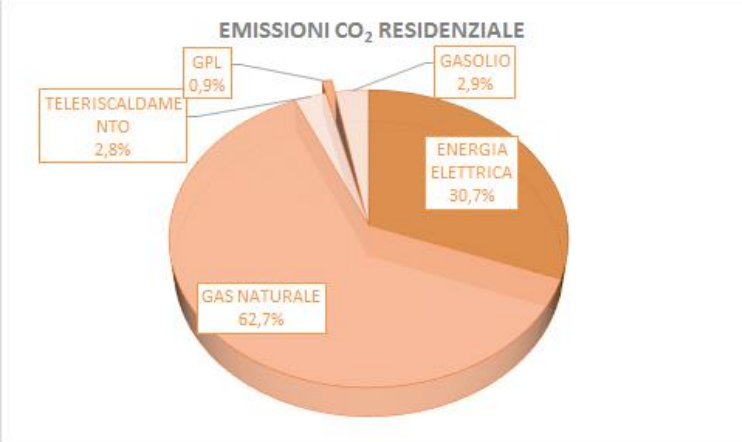


Grafico 47 – Ripartizione emissioni totali di CO_2 del settore residenziale per vettore.

Il gasolio, il teleriscaldamento e il GPL contribuiscono in minima parte (6,6%), mentre la biomassa non dà alcun contributo in termini di emissioni di CO_2.

Civile terziario

Nel settore terziario vengono incluse le attività relative al commercio e ai servizi.

Analogamente al civile residenziale, per il terziario si è fatto riferimento alle seguenti fonti:

- gas naturale - dato A.S.M.,
- energia elettrica - dato A.S.M.,
- gasolio - dato Sirena Factor20,
- GPL - dato Sirena Factor20,
- teleriscaldamento - dato A.S.M..

Consumi ed emissioni

I consumi totali del settore terziario risultano pari a circa **254.549 MWh/anno**.

Il gas naturale contribuisce per il 76,7%, mentre i consumi legati all'energia elettrica rappresentano il 16,1% dei consumi complessivi, con circa 41.072 MWh. Il consumo stimato per gli altri vettori energetici, gasolio, GPL e teleriscaldamento, è minimo e ammonta a circa il 7,1% sul totale dei consumi del settore.

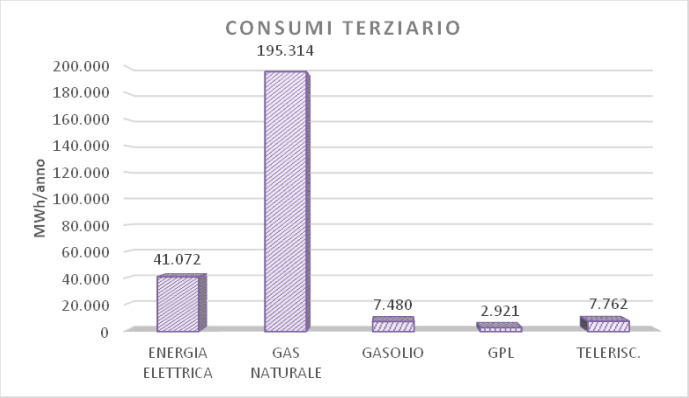


Grafico 48 - Consumi totali del settore terziario per vettore.

Le emissioni totali di biossido di carbonio del settore terziario, sono imputabili maggiormente al consumo di gas naturale (62,3%) e di energia elettrica (31,0%).

Il teleriscaldamento, il gasolio e il GPL, si attestano complessivamente attorno al 6,6%.

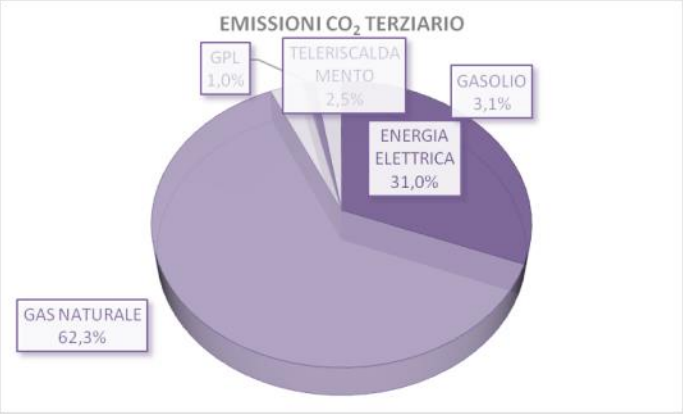


Grafico 49 - Ripartizione emissioni totali di CO_2 del settore terziario per vettore.

Mobilità pubblica – flotta comunale

Al 2005, i mezzi della flotta municipale del comune di Voghera erano 49, di questi 16 facenti parte della flotta in dotazione alla Polizia Locale. La tabella seguente sintetizza i dati circa i consumi dei veicoli della flotta suddivisi per ufficio di appartenenza.

Ufficio	N° veicoli	Consumi benzina [l]	Consumi gasolio [l]
Ufficio Economato	2	910	510
Polizia Locale	16	14.708	1.360
Cantonieri	8	636	1.720
Manutenzione fabbricati	4	1.685	-
Ufficio Urbanistica	1	492	-
Ecologia	1	430	-
Ufficio Messi	6	3.240	836
Servizi cimiteriali	4	655	561
Verde Pubblico	1	2.335	919
Servizi Sociali	3	450	-
Protezione civile	3	-	344

Tabella 17 - Elenco consumi della flotta municipale suddivisi per uffici.

La benzina rappresenta circa l'80% del combustibile utilizzato, mentre il restante 20% è costituito da gasolio.

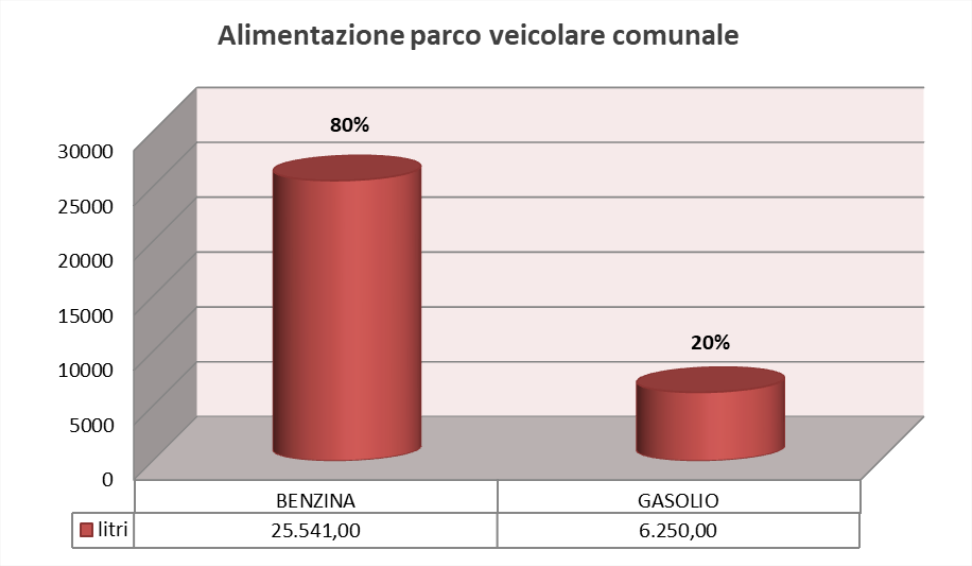


Grafico 50 – Alimentazione parco veicolare comunale.

Consumi ed emissioni

Il consumo di carburante annuo totale dovuto all'intera flotta comunale, stimato utilizzando appropriati fattori di conversione, si attesta intorno ai **297 MWh/anno**.

La benzina è il carburante maggiormente utilizzato e corrisponde al 77,8% circa delle emissioni di CO_2 totali; il consumo di diesel è pari a circa 62 MWh/anno e coincide in termini di emissioni al 22,2%.

Le informazioni sui consumi e sulle emissioni di CO_2 attribuibili alla flotta municipale sono riassunte nei grafici al fianco.

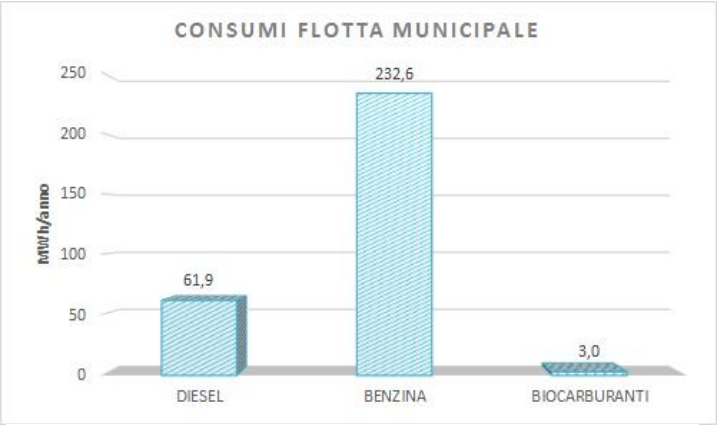


Grafico 51 - Consumi totali della flotta municipale per vettore.

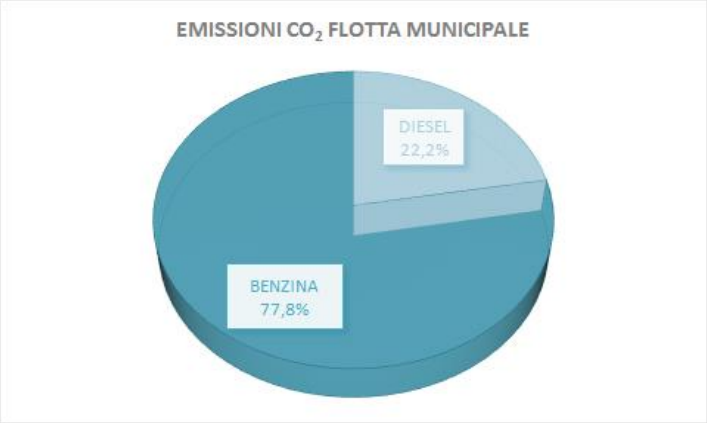


Grafico 52 - Ripartizione emissioni totali di CO_2 del settore mobilità pubblica per vettore.

Mobilità pubblica – trasporto pubblico

Il trasporto pubblico di Voghera al 2005 era costituito da 17 mezzi le cui caratteristiche vengono riportate nella Tabella 18.

Modello	Anno di immatricolazione	Cilindrata	Combustibile utilizzato
BREDAMENARINIBUS M220/ENS	1995	9.500	gasolio
IVECO 491E.10.27	2001	7.685	gasolio
MENARINI M201/1 NU	1982	9.572	gasolio
IVECO FIAT 471.10.20	1986	9.572	gasolio
IVECO FIAT 471.10.20	1987	9.572	gasolio
IVECO FIAT 471.10.20	1987	9.572	gasolio
FIAT CACCIAMALI 49.10	1988	2.445	gasolio
IVECO FIAT 471.10.20 MACCHI	1989	9.572	gasolio
FIAT 49.10 POLLICINO	1989	2.445	gasolio
FIAT 49.10 POLLICINO	1989	2.445	gasolio
FIAT 316.8.13 MENARINI	1991	5.499	gasolio
IVECO FIAT 480.10.21	1991	9.500	gasolio
BREDAMENARINI BUS M 230	1995	4.580	gasolio
BREDAMENARINI BUS M 230	1996	4.580	gasolio
MAURI 10 E P23	1999	7.146	gasolio
IVECO 491.E.10.27	2001	7.685	gasolio
IVECO 491.E.10.27	2001	7.685	gasolio

Tabella 18 - Elenco mezzi del trasporto pubblico di Voghera al 2005 (Fonte Comune di Voghera).

I chilometri percorsi dai mezzi del trasporto pubblico del comune di Voghera al 2005 ammontano a **393.149 km**, e corrispondono ad un consumo di gasolio pari a circa 1.191 MWh/anno le cui emissioni si attestano intorno alle 307 t CO2/anno.

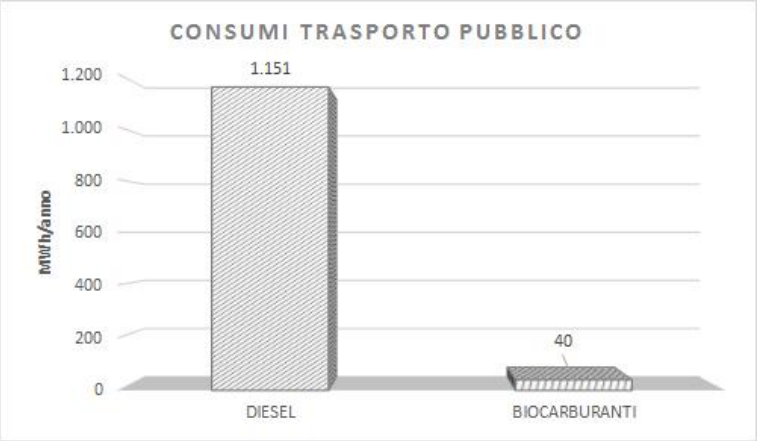


Grafico 53 - Consumi totali del trasporto pubblico per vettore.

Mobilità privata

Parco veicolare privato

Al 2005 il parco veicolare del comune di Voghera risultava composto da **30.804 veicoli**, di cui il 79% costituito da autovetture, il 9% da motocicli, l'8% da autocarri per trasporto merci. Del 4% finale fanno parte autobus, autoveicoli speciali, motocarri e quadricicli di trasporto merci, motoveicoli e quadricicli speciali, trattori stradali.

AUTOBUS	AUTOCARRI TRASPORTO MERCI	AUTOVEICOLI SPECIALI / SPECIFICI	AUTOVETTURE	MOTOCARRI E QUADRICICLI TRASPORTO MERCI
87	2.468	314	24.410	57
MOTOCICLI	**MOTOVEICOLI E QUADRICICLI SPECIALI / SPECIFICI**	**RIMORCHI E SEMIRIMORCHI SPECIALI / SPECIFICI**	**RIMORCHI E SEMIRIMORCHI TRASPORTO MERCI**	**TRATTORI STRADALI O MOTRICI**
2.825	26	302	213	102

Tabella 19 – Parco veicolare di Voghera al 2005 (fonte: ACI).

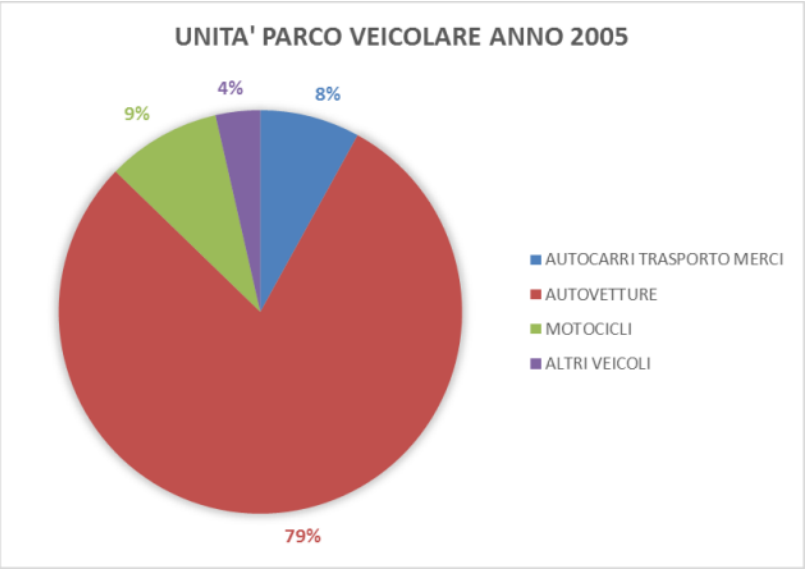


Grafico 54 – Ripartizione percentuale unità del parco veicolare di Voghera nel 2005 (Fonte: ACI).

In particolare, analizzando nel dettaglio i dati relativi alle autovetture che rappresentano la maggior parte del parco veicolare di Voghera, si può osservare come dal 2005 al 2015 ci sia stato un incremento del numero di autoveicoli di circa l'1,9% con il valore minimo registrato in corrispondenza del 2008.

La categoria emissiva alla quale appartiene la maggior parte delle vetture è quella Euro4, seguita da Euro5 ed Euro3.

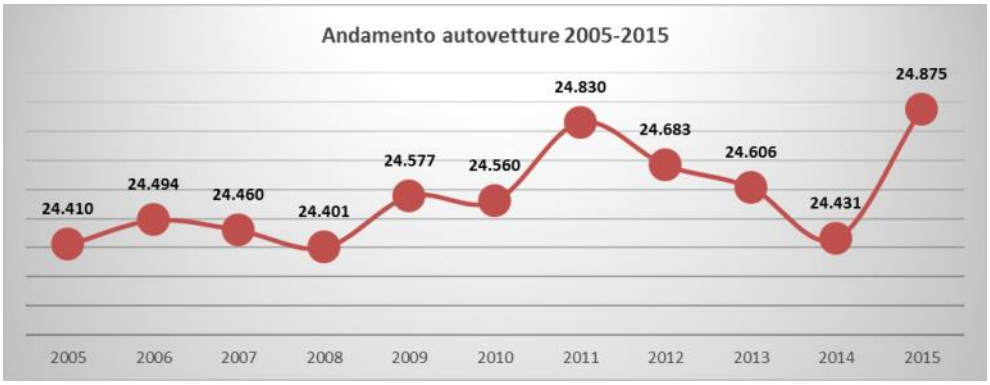


Grafico 55 – Andamento numero autovetture 2005 - 2015 (fonte: ACI).

