



## 1 Analisi territoriale

Il territorio intercomunale di Arena Po, Bosnasco, Zenevredo, Portalbera e San Cipriano, è ubicato Amministrativamente nella Provincia di Pavia, confinante ad Ovest con la Provincia di Piacenza. Il territorio è collocato nell'Oltrepò Pavese, in una zona in parte semi-collinare e in parte di pianura. Nei paragrafi seguenti, verranno descritti i dati principali che descrivono i Comuni facenti parte del presente Piano di Emergenza Intercomunale, caratterizzato da un rischio complessivo omogeneo.

### 1.1 Inquadramento amministrativo

#### 1.1.1. Arena Po

Il Comune di Arena Po si trova sulla riva destra del fiume Po, al confine con la Provincia di Piacenza.

I dati principali che descrivono il Comune di Arena Po sono riportati nella seguente tabella:

<b>Superficie</b>	22,27 km <sup>2</sup>
<b>Densita'</b>	71,3 ab/km <sup>2</sup>
<b>Abitazioni</b>	860 (ISTAT 2001)
<b>Confini comunali</b>	Nord: Zerbo, San Zenone al Po, Spessa e Pieve Porto Morone; Est: Castel San Giovanni (PC); Sud: Bosnasco e Zenevredo; Ovest: Portalbera e Stradella

Del comune di Arena Po fanno parte anche le frazioni di Ca' dei Ratti (2,43 km), Ca' Facaldo (2,17 km), Chieppa (3,00 km), Colombarolo (4,39 km), Fabbrica (3,77 km), Fornace (0,73 km), Frega (2,38 km), Gattera (3,79 km), Ghelfa (2,55 km), Monteacuto (5,14 km), Parpanese (7,59 km), Pavesa (2,27 km), Pianta' (1,95 km), Plessa (3,41 km), Ripaldina (3,31 km), Salerno (3,32 km), Stazione (1,58 km), Vaga (2,74 km), Vergombera (3,53 km), Zappellone (6,40 km).

(Il numero in parentesi indicato dopo ciascuna frazione indica la distanza in chilometri tra la stessa frazione e il comune di Arena Po).



## Piano di Emergenza Intercomunale *Arena Po, Bosnasco, Zenevredo, Portalbera e San Cipriano Po (PV)*

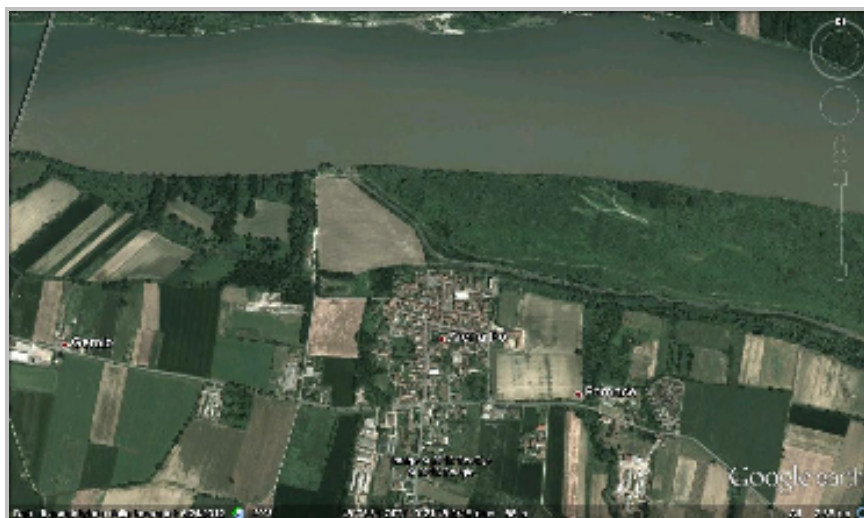


Figura 1 Vista aerea dell'ambito territoriale di Arena Po (fonte: Google Earth)

### 1.1.2. Bosnasco

Il Comune di Bosnasco si estende ai piedi delle valli dell'Oltrepò pavese, su una collina non distante dal fiume Po, sulla sponda sinistra del torrente Bardonezza, al confine con la provincia di Piacenza (Emilia Romagna).

I dati principali che descrivono il Comune di Bosnasco sono riportati nella seguente tabella:

<b>Superficie</b>	4,77 km <sup>2</sup>
<b>Densita'</b>	28,1 ab/km <sup>2</sup>
<b>Abitazioni</b>	364 (ISTAT 2001)
<b>Confini comunali</b>	Nord: Arena Po; Est: Castel San Giovanni (PC); Sud: San Damiano al Colle, Montù Beccaria; Ovest: Zenevredo

Del Comune di Bosnasco fanno parte anche le frazioni di Cardazzo (1,1 Km) e Sparano (3 Km).

(Il numero in parentesi indicato dopo ciascuna frazione indica la distanza in chilometri tra la stessa frazione e il comune di Bosnasco).



**Figura 2 Vista aerea dell'ambito territoriale di Bosnasco (fonte: Google Earth)**

### **1.1.3. Zenevredo**

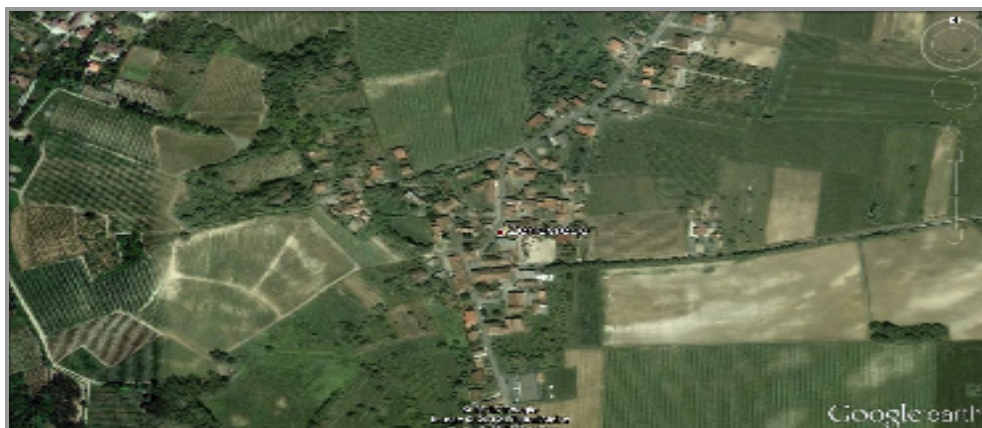
Il Comune di Zenevredo si trova nella collina dell'Oltrepò Pavese a poca distanza dalla pianura, alla destra del torrente Versa.

I dati principali che descrivono il Comune di Zenevredo sono riportati nella seguente tabella:

<b>Superficie</b>	5,34 km <sup>2</sup>
<b>Densita'</b>	20,7 ab/km <sup>2</sup>
<b>Abitazioni</b>	286 (ISTAT 2001)
<b>Confini comunali</b>	Nord: Arena Po e Stradella Est: Bosnaco; Sud: Montù Beccaria; Ovest: Montù Beccaria e Stradella

Del Comune di Zenevredo fanno parte le frazioni di: Campagnasso (4 Km), Casa Gramegna (4,5 Km), Cascina Vecchia (1,7 Km), Fontanelle (3 Km), Orzola (7,5 Km), Poalone (1,5 Km), Poggio Pelato (1,9 Km).

(Il numero in parentesi indicato dopo ciascuna frazione indica la distanza in chilometri tra la stessa frazione e il comune di Zenevredo).



**Figura 3 Vista aerea dell'ambito territoriale di Zenevredo (fonte: Google Earth)**

#### **1.1.4. Portalbera**

Il Comune di Portalbera si trova sulla riva destra del Po, presso la confluenza del torrente Versa.

I dati principali che descrivono il Comune di Portalbera sono riportati nella seguente tabella:

<b>Superficie</b>	<i>4,68 km<sup>2</sup></i>
<b>Densita'</b>	<i>67,7 ab/km<sup>2</sup></i>
<b>Abitazioni</b>	<i>720 (ISTAT 2001)</i>
<b>Confini comunali</b>	<i>Nord: Spessa; Est: Arena; Sud: Stradella; Ovest: Stradella</i>

Del Comune di Portalbera fa parte la frazione di: San Pietro (1,5 Km).

(Il numero in parentesi indicato dopo ciascuna frazione indica la distanza in chilometri tra la stessa frazione e il comune di Portalbera).





**Figura 4 Vista aerea dell'ambito territoriale di Portalbera (fonte: Google Earth)**

#### **1.1.5. San Cipriano Po**

Il Comune di San Cipriano Po si trova nella pianura dell'Oltrepò Pavese sulla destra del Po.

I dati principali che descrivono il Comune di San Cipriano Po sono riportati nella seguente tabella:

<b>Superficie</b>	<i>8,67 km<sup>2</sup></i>
<b>Densita'</b>	<i>21,6 ab/km<sup>2</sup></i>
<b>Abitazioni</b>	<i>221(ISTAT 2001)</i>
<b>Confini comunali</b>	<i>Nord: Belgioioso Est: Spessa; Sud: Stradella e Broni; Ovest: Albaredo Arnaboldi e Broni</i>

Del Comune di San Cipriano Po fanno parte le frazioni di: Buffalora (1,4 Km) e Coste (1,3 Km).

(Il numero in parentesi indicato dopo ciascuna frazione indica la distanza in chilometri tra la stessa frazione e il comune di San Cipriano Po).



**Piano di Emergenza Intercomunale**  
***Arena Po, Bosnasco, Zenevredo,***  
***Portalbera e San Cipriano Po (PV)***



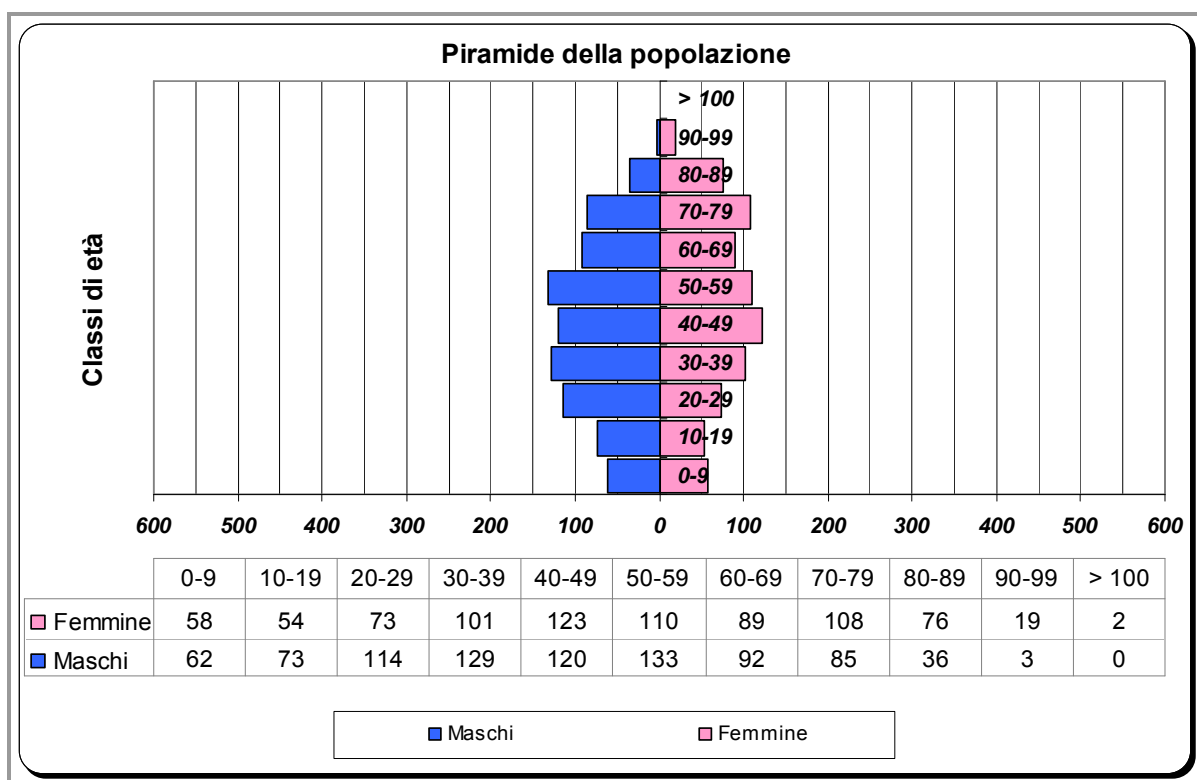
**Figura 5 Vista aerea dell'ambito territoriale di San Cipriano Po (fonte: Google Earth)**



## 1.2 . Il sistema antropico

### 1.2.1. La popolazione di Arena Po

A Gennaio 2011, la popolazione residente ad Arena Po era di 1660 abitanti dei quali 847 maschi e 813 femmine; l'analisi statistica dei dati evidenzia che i residenti under 30 anni sono 454 pari a circa il 26,1% del totale mentre gli over 70 sono 329 unità che corrispondono al 19,8% della popolazione.



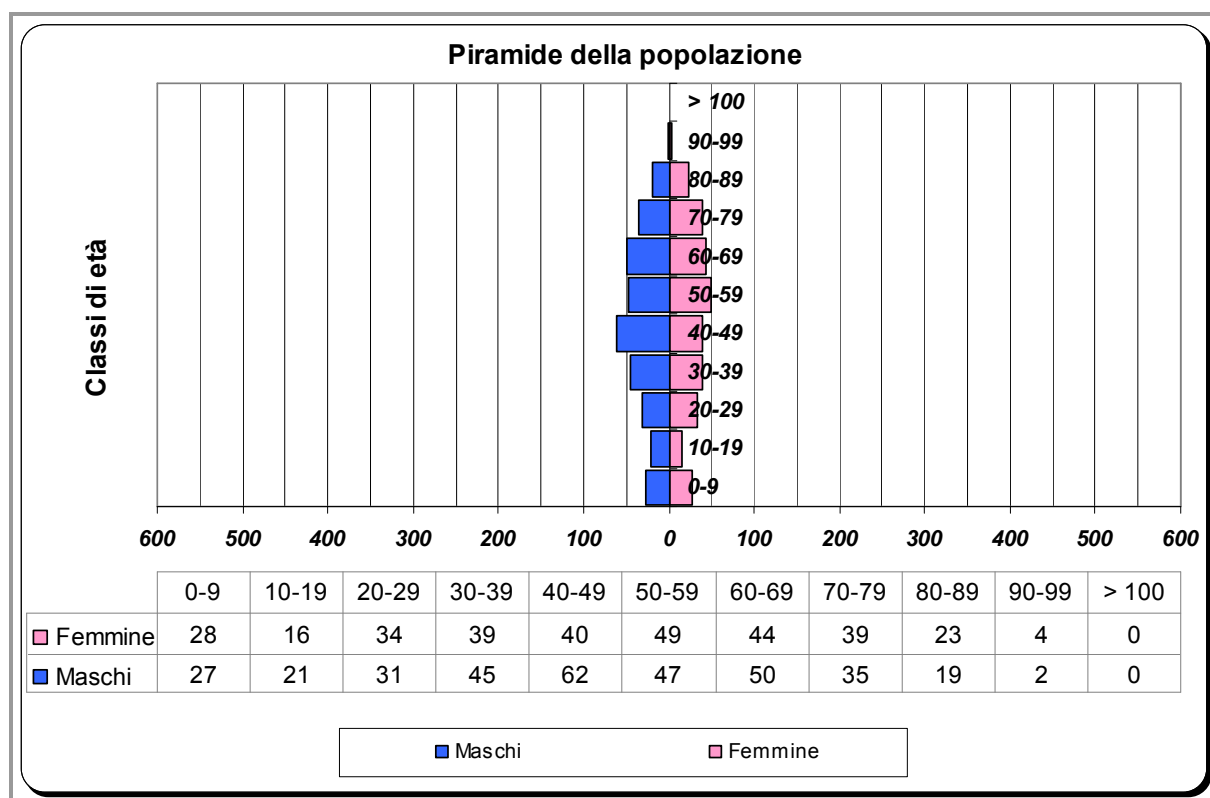
**Tabella 1 Popolazione residente ad Arena Po a Gennaio 2011 (fonte dati :DEMO - ISTAT)**

Per quanto riguarda la popolazione straniera, nello stesso periodo i residenti di origine non italiana era pari a 219 unità ripartiti in 124 maschi e 95 femmine. Dall'analisi statistica emerge che il 71,2% degli stranieri ha meno di 40 anni con maggiore presenza nella fascia d'età tra i 20 e 40 anni. In generale, i cittadini stranieri coprono poco meno del 13,19% dell'intera popolazione di Arena Po.



### 1.2.2. La popolazione di Bosnasco

A Gennaio 2011, la popolazione residente a Bosnasco era di 655 abitanti dei quali 339 maschi e 316 femmine; l'analisi statistica dei dati evidenzia che i residenti under 30 anni sono 157 pari a circa il 24% del totale mentre gli over 70 sono 122 unità che corrispondono al 18,6% della popolazione.



**Tabella 2 Popolazione residente a Bosnasco a Gennaio 2011 (fonte dati :DEMO - ISTAT)**

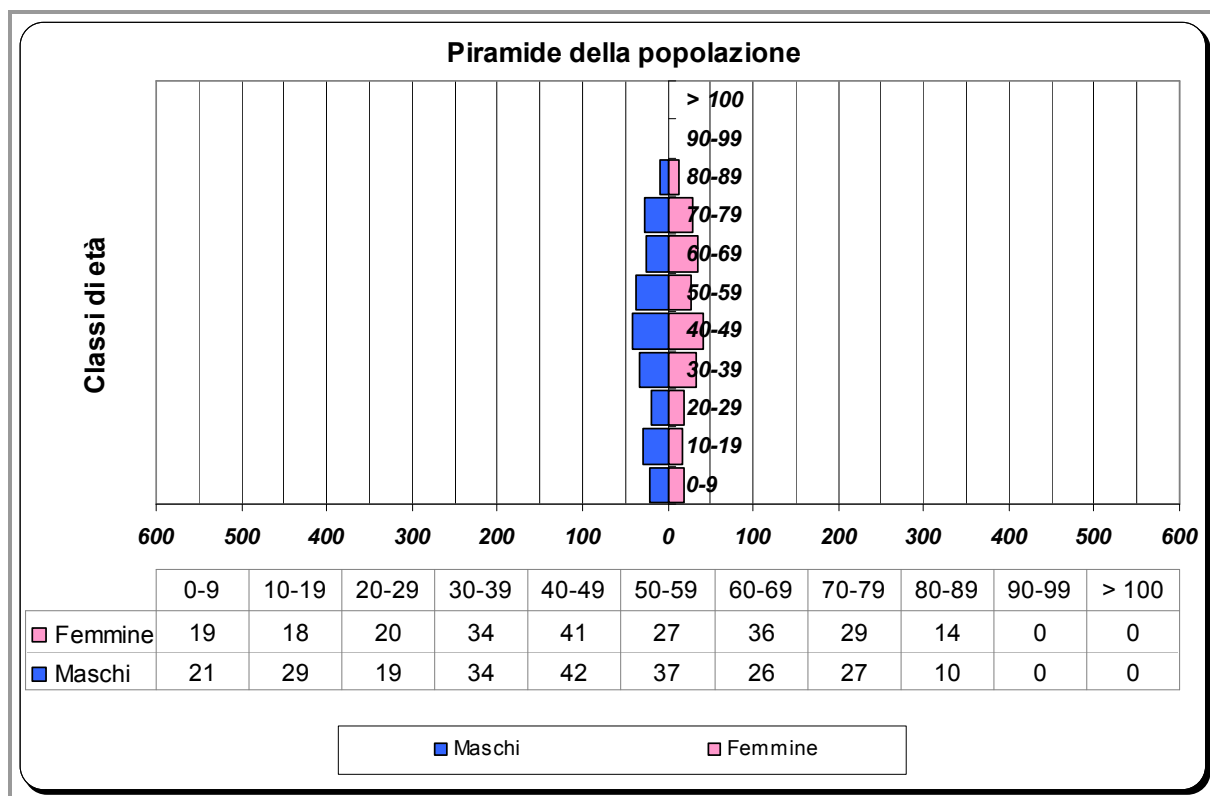
Per quanto riguarda la popolazione straniera, nello stesso periodo i residenti di origine non italiana era pari a 52 unità ripartiti in 25 maschi e 27 femmine.