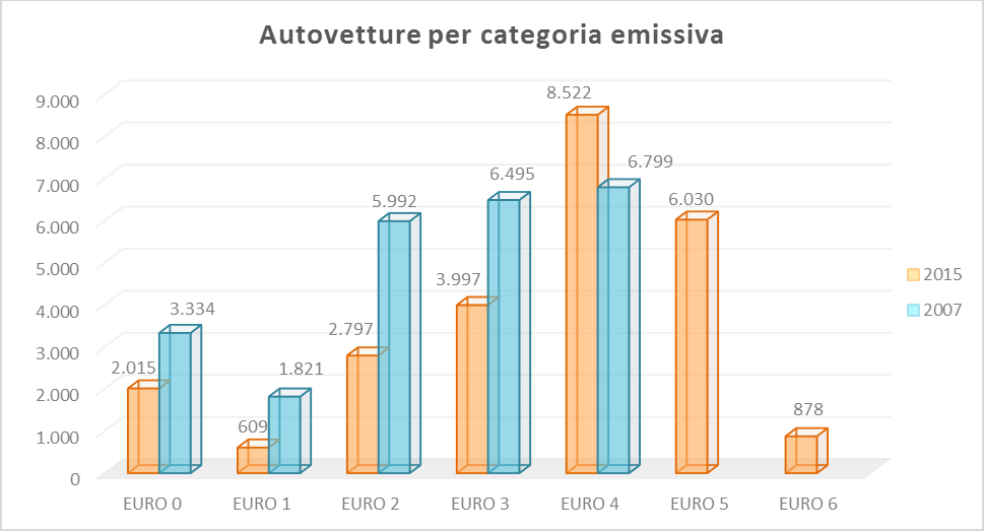


Grafico 56 - Distribuzione delle autovetture per categoria emissiva 2007-2015 (Fonte: ACI).

Secondo le Linee Guida del JRC il trasporto su strada nel territorio dell'autorità locale può essere diviso in due parti:

a. trasporto urbano su strada, che comprende il trasporto sulla rete stradale locale, cioè di competenza dell'autorità locale e il cui inserimento di questo settore nell'IBE è fortemente consigliato;
b. altri trasporti su strada, che comprendono il trasporto nel territorio dell'autorità locale su strade che non sono di sua competenza. Un esempio è il trasporto su un'autostrada che attraversa il territorio dell'autorità locale. Queste emissioni possono essere incluse nell'IBE se l'autorità locale intende includere misure per ridurre tali emissioni nel PAES/PAESC.

L'indicatore di attività nel caso dei trasporti è la quantità di carburante consumato all'interno dei confini territoriali, non solo dai veicoli immatricolati nel comune e che si spostano al suo interno, ma anche dai veicoli che arrivano dall'esterno e si muovono all'interno dei confini territoriali.

Le elaborazioni relative al settore della mobilità privata del comune di Voghera, fanno riferimento ai dati forniti dall'ISPRA, che riguardano le emissioni di CO_2 per tipologia di veicolo

(autovetture, veicoli leggeri, veicoli pesanti e motocicli) e tipo di strada percorsa (strada urbana, extraurbana e autostrada) per l'anno 2005 a livello provinciale.

Utilizzando i dati provinciali e comunali dell'ACI, che fornisce la suddivisione degli autoveicoli per carburante utilizzato, attraverso un rapporto di proporzionalità, è stato stimato a livello comunale il consumo per ogni tipologia di combustibile (benzina, gasolio, GPL) e le relative emissioni di CO_2.

I risultati così ottenuti sono stati confrontati con i dati Sirena Factor20, risultando inferiori di circa il 9%. Si è deciso di adottare, pertanto, un approccio di tipo conservativo utilizzando i dati del sistema Sirena Factor20.

Consumi ed emissioni

Il consumo di carburante annuo totale dovuto alla mobilità privata, stimato utilizzando appropriati fattori di conversione, si attesta a **247.455 MWh/anno**.

Al combustibile diesel è attribuito il consumo maggiore pari a circa 146.169 MWh/anno corrispondente al 61,5% delle emissioni finali.

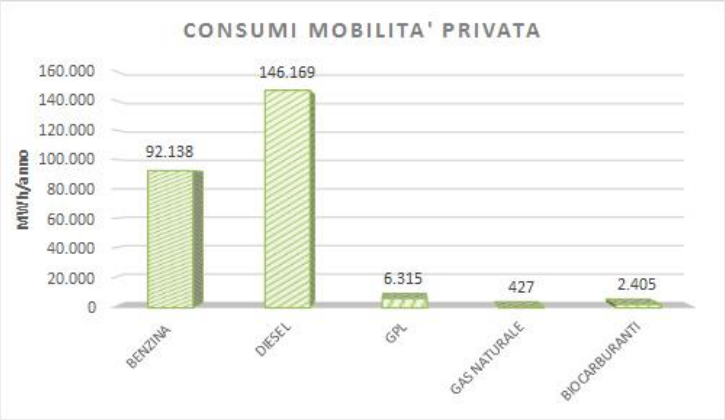


Grafico 57 - Consumi totali del settore mobilità privata per vettore.

La benzina si attesta su consumi inferiori e rappresenta il 36,1% delle emissioni totali, mentre il GPL e il gas naturale, insieme, contribuiscono per circa il 2,4% sul totale delle emissioni della mobilità privata.

Le informazioni sui consumi e le emissioni di CO_2 attribuibili alla mobilità privata, sono riassunte nei grafici seguenti.

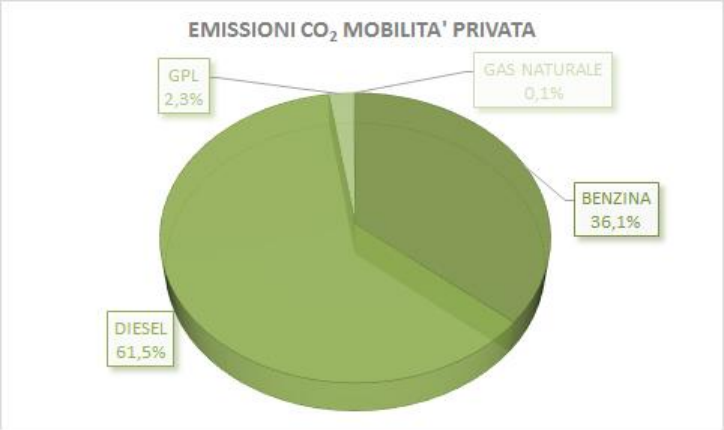


Grafico 58 - Ripartizione emissioni totali di CO_2 del settore mobilità privata per vettore.

Sezione C. Strategia al 2030 e azioni di mitigazione

Processo di pianificazione

La "fotografia" al 2005 delle tonnellate di CO_2 emesse nei confini territoriali del comune di Voghera consente di definire una baseline rispetto alla quale individuare l'obiettivo minimo di riduzione del 40% al 2030.

Le 221.413 tonnellate di CO_2 emesse nel territorio comunale di Voghera al 2005 per i settori inclusi nell'IBE corrispondono ad un obbligo di riduzione minimo del 40% pari a circa 88.565 tonnellate, ovvero 2,3 tonnellate ad abitante.

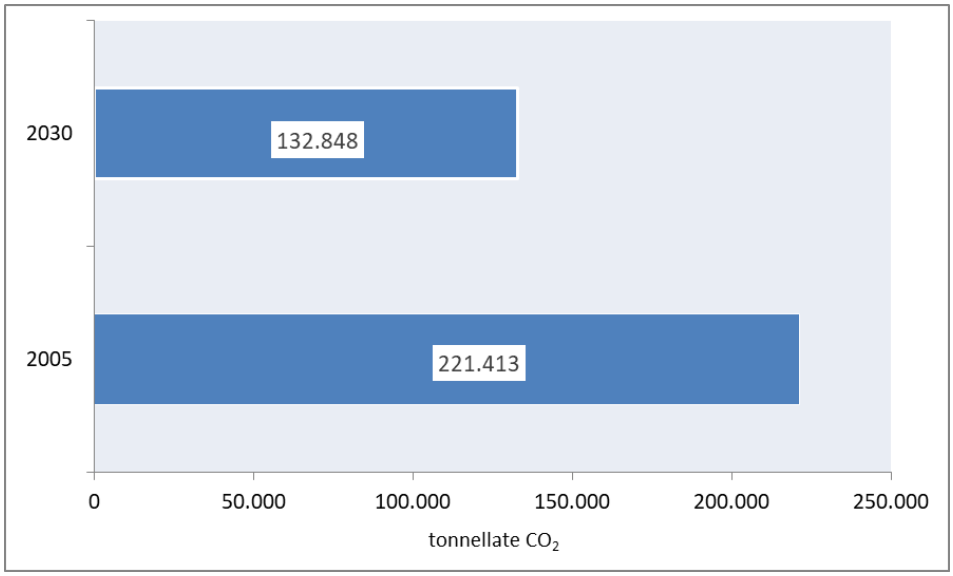


Grafico 59 – Obbligo minimo di riduzione delle emissioni al 2030.

Una volta individuato l'obiettivo minimo è necessario definire la vision, ossia della direzione che l'autorità locale intende seguire per ridurre le proprie emissioni di CO_2. Un confronto tra la vision e la situazione attuale dell'autorità locale è indispensabile per identificare le azioni e lo sviluppo necessari al raggiungimento degli obiettivi. La visione deve essere tradotta in obiettivi specifici, secondo i principi dell'acronimo **SMART**:

Specifico (ben definito, con un obiettivo chiaro, dettagliato e concreto),

Misurabile (kWh, tempo, denaro, %, ecc.),

Attuabile (fattibile, raggiungibile),

Realistico (rispetto alle risorse disponibili),

Temporizzato (definizione di una scadenza o tabella di marcia).

Nel corso della prima fase del percorso di definizione della strategia, sono state individuate tutte le azioni di riduzione dei consumi e delle emissioni già realizzate dal comune di Voghera ad oggi, per ciascun settore di interesse. Tali misure, così come indicato nelle Linee Guida, sono state inserite nel Piano come misure in grado di contribuire al raggiungimento dell'obiettivo di riduzione al 2030.

Nella fase successiva, anche a seguito di confronti con le buone pratiche già adottate da altri comuni, è stato elaborato un elenco di possibili misure da adottare.

La pianificazione a questo livello diviene maggiormente operativa e finalizzata alla definizione di:

- tempistica dettagliata di realizzazione delle singole azioni;
- assegnazione delle responsabilità;
- efficacia in termini di CO_2 ridotta;
- budget stimato;
- eventuali fonti di finanziamento.

La valutazione degli interventi già realizzati e di quelli che saranno implementati nei prossimi anni porterà ad una riduzione delle emissioni pari a 89.155 t CO_2/anno, circa il 40,3% del totale delle emissioni al 2005.

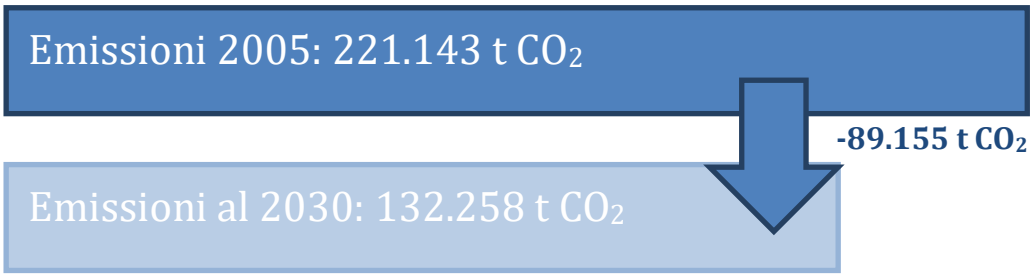


Figura 19 – Obiettivo di riduzione fissato al 2030.

Come si evince dal riportato di seguito il contributo maggiore al raggiungimento dell'obiettivo al 2030 è dalla riduzione dei consumi nel settore civile (residenziale e terziario) e dall'aumento della produzione di energia elettrica da FER negli stessi settori.

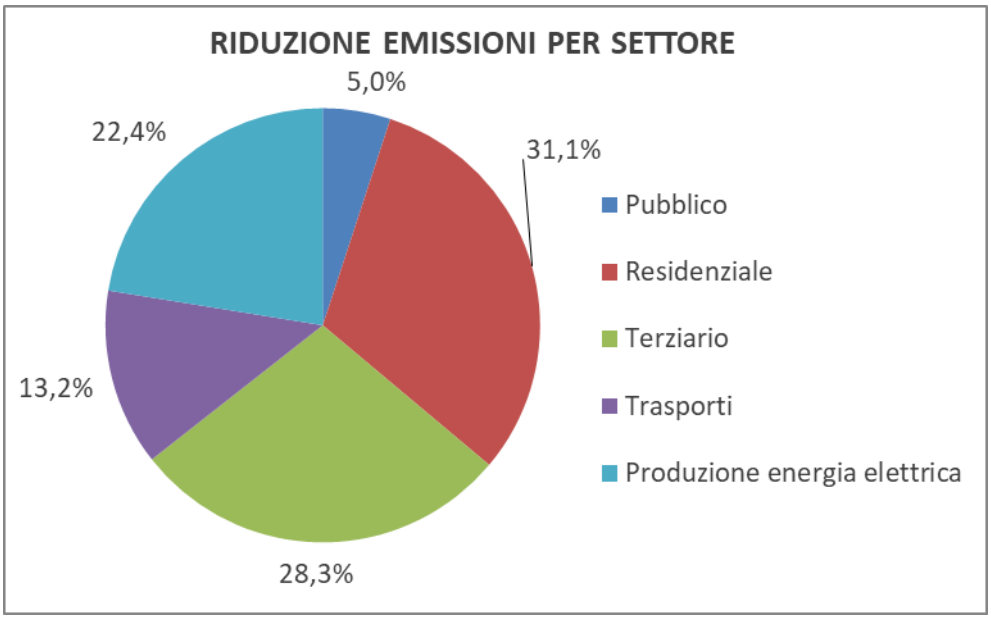


Grafico 60 – Distribuzione percentuale della riduzione delle emissioni per settore.

Azioni settore pubblico

PA01.SOSTITUZIONE GENERATORI DI CALORE EDIFICI PUBBLICI
A1. EDIFICI, ATTREZZATURE E SERVIZI PUBBLICI
A13. EFFICIENZA ENERGETICA PER RISCALDAMENTO E ACQUA CALDA SANITARIA

Attualmente gli impianti termici di 3 edifici comunali risultano essere ancora alimentati con caldaie a gasolio. Si tratta delle seguenti strutture:

- Palestra Sturla,
- Uffici comunali Palazzo ex Poste in Piazza Cesare Battisti,
- Scuola media Pascoli.

Tra gli interventi di risparmio energetico e riduzione delle emissioni nel settore pubblico che l'Amministrazione adotterà nei prossimi anni è prevista la sostituzione di questi generatori con sistemi più efficienti a condensazione.

La stima del risparmio conseguito si è basata su una valutazione dei consumi di combustibile ex ante ed ex post, considerando un risparmio medio del 10-15%.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Lavori Pubblici
Strumenti di attuazione	Fondi comunali, Incentivi regionali e nazionali
Data inizio	2007
Data fine	2030
Costi	€ 121.000
Indicatori di monitoraggio	kWh termici risparmiati, potenza caldaia ex ante ed ex post.

PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	2,754	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	1,690	t CO_2/anno

PA02.SOSTITUZIONE SERRAMENTI EDIFICI PUBBLICI
A1. EDIFICI, ATTREZZATURE E SERVIZI PUBBLICI
A16.INVOLUCRO EDILIZIO

Tra il 2008 ed il 2010 l'Amministrazione ha realizzato la sostituzione dei serramenti esterni dei seguenti edifici: Scuola elementare L. da Vinci e Municipio. Sono in programma, inoltre, due ulteriori interventi presso la Scuola elementare S. Vittore e nuovamente presso la Scuola L. da Vinci.

Edificio	Anno	Costo
Scuola elementare L. da Vinci	2008	89.141,98
Municipio	2011	140.021,20
Scuola elementare S. Vittore	2026-2030	135.000,00
Scuola elementare L. da Vinci	2022-2026	240.000,00

Tabella 20 – Edifici oggetto degli interventi di sostituzione dei serramenti.

La stima del risparmio conseguito si è basata su una valutazione dei consumi di combustibile ex ante ed ex post, considerando un risparmio medio del 10% per gli interventi di sostituzione degli infissi.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Lavori Pubblici	
Strumenti di attuazione	Fondi comunali	
Data inizio	2008	
Data fine	2030	
Costi	€ 604.163,18	
Indicatori di monitoraggio	superficie isolata, superficie di infissi sostituiti, trasmittanza ex ante ed ex post, kWh termici risparmiati.	
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	59,838	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	12,087	t CO_2/anno

PA03.RIQUALIFICAZIONE ILLUMINAZIONE PUBBLICA

A2. ILLUMINAZIONE PUBBLICA

A21. EFFICIENZA ENERGETICA DEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE

Tra il 2010 e il 2011 l'Amministrazione Comunale di Voghera ha realizzato un intervento di sistemazione e ammodernamento dell'impianto di illuminazione pubblica. Nello specifico si è provveduto al potenziamento e alla normalizzazione di alcuni tratti dell'impianto di illuminazione comunale del centro storico cittadino.

Interventi di progetto:

- rimozione degli apparecchi esistenti e delle funi di sospensione;
- installazione di apparecchi illuminanti di tipo "sotto gronda" di nuova generazione dotati di ottiche adattabili alle diverse geometrie degli spazi e degli ambienti da illuminare ed equipaggiati con lampade al Sodio ad Alta Pressione che hanno una resa luminosa di circa 100 Lm/W ed una vita media di 12.000 ore.

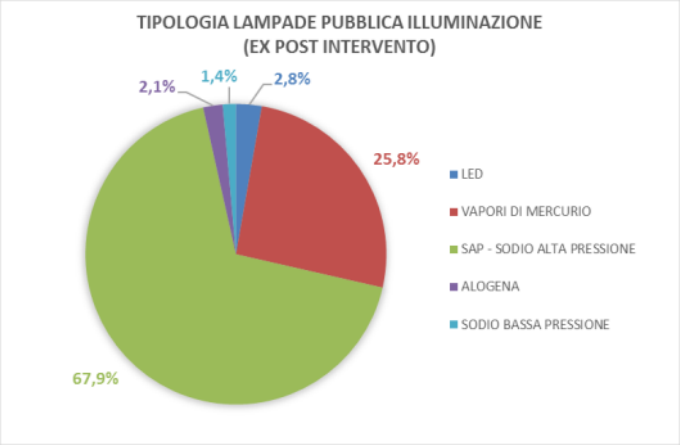


Grafico 61 – Tipologia lampade ex post intervento.

Dal grafico si evince come il numero delle lampade ai vapori di mercurio sia diminuito del 22% a fronte di un aumento delle lampade al sodio ad alta pressione di circa il 20,4%. Gli apparecchi a LED sono passati dalle 75 unità del 2005 alle 185 del 2016, aumentando nel periodo di circa l'1,2%.

Ubicazione	n°	Intervento	ex ante	ex post
Via Pezzani	14	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Calvi	6	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Scarabelli	15	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Plana	10	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Ricotti	13	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Mazzini	13	Sostituzione testata	HQL 125/250	SAP

Via Dal Verme	8	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Borroni	6	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Depretis	8	Sostituzione testata	HQL 250	SAP
Via Gallini	6	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Cavallotti	11	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Ansalone	2	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Galileo Galilei	8	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via San't Ambrogio	11	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Menotti	2	Sostituzione testata	-	SAP
Via Mandelli	10	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Cagnoni	13	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Rigoni	3	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Vicolo Rile	1	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Vicolo Ricci	1	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Sacchi	5	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Cairoli	8	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via del Castello	9	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via degli Spalti	5	Sostituzione testata	HQL 125/SAP 100	SAP
Via Cavagna	6	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Mazza	4	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Martinelli	5	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Covini	10	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Via Canevari	6	Sostituzione testata	HQL 125	SAP
Viale Carlo Marx	50	Sostituzione impianto esistente	HQL 125/SAP 100	SAP
Marconi - giardini	42	Sostituzione apparecchi	HQL 125	SAP
Piazza Meardi; Via Gramsci; Via Don Minzoni	117	Sostituzione impianto esistente	ALOG. 1000; HQL 152; SAP 100/150/250	SAP

Tabella 21 – Caratteristiche degli apparecchi illuminati sostituiti

In totale sono state sostituiti circa 428 apparecchi; il risparmio conseguito si è basato sulla valutazione dei consumi elettici dell'impianto di pubblica illuminazione ex ante ed ex post intervento, forniti dal distributore locale di energia elettrica A.S.M. Voghera S.p.A.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Lavori Pubblici
Strumenti di attuazione	Fondi comunali
Data inizio	2010
Data fine	2011
Costi	€ 442.500,00

Indicatori di monitoraggio	n. punti luce sostituiti, n. led installati, potenza impianto ex ante ed ex post, consumi energia elettrica ex ante ed ex post.	
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	1.566,191	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	541,902	t CO_2/anno

Azioni settore civile residenziale e terziario

RES01/TER01.RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO EDILIZIO
A1. RESIDENZIALE E TERZIARIO
A16.INVOLUCRO EDILIZIO

L'involucro edilizio di un edificio è l'insieme di tutti gli elementi e componenti integrati che separano gli ambienti interni dall'ambiente esterno.

Buona parte degli edifici presenti nel Comune di Voghera sono stati realizzati in epoche storiche in cui l'attenzione nei confronti dell'efficienza energetica in edilizia era piuttosto scarsa. Si tratta, quindi, di edifici "colabrodo" dal punto di vista energetico, il che determina non solo elevati consumi, ma anche scarso comfort per gli abitanti.

La normativa nazionale e regionale impongono dei requisiti minimi in termini di prestazioni energetiche dell'involucro, con specifico riferimento alle componenti opache verticali, orizzontali, alle coperture e ai serramenti, sia in caso di nuova costruzione, sia nel caso di interventi di ristrutturazione parziale o totale.

Esistono, inoltre, vari strumenti che incentivano la realizzazione di questa tipologia di interventi nel pubblico e nel privato (detrazioni fiscali, conto termico, ecc.).

L'obiettivo del Comune di Voghera è favorire il trend già in atto che sta portando verso un miglioramento generale delle prestazioni energetiche degli edifici, siano essi nuove costruzioni o interventi di retrofit energetico, utilizzando come principale strumento per l'ottenimento di tale risultato le campagne di informazione e sensibilizzazione sulle migliori tecnologie presenti sul mercato.

Sulla base del fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale, l'ACS e gli altri usi calcolato in fase di redazione dell'IBE e ipotizzando una percentuale di interventi di riqualificazione degli involucri edilizi al 2030 pari a circa il 50% nel residenziale e nel terziario. In particolare, si è assunto che a seguito degli interventi di retrofit energetico sugli involucri, gli stessi raggiungeranno le prestazioni energetiche minime definite dalla normativa regionale di riferimento.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Urbanistica
Strumenti di attuazione	Campagne di comunicazione e sensibilizzazione
Data inizio	2018 (Nel 2018 si procederà con l'analisi e l'individuazione delle possibili attività da svolgere, la cui realizzazione avverrà operativamente a partire dal 2019)
Data fine	2030

Costi	€ 2.000	
Indicatori di monitoraggio	n. edifici ristrutturati, m^2involucro isolato, fabbisogno termico/consumi ex ante ed ex post.	
RESIDENZIALE		
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	145.621,131	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	29.040,300	t CO_2/anno
TERZIARIO		
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	78.737,821	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	21.514,968	t CO_2/anno

RES02/TER02.EFFICIENTAMENTO IMPIANTI TERMICI
A1. RESIDENZIALE E TERZIARIO
A13. EFFICIENZA ENERGETICA PER RISCALDAMENTO E ACQUA CALDA SANITARIA (ACS)

La sostituzione di caldaie obsolete e una corretta manutenzione permettono aumenti consistenti di rendimento con benefici in termini di miglioramento della qualità dell'aria, di riduzione delle emissioni di CO_2 e dei costi della bolletta energetica. Il comune di Voghera, al fine del raggiungimento dell'obiettivo di riduzione nel settore residenziale e terziario al 2030, interverrà attivamente per:

- determinare un miglioramento delle prestazioni energetiche degli impianti termici delle abitazioni private e delle attività del terziario;
- incentivare la sostituzione delle caldaie obsolete;
- incentivare la sostituzione delle caldaie a gasolio.

Si è ipotizzato che al 2030, grazie ad un'attività di informazione e sensibilizzazione rivolte a cittadini ed imprese, verranno realizzati interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche degli impianti termici che porteranno ad una riduzione dei consumi termici di circa il 3% nel terziario e del 20% nel residenziale.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Urbanistica	
Strumenti di attuazione	Campagne di comunicazione e sensibilizzazione	
Data inizio	2018 (Nel 2018 si procederà con l'analisi e l'individuazione delle possibili attività da svolgere, la cui realizzazione avverrà operativamente a partire dal 2019)	
Data fine	2030	
Costi	€ 2.000	
Indicatori di monitoraggio	n. e potenza caldaie installate o generatori da fonti rinnovabili, n. persone servite, consumi ex ante ed ex post con autocertificazione.	
RESIDENZIALE		
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	26.529,793	MWh/anno
EMISSIONI CO_2 EVITATE	5.980,961	t CO_2/anno
TERZIARIO		
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno

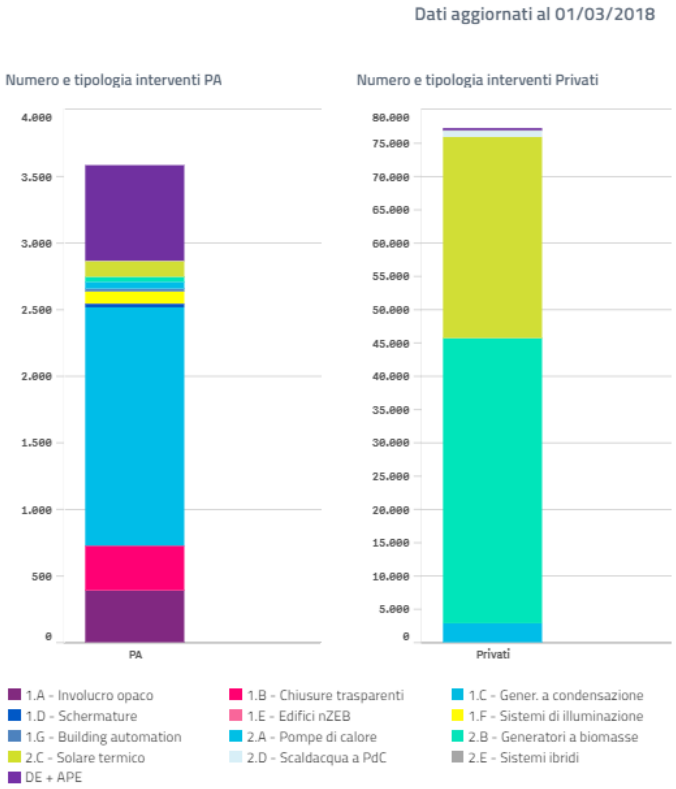
RISPARMIO ENERGETICO	10.350,814	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	2.091,198	t CO_2/anno

RES03/TER03. ENERGIA TERMICA DA FER

A1. RESIDENZIALE E TERZIARIO

A.12 ENERGIA RINNOVABILE PER RISCALDAMENTO E ACQUA CALDA SANITARIA

I dati forniti dal Contatore del Conto Termico [2] aggiornati al 1 marzo 2018 mostrano che le richieste di rimborso per interventi di installazione di impianti solari termici nel privato rappresentano una buona percentuale rispetto ad altre tipologie di intervento.



L'Amministrazione Comunale intende promuovere la realizzazione di impianti solari termici e, più in generale, l'uso di tecnologie a fonte rinnovabile per la produzione di energia termica, sia nel settore residenziale, sia in quello terziario.

La stima dei possibili risparmi conseguibili in termini di emissioni si è basata sulle seguenti valutazioni:

- nel residenziale si è ipotizzata l'installazione da parte di circa il 5% delle famiglie di un impianto solare termico da 4 m^2;
- nel terziario si è assunto che circa il 5% delle attività installino un impianto da 10 m^2.

[2] Il Contatore del Conto Termico è lo strumento che consente di monitorare i dati relativi agli incentivi riconosciuti tramite il Conto Termico (D.M. 28/12/12 e D.M. 16/02/2016) dedicato alla promozione di interventi per l'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili presso pubblica amministrazione e privati.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Urbanistica	
Strumenti di attuazione	Campagne di comunicazione e sensibilizzazione	
Data inizio	2018 (Nel 2018 si procederà con l'analisi e l'individuazione delle possibili attività da svolgere, la cui realizzazione avverrà operativamente a partire dal 2019)	
Data fine	2030	
Costi	€ 2.000	
Indicatori di monitoraggio	n. impianti solari termici installati, m^2 di solare termico installato, n. persone servite.	
RESIDENZIALE		
PRODUZIONE DA FER	3.777,060	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	-	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	797,700	t CO_2/anno
TERZIARIO		
PRODUZIONE DA FER	1.565,200	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	-	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	320,384	t CO_2/anno

RES04/TER04. LED
A1.RESIDENZIALE E TERZIARIO
A14. EFFICIENZA ENERGETICA SISTEMI DI ILLUMINAZIONE

Il settore *lighting* - illuminazione di ambienti interni ed esterni- si sta notevolmente trasformando grazie principalmente all'avvento dei LED. Questa nuova tecnologia sta gradualmente sostituendo le sorgenti luminose convenzionali in tutti i possibili ambiti della progettazione illuminotecnica. Le lampade a LED presentano molti vantaggi rispetto alle tradizionali sorgenti per illuminazione:

- consentono di ottenere notevoli risparmi energetici, e quindi permettono di ridurre le emissioni di anidride carbonica
- hanno una vita più lunga rispetto agli apparecchi tradizionali
- hanno minori costi di manutenzione
- sono prive di sostanze tossiche.

Si è stimato che al 2030 l'introduzione della tecnologia LED nel settore residenziale e terziario determinerà una riduzione dei consumi di energia elettrica rispettivamente del **6%** e del **12%**, nell'ipotesi di una generale riconversione degli apparecchi per l'illuminazione di interni.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Urbanistica	
Strumenti di attuazione	Campagne di comunicazione e sensibilizzazione	
Data inizio	2018 (Nel 2018 si procederà con l'analisi e l'individuazione delle possibili attività da svolgere, la cui realizzazione avverrà operativamente a partire dal 2019)	
Data fine	2030	
Costi	€ 2.000	
Indicatori di monitoraggio	n. led installati, tipologia lampade ex ante, potenza totale installata	
RESIDENZIALE		
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	2.697,900	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	933,473	t CO_2/anno
TERZIARIO		

PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	5.134,018	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	1.776,370	t CO_2/anno

Azioni trasporti

metro minuto voghera	**PA01. "METRO MINUTO" - VOGHERA**
	A4. TRASPORTI
	A19.ALTRO

"Metro Minuto Voghera" è un'iniziativa volta alla promozione della mobilità pedonale sviluppata dall'Amministrazione Comunale in associazione con il Team Sport4Therapy ASST di Pavia, l'Università di Pavia e il Lions Club.
È un progetto di mobilità urbana finalizzato al miglioramento della qualità della vita e del benessere dei cittadini; Voghera è una cittadina di modeste dimensioni e il suo centro storico è comodamente percorribile a piedi. Il progetto prevede il posizionamento di una cartellonistica dedicata in punti strategici del centro urbano a rappresentare le varie "tappe" del percorso della salute.
La cartellonistica è presente in ogni "tappa" del percorso e, di volta in volta, vengono riportati la distanza percorsa dalla stazione centrale, i minuti necessari per la percorrenza del tratto e le relative kcal bruciate.

Le "tappe" previste nel percorso sono le seguenti:

- Stazione - Ex Caserma (1 km. /13 minuti - 52 kcal),
- Stazione - Castello (1,4 km. /18 minuti - 72,8 kcal),
- Stazione - Piazza Duomo (0,7 km. 9 minuti - 36,4 kcal),
- Stazione - Ospedale (0,85 km. 11 minuti - 44,2 kcal),
- Stazione - Greenway (1,7 km. 22 minuti - 88,4 kcal),
- Stazione - Poste centrali (0,7 km. 9 minuti - 36,4 kcal),
- Stazione - Tempio Sacrario della Cavalleria (1,3 km. 17 minuti - 67,6 kcal),
- Stazione - Carabinieri (1,2 km. 15 minuti - 62,4 kcal),
- Stazione - UniPV (1,6 km. 21 minuti - 83,2 kcal),
- Stazione - Piazzale Enrico Fermi (1,9 km. 24 minuti - 98,8 kcal),
- Stazione - AST/ASST (2,4 km. 30 minuti - 124,8 kcal).

La stima delle riduzioni di CO_2 si è basata sull'ipotesi che grazie a questo tipo di comunicazione un numero sempre maggiore di utenti sia spronato a spostarsi a piedi.
Nello specifico si è ipotizzato che parte della popolazione vogherese, il 5%, sia incentivata a muoversi a piedi lungo il percorso indicato evitando così di utilizzare l'auto.

Figura 20 – Locandina del progetto "Metro Minuto Voghera".

Soggetto/i responsabile/i	Comune di Voghera Sport4Therapy ASST Università di Pavia Lions Club
Strumenti di attuazione	Fondi comunali
Data inizio	2018
Data fine	2030

Costi	€ 13.000,00	
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	401.986	MWh/anno
EMISSIONI CO_2 EVITATE	103,137	t CO_2/anno

MOB02. ZONE A TRAFFICO LIMITATO

A4. TRASPORTI

A411. INTERVENTI DI LIMITAZIONE DEL TRAFFICO

La Figura 21 mostra le strade interessate da limitazioni del traffico presenti nel comune di Voghera con i relativi accessi:

- via Plana,
- via Depetris,
- via san Lorenzo,
- via Bidone.

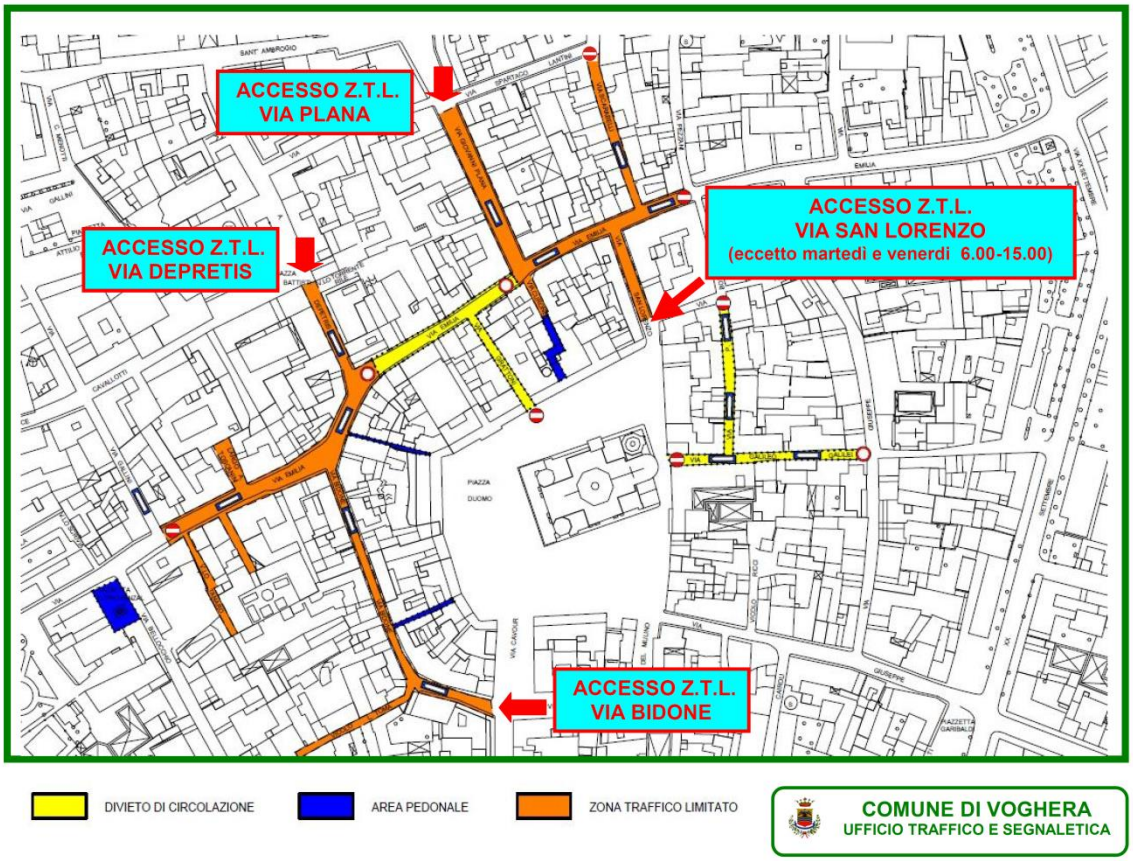


Figura 21 – Aree pedonali, aree con divieto di circolazione e z.t.l. del Comune di Voghera.