Dall'analisi statistica emerge che il 78,8% degli stranieri ha meno di 40 anni con maggiore presenza nella fascia d'età tra i 20 e 40 anni. In generale, i cittadini stranieri coprono poco meno del 7,9% dell'intera popolazione di Bosnasco.



### 1.2.3. La popolazione di Zenevredo

A Gennaio 2011, la popolazione residente a Zenevredo era di 483 abitanti dei quali 245 maschi e 238 femmine; l'analisi statistica dei dati evidenzia che i residenti under 30 anni sono 126 pari a circa il 26,1% del totale mentre gli over 70 sono 80 unità che corrispondono al 16,6% della popolazione.



**Tabella 3 Popolazione residente a Zenevredo a Gennaio 2011 (fonte dati :DEMO - ISTAT)**

Per quanto riguarda la popolazione straniera, nello stesso periodo i residenti di origine non italiana era pari a 35 unità ripartiti in 17 maschi e 18 femmine.

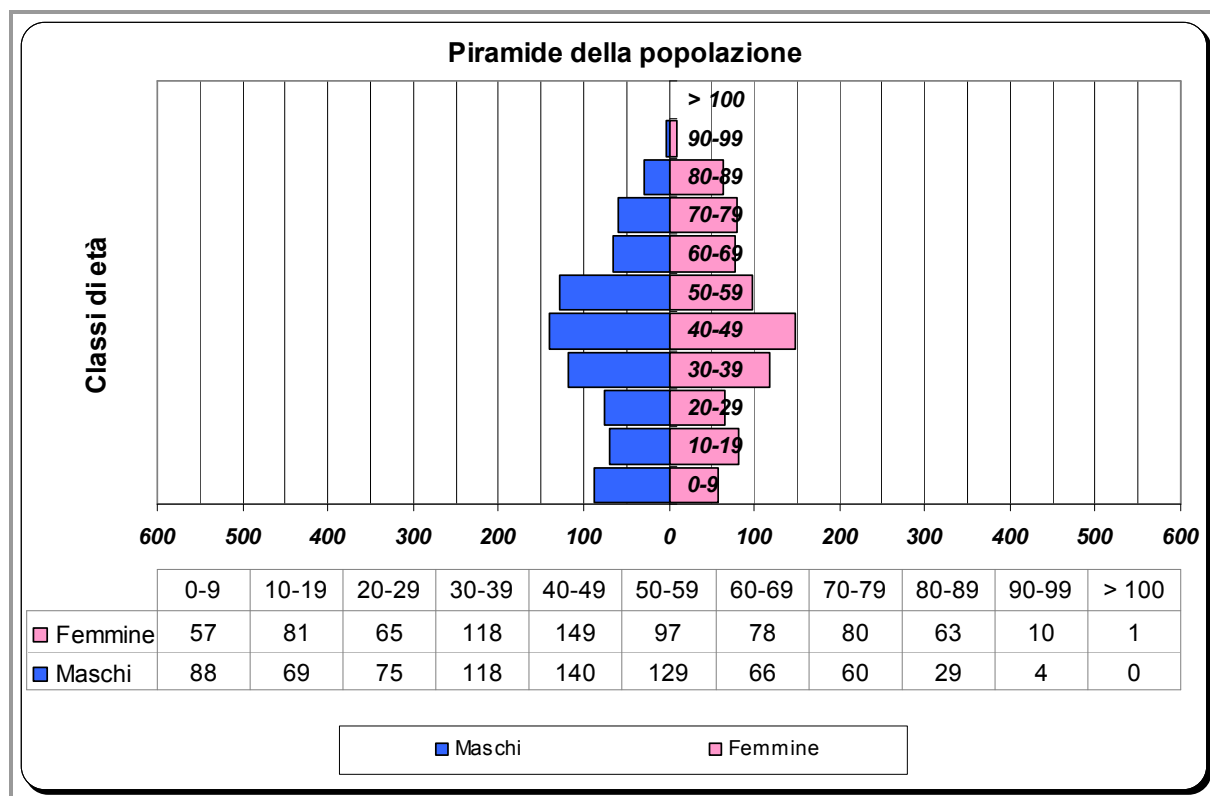
Dall'analisi statistica emerge che il 62,9% degli stranieri ha meno di 40 anni con maggiore presenza nella fascia d'età tra i 20 e 40 anni. In generale, i cittadini stranieri coprono poco meno del 7,2% dell'intera popolazione di Zenevredo.





### 1.2.4 La popolazione di Portalbera

A Gennaio 2011, la popolazione residente a Portalbera era di 1577 abitanti dei quali 778 maschi e 799 femmine; l'analisi statistica dei dati evidenzia che i residenti under 30 anni sono 435 pari a circa il 27,6% del totale mentre gli over 70 sono 247 unità che corrispondono al 15,7% della popolazione.



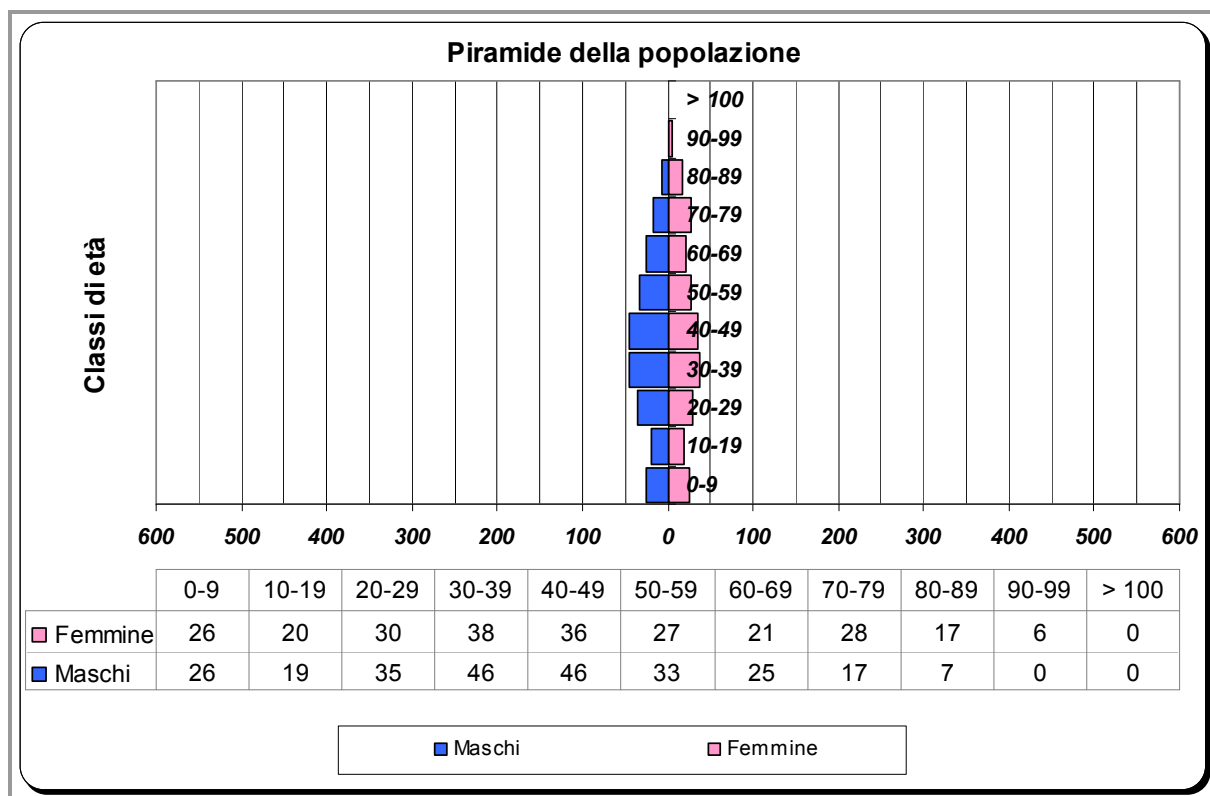
**Tabella 4 Popolazione residente a Portalbera a Gennaio 2011 (fonte dati :DEMO - ISTAT)**

Per quanto riguarda la popolazione straniera, nello stesso periodo i residenti di origine non italiana era pari a 97 unità ripartiti in 42 maschi e 55 femmine. Dall'analisi statistica emerge che il 73,2% degli stranieri ha meno di 40 anni con maggiore presenza nella fascia d'età tra i 20 e i 40 anni. In generale, i cittadini stranieri coprono poco meno del 6,1% dell'intera popolazione di Portalbera.



### 1.2.5. La popolazione di San Cipriano Po

A Gennaio 2011, la popolazione residente a San Cipriano Po era di 503 abitanti dei quali 254 maschi e 249 femmine; l'analisi statistica dei dati evidenzia che i residenti under 30 anni sono 156 pari a circa il 31% del totale mentre gli over 70 sono 75 unità che corrispondono al 14,9% della popolazione.