Al fine di stimare l'effettiva riduzione di CO_2 legata all'istituzione delle ZTL sarà necessario monitorare in futuro il numero di accessi nelle stesse. Si è ipotizzato che tali accessi corrispondano a circa il 5% delle auto immatricolate nel comune.

Soggetto/i responsabile/i	Ufficio Traffico e Segnaletica	
Strumenti di attuazione	Fondi comunali	
Data inizio	2005	
Data fine	2030	
Costi	-	
Indicatori di monitoraggio	n. accessi alle z.t.l., superficie z.t.l.	
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	1.020,024	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	261,707	t CO_2/anno

MOB03.PISTE CICLABILI

A4. TRASPORTI

A44. PROMOZIONE MOBILITA' CICLABILE

La promozione della mobilità ciclabile nelle sue varie forme è uno degli strumenti necessari per la riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti. Ciò comporta un vero e proprio cambio di paradigma: **preferire l'uso della bici per i propri spostamenti brevi in sostituzione dell'auto**. Lo sviluppo della mobilità ciclabile risulta essere abbastanza complesso in quanto dipende da diversi fattori, quali, ad esempio: la presenza di percorsi ciclabili di facile utilizzo e sicuri, il desiderio da parte dei cittadini di usare la bici, l'integrazione con altri mezzi di trasporto (ad esempio autobus).

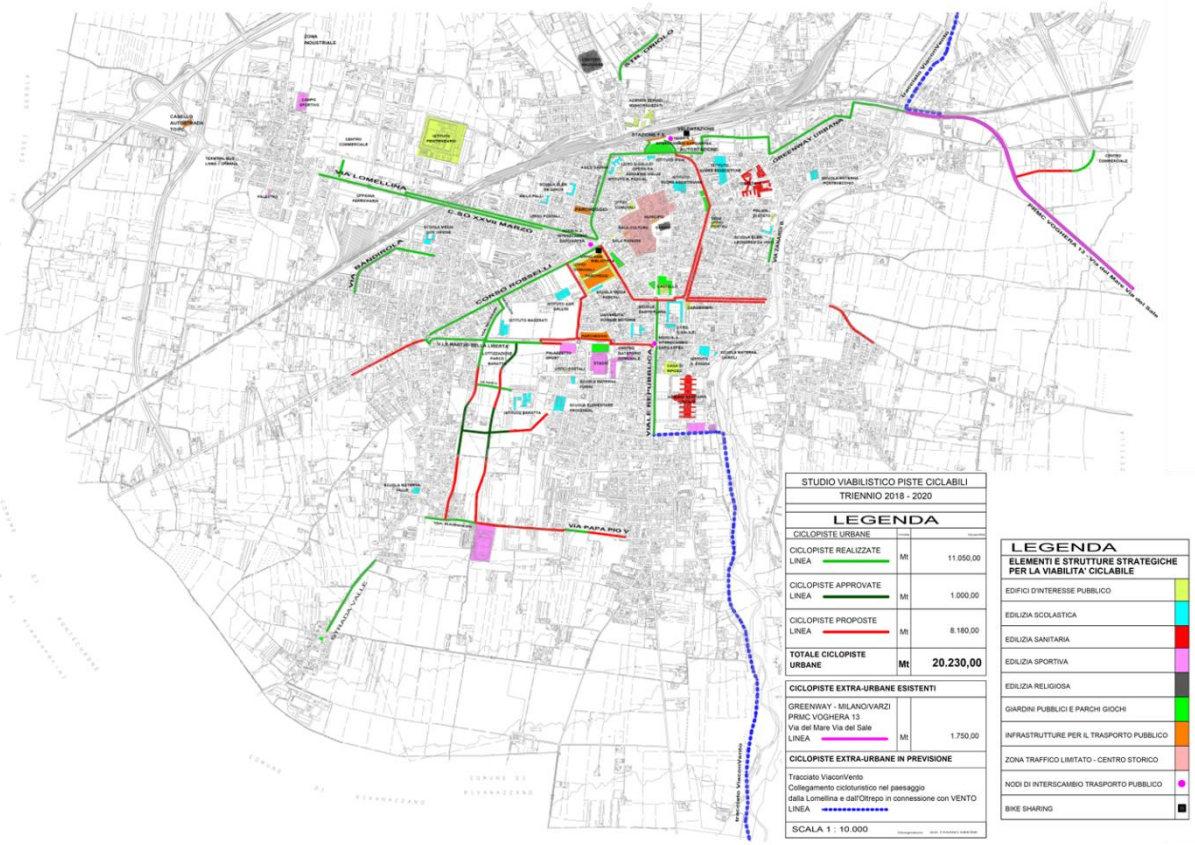


Figura 22 – Piste ciclabili sul territorio comunale e programmate nel triennio 2018-2020.

In Figura 22 sono riportati i tratti di pista ciclabile presenti nel territorio comunale vogherese, compresi quelli programmati nel triennio 2018-2020.

Soggetto/i responsabile/i	Settore Lavori Pubblici	
Strumenti di attuazione	Fondi comunali - provinciali	
Data inizio	2005	
Data fine	2020	
Costi	€ 2.152.319,37	
Indicatori di monitoraggio	lunghezza della rete ciclabile.	
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	7.422,293	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	1.848,151	t CO_2/anno

EcoDriving	**MOB04. ECODRIVING**
	A4. TRASPORTI
	A410. ECODRIVING

Per "ecodriving" si intende quell'insieme di norme comportamentali che, se applicate alla guida, possono portare ad una riduzione dei consumi di carburante e, quindi, delle emissioni. Tale riduzione dei consumi prescinde sia dal veicolo utilizzato, sia dal combustibile utilizzato; si tratta, infatti, di applicare allo stile di guida dei semplici principi comportamentali.

Si riportano di seguito alcune indicazioni utili per adottare dei comportamento di guida più efficienti e, di conseguenza, ridurre i consumi di combustibile, ridurre le emissioni di CO_2 e migliorare la sicurezza sulla strada[3].

1. Accelerare gradualmente.
2. Seguire le indicazioni del Gear Shift Indicator (indicatore cambio marcia) e, in caso di assenza, inserire al più presto la marcia superiore.
3. Mantenere una velocità moderata e il più possibile uniforme.
4. Guidare in modo attento e morbido evitando brusche frenate e cambi di marcia inutili.
5. Decelerare gradualmente rilasciando il pedale dell'acceleratore e tenendo la marcia innestata.
6. Spegnere il motore quando si può, ma solo a veicolo fermo.
7. Mantenere la pressione di gonfiaggio degli pneumatici entro i valori raccomandati.
8. Rimuovere porta-sci o portapacchi subito dopo l'uso e trasportare nel bagagliaio solo gli oggetti indispensabili mantenendo il veicolo, per quanto possibile, nel proprio stato originale.
9. Utilizzare i dispositivi elettrici solo per il tempo necessario.
10. Limitare l'uso del climatizzatore.

Una guida intelligente, unita ad una corretta manutenzione dell'autovettura, consente di ridurre i consumi e le emissioni di CO_2 anche del 10-15 %.

Nell'ipotesi che al 2030 tutti i veicoli immatricolati nel comune di Voghera vengano guidati adottando stili di guida migliori, si è stimato che si potrà evitare l'emissione di circa 9.500 tonnellate di CO_2.

Soggetto/i responsabile/i	Ufficio Smart City
Strumenti di attuazione	Campagne di informazione e sensibilizzazione

[3] "**Guida sul risparmio di carburanti e sulle emissioni di CO2 delle autovetture**", Edizione 2016, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Data inizio	2018 (Nel 2018 si procederà con l'analisi e l'individuazione delle possibili attività da svolgere, la cui realizzazione avverrà operativamente a partire dal 2019)	
Data fine	2030	
Costi	€ 1.000	
Indicatori di monitoraggio	n. eventi/campagne realizzate, n. partecipanti agli eventi.	
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	37.118,289	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	9.523,419	t CO_2/anno

Azioni produzione locale di energia elettrica e calore

PROD01. FOTOVOLTAICO PUBBLICO
A5.PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
A53.FOTOVOLTAICO

Il fotovoltaico installato a servizio di edifici/strutture pubbliche successivamente al 2005 ha una potenza complessiva pari a circa 282 kW.

Edificio	Potenza istallata
Palazzetto Oltrepo'	81,6
Scuola distaccata Media Plana (ex Maragliano)	85,0
Scuola Media Vanoni	115,0

Tabella 22 – Impianti fotovoltaici installati su strutture pubbliche.

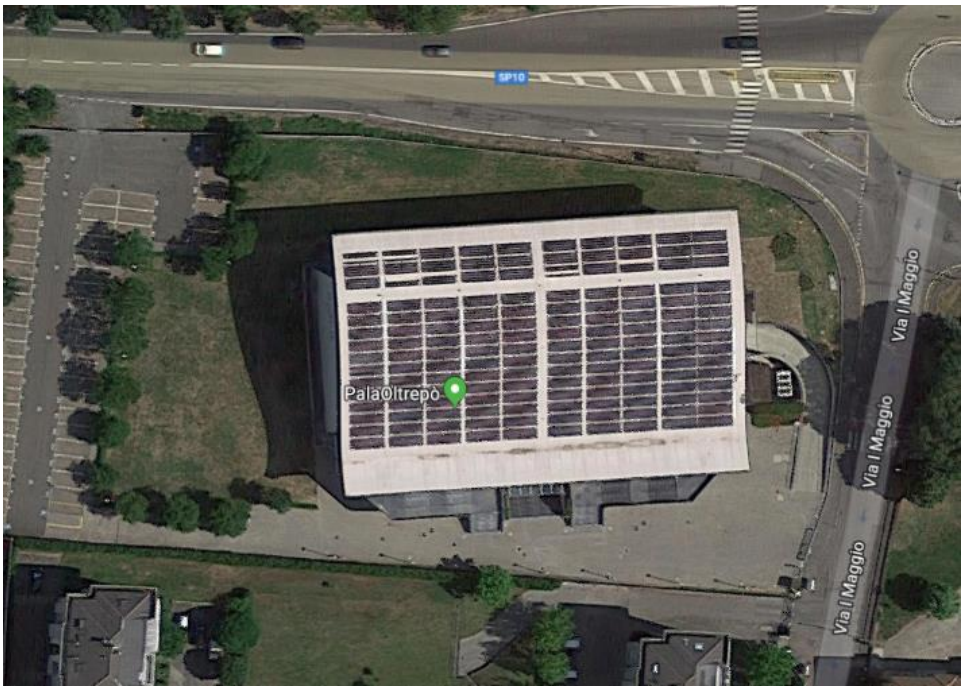


Figura 23 – Impianto fotovoltaico Palaoltrepò di Voghera (Fonte: Google Maps).

Figura 24 – Impianto fotovoltaico Scuola Media Vanoni (Fonte: Google Maps).

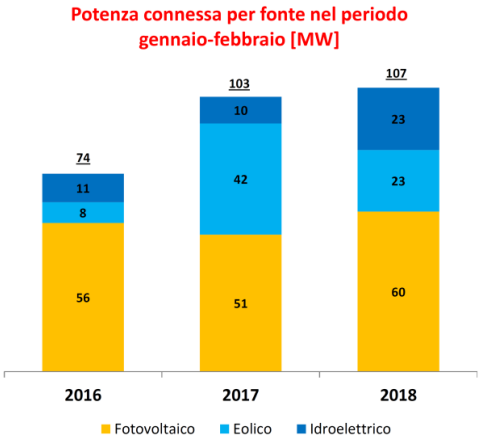
Soggetto/i responsabile/i	Settore Lavori Pubblici	
Strumenti di attuazione	Fondi comunali	
Data inizio	2007	
Data fine	2012	
Costi	€ 1.259.000,00	
Indicatori di monitoraggio	kW_p installati, kWh/anno prodotti	
PRODUZIONE DA FER	286,106	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	-	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	136,759	t CO_2/anno

PROD02/PROD03. FOTOVOLTAICO RESIDENZIALE E TERZIARIO

A5. PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

A53. FOTOVOLTAICO

I dati dell'"Osservatorio FER" sul fotovoltaico installato nel primo bimestre 2018 mostrano un aumento del 17% rispetto allo stesso bimestre dell'anno precedente (Figura 25).



Variazioni tendenziali potenza totale impianti connessi in rete [%]		
FER	gen-feb 2017/2016	gen-feb 2018/2017
Fotovoltaico	*-8%*	*+17%*
Eolico	*+436%*	*-45%*
Idroelettrico	*-6%*	*+133%*
FV + EO + IDRO	*+39%*	*+3%*

Figura 25 – Potenza connessa per fonte nel primo bimestre 2018 (Fonte: "Osservatorio FER").

Gli impianti di tipo residenziale, fino a 20 kW di potenza rappresentano circa il 60% della nuova potenza installata nel primo bimestre 2018 e circa il 47% di tutto l'installato è riconducibile a potenze sotto ai 10 kW, che sono quasi il 90% degli impianti connessi come numero di connessioni.

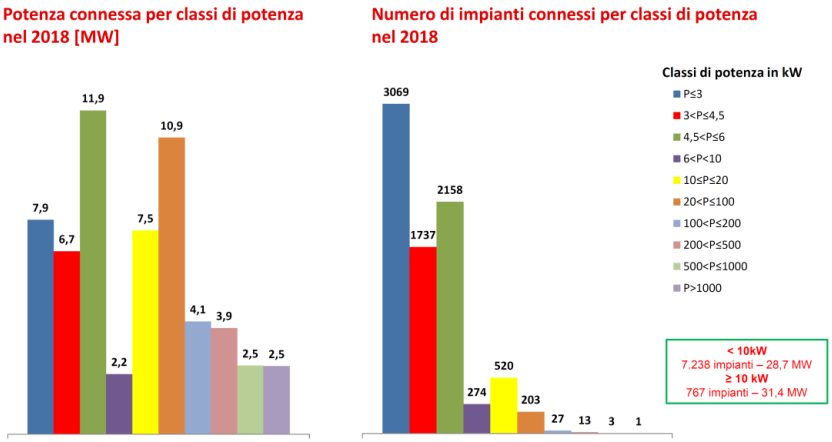


Figura 26 – Potenza connessa e numero di impianti per classi di potenza nel primo bimestre 2018 (Fonte: "Osservatorio FER").

Le amministrazioni locali possono dare il loro contributo affinché questo trend positivo si consolidi nel tempo, e non sia legato solo alla presenza di incentivi dedicati, ma bensì alla consapevolezza da parte dei privati dei benefici legati a questo tipo di tecnologia.

Il comune di Voghera, pertanto, ha deciso di promuovere nei prossimi anni l'aumento di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e, in particolare, da fotovoltaico a servizio delle utenze private, attraverso la realizzazione di campagne informative e di sensibilizzazione.

Sulla scia degli obiettivi fissati all'interno della SEN 2017 (passaggio da 23 TWh a 72 TWh di energia elettrica prodotta da fotovoltaico dal 2015 al 2030, ossia +213%), l'Amministrazione vogherese ha posto come obiettivo al 2030 l'installazione di circa 24,5 MW di fotovoltaico su tutto il territorio comunale, rispetto ai 9 MW attualmente installati (Fonte: Atlaimpianti GSE).

Soggetto/i responsabile/i	Settore Urbanistica	
Strumenti di attuazione	Campagne di comunicazione e sensibilizzazione	
Data inizio	2018 (Nel 2018 si procederà con l'analisi e l'individuazione delle possibili attività da svolgere, la cui realizzazione avverrà operativamente a partire dal 2019)	
Data fine	2030	
Costi	€ 2.000	
Indicatori di monitoraggio	kW_p installati, kWh/anno prodotti, n. famiglie/attività aderenti	
RESIDENZIALE		
PRODUZIONE DA FER	19.187,465	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	-	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	9.171,608	t CO_2/anno
TERZIARIO		
PRODUZIONE DA FER	9.939,020	MWh/anno
RISPARMIO ENERGETICO	-	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	4.750,852	t CO_2/anno

PROD04. RETE TELERISCALDAMENTO

A6. PRODUZIONE LOCALE DI RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO

A63. RETE DI TELERISCALDAMENTO/RAFFREDDAMENTO

La rete di teleriscaldamento del comune di Voghera è entrata in funzione nel 2005.

Nel 2016 sono state apportate delle modifiche all'impianto. Nello specifico uno dei due cogeneratori è stato sostituito con una nuova caldaia a metano. ciò ha determinato una riduzione dell'energia elettrica prodotta dalla centrale ed un aumento dell'energia termica. Ad oggi l'impianto risulta composta da:

- 2 gruppi motogeneratori per la produzione combinata di energia elettrica e calore aventi ciascuno potenza elettrica di targa 3,66 MW,
- 3 caldaie di integrazione aventi ciascuna potenza termica al focolare pari a 5,3 MW,
- 1 caldaia di integrazione avente potenza termica al focolare di 11,05 MW.

Di seguito i dati di produzione termica ed elettrica nel 2005 e nel 2016.

	2005	2016
Energia elettrica prodotta [MWh]	27.196	3.661
Energia termica da cogenerazione [MWh]	11.780	28.917
Energia termica da Caldaie [MWh]	9.725	

Tabella 23 – Produzione termica ed elettrica 2005 e 2016 della centrale cogenerativa.