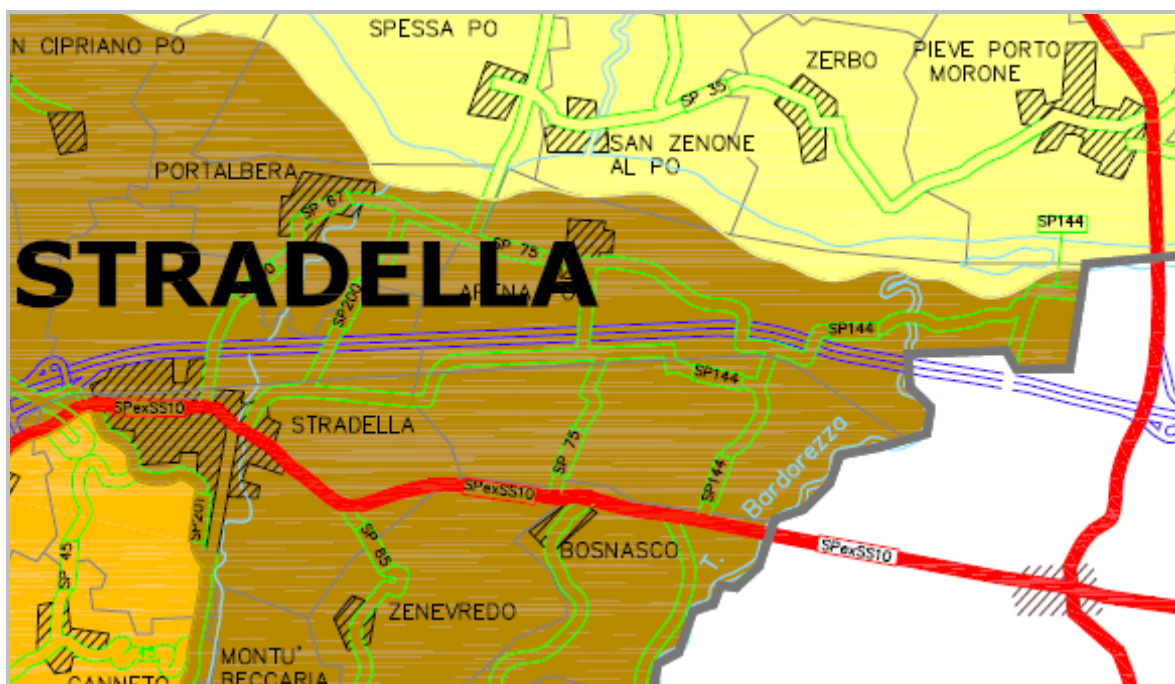


**Tabella 5 Popolazione residente a San Cipriano Po a Gennaio 2011 (fonte dati :DEMO - ISTAT)**

Per quanto riguarda la popolazione straniera, nello stesso periodo i residenti di origine non italiana era pari a 96 unità ripartiti in 50 maschi e 6 femmine. Dall'analisi statistica emerge che il 80,2% degli stranieri ha meno di 40 anni con maggiore presenza nella fascia d'età tra i 20 e 40 anni. In generale, i cittadini stranieri coprono poco meno del 19,8% dell'intera popolazione di San Cipriano Po.

## 1.3 La viabilità e i trasporti

### 1.3.1. La rete stradale di Arena Po



**Figura 6 Rete stradale di interesse per il territorio di Arena Po (fonte <http://www.provincia.pv.it/>)**

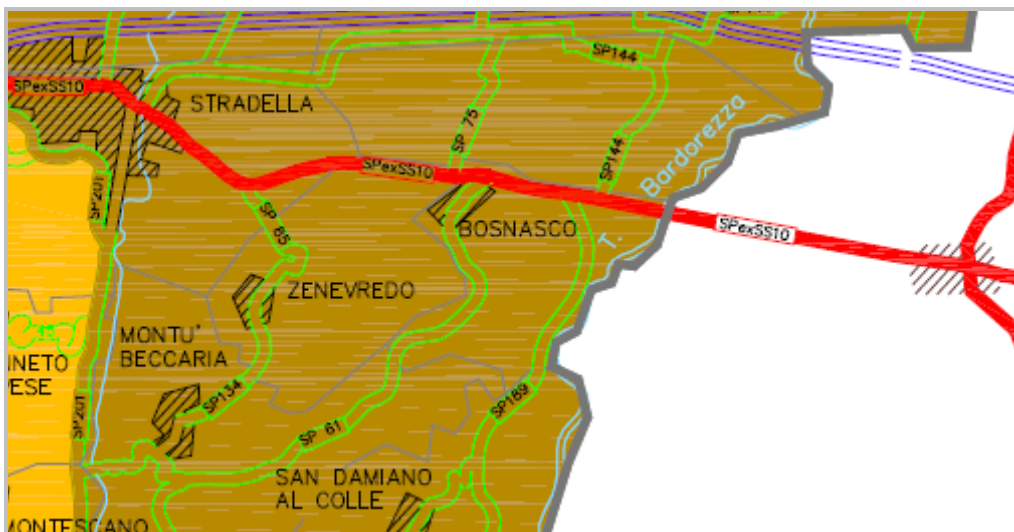
Il territorio comunale di Arena Po è attraversato per un tratto dal tracciato dell'autostrada A21 "Torino-Piacenza-Brescia". Inoltre, come si osserva dall'immagine aerea, è inserito all'interno di due strade provinciali che favoriscono i collegamenti con i comuni dell'Oltrepò Pavese, del basso pavese e dei comuni confinanti in Provincia di Piacenza.

Le strade provinciali che caratterizzano il sistema viabilistico di Arena Po sono:

- SP75 Strada Provinciale Cascina Frega-Arena Po-SS10 (Padana Inferiore);
- SP144 Strada Provinciale Arena Po-Parpanese confinante con la Provincia di Piacenza.



### 1.3.2 La rete stradale di Bosnasco



**Figura 7 Rete stradale di interesse per il territorio di Bosnasco (fonte <http://www.provincia.pv.it/>)**

Il territorio comunale di Bosnasco è inserito all'interno di due strade provinciali che favoriscono i collegamenti con i comuni dell'Oltrepò Pavese e affiancato dalla statale 10 Padana Inferiore.

Le strade provinciali che caratterizzano il sistema viabilistico di Bosnasco sono:

- SP189 Cavallante;
- SP61 Montù Beccaria-Bosnasco;
- SP EX SS10 Padana inferiore che collega i comuni dell'Oltrepò Pavese lungo l'asse Stradella – Broni – Voghera parallelamente all'autostrada A21 "Torino-Piacenza".

### 1.3.3. La rete stradale di Zenevredo



**Figura 8 Rete stradale di interesse per il territorio di Zenevredo (fonte <http://www.provincia.pv.it/>)**

Il territorio comunale di Zenevredo è inserito all'interno di tre strade provinciali che favoriscono i collegamenti con i comuni dell'Oltrepò Pavese e affiancato dalla statale 10 Padana Inferiore.

Le strade provinciali che caratterizzano il sistema viabilistico di Zenevredo sono:

- SP 85 Zenevredo;
- SP 134 Zenevredo-Montù Beccaria
- SP EX SS10 Padana inferiore che collega i comuni dell'Oltrepò Pavese lungo l'asse Stradella – Broni – Voghera parallelamente all'autostrada A21 "Torino-Piacenza".





#### 1.3.4. La rete stradale di Portalbera

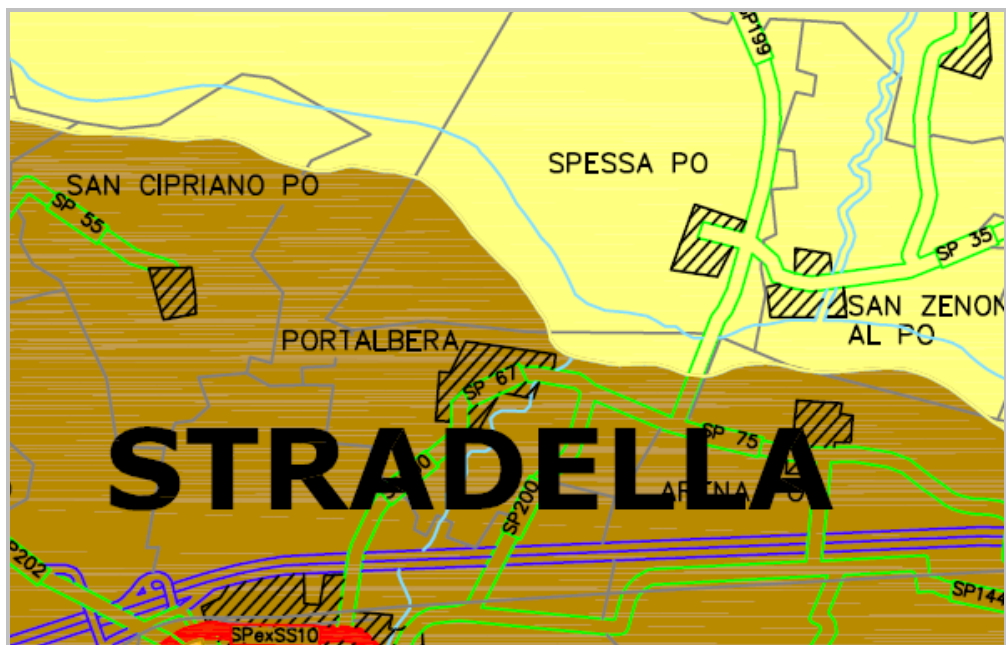


Figura 9 Rete stradale di interesse per il territorio di Portalbera (fonte <http://www.provincia.pv.it/>)

Il territorio comunale di Portalbera è inserito all'interno di due strade provinciali che favoriscono i collegamenti con i comuni dell'Oltrepò Pavese.

Le strade provinciali che caratterizzano il sistema viabilistico di Portalbera sono:

- SP 67 Portalbera-San Pietro;
- SP 200 Stradella-Passi sul Po.

### 1.3.5. La rete stradale di San Cipriano Po



**Figura 10 Rete stradale di interesse per il territorio di San Cipriano Po**

(fonte <http://www.provincia.pv.it/>)

Il territorio comunale di San Cipriano Po è inserito all'interno di una strada provinciale che favorisce i collegamenti con i comuni dell'Oltrepò Pavese.

La strada provinciale che caratterizza il sistema viabilistico di San Cipriano Po è:

- SP 55 San Cipriano-Albaredo Arnaboldi.

Informazioni di dettaglio relative ai cantieri e alla chiusura di alcuni tratti della rete stradale provinciale sono disponibili sul portale del Settore Lavori Pubblici della Provincia di Pavia:

[http://www.provincia.pv.it/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=125&lang=it](http://www.provincia.pv.it/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=125&lang=it) .



### **1.3.6. Il trasporto pubblico su gomma**

Il trasporto pubblico locale presente nel territorio Intercomunale di Arena Po, Bosnasco, Zenevredo, Portalbera e San Cipriano Po è gestito da ARFEA - Aziende Riunite Filovie e Autolinee (Viale Milite Ignoto, 26 15100 Alessandria Tel: 0131225810 Fax: 0131 226822), l'Ente competente territoriale è la Provincia di Pavia.

I collegamenti attraverso il trasporto pubblico su gomma con il territorio Intercomunale oggetto di studio sono assicurati dalle seguenti linee:

COMUNE	CODICE LINEA	TRATTA
<b>Arena Po</b>	linea 395	Castel S. Giovanni-Pavia-Milano
<b>Bosnasco</b>	linea 398	Stradella-Rovesca
<b>Zenevredo</b>	linea 398	Stradella-Rovesca
<b>Portalbera</b>	linea 133	Stradella Corteolona
<b>San Cipriano Po</b>	linea 482	Pavia-Rea Po

**Tabella 1** Linee delle tratte riferite ai singoli comuni

Per informazioni specifiche relative alle corse e agli orari si rimanda al sito dedicato della Regione Lombardia: <http://www.trasporti.regione.lombardia.it/>

### **1.3.7. La rete ferroviaria**

Nel territorio Intercomunale in esame, l'unico paese servito da linea ferroviaria è Arena Po.



**Figura 11** Stazione ferroviaria di Arena Po

I restanti comuni non sono né attraversati né serviti da linea ferroviaria e possono accedere a tale servizio nelle stazioni più vicine come:

- ARENA PO posta lungo la linea Alessandria-Piacenza, il servizio passeggeri è svolto in esclusiva da parte di [Trenord](#);
- BRONI anch'essa posta sulla linea Alessandria-Piacenza, e punto di diramazione della linea Pavia–Stradella. I treni che effettuano servizio in questa stazione e le loro principali destinazioni sono: Stradella, Piacenza, Voghera e Pavia;
- STRADELLA posta sulla linea Alessandria–Piacenza, e capolinea della linea per Pavia, che si dirama dalla precedente nella stazione di Broni.
- BELGIOIOSO posta lungo la linea Pavia-Cremona.

Tali reti ferroviarie sono gestite da Trenitalia spa. Per orari ed informazioni:  
<http://www.trenitalia.com/>.

### **1.3.8. Il trasporto aereo appartenente al territorio Intercomunale**

Sul territorio di Intercomunale in oggetto, l'unica elisuperficie omologata e autorizzata da ENAC si trova ad Arena Po, più precisamente a Frazione Fabbrica.



**Figura 12 Vista aerea dell'elisuperficie più vicina al territorio di Broni: Arena Po – Località Fabbrica**  
(fonte: [www.enac-italia.it](http://www.enac-italia.it) e <http://maps.live.com/> )

Per quanto riguarda gli aeroporti destinati al trasporto civile, gli hub di riferimento sono quelli di:

- Milano- Malpensa (Va) a circa 104 km , raggiungibile con l'autostrade A8;



## **Piano di Emergenza Intercomunale** ***Arena Po, Bosnasco, Zenevredo,*** ***Portalbera e San Cipriano Po (PV)***



- il "Forlanini" di Milano-Linate distante circa 63 km e raggiungibile percorrendo l'Autostrada A1, la tangenziale Est di Milano o in alternativa attraverso le strade provinciali;
- Orio al Serio (Bg) a circa 107, raggiungibile con l'autostrada A1 e A4.

Per quanto riguarda gli aeroporti, si segnala l'aeroporto di Rivanazzano che dista da Arena Po circa 41 km; tale infrastruttura pur non effettuando servizi di trasporto civile, è particolarmente strategica in quanto sede del Centro Polifunzionale di Emergenza della Protezione Civile della Provincia di Pavia.



**Figura 13 Immagine aerea dell'aeroporto di Rivanazzano**





## **1.4 Il sistema ambientale**

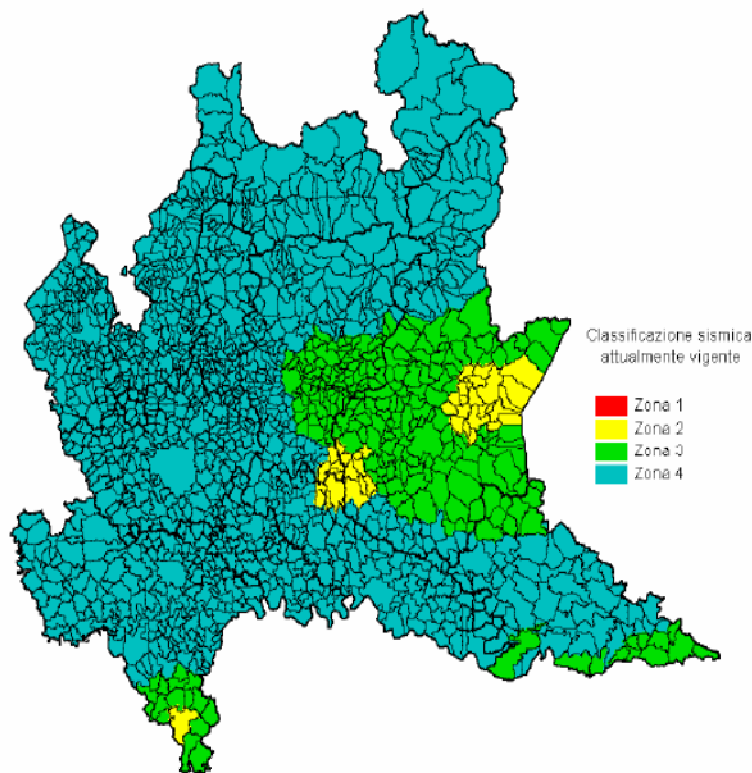
### **1.4.1. Inquadramento geologico, geomorfologico e sismico**

Il territorio intercomunale oggetto di studio, ricade all'estremità meridionale del settore occidentale della Pianura Padana, edificio sedimentario costituito da depositi alluvionali, poggiati su un substrato formato da sedimenti marini. In particolare la zona presa in esame appartiene alla Pianura Pavese, situata in destra orografica del fiume Po, in una fascia di territorio che si sviluppa al margine dell'Appennino nord-occidentale.

La vicinanza dei terreni marini al piano campagna a delle profondità non elevate su di un'area la cui effettiva ampiezza risulta essere attorno ai 10 km (dai rilievi collinari di Broni-Stradella in direzione Nord-Ovest fino all'abitato di Casanova Lonati, passando per Barbianello e in direzione Nord-Est fino ad oltrepassare il fiume Po passando per San Cipriano e Portalbera è dovuta alla presenza di un alto strutturale costituente una vera e propria platea morfo-tettonica.

Pertanto, risulta che in questo tratto di pianura oltrepadana, la coltre alluvionale si manifesta complessivamente con una minor potenza rispetto alle aree limitrofe a causa delle notevoli sopraelevazioni delle strutture terziarie sepolte; lo sviluppo dello stesso materasso alluvionale si attenua progressivamente dalla zona vogherese verso quella stradellina, in diretta relazione con un locale alto strutturale che porta a giorno il substrato marino lungo l'asta del Po tra San Cipriano Po, Portalbera e Spessa Po.

Per quanto concerne la componente sismica, i Comuni risultano inseriti nella ZONA 4 (le possibilità di danni sismici sono basse) in base alle Ordinanze PCM n. 3274 del 20/03/2003 e n. 3316 del 02/10/2003 e alla Delibera della Giunta Regionale n. 14964 del 07/11/2003 "Classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia" (vedi figura 14).