Al fine di determinare la riduzione delle emissioni associata all'aumento di energia termica prodotta dall'impianto, si è ipotizzato che dal 2005 sia aumentato il numero di utenze allacciate alla rete e che i nuovi allacci abbiano sostituito caldaie a gasolio.

Soggetto/i responsabile/i	A.S.M. Voghera	
Strumenti di attuazione	Fondi propri o da Società privata	
Data inizio	2005	
Data fine	2016 (modifiche impianto)	
Costi	€ 8.589.562,00	
Indicatori di monitoraggio	n. utenze allacciate, kWh termici ed elettrici prodotti, kWh termici alle utenze	
PRODUZIONE DA FER	-	MWh/anno

RISPARMIO ENERGETICO	-	MWh/anno
EMISSIONI $C0_2$ EVITATE	348,364	t CO_2/anno

Riepilogo delle azioni di mitigazione

Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia	Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile di Voghera							
AZIONE	AREA DI INTERVENTO	STRUMENTO DI ATTUAZIONE	SOGGETTO/I RESPONSABILE/I	TEMPI	COSTI (€)	STIME AL 2030		
						RISPARMIO ENERGIA	PROD. FER	RID. CO_2
						MWh/a	MWh/a	tCO_2/a
EDIFICI, ATTREZZATURE E SERVIZI PUBBLICI						**1.629**	**-**	**556**
PA01.SOSTITUZIONE GENERATORI DI CALORE EDIFICI PUBBLICI	Efficienza energetica per riscaldamento e ACS	Fondi comunali, Incentivi regionali e nazionali	Settore Lavori Pubblici	2007 2030	121.000	2,754	-	1,690
PA02.SOSTITUZIONE SERRAMENTI EDIFICI PUBBLICI	Involucro edilizio	Fondi comunali	Settore Lavori Pubblici	2008 2030	604.163,18	59,838	-	12,087
PA03.RIQUALIFICAZIONE ILLUMINAZIONE PUBBLICA	Efficienza energetica nei sistemi di illuminazione	Fondi comunali	Settore Lavori Pubblici	2010 2011	442.500	1.566,191	-	541,902
RESIDENZIALE						**174.849**	**3.777**	**36.752**
RES01.EFFICIENZA ENERGETICA INVOLUCRO RESIDENZIALE	Involucro edilizio	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	145.621,131	-	29.040,300
RES02.EFFICIENZA ENERGETICA IMPIANTI TERMICI RESIDENZIALE	Efficienza energetica per riscaldamento e ACS	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	26.529,793	-	5.980,961
RES03.PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA DA FER RESIDENZIALE	Energia rinnovabile per riscaldamento e ACS	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	-	3.777,060	797,700
RES04.LED RESIDENZIALE	Efficienza energetica sistemi di illuminazione	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	2.697,900	-	933,473
TERZIARIO						**94.223**	**1.565**	**25.703**
TER01. EFFICIENZA ENERGETICA INVOLUCRO TERZIARIO	Involucro edilizio	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	78.737,821	-	21.514,968
TER02.EFFICIENZA ENERGETICA IMPIANTI TERMICI TERZIARIO	Efficienza energetica per riscaldamento e ACS	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	10.350,814	-	2.091,198
TER03. PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA DA FER TERZIARIO	Energia rinnovabile per riscaldamento e ACS	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	-	1.565,200	320,384
TER04.LED TERZIARIO	Efficienza energetica sistemi di illuminazione	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	5.134,018	-	1.776,370

TRASPORTI						**45.963**	**-**	**11.736**
MOB01.METROMINUTO	Promozione mobilità pedonale	Fondi comunali	Comune di Voghera, Sport4Therapy ASST, Università di Pavia, Lions Club	2018 2030	13.000	401,986	-	103,137
MOB02.Z.T.L.	Interventi di limitazione del traffico	Fondi comunali	Ufficio Traffico e Segnaletica	2005 2030	-	1.020,024	-	261,707
MOB03.PISTE CICLABILI	Promozione mobilità ciclabile	Fondi comunali	Settore Lavori Pubblici	2005 2020	2.152.319,37	7.422,293	-	1.848,151
MOB04.ECODRIVING	Ecodriving	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Ufficio Smart City	2018 2030	1.000	37.118,289	-	9.523,419
PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA ELETTRICA						**-**	**29.413**	**14.408**
PROD01.FOTOVOLTAICO PUBBLICO	Produzione di energia elettrica	Fondi comunali	Settore Lavori Pubblici	2007 2012	1.259.000	-	286,106	136,759
PROD02.FOTOVOLTAICO RESIDENZIALE	Produzione di energia elettrica	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	-	19.187,465	9.171,608
PROD03.FOTOVOLTAICO TERZIARIO	Produzione di energia elettrica	Campagne di informazione e sensibilizzazione	Settore Urbanistica	2018 2030	1.000	-	9.939,020	4.750,852
PROD04. RETE TELERISCALDAMENTO	Produzione locale di riscaldamento/ raffrescamento	Fondi propri o da Società partecipata	A.S.M. Voghera	2005	8.589.562	-	-	348,364
					TOTALE	**316.663**	**34.755**	**89.155**

Sezione D. Adattamento ai cambiamenti climatici

Strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici

Negli ultimi due decenni l'Unione Europea ha posto un'attenzione sempre crescente alla definizione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, soprattutto alla luce del progressivo aumento degli eventi calamitosi che si sono verificati nel continente europeo, quali ad esempio le ondate di calore e le alluvioni. Per tale ragione, si sta impegnando fortemente alla definizione di misure di adattamento che riducano la vulnerabilità dei territori e ne migliorino la resilienza.

Nel 2007 L'UE ha pubblicato il Libro Verde "*L'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa – quali possibilità di intervento per l'UE*", che rappresenta il primo passo verso l'inserimento dell'adattamento tra le politiche europee.

Due anni dopo, nel 2009, con la pubblicazione del Libro Bianco "*L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo*", viene fornita ai Paesi europei una lista di possibili azioni concrete di adattamento da mettere in atto. Nel Libro si sottolinea l'importanza del trasferimento delle responsabilità per le azioni di adattamento ai governi nazionali, regionali e locali, in quanto l'impatto dei cambiamenti climatici sarà particolarmente differenziato per le diverse regioni d'Europa. Nel documento, inoltre, vengono illustrate quattro linee d'azione fondamentali:

- migliorare le conoscenze sugli impatti dei cambiamenti climatici, sulle vulnerabilità e sui costi e i benefici sulle misure di adattamento;
- integrare l'adattamento nelle politiche chiave europee ("mainstreaming");
- utilizzare una combinazione di strumenti politico/economici (strumenti di mercato, linee guida, partnership pubbliche e private) per assicurare l'effettiva riuscita dell' adattamento;
- sostenere la cooperazione internazionale per l'adattamento assieme agli Stati Membri per integrare l'adattamento nella politica estera dell'UE.

A seguito della pubblicazione del Libro Bianco è stata avviata una consultazione pubblica di circa quattro anni con gli Stati Membri, gli esperti del settore ed i cittadini, che si è conclusa nel 2013 con il lancio della **Strategia di adattamento europea,** con cui l'UE ha individuato gli obiettivi e le azioni da mettere in atto per migliorare la propria resilienza. Le principali aree di intervento sono:

1. incoraggiamento degli Stati Membri all'elaborazione di strategie di adattamento nazionali, anche attraverso lo scambio di informazioni sulle buone pratiche;
2. promozione di programmi di finanziamento dedicati e di un migliore accesso alle informazioni tramite l'implementazione della piattaforma Climate-ADAPT;
3. integrazione dell'adattamento con le altre politiche europee, in particolare la Politica Agricola Comune (PAC), la Politica di Coesione economica e sociale e la Politica Comune della Pesca;
4. revisione degli standard nei settori dell'energia, dei trasporti e delle costruzioni;
5. promozione delle assicurazioni per la tutela contro le catastrofi.

Strategia nazionale

In linea con quanto indicato dall'UE, nel 2014 l'Italia si è dotata di una **Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC).** Il percorso di definizione della strategia ha avuto inizio nel 2012, anno in cui il MATTM ha affidato al Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) il coordinamento tecnico-scientifico delle attività, ha convocato un Tavolo Istituzionale con i rappresentanti dei Ministeri e delle altre istituzioni (Protezione Civile, ANCI, ecc…) ed ha avviato una consultazione on-line con gli stakeholder. La Strategia Nazionale si compone di tre documenti tra loro indipendenti:

- documento strategico "*Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*", in cui viene fornita una visione degli impatti dei cambiamenti climatici in diversi settori socio-economici e individuate una serie di azioni ed indirizzi di adattamento a tali cambiamenti;
- rapporto tecnico-scientifico "*Stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici*", dove viene presentata un'analisi del clima presente e passato in Italia, al fine di stimare gli impatti dei cambiamenti climatici in atto e futuri;
- rapporto tecnico-giuridico "*Analisi della normativa comunitaria e nazionale rilevante per gli impatti, la vulnerabilità e l'adattamento ai cambiamenti climatici*", contenente un'analisi della normativa europea in materia di adattamento ai cambiamenti climatici e delle Strategie adottate dai Paesi europei dal 2005 in poi.

Nell'elaborazione della Strategia un particolare accento è stato posto:

- alla definizione di possibili sinergie tra adattamento, mitigazione e sviluppo sostenibile;
- al coinvolgimento degli stakeholder attraverso ampie campagne di comunicazione;
- all'importanza del ruolo svolto dalla comunità scientifica;
- ad una migliore gestione dei rischi e dei disastri.

Obiettivo prioritario della Strategia è migliorare la conoscenza dei cambiamenti climatici e delle vulnerabilità del territorio nazionale a tali cambiamenti, affinché si possano mettere in atto azioni di adattamento efficaci, che coinvolgano il maggior numero possibile di portatori di interesse.

Contesto regionale

La Regione Lombardia, con il supporto della Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA), ha redatto nel 2012 le **Linee Guida per un Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PACC)** e tra il 2013 e il 2014 la **Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SRACC)**, in coerenza con le raccomandazioni delle istituzioni europee e in armonia con la parallela Strategia Nazionale italiana. A partire dalla Strategia sono stati avviati nel 2015 i lavori per l'elaborazione del "**Documento di Azione Regionale sull'Adattamento al Cambiamento Climatico**" al fine di individuare gli ambiti prioritari in cui intervenire.

L'obiettivo regionale lombardo è quello di pervenire alla definizione di un vero e proprio "Piano regionale di Adattamento", che dovrà definire, dopo una fase di adeguata consultazione con gli stakeholder istituzionali, economici e sociali:

- le priorità degli obiettivi,
- la concreta implementazione delle misure previste,
- la precisa valutazione dei relativi costi di investimento e gestione anche attraverso analisi costi/benefici
- l'allocazione delle necessarie risorse.

Le Linee Guida per il Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (PACC) della Regione Lombardia hanno l'obiettivo di fornire un quadro generale e d'indirizzo per la valutazione della vulnerabilità regionale agli impatti dei cambiamenti climatici e di presentare una metodologia con la quale valutare diverse strategie e misure settoriali e intersettoriali di adattamento. Nel PACC sono state considerate dieci sfide principali del cambiamento climatico:

- Ondate di calore;
- Piene e alluvioni;
- Carenza idrica e siccità;
- Innalzamento del limite delle nevicate;
- Diminuzione della capacità produttiva delle rese agricole;
- Deglaciazione e scioglimento del permafrost;
- Peggioramento della qualità dell'aria;
- Peggioramento della qualità delle acque;
- Alterazione della composizione degli habitat e della distribuzione degli organismi;
- Diffusione di malattie da vettori, organismi nocivi e alien species.

Sono stati poi identificati i settori che risultano principalmente interessati dai cambiamenti climatici nel territorio lombardo (risorse idriche, qualità dell'aria, difesa del suolo e ambiente costruito, ecosistemi, biodiversità e sistemi protetti, agricoltura, turismo, approvvigionamento energetico, trasporti e mobilità e salute umana) e per ognuno di questi è stata stilata una serie di possibili misure di adattamento.

La **Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici** individua invece possibili interventi per ridurre al minimo i rischi e gli impatti del cambiamento climatico, allo scopo di proteggere la popolazione, i beni materiali e le risorse naturali vitali e aumentare la resilienza della società, dell'economia e dell'ambiente.

Il **Documento di Azione Regionale per l'Adattamento al Cambiamento Climatico in Lombardia** rappresenta, infine, un importante strumento di governance, che riconosce e definisce gli ambiti prioritari di intervento rispetto agli effetti prodotti dal clima sul territorio. Grazie al contributo di tutte le parti interessate e dei principali stakeholder regionali, è stato realizzato un importante lavoro comune, teso ad individuare misure di adattamento condivise. Sono state individuate circa 30 misure per i seguenti ambiti prioritari: salute umana e qualità dell'aria, difesa del suolo e del territorio, gestione e qualità delle acque, agricoltura e biodiversità, turismo e sport.

Analisi climatiche locali e scenari futuri

Analisi delle temperature e delle precipitazioni

Nel presente paragrafo viene riportata una descrizione delle caratteristiche locali del clima del comune di Voghera. Nello specifico le analisi climatiche descritte nella seguente sezione sono state condotte dalla **divisione REMHI del Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)**.

Tale analisi del clima permette sia di caratterizzare la variabilità climatica locale osservata sia, nelle fasi successive dello studio, di valutare le anomalie climatiche attese in futuro localmente per effetto dei cambiamenti climatici.

Per quanto riguarda la variazione del clima su scala globale, la comunità scientifica ritiene "estremamente probabile" che il riscaldamento dell'aria e degli oceani, la riduzione dell'estensione e volume dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare e la diminuzione della copertura nevosa nell'emisfero nord abbiamo avuto come causa dominante l'attività antropogenica (IPCC, AR4, 2007). Lo studio di tale variazione non sarà oggetto del presente documento che invece risulta focalizzato sull'analisi del clima osservato e dei suoi scenari di cambiamento sulla città di interesse.

Lo studio del clima implica, per definizione, l'utilizzo di lunghe scale temporali; in particolare, il WMO (WMO, 2007) stabilisce in 30 anni la lunghezza standard su cui effettuare delle analisi statistiche che possano essere considerate rappresentative del clima. Per questo motivo, le variazioni del clima futuro rispetto al clima presente (o di riferimento) sono ottenute confrontando periodi di 30 anni.
Nel primo paragrafo del documento è riportata un'analisi dei dati osservati. Nello specifico tale analisi è realizzata:

- Nel periodo **1961-2002** a partire dai dati di temperatura (minima e massima) e di precipitazione della stazione *Idrografica Voghera* (dati raccolti dall'ISPRA nell'ambito del progetto *Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatici di Interesse Ambientale*, SCIA[4]).
- Nel periodo **1987-2002** a partire dai dati di temperatura (minima e massima) della stazione *Staffora Voghera* (dati raccolti dall'ISPRA nell'ambito del progetto SCIA).
- Nel periodo **2003-2016** a partire dai dati di temperatura (minima e massima) e di precipitazione della stazione *Regionale ARPA Lombardia – Voghera.*

Tale analisi descrive la variabilità temporale nel periodo sia dei valori medi che estremi di precipitazione e temperatura. Gli estremi sono definiti come quei valori delle variabili atmosferiche che differiscono sostanzialmente dalla media climatologica e sono definiti attraverso le soglie (ad esempio percentili, minimi, massimi). Diversi studi mostrano che il cambiamenti climatico comporta una variazione anche nella frequenza e gravità degli eventi estremi, dalla cui variazione dipende la maggior parte dei costi sociali ed economici associati ai cambiamenti climatici.

[4] Per avvertenze relative all'utilizzo dei dati/prodotti disponibili attraverso il sistema SCIA si può far riferimento alla pagina http://www.scia.isprambiente.it/avvertenze.asp

Le stazioni, utilizzate per l'analisi climatica delle osservazioni e indicate in bianco in Figura 1, sono di seguito identificate come *Idrografica Voghera (SCIA), Staffora Voghera (SCIA) e Regionale ARPA Lombardia - Voghera*.

In aggiunta alla descrizione del clima locale osservato, per quanto riguarda sia valori medi che estremi, sono presentate, sulla base di differenti scenari climatici, le anomalie climatiche attese per gli indicatori selezionati, per tre trentenni futuri di interesse (centrati sugli anni 2030, 2050, 2080) rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Figura 27: Posizioni delle stazioni meteo disponibili per il comune di Voghera.

In questo lavoro, le anomalie degli indicatori selezionati sono state calcolate, considerando i due diversi scenari RCP4.5[5] e RCP8.5[6], a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM (Rockel et al., 2008) alla risoluzione di circa 8 km forzato dal modello globale CMCC-CM (Scoccimarro et al., 2011). I modelli climatici regionali consentono di aumentare la risoluzione spazio-temporale dei modelli di circolazione globale e di formulare scenari di cambiamento climatico più dettagliati, sebbene con un certo grado di incertezza. In particolare, la stima delle variazioni di precipitazione, sia in senso spaziale che temporale, è più incerta di quella delle variazioni della temperatura, e ancora più incerte sono le stime delle variazioni degli eventi estremi (MATTM, SNACC, rapporto sullo stato delle conoscenze, 2014). Approcci più onerosi permettono di identificare una parte dell'incertezza di queste stime attraverso l'uso di più modelli climatici, sia globali che regionali.

La configurazione del modello climatico regionale utilizzata nel presente lavoro ha mostrato una buona capacità di rappresentare il clima italiano, anche su scala locale, sia in termini di valori medi che estremi (Bucchignani et al.,2016; Zollo et al.,2016), attraverso la validazione con alcuni dataset regionali disponibili ad alta risoluzione.

[5] Lo scenario IPCC RCP4.5 (stabilizzazione medio-basso) prevede che entro il 2070 le emissioni di CO_2 scendono al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica si stabilizza entro la fine del secolo a circa il doppio dei livelli preindustriali.
[6] Lo scenario IPCC RCP 8.5 (emissioni elevate) prevede che entro il 2100 le concentrazioni atmosferiche di CO_2 sono triplicate o quadruplicate rispetto ai livelli preindustriali.

Analisi climatica delle osservazioni

Il comune di Voghera, dal punto di vista climatico, risultano appartenere, nella classificazione climatica più utilizzata di Köppen and Geiger (Kottek et al., 2006), al gruppo "Cfa". Il gruppo principale "C" indica l'appartenenza ai climi temperati-caldi piovosi, l'appartenenza al sottogruppo "f" indica che l'area è interessata da precipitazioni in tutti i mesi. L'unione dei due gruppi di lettere, "Cf", indica l'appartenenza al sottotipo dei climi miti umidi. Infine, in termini di temperatura (lettera "a" della classificazione), la zona è caratterizzata da temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C.

Per quanto riguarda l'analisi di dettaglio delle condizioni climatiche sull'area di interesse essa è stata effettuata a partire dalle osservazioni dei punti stazione, descritte in precedenza.

Nello specifico, tale sezione ha lo scopo di descrivere la variabilità climatica osservata attraverso delle analisi statistiche. In particolare, vengono mostrati i principali risultati:

- *ciclo stagionale* di temperatura e di precipitazione;
- *valori medi ed estremi di temperatura e di precipitazione*;
- *serie temporali annuali* di indicatori di temperatura e precipitazione con trend e valutazione della significatività statistica tramite il *Test di Mann-Kendall* (Hirsch,1982; Kendall, 1975; Mann,1945), necessaria per l'individuazione di un trend di crescita/decrescita significativo.

Prima di ottenere tali risultati, le serie di dati disponibili sono state sottoposte ad un controllo di qualità che può essere riassunto dalle seguenti fasi:

- ✓ **Analisi di completezza dei dati**. Per ogni risoluzione temporale, viene controllato di avere il 75% di dati disponibili in quanto la presenza di *missing* (dati mancanti) può portare ad analisi poco significative, fortemente distorte e/o addirittura errate.
- ✓ **Individuazione e rimozione dei breakpoint**. Tale procedura, che consiste nell'individuare e rimuovere dalla serie dei dati osservati disomogeneità che sono la conseguenza di fattori esterni non climatici, è stata effettuata mediante due test non parametrici, quello di Pettitt e quello del CUSUM (*CUMulative SUM*).

Nella Tabella 24 viene riportato il numero totale di anni con dati validi (percentuale di dati mancanti inferiore al 25%), per ogni stazione e per ogni variabile considerata: per la stazione *Regionale ARPA Lombardia* (dati disponibili gratuitamente sul sito istituzionale di ARPA LOMBARDIA*)* - *Voghera* è stato escluso un anno di dati (il 2004) per le temperature, in quanto era presente una percentuale di dati non validi superiore al 25%.

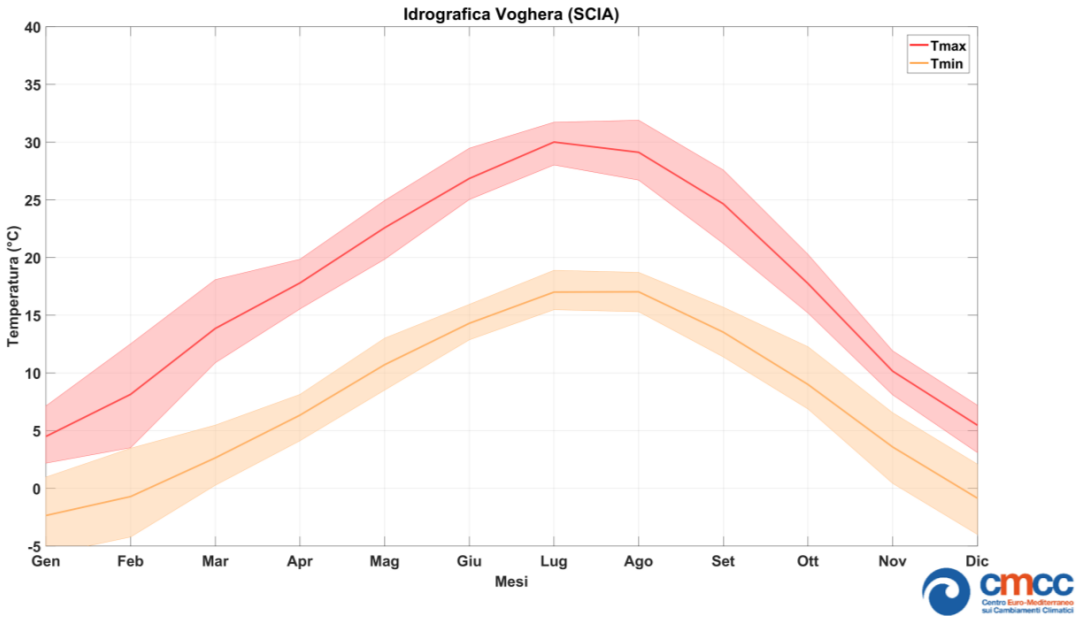
	Numero totale di anni disponibili	
	Temperatura	*Precipitazione*
Idrologica Voghera (SCIA)	42	42
Staffora Voghera (SCIA)	16	//
Regionale ARPA Lombardia - Voghera	13 (2004)	14

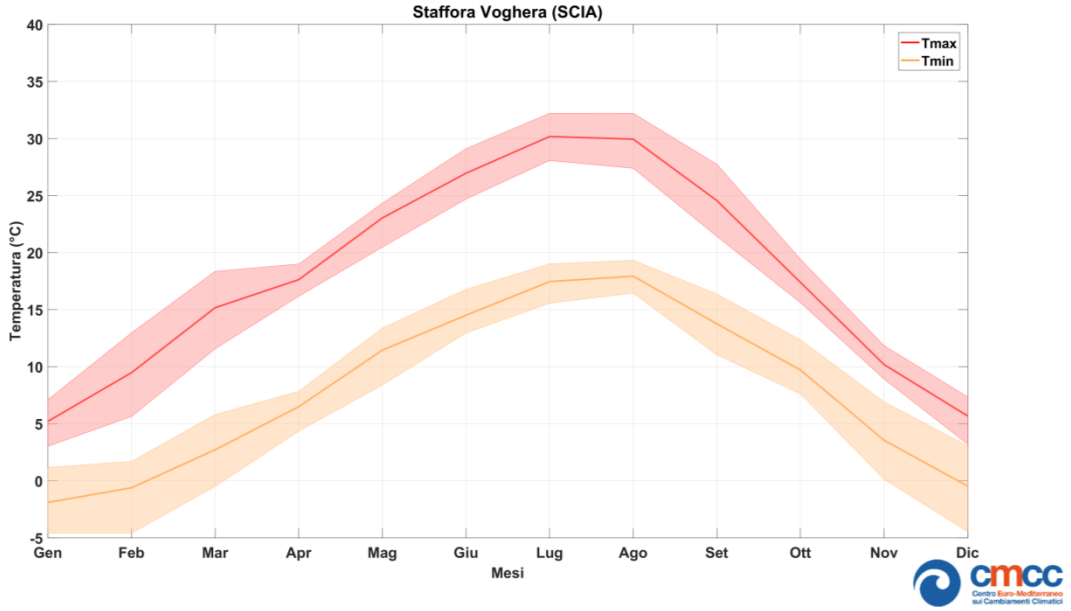
Tabella 24 - Numero totale di anni con dati validi (percentuale di dati mancanti inferiore al 25%), per ogni stazione e per ogni variabile considerata. Tra parentesi sono indicati gli anni con dati non validi (percentuale di dati mancanti superiore al 25%).

In Figura 28 sono riportati i cicli stagionali (andamenti medi mensili) di temperatura minima (Tmin) e massima (Tmax), mentre in Figura 29 quelli di precipitazione (Pr). Per ciascuna variabile è stata rappresentata anche la dispersione dei dati rispetto al 5° e al 95° percentile della distribuzione mensile. Il grafico in Figura 28 evidenzia che le temperature assumono valori più bassi nei mesi di Dicembre e Gennaio (con una Tmin intorno a 0°C per la Regionale Arpa Lombardia - Voghera e intorno ai -2°C per le stazioni SCIA e Tmax intorno ai 6°C per la Regionale Arpa Lombardia – Voghera e intorno ai 5°C per le stazioni SCIA); al contempo, i massimi valori sono registrati tra Luglio e Agosto, con la Tmax che raggiunge all'incirca i 30°C per tutte le stazioni considerate e la Tmin di 15-16°C per le stazioni disponibili dal dataset SCIA e intorno ai 19°C per la Regionale Arpa Lombardia- Voghera. La primavera e l'autunno mostrano valori intermedi e comparabili. Inoltre, i mesi di Gennaio, Febbraio e Marzo mostrano una maggiore dispersione in termini di temperature minime e massime per tutte le stazioni considerate (come mostrato in Figura 28).

Per quanto riguarda la precipitazione (Figura 29), i valori sono calcolati cumulando i dati giornalieri su base mensile. Per la stazione Idrografica Voghera si osservano diversi picchi annuali: uno ad Ottobre (di circa 90 millimetri/mese), un secondo a Novembre (di circa 70-80 millimetri/mese) e un terzo meno intenso, tra Aprile e Maggio (di circa 60 millimetri/mese). Invece, per la stazione Regionale Arpa Lombardia – Voghera si osserva un picco annuale nel mese di Novembre (di circa 110 millimetri/mese). Per entrambe le stazioni, Ottobre e Novembre sono i mesi caratterizzati dalla dispersione maggiore; in particolar modo per la stazione Idrografica Voghera per il mese di Ottobre il 95° percentile è di circa 220 millimetri rispetto al valore medio di 90 millimetri; invece per la Regionale ARPA Lombardia - Voghera il mese di Novembre, caratterizzato da una forte variabilità, presenta un valore del 95° percentile di circa 250 millimetri contro i 110 millimetri di media.

Nei mesi invernali (Gennaio Febbraio e Dicembre) e nel mese di Luglio si registrano i valori mensili più bassi intorno ai 40 millimetri/mese per la stazione Idrografica Voghera. Invece per la stazione Regionale Arpa Lombardia si osserva il valore medio più basso nel mese di Luglio intorno ai 30 millimetri.


Idrografica Voghera (SCIA)
Tmax
Tmin
Temperatura (°C)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
Gen
Feb
Mar
Apr
Mag
Giu
Lug
Ago
Set
Ott
Nov
Dic
Mesi
cmcc
Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici


Staffora Voghera (SCIA)
Tmax
Tmin
Temperatura (°C)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
Gen
Feb
Mar
Apr
Mag
Giu
Lug
Ago
Set
Ott
Nov
Dic
Mesi
cmcc
Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

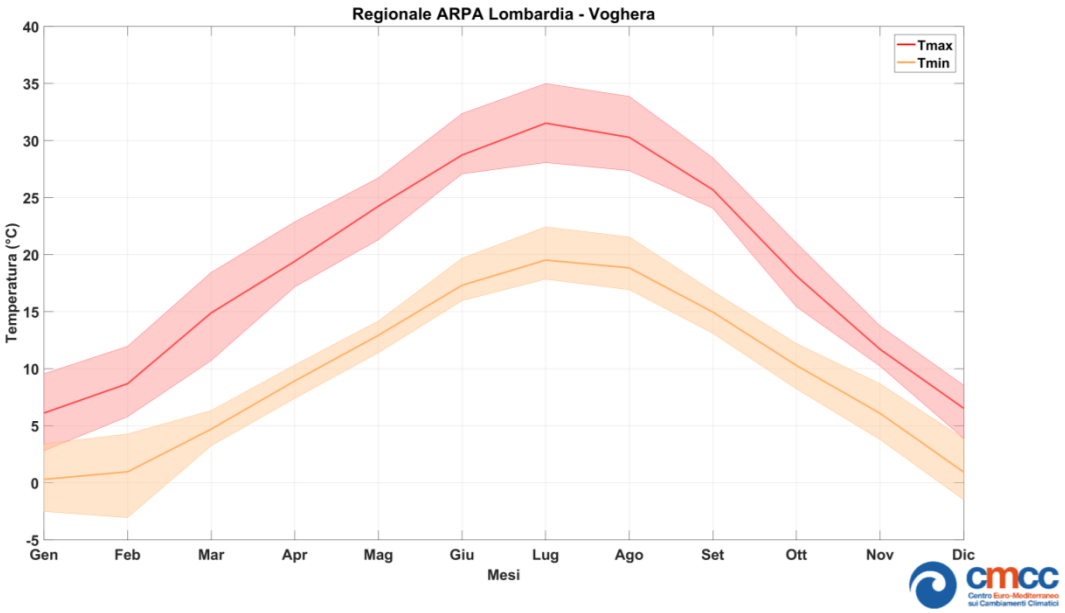
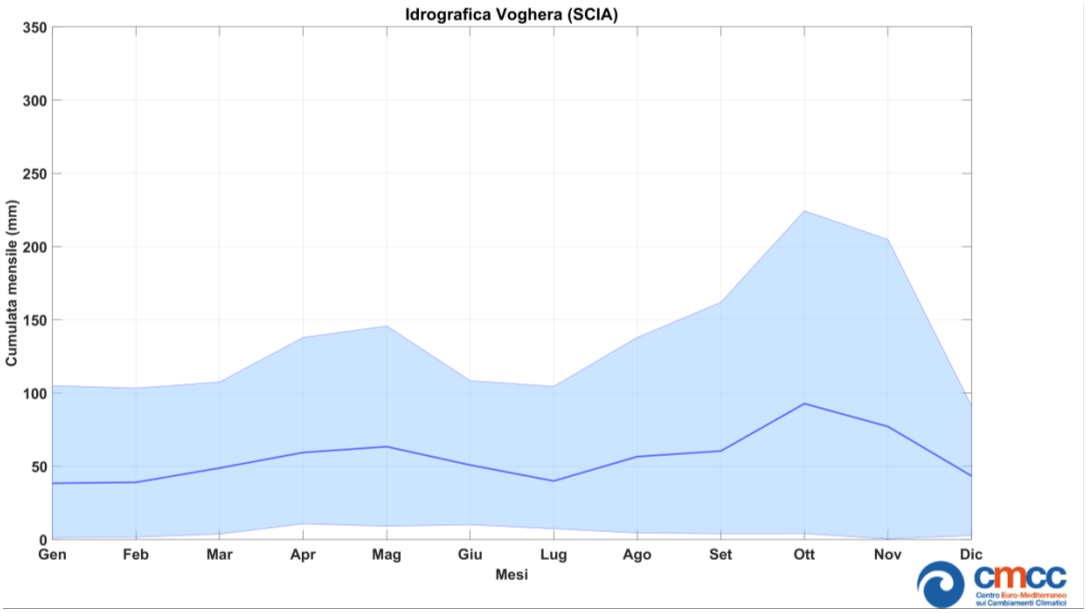


Figura 28: Ciclo stagionale di temperatura minima e massima. L'area ombreggiata indica la dispersione rispetto al 5° e al 95° percentile della distribuzione mensile sul periodo di riferimento.



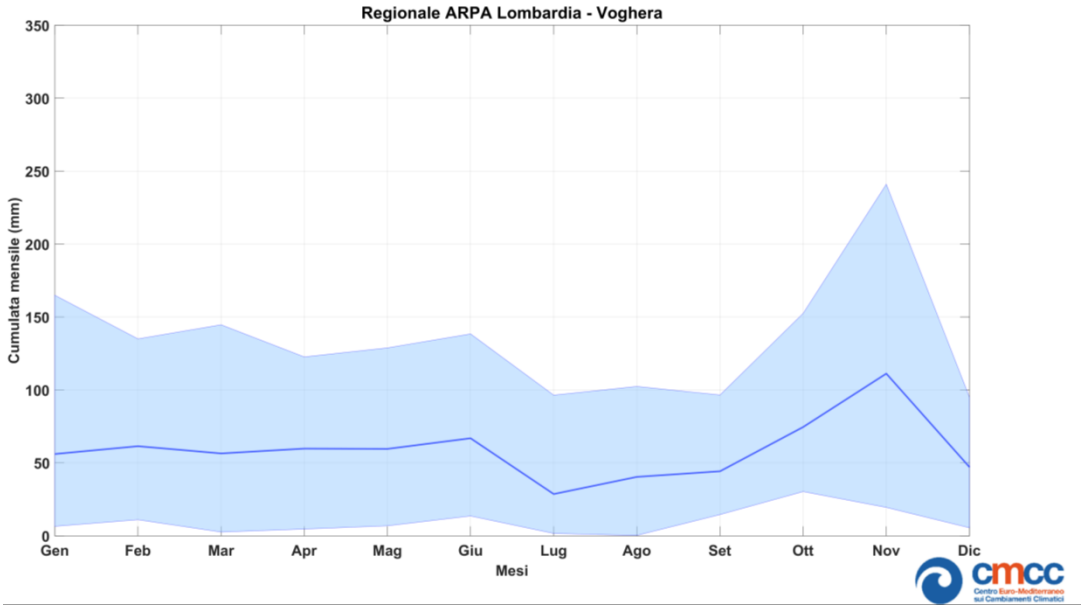


Figura 29: Ciclo stagionale di precipitazione cumulata mensile. L'area ombreggiata indica la dispersione rispetto al 5° e al 95° percentile della distribuzione mensile sul periodo di riferimento.

Sebbene i valori medi siano fondamentali per la definizione delle caratteristiche climatiche medie, i valori estremi sono in grado usualmente di produrre le maggiori criticità sul territorio con magnitudo e caratteristiche differenti, soprattutto in base al contesto geomorfologico e costruito presente. Per tale motivo, in Tabella 25 sono riportati, su base annuale, i valori corrispondenti al 95° e 99° percentile delle distribuzioni di precipitazione (Pr) e temperatura massima (Tmax) e 1° e 5° percentile della distribuzione di temperatura minima (Tmin). I percentili restituiscono l'intensità dei valori più estremi, in questo caso osservati, con informazioni indirette di grande utilità per gli studi di impatto e per il dimensionamento delle infrastrutture. Da tale tabella si evince che la stazione Idrografica Voghera è caratterizzata dai valori più estremi di temperatura minima (-8.8°C e -4.6°C rispettivamente per 1° e 5° percentile) mentre la stazione Regionale ARPA Lombardia Voghera risulta avere i valori più estremi di temperatura massima (33.4°C e 36°C rispettivamente per 95° e 99°percentile) e di precipitazione (30 e 51 millimetri rispettivamente per 95° e 99° percentile).