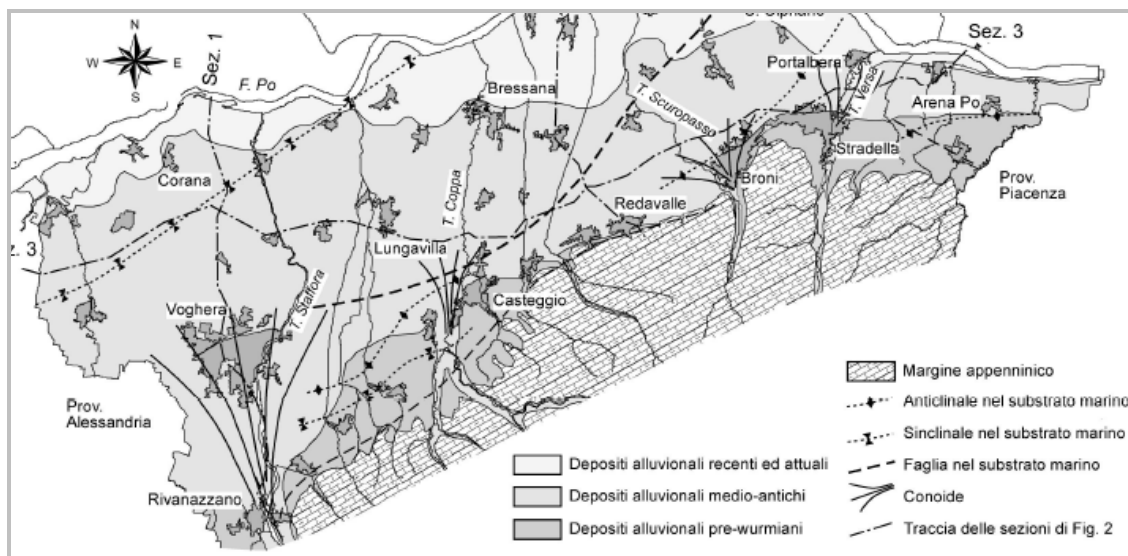
**Figura 14 Classificazione sismica di comuni lombardi**

### **1.4.2. Idrogeologia<sup>1</sup>**

Il settore di pianura dell'Oltrepò Pavese è contraddistinto, nelle sue linee essenziali, dalla costante presenza di una coltre alluvionale quaternaria originata dall'azione combinata dei torrenti appenninici, che hanno dato luogo a conoidi coalescenti, e dal F. Po. Tali depositi ospitano i principali corpi idrici della zona che si sviluppano al di sopra di un substrato d'origine marina di età pliocenica miocenica a bassa conducibilità idraulica.

Essi possono essere suddivisi nelle seguenti unità idrogeologiche affioranti: depositi alluvionali recenti e attuali, depositi alluvionali del ripiano principale della pianura e depositi alluvionali di età pre-würmiana come mostra la seguente figura.

<sup>1</sup> Il presente paragrafo è tratto dallo "Studio idrogeologico, idrochimico ed isotopico delle acque sotterranee del settore di pianura dell'Oltrepò Pavese (pianura lombarda meridionale)" redatto da Giorgio Pilla, Elisa Sacchi, Gianfranco Ciancetti del Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pavia.



**Figura 15 Carta geologica**

I depositi recenti e attuali si sviluppano a ridosso del F. Po e costituiscono i terreni su cui si sono sviluppate le superfici morfologicamente meno elevate della zona. Tali depositi si rinvenivano lungo una fascia a orientazione ovest-est, pressoché continua, che raggiunge il suo sviluppo massimo nel settore centrale dell'Oltrepò Pavese e si riduce progressivamente verso oriente.

In generale, i depositi alluvionali recenti e attuali ospitano al loro interno una falda acquifera, con connotazioni idrodinamiche tipicamente freatiche e con una superficie piezometrica che si localizza in prossimità del piano di campagna.

I depositi alluvionali del ripiano principale della pianura dell'Oltrepò Pavese, che occupano la maggior parte del territorio investigato, sono costituiti da terreni di età würmiana e in parte olocenica. Essi presentano la loro massima estensione areale nei settori nord-occidentali, mentre tendono a ridursi progressivamente verso sud e verso oriente, dove il F. Po scorre in vicinanza del margine appenninico. Essi sono rappresentati da sabbie e ghiaie, con intercalazioni lenticolari abbastanza sviluppate di argille o limi argillosi. Connotazione peculiare dei depositi alluvionali del ripiano principale della pianura è la presenza in superficie, in modo quasi continuo, di una coltre di copertura di natura argilloso-limosa, che limita notevolmente l'infiltrazione di acque provenienti dalla superficie.

Tali depositi ospitano il principale, e più sfruttato, serbatoio idrico sotterraneo dell'Oltrepò Pavese.

Infine, i depositi alluvionali di età pre-würmiana sono rappresentati da due ripiani terrazzati altimetricamente differenziati, ma entrambi sopraelevati rispetto alla superficie principale



della pianura (ad ovest di Casteggio e ad est di Stradella). Sono costituiti in modo indistinto dalle unità litostratigrafiche del Fluviale medio e del Fluviale antico. Tali depositi sono litologicamente rappresentati da ghiaie e sabbie a matrice limosa, spesso molto abbondante, che ne diminuisce sostanzialmente la permeabilità. Essi sono contraddistinti da una forte alterazione superficiale e, localmente, ricoperti da una coltre loessica di natura limosa. Di conseguenza, la permeabilità nei primi metri di sottosuolo è generalmente scarsa. I depositi alluvionali prewürmiani ospitano, pertanto, dei corpi idrici a bassa potenzialità idraulica, che sono, in ogni caso, in connessione idraulica con le acque sotterranee localizzate all'interno dei depositi alluvionali del ripiano generale della pianura.

Dalle elaborazioni effettuate, emerge immediatamente un aspetto idrogeologico particolarmente significativo che è rappresentato dalla presenza, pressoché costante, di una coltre superficiale di natura argillosolimosa, localizzata al tetto della successione alluvionale. Le litofacies più superficiali (profondità 0-5 m) nell'intera pianura dell'Oltrepò Pavese sono, infatti, costituite solamente dal 10,6% e dal 6,1% rispettivamente di litofacies sabbiosa e di litofacies ghiaiosa, mentre il rimanente 70,6% è costituito da litofacies argillose e il 10,6% da litofacies limose.

Data la sua scarsa permeabilità (normalmente inferiore a  $10^{-7}$  m/s), tale coltre costituisce per le acque sotterranee della zona, una forte protezione nei confronti di sostanze inquinanti provenienti dalla superficie e favorisce anche l'instaurarsi di condizioni ambientali sotterranee sostanzialmente riducenti. Ovviamente, l'azione di tale coltre è più o meno efficace in funzione della percentuale di sedimenti limoso-argillosi presenti, ma anche in particolare, del suo spessore. In ampi settori dell'Oltrepò Pavese, la coltre argilloso limosa superficiale mostra spessori che superano comunemente i 6-8 m. Gli spessori massimi, superiori a 10/15 metri, si rinvencono per lo più verso i settori prossimi al margine collinare; ad est di Voghera, nella zona di Casteggio e tra gli abitati di Broni e Stradella. Zone con spessori elevati si rinvencono anche a nord e ad ovest di Voghera e a nord di Casteggio.

Nei rimanenti settori dell'area investigata, questi depositi sono, in ogni caso, quasi sempre presenti, sebbene con spessori minori. Solamente a sud di Voghera (zona apicale del conoide del T. Staffora) e nella fascia di meandreggiamento recente del F. Po si raggiungono i valori minimi, localmente nulli o inferiori a 2 m (Oltrepò Pavese orientale).

Per quanto riguarda le litologie grossolane che si rinvencono al di sotto della coltre argilloso-limosasi evidenzia, innanzitutto, che il contributo dei conoidi dei torrenti appenninici risulta del tutto secondario rispetto al contributo in materiale grossolano fornito dal F. Po. Le litofacies grossolane risultano distribuite lungo fasce differenti a seconda delle profondità

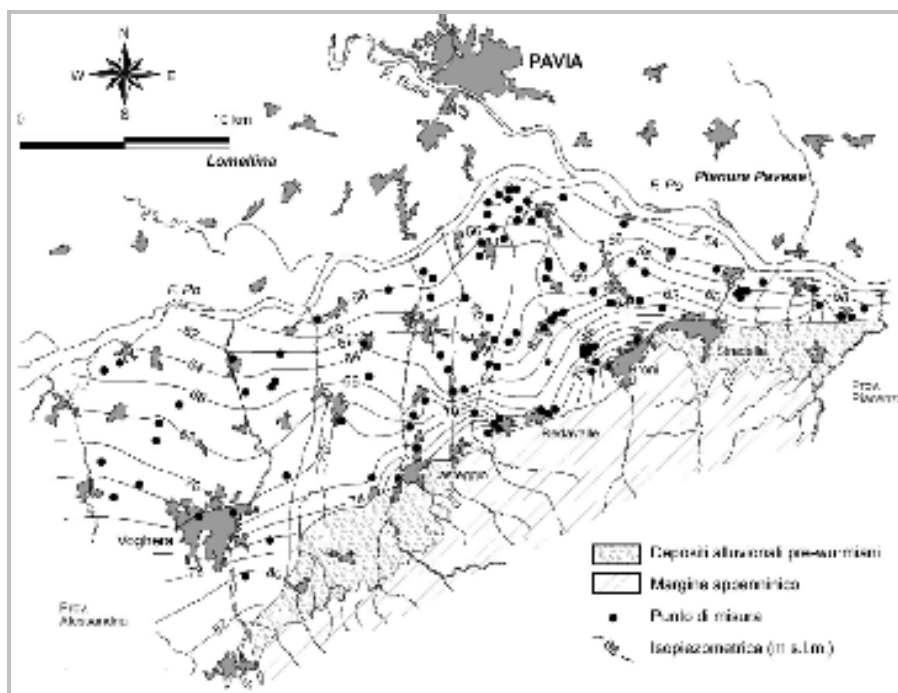


investigate. Esse mostrano una possibile evoluzione di un paleoalveo di un fiume "alpino", che si è spostato progressivamente da sud verso nord, probabilmente condizionato dall'avanzamento dei conoidi appenninici, fino all'attuale corso del F. Po.

Tale situazione è verosimilmente ereditata e condizionata anche dalla paleogeografia del Messiniano superiore della zona che vedeva, nel settore orientale dell'Oltrepò Pavese, la presenza di un paleo-corso d'acqua "alpino" proveniente da nord, lambire le prime colline immediatamente a sud dell'area di Broni-Stradella.

#### **1.4.3. Piezometria**

Per la ricostruzione dell'andamento piezometrico della falda oltrepadana, sono state condotte tre campagne di misure realizzate, nel febbraio 2005, nel giugno 2005 e nell'ottobre 2005, su circa un centinaio di pozzi idrici ben distribuiti arealmente. I risultati dell'indagine sono visibili graficamente nella figura, dove sono state riportate le curve isopiezometriche, con equidistanza di 2 m, per il febbraio 2005. Il campo di moto nei rimanenti mesi di giugno e di ottobre non si discosta sostanzialmente da quello presentato.