	Idrologica Voghera (SCIA)			Staffora Voghera (SCIA)			Regionale ARPA Lombardia Voghera		
	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Pr (mm)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Pr (mm)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Pr (mm)
1° percentile	**-8.8**	/	/	-8	/	/	-5.2	/	/
5° percentile	**-4.6**	/	/	-4.2	/	/	-2	/	/
95° percentile	/	31.9	28	/	32.3	/	/	**33.4**	**30**
99° percentile	/	34	48	/	34.3	/	/	**36**	**51**

Tabella 25 - Valori corrispondenti al 95° e 99° percentile delle distribuzioni di precipitazione (Pr) e temperatura massima (Tmax) e 1° e 5° percentile della distribuzione di temperatura minima (Tmin).

Per finalità similari, diversi indicatori sintetici sono comunemente utilizzati in letteratura per avere informazioni circa l'occorrenza e le caratteristiche di fenomeni più intensi. In particolare,

nella Tabella 26 sono riportati i valori medi di indicatori estremi mutuati dall'elenco formulato dal CCl/CLIVAR/JCOMM Expert Team (ET) on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) (http://etccdi.pacificclimate.org/). La loro definizione è riportata nell'Allegato 2.

Come precedentemente evidenziato, la stazione Regionale ARPA Lombardia è la stazione caratterizzata generalmente da valori più alti di temperatura (come mostrato dal numero medio di giorni all'anno con Tmin<0°C (FD), numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 25°C (SU), numero di giorni all' anno con temperatura minima maggiore di 20°C (TR) e il numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C (HW)) e dalla cumulata più alta della precipitazione annuale per i giorni con precipitazione maggiore o uguale ad 1 millimetro di circa 679 millimetri. Invece, le stazioni SCIA (Idrografica Voghera e Staffora Voghera) sono caratterizzate dalle temperature più basse, con mediamente 1 giorno all'anno con Tmax>35°C e 68 giorni all'anno con Tmin<0°C.

	FD [giorni/anno]	ID [giorni/anno]	SU [giorni/anno]	TR [giorni/anno]	HW [giorni/anno]
Idrologica Voghera (SCIA)	68	5	104	6	1
Staffora Voghera (SCIA)	68	4	106	10	1
Regionale ARPA Lombardia Voghera	40	3	120	31	7

	SDII [mm/giorno]	R10 [giorni/anno]	R20 [giorni/anno]	RX1DAY [mm/giorno]	RX5DAY [mm/5giorni]	CDD [giorni/anno]	CWD [giorni/anno]	PRCPTOT [mm/anno]
Idrologica Voghera (SCIA)	9	9	9	55	91	35	6	648
Staffora Voghera (SCIA)	//	//	//	//	//	//	//	//
Regionale ARPA Lombardia Voghera	9	24	9	50	81	32	6	679

Tabella 26 - Valori medi degli indicatori ETCCDI per il periodo osservato 1987-2016.

In Figura 30 è riportata la serie temporale annuale dell'indicatore CDD per la stazione Idrografica Voghera (SCIA), l'unica per la quale il test di Mann Kendall abbia mostrato un test significativo (a livello di significatività del 95%) sul periodo di riferimento 1961-2002. Come mostrato in Figura 30, si osserva un trend di crescita.

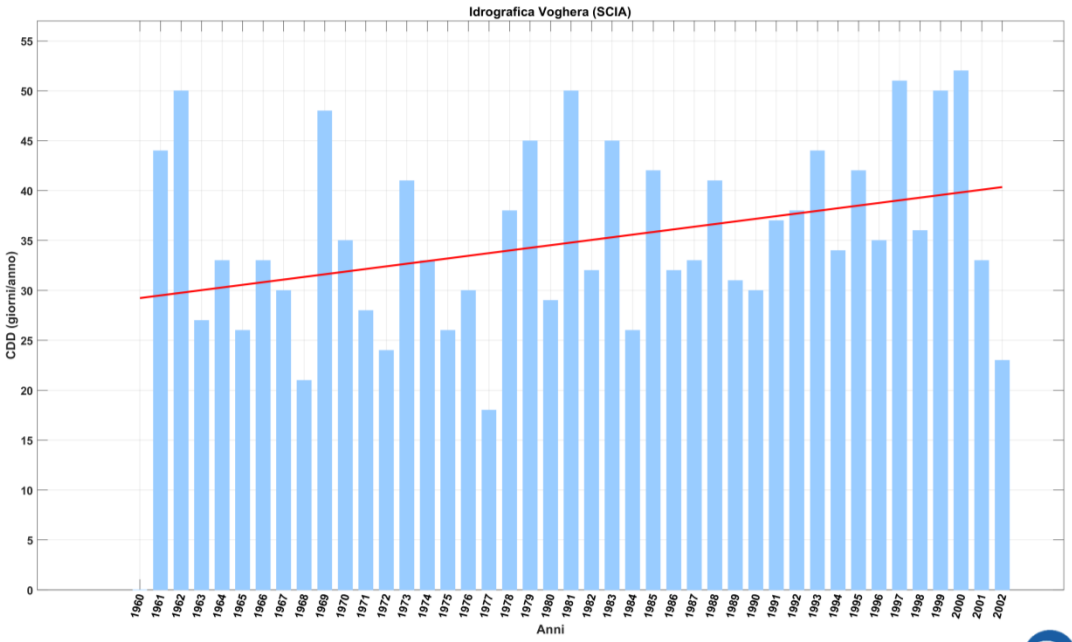


Figura 30: Serie temporale annuale dell'indicatore CDD per la stazione Idrografica Voghera (SCIA). In rosso la linea di trend.

Analisi climatica delle anomalie

Le variazioni attese dei valori medi ed estremi di temperatura e precipitazione per la città di interesse, di seguito riportate, sono state calcolate a partire dalla media spaziale di un limitato numero di punti griglia del modello che delimita il comune di Voghera. Nello specifico, per caratterizzare le anomalie climatiche attese, è stato selezionato un box costituito da 9 punti griglia centrato sulla città di interesse.

Nel presente paragrafo vengono presentate le anomalie delle variabili climatiche e degli indicatori selezionati sui tre trentenni futuri di interesse rispetto al periodo di riferimento 1981-2010. I trentenni futuri selezionati sono i seguenti:

- ✓ 2016-2045 (centrato sull'anno 2030)
- ✓ 2036-2065 (centrato sull'anno 2050)
- ✓ 2066-2095 (centrato sull'anno 2080).

Le anomalie, ottenute come differenza tra i valori medi degli indicatori nei periodi futuri e in quello di riferimento 1981-2010, sono espresse in valore assoluto per la temperatura e in percentuale per la precipitazione.

Come prima analisi, in Tabella 27 sono riportati i valori delle anomalie stagionali di temperatura e precipitazione per i tre periodi di interesse e i due scenari RCP4.5 e RCP8.5, per il box che include il comune considerato. Da tale tabella si evince che, in termini di precipitazione, generalmente è prevista una diminuzione delle precipitazioni primaverili ed estive ed un

incremento di quelle invernali ed autunnali. In particolare, gli scenari indicano un aumento delle precipitazioni invernali sempre maggiore se si considera lo scenario RCP8.5; inoltre, con lo scenario RCP8.5 viene simulata una diminuzione delle precipitazioni estive e primaverili più forte nel periodo più lontano (2066-2095). In termini di temperatura, è atteso un generale aumento con intensità crescente sul lungo periodo e maggiore se si considera lo scenario RCP8.5. Considerando entrambi gli scenari, l'incremento maggiore è atteso in estate in tutti i 3 periodi analizzati; in particolare con lo scenario RCP8.5, nel periodo più lontano (2066-2095), si raggiunge mediamente anche un aumento dei valori di temperatura massima superiore a 7°C in estate.

	Voghera								
	RCP4.5				RCP8.5				
	DGF	MAM	GLA	SON	DGF	MAM	GLA	SON	
Pr (%)	3	-24	-29	12	12	-2	-10	15	2016-2045
Tmin (°C)	0.9	0.9	1.6	1.1	1.8	1.2	1.3	1.3	
Tmean (°C)	0.9	1.1	1.8	1.1	1.8	1.2	1.4	1.2	
Tmax (°C)	0.8	1.4	2	1	1.8	1.2	1.4	1	
Pr (%)	-10	-16	-29	27	10	-14	-30	13	2036-2065
Tmin (°C)	2.1	1.6	2.5	1.9	2.7	1.9	2.7	2.4	
Tmean (°C)	2.1	1.8	2.8	1.8	2.7	2	3	2.3	
Tmax (°C)	2.1	1.9	3.1	1.6	2.7	2	3.3	2.3	
Pr (%)	6	-11	-35	9	35	-25	-57	6	2066-2095
Tmin (°C)	2.5	2.2	3.3	3	4.3	3.9	6.1	4.9	
Tmean (°C)	2.5	2.3	3.6	2.9	4.3	4.1	6.7	4.9	
Tmax (°C)	2.5	2.3	3.9	2.9	4.3	4.4	7.3	4.9	

Tabella 27 - Anomalie stagionali di temperatura (media, minima e massima, in °C) e precipitazione (%) per i due scenari e i tre periodi di interesse, per il box che include il comune di Voghera.

Oltre ai valori medi, sono state analizzate anche le anomalie degli indicatori estremi di temperatura (Figura 31) e precipitazione (Figura 32). Da tali grafici è evidente come in futuro sia atteso un aumento delle temperature, più pronunciato nel periodo a lungo termine (2066-2095) e considerando lo scenario RCP8.5 (più pessimista); in particolare, è evidente un forte aumento del numero di giorni all'anno con temperature massime maggiori di 25°C (SU), con temperature minime maggiori di 20°C (TR) e con temperature massime maggiori di 35°C (HW). Inoltre, il comune di Voghera è interessato da una riduzione significativa del numero di giorni con temperatura minima minore di 0°C.

In termini di precipitazione (Figura 32), invece, si evince come sia atteso un aumento del massimo numero di giorni consecutivi all'anno con precipitazione minore di 1 millimetro (CDD) secondo lo scenario RCP8.5 e considerando il periodo 2066-2095. Di contro, in generale è atteso una riduzione del numero massimo di giorni consecutivi all'anno con precipitazione maggiore o uguale ad 1 millimetro (CWD).

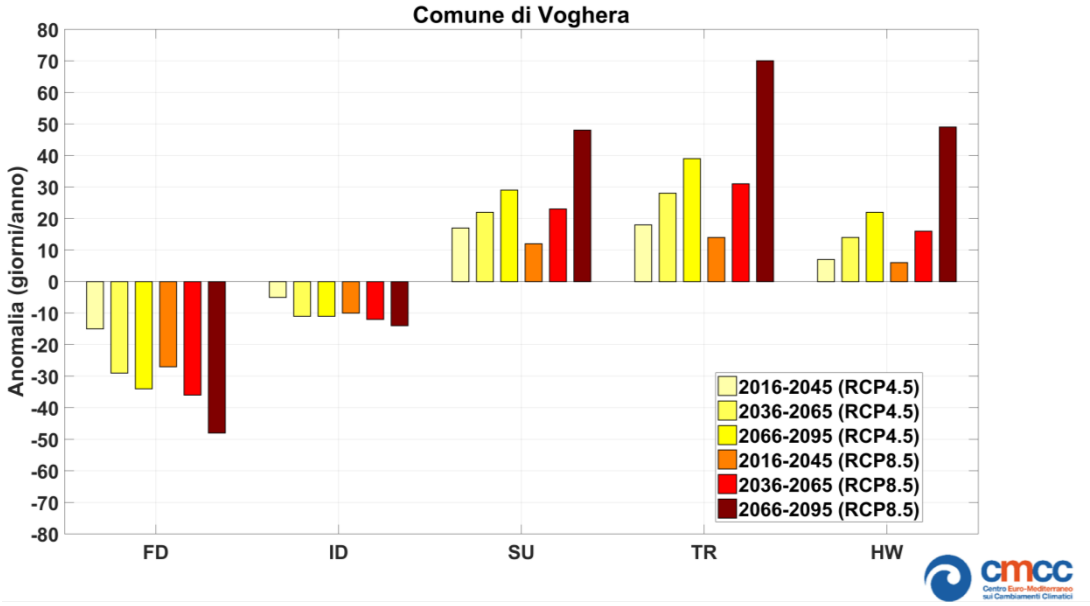


Figura 31: Anomalie degli indicatori di temperatura per i due scenari RCP4.5 e RCP8.5 e i tre periodi futuri rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

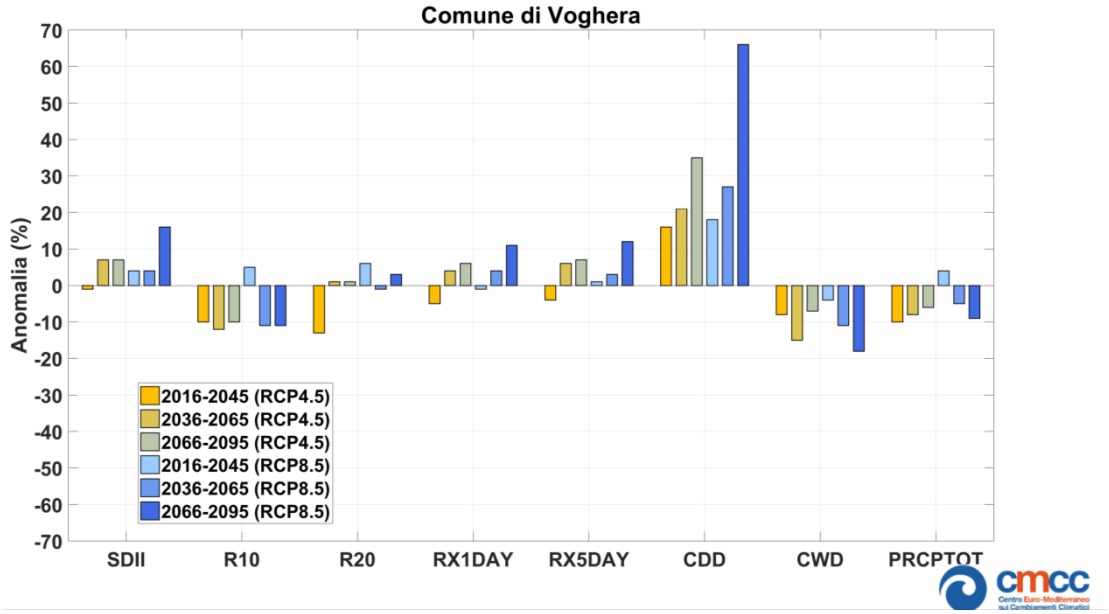


Figura 32: Anomalie degli indicatori di precipitazione per i due scenari RCP4.5 e RCP8.5 e i tre periodi futuri rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Rischi e vulnerabilità

Per poter definire una strategia di adattamento realmente efficace è necessario individuare il grado di vulnerabilità di un territorio rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici in atto e previsti. In fase di redazione del PAESC, in relazione alle criticità proprie del territorio, sono state analizzate le vulnerabilità del territorio rispetto a tre fattori di rischio: alluvioni, frane e ondate di calore.

Alluvioni

Voghera si sviluppa in un'area prevalentemente pianeggiante, situata all'inizio della Pianura Padana, tra le falde della fascia collinare appenninica e la sponda destra del fiume Po. Nel territorio sono presenti sia elementi morfologici di origine naturale, principalmente di tipo fluviale, sia di origine antropica, quali cave di argilla per l'industria dei laterizi, aree interessate da attività estrattiva bonificate e livellate, canali artificiali, opere di regimazione fluviale ecc..

Il Torrente Staffora rappresenta il corso d'acqua principale, e attraversa da sud a nord il territorio comunale. Vi sono poi diversi corsi d'acqua minori, i cui percorsi sono stati modificati dall'attività antropica, mediante rettificazioni ed arginature artificiali: questi possiedono un vasto bacino di alimentazione e, in caso di piogge consistenti, la portata risulta molto elevata.