**Figura 16 Carta delle isopiezometriche - Febbraio 2005**

La superficie piezometrica varia entro quote comprese tra 50 m circa e 80 m circa ed è spesso concordante con l'andamento del piano di campagna. In generale, si osserva che il senso di flusso della falda è rivolto essenzialmente verso i quadranti settentrionali, anche se è possibile individuare alcune anomalie significative, come per esempio in corrispondenza



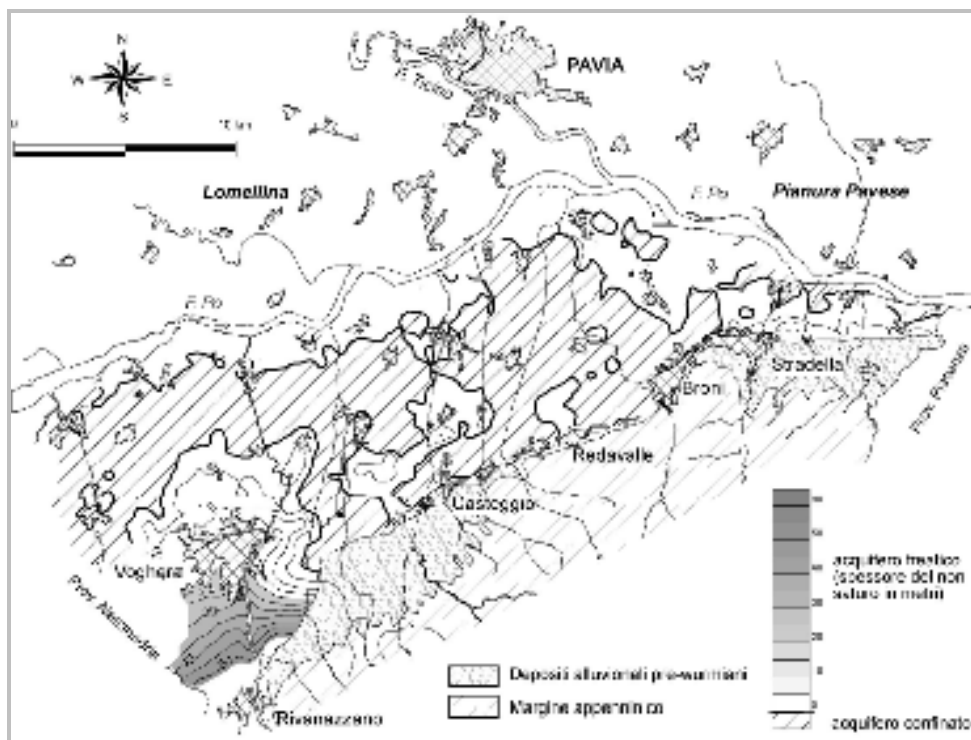


del settore centrale dell'Oltrepò Pavese, tra Casteggio e Broni. In questa zona la superficie piezometrica mostra un'estesa depressione sviluppata verso nord, a partire dal margine appenninico, che tende a trasformarsi in un'ampia culminazione, verso il F. Po, in prossimità della confluenza del F. Ticino. Come evidente anche dalle carte della distribuzione delle litofacies sabbioso-ghiaiose questa alterazione del campo di moto della falda deve essere messa in relazione ad un sostanziale aumento della trasmissività dell'acquifero, rispetto alle aree limitrofe. Dall'esame del campo di moto ricostruito è possibile individuare i rapporti intercorrenti tra le acque dei principali torrenti appenninici e del F. Po con quelle sotterranee. Nella fattispecie si osserva che il F. Po esplica costantemente, ad eccezione dei brevi periodi di piena, un'energica azione drenante nei confronti delle acque sotterranee. Invece, i torrenti appenninici mostrano spesso un'azione alimentante in corrispondenza dell'apice dei loro conoidi, mentre più a valle, dove essi scorrono generalmente pensili, non hanno rapporti con le acque sotterranee.

Il gradiente idraulico più elevato è riscontrabile lungo tutto il margine appenninico in corrispondenza degli sbocchi vallivi solcati nel corso degli anni dai torrenti appenninici, come dimostra l'infittirsi delle isopiezometriche. In queste zone si collocano le principali zone di ricarica dell'acquifero. Per quanto riguarda le variazioni dei livelli piezometrici, essi raggiungono, di norma, il loro massimo all'inizio della primavera e poi decrescono quasi uniformemente fino al mese di ottobre, prima di risalire di nuovo, grazie alle precipitazioni autunnali; i minimi piezometrici si rinvergono normalmente nel mese di dicembre. Per quanto attiene ai valori misurati nel 2005 si evidenzia che le variazioni dei livelli piezometrici si mantengono entro valori abbastanza modesti, normalmente inferiori ad un metro.

Solamente in alcune zone, spesso coincidenti con le principali aree di ricarica (conoidi appenninici dei T. Versa, T. Scuropasso, T. Coppa e T. Staffora), le variazioni piezometriche si fanno leggermente più marcate assumendo valori anche di 2,5 - 3 metri.

L'elaborazione congiunta dei dati piezometrici del febbraio 2005 in relazione agli spessori della copertura limoso-argillosa ha permesso la costruzione, inoltre, di una carta relativa alle condizioni idrodinamiche della falda oltrepadana per il mese di febbraio: condizioni idrodinamiche freatiche o tipicamente in pressione.



**Figura 17 Carta delle condizioni idrodinamiche della falda - Febbraio 2005**

La carta mostra anche lo spessore del non saturo, laddove la falda è in condizioni freatiche, in condizioni sia “protette” che “non protette” dalla coltre limoso-argillosa superficiale.

Dalla figura si evince che la falda è, pressoché costantemente, in condizioni confinate nella fascia che si sviluppa appena a settentrione del margine appenninico ad eccezione della zona del conoide dello Staffora, dove la falda è in condizioni freatiche e la zona non satura raggiunge lo spessore massimo (circa 60 m). Poco a nord del margine appenninico, nell’area di Redavalle, tra Broni e Casteggio, la mancanza della coltre limoso-argillosa di copertura e la bassissima soggiacenza della falda giustifica la presenza di alcune isolate risorgenze naturali di pianura (fontanili). Al contrario, la fascia di meandreggiamento recente del fiume Po è caratterizzata da un acquifero freatico avente uno spessore del non saturo di pochi metri.

#### **1.4.4. Il reticolo idrografico**

Dagli studi geologici a supporto degli strumenti di pianificazione comunale, solo gli abitati di Arena Po, Portalbera e San Cipriano Po risultano essere a rischio idrogeologico di alluvione o esondazione dal fiume Po.



**Figura 18 Percorso del fiume Po da San Cipriano Po ad Arena Po**

Il fiume Po nasce a Crissolo, a Pian del Re, ai piedi del Monviso ad una altitudine di 2022m. La sua lunghezza è di oltre 650 km. Lungo il suo corso, il Po è alimentato da 141 affluenti. La portata massima registrata è di 12.800 m<sup>3</sup>/sec a Piacenza (novembre 1951). Il suo delta è di 380 chilometri quadrati e si dirama in cinque bocche: Po della Maestra, Po della Pila, Po di Tolle, Po della Gnocca, Po di Goro.

La mutevolezza del suo aspetto è stato il tratto saliente di questo fiume e del paesaggio che lo accompagna. Nel corso degli ultimi millenni si è radicalmente trasformato per l'azione di molteplici fattori. I confini tra l'emerso ed il sommerso si sono mutati ed il territorio è stato letteralmente costruito assumendo una relativa stabilità. Il bacino del fiume Po è il bacino idrografico più grande d'Italia. La sua superficie si estende per oltre 71.000 chilometri quadrati, interessando 3.200 comuni, sei regioni: Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Veneto, Liguria, Emilia Romagna, e la Provincia Autonoma di Trento.

## **1.5. Inquadramento meteo-climatico<sup>2</sup>**

### **1.5.1 Le piogge**

L'Insieme complessivo degli Indici, ci indica che il regime pluviometrico di Pavia è di tipo continentale subalpino, caratterizzato da un massimo principale in Autunno (Ottobre e Novembre), dal massimo secondario in Primavera (Maggio), dal minimo principale in Inverno (Febbraio), dal minimo secondario in Estate (Luglio).

---

<sup>2</sup> Il presente paragrafo è stato redatto con le analisi, le elaborazioni e i grafici tratti dal sito: [www.paviameteo.it](http://www.paviameteo.it) al quale si rimanda per maggiori approfondimenti.



E' dotato di un modulo pluviometrico di 3,3, tipico dei climi continentali subalpini, il quale evidenzia una percentuale delle precipitazioni estive rispetto al totale annuo del 28,8%.

In particolare, l'analisi delle piogge giornaliere a Pavia consente di verificare che la massima frequenza (77,76%) è rappresentata da precipitazioni giornalieri <1,0mm, mentre nell'ambito dei giorni piovosi con precipitazione >1,0mm, risulta prevalente la classe 10,0-19,9mm, con frequenza del 4,51%, e risulta invece subordinata la classe >50,0mm con frequenza dello 0,29% del totale.