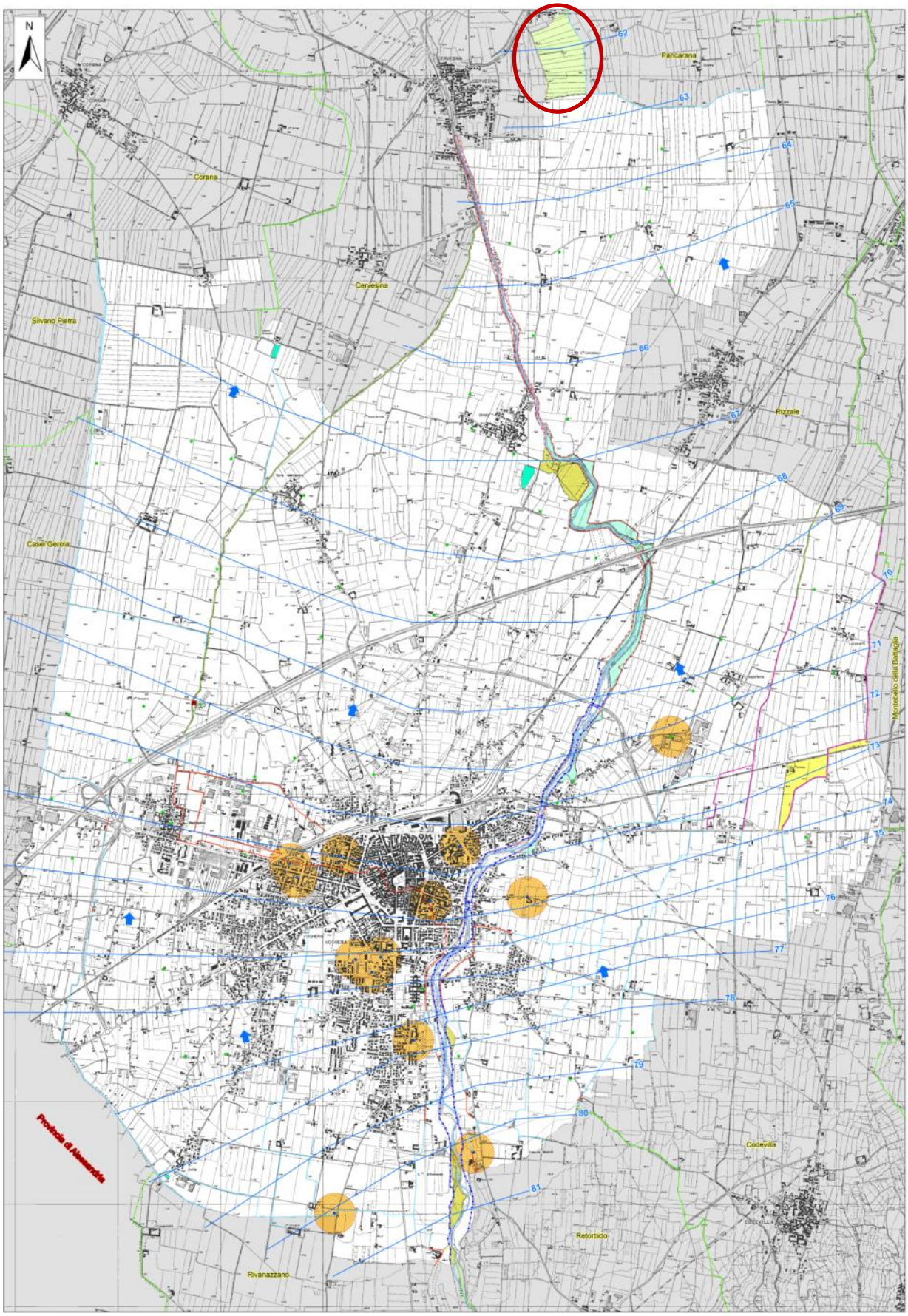
Come evidenziato nello **"Studio geologico idrogeologico e sismico a supporto del piano di governo del territorio"**[7] realizzato nel 2009, il territorio vogherese è interessato periodicamente (ogni 4-5 anni) da piene del torrente, che riguardano principalmente la zona meridionale del territorio comunale vicina all'alveo.

La carta tematica "Tavola 3" allegata allo studio mostra:

- le aree esondabili prossime al Torrente Staffora (nello specifico il tratto di torrente a NE di Voghera, fino a Sud dell'abitato di Oriolo),
- le aree a rischio alluvionale (ad Est di Voghera, quasi al limite con il confine comunale),
- le "casse di espansione delle piene" (a SE di Oriolo).

Le "aree di inondazione per piena catastrofica", indicate come "Fascia C" e riportate nella Tavola, riguardano solo una piccola porzione del territorio situata a NE dell'abitato di Cervesina (area cerchiata in rosso in Figura 33).

[7] http://www.comune.voghera.pv.it/site/home/primo-piano/articolo1014464.html


N
Pancarana
Corana
Cervesina
Silvano Pietra
Casei Gerola
Rizzale
Codevilla
Retorbido
Rivanazzano
Provincia di Alessandria
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81

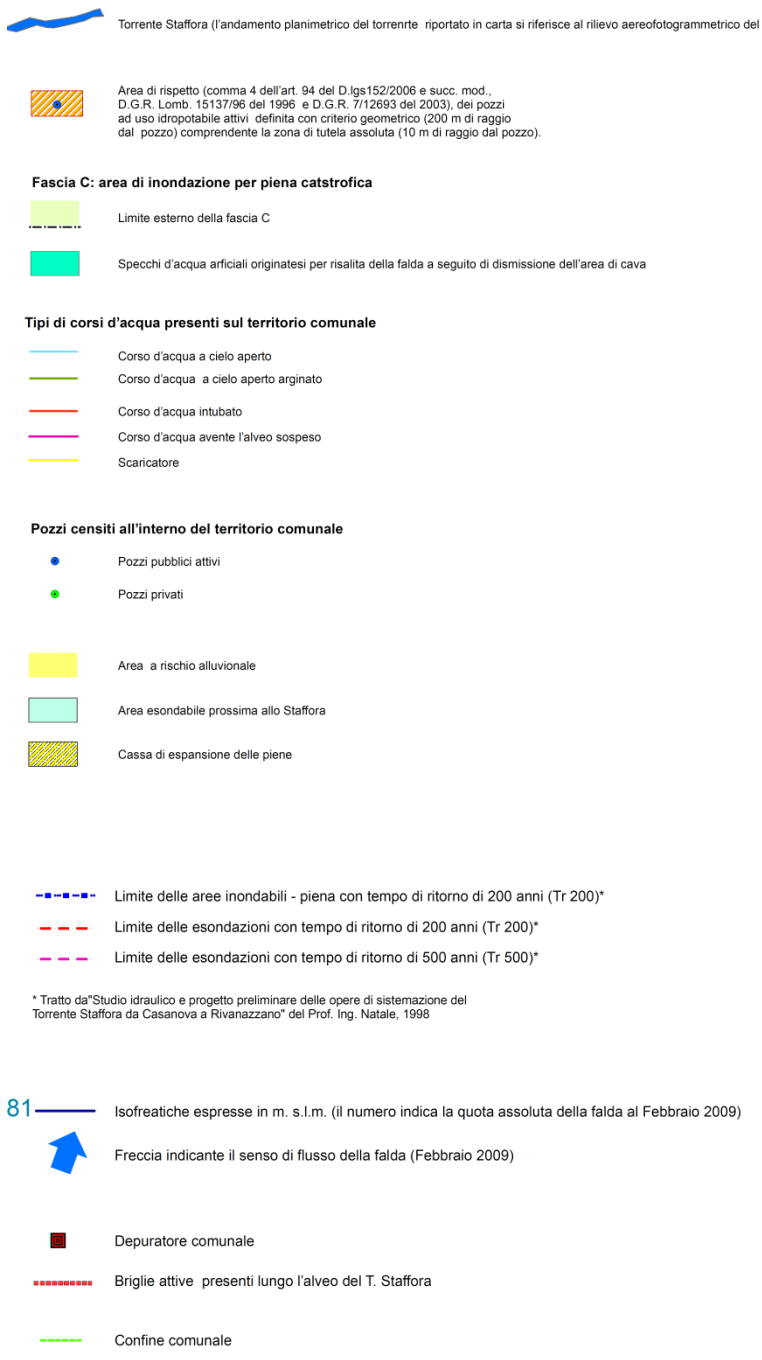


Figura 33 – Piano di Governo del Territorio del Comune di Voghera

Frane

L'analisi del rischio frane è stata condotta facendo riferimento ai dati e alle mappe fornite dal progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome. Il progetto offre un quadro dettagliato della distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. I dati per la Regione Lombardia risultano aggiornati al 2007.

Per quanto concerne il territorio comunale di Voghera, si può evidenziare che non sussistono particolari condizioni di pericolo, in quanto .le superfici interessate da fenomeni franosi sono piuttosto ridotte (Tabella 28).

	Superfici (km^2) delle aree a rischio			
Voghera	R1	R2	R3	R4
	0	0	0,11	0,23
	Abitanti per classi di rischio			
	R1	R2	R3	R4
	0	0	1	0

Tabella 28. Superfici e numero di abitanti interessati a rischi nel territorio di Voghera, per classi di rischio (Fonte: progetto IFFI).

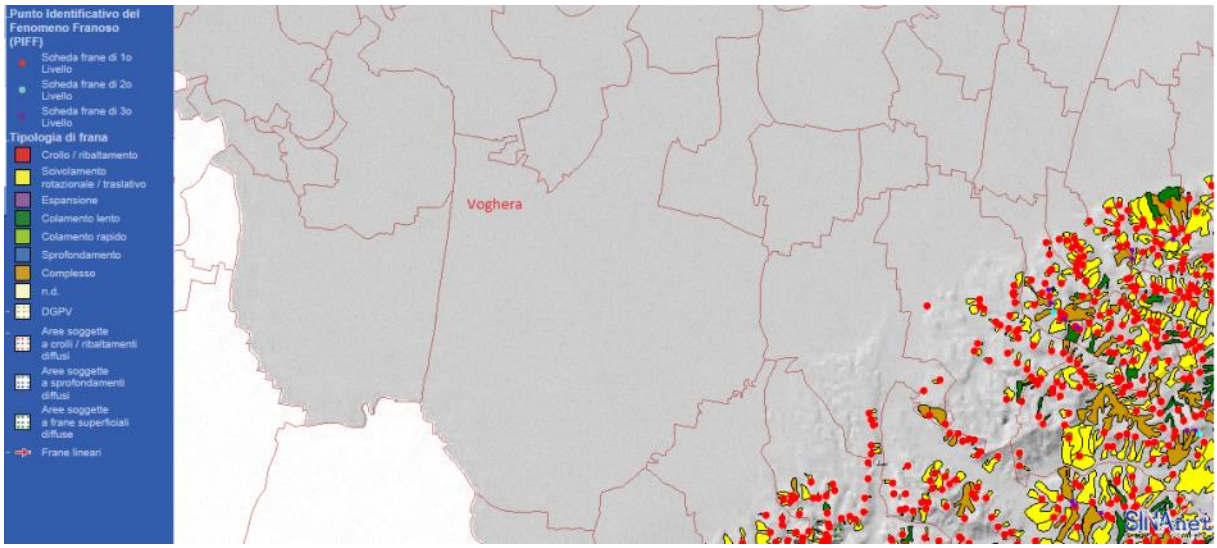


Figura 34 - Fenomeni franosi nel comune di Voghera (Fonte: progetto IFFI).

Ondate di calore

Negli ultimi decenni l'Europa ha avuto un tasso di ondate di calore come mai in passato. Ne risultano particolarmente colpiti coloro che vivono nelle città, come conseguenza dell'effetto "isola di calore": nei grandi nuclei urbani le alte temperature si vedono spesso amplificate da fattori come la scarsa circolazione dell'aria, l'elevata densità di immobili, la ridotta quantità di spazi verdi o il maggiore assorbimento della radiazione solare da parte delle superficie cementificate. Questi fattori locali contribuiscono a un maggiore riscaldamento diurno e un minore raffreddamento notturno in città rispetto alle zone periurbane o di campagna.

Gli studi climatologici concordano sul fatto che nei prossimi decenni le ondate di calore potrebbero presentarsi con maggior frequenza, intensità e durata: nel capitolo precedente si è visto come, anche per Voghera, in futuro è atteso un aumento globale delle temperature ed, in particolare, un forte aumento del numero di giorni all'anno con temperature massime maggiori di 35°C.

Con buona probabilità, il settore socio-sanitario risentirà notevolmente dell'aumento della frequenza delle ondate di calore, anche a causa del progressivo invecchiamento della popolazione e, quindi, della maggiore consistenza numerica delle classi anziane, le più

vulnerabili allo stress termico. La popolazione del comune di Voghera, come accade per molti comuni italiani, risulta essere di tipo regressivo, in quanto la percentuale di popolazione con età superiore ai 65 anni è di gran lunga maggiore della fascia 0-14 anni (si veda paragrafo "Demografia" della Sezione A del presente documento).

Altro elemento di particolare vulnerabilità del territorio rispetto al fenomeno delle ondate di calore è la caratterizzazione del tessuto economico locale, che vede una forte presenza di attività agricole. L'agricoltura è uno dei comparti economici che, secondo le previsioni, risentirà maggiormente degli effetti dei cambiamenti climatici. L'elevata vulnerabilità del settore risiede nei rilevanti rischi che i mutati fattori climatici possono rappresentare nella quantità e qualità delle produzioni agricole.

Per quanto riguarda la Lombardia, e soprattutto il bacino del Po, dal quale si ottiene un terzo dell'agroalimentare nazionale, i principali impatti del cambiamento climatico sull'agro-sistema, così come analizzato nel dettaglio anche nel PACC regionale, sono i seguenti:

- Diminuzione della produttività delle rese agricole per la maggiore variabilità climatica e l'incremento di eventi climatici estremi (aumenti di frequenza di ondate di calore, ondate di freddo, piogge di forte intensità e periodi siccitosi);
- Riduzione della fertilità del suolo e perdita di terreni agricoli e di colture per l'incremento di fenomeni franosi, piogge intense, alluvioni e altre calamità naturali;
- Aumento nella diffusione di agenti infestanti e organismi nocivi che possono trovare condizioni ambientali più idonee per la loro proliferazione;
- Effetti negativi sulle rese associati alla prevista maggiore concentrazione atmosferica di O_3 (di contro si ha però un aumento della produttività per incremento delle temperature medie e per l'effetto fertilizzante della maggiore concentrazione atmosferica di CO_2)

Possibili azioni di adattamento

Le azioni di adattamento individuate per il territorio di Voghera hanno come obiettivo primario l'individuazione di attività concrete che possano ridurre la vulnerabilità e incrementare la resilienza rispetto alle criticità individuate. Per la definizione di strategie congiunte di adattamento è imprescindibile che tutti i settori interessati collaborino tra loro.

Il monitoraggio delle azioni previste è strettamente collegato alla analisi dei dati climatici e territoriali, che dovrà essere proseguita nei prossimi decenni, ponendo particolare attenzione al verificarsi di fenomeni particolarmente critici, valutandone in modo concreto gli effetti e le ricadute sul territorio anche in termini economici.

Nella tabella che segue vengono riportate alcune possibili azioni di adattamento a fenomeni alluvionali e ad ondate di calore.

CRITICITA'	AMBITI DI IMPATTO	AZIONI
Dissesto idrogeologico e fenomeni	• Ambiente naturale • Attività socio - economiche	• Verifica e revisione della cartografia di rischio considerando il cambiamento climatico; • Adeguamento delle attuali strategie e sistemi di protezione all'incremento del deflusso delle

alluvionali	• Agricoltura locale • Benessere e salute dei cittadini	portate di piena secondo le previsioni climatiche future; • Adeguamento degli attuali strumenti di allertamento e gestione delle emergenze • Tecniche e soluzioni progettuali per l'urbanistica, funzionali all'adattamento al cambiamento climatico; • Adeguamento della pianificazione territoriale alle norme di salvaguardia dettate dai Piani di bacino; • Assicurare lo spazio necessario per i corsi d'acqua e limitare l'estensione delle superfici impermeabili, per garantire la capacità naturale di ritenzione idrica del suolo.
Ondate di calore	• Attività socio - economiche • Benessere e salute dei cittadini • Agricoltura locale	• Rafforzare programmazione dei servizi sanitari considerando le implicazioni della maggior frequenza e intensità delle ondate di calore estive; • Incorporare le considerazioni sulle previsioni climatiche e gli studi sull'effetto "isola di calore" nella Pianificazione Territoriale attuale e futura (ridurre il tasso di cementificazione e garantire un numero sufficiente di spazi verdi); • Ottimizzare i sistemi e le tecniche agricole (irrigazione efficiente, agricoltura conservativa per incrementare la capacità d'immagazzinamento di acqua); • Potenziare l'introduzione di nuove tecniche agricole per adattare il settore ai cambiamenti climatici e minimizzare i danni degli eventi estremi alle colture, in armonia con gli obiettivi di gestione delle acque; • Incentivare una gestione del suolo conservando le sue funzioni principali di fertilità naturale, capacità di trattenimento dell'acqua e tutela della biodiversità; • Diversificare le colture conformandosi alle nuove condizioni climatiche, introducendo varietà più resistenti, adattando le varietà attuali alle nuove condizioni; • Definire misure di intervento per supportare le aziende agricole nel processo di adattamento ai cambiamenti climatici, offrendo servizi di consulenza tecnico-gestionale e adattamento dei meccanismi assicurativi.

Tabella 29 – Possibili azioni di adattamento a fenomeni alluvionali e ondate di calore

Riferimenti capitolo "Analisi climatiche locali e scenari futuri"

Bucchignani, E., Montesarchio, M., Zollo, A. L., & Mercogliano, P. (2016). High-resolution climate simulations with COSMO-CLM over Italy: Performance evaluation and climate projections for the 21st century. International Journal of Climatology, 36(2), 735–756.

Caciagli L. Glossario minimo dell'IPCC http://www.cmcc.it/wp-content/uploads/2014/04/IPCC_AR5_Glossario_IT.pdf

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change 2007a. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri R.K and Reisinger A.ed.]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp

Hirsch, R.M., J.R. Slack, and R.A. Smith. 1982.Techniques of trend analysis for monthly water quality data, Water Resources Research 18(1):107-121.

Kendall, M.G. 1975. Rank Correlation Methods, 4th edition, Charles Griffin, London.

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. and Rubel, F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, vol. 15, no. 3, p. 259-263. http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130

Mann, H.B. 1945.Non-parametric tests against trend, Econometrica 13:163-171.

MATTM, Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, 2014. MATTM, Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici in Italia, 2014.

Rockel B., Will A. e Hense A..(2008). The regional climate model COSMO-CLM (CCLM). Meteorol. Z., vol. 17(4), pp. 347-348.

Scoccimarro E., S. Gualdi, A. Bellucci, A. Sanna, P.G. Fogli, E. Manzini, M. Vichi, P. Oddo and A. Navarra, 2011: Effects of Tropical Cyclones on Ocean Heat Transport in a High Resolution Coupled General Circulation Model. Journal of Climate, 24, 4368-4384.

Zollo, A. L., Rillo, V., Bucchignani, E., Montesarchio, M., & Mercogliano, P. (2016). Extreme temperature and precipitation events over Italy: Assessment of high-resolution simulations with COSMO-CLM and future scenarios. International Journal of Climatology, 36(2), 987–1004.

WMO, 2007: The Role of Climatological Normals in a Changing Climate. WCDMP-No. 61, WMO.TD No. 1377.