La tipologia delle piogge consente di analizzare che le sequenze di pioggia giornaliera di 1 giorno risultano le più frequenti (53,26% sul totale), e che la massima sequenza di giorni consecutivi senza pioggia è stata di 66 giorni. I record di precipitazione annuale, per quanto riguarda Pavia sono:

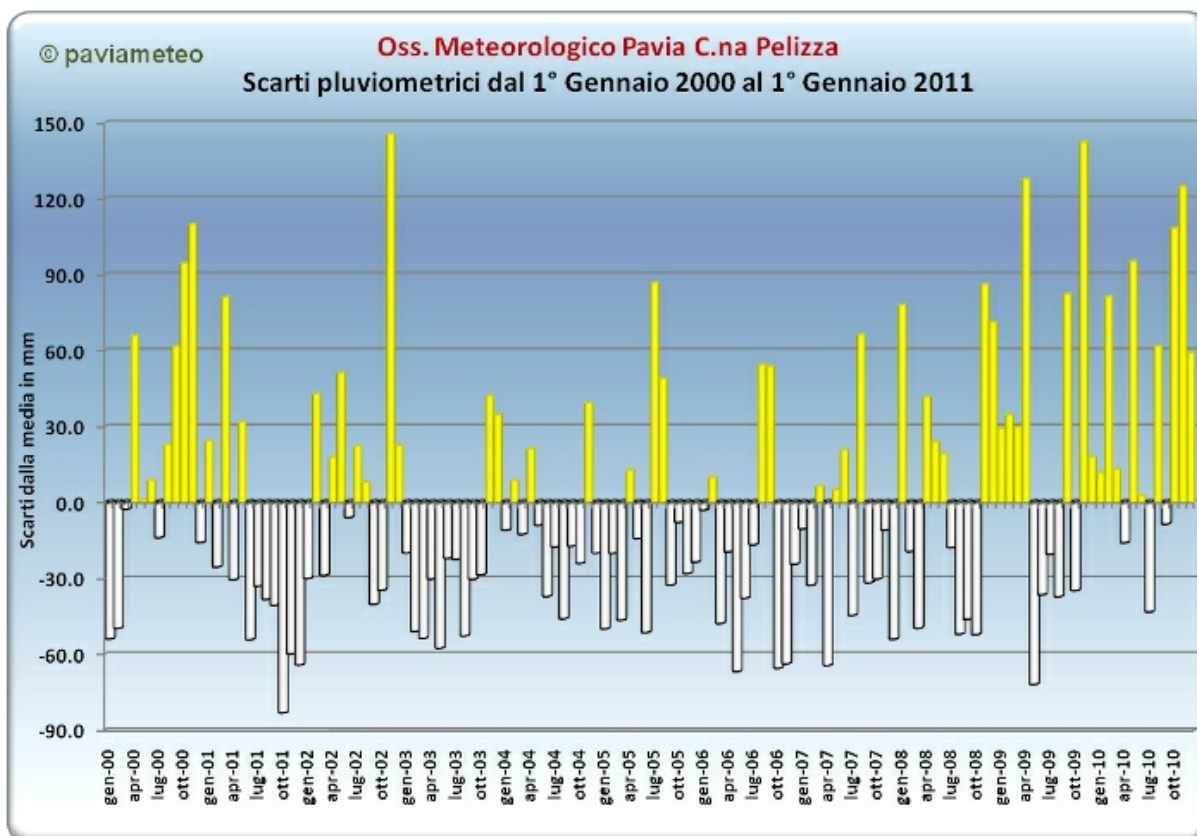
- Precipitazione massima annua: 1309,1mm registrata nell'anno 1977.
- Precipitazione minima annua: 398,4mm, registrata nell'anno 1861.
- Il record invece di "Giorno più piovoso" a Pavia, spetta al 9 Marzo 1999, data nella quale si registrarono 187,6mm.

Le quantità annue di pioggia per un intervallo compreso tra il 1812 ed il 2008 rivelano unicamente una diminuzione temporale del numero annuo di giorni piovosi (quantità di pioggia  $\geq 1,0$ mm); conseguentemente, la quantità annua di pioggia tenderebbe sempre più a concentrarsi in un numero minore di episodi.

Ciò viene confermato dall'analisi degli scarti pluviometrici mensili rispetto alla media: se consideriamo un intervallo temporale ancor più limitato, dal 1° Gennaio 2000 al 31 Luglio 2009, ci accorgiamo di come le precipitazioni mensili siano spesso risultate inferiori alla media: emergono i periodi decisamente secchi del 2001 e dell'Estate del 2003, ma anche durante gli anni successivi le barre "gialle" hanno sempre avuto la meglio su quelle "blu".

L'unica nota positiva è rappresentata dal periodo Novembre 2008 - Aprile 2009, in cui cadde una grande quantità di pioggia, con tutti e 6 i mesi consecutivamente sopramedia. Già a partire dal Maggio 2009, però, la tendenza è tornata ad invertire la rotta.

Un'importante nota di rilievo, che va a contrastare quanto detto finora, è rappresentata dal periodo Novembre 2008 - Dicembre 2010: in questo intervallo temporale la circolazione è tornata a regalare precipitazioni diffuse. Il triennio 2008-2009-2010 è allora trascorso con una notevole fenomenologia, superiore alla media in tutti e tre gli anni.



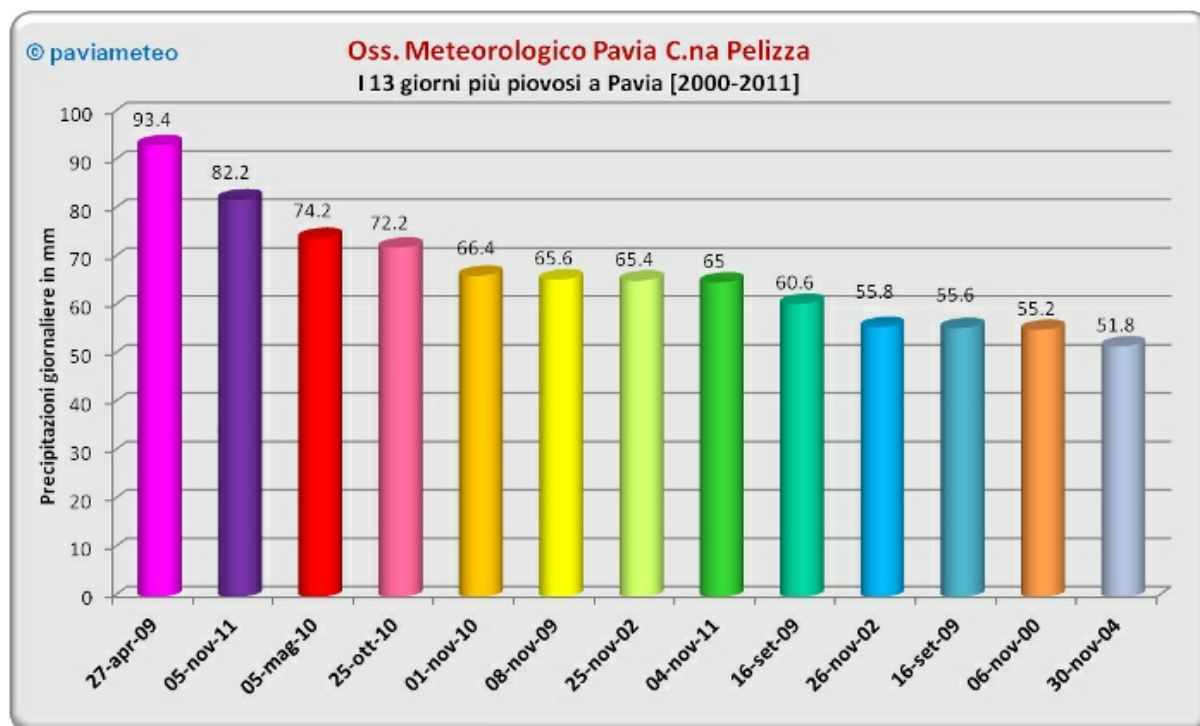
**Figura 19 Scarti pluviometrici mensili rispetto alla media. Fonte: [www.paviameteo.it](http://www.paviameteo.it)**

Nel seguente grafico sono riportati gli accumuli pluviometrici giornalieri più significativi dal 1° Gennaio 2000 ad oggi; non vengono considerati i fenomeni temporaleschi estivi.

Il primato spetta senz'altro al vicino 27 Aprile 2009, giorno nel quale molte stazioni sparse sul pavese riuscirono ad oltrepassare la soglia dei 100 mm.

Negli altri casi, è un'alternanza di giorni piovosi tra Aprile e Novembre, con qualche excursus nei mesi di Marzo e Settembre; in linea generale, rientra nella normale climatologia pavese registrare qualche giorno con abbondanti precipitazioni, così come è accaduto durante il Novembre del 2008.





**Figura 20** Cumulate giornaliere significative registrate dal gennaio 2000. Fonte: [www.paviameteo.it](http://www.paviameteo.it)

Da tenere in considerazione è il fatto che le precipitazioni tendano a concentrarsi sempre più spesso in eventi rari ma importanti; ad esempio, la pluviometria media di un mese può essere raggiunta con appena 2 giorni di intense piogge.

### **1.5.2. Le piogge di breve durata e forte intensità**

Nell'ambito delle valutazioni ai fini della pianificazione d'emergenza, risultano di particolare interesse i fenomeni con caratteristiche di breve durata e forte intensità (cosiddetti "fenomeni impulsivi").

Una prima indicazione circa l'intensità di queste precipitazioni si ha dalla cartografia del Programma Regionale di Previsione e Prevenzione in cui sono riportate le quantità di precipitazioni giornaliere attese con tempi di ritorno di 40 e 80 anni. Per quanto riguarda l'area di interesse, si osserva che statisticamente almeno un volta ogni 40 anni possono cadere in una sola giornata fino a 150 mm di pioggia; considerando, invece, un tempo di ritorno di 80 anni la quantità di pioggia in un solo giorno può arrivare fino a 200 mm.

Una ulteriore indicazione riguardanti le piogge brevi ed intense si ottiene calcolando l'altezza massima di pioggia in corrispondenza di eventi di durata variabile e tempo di ritorno fissato attraverso le Curve di Possibilità Pluviometrica (LSPP) nella forma classica:

$$h = a \cdot t^n$$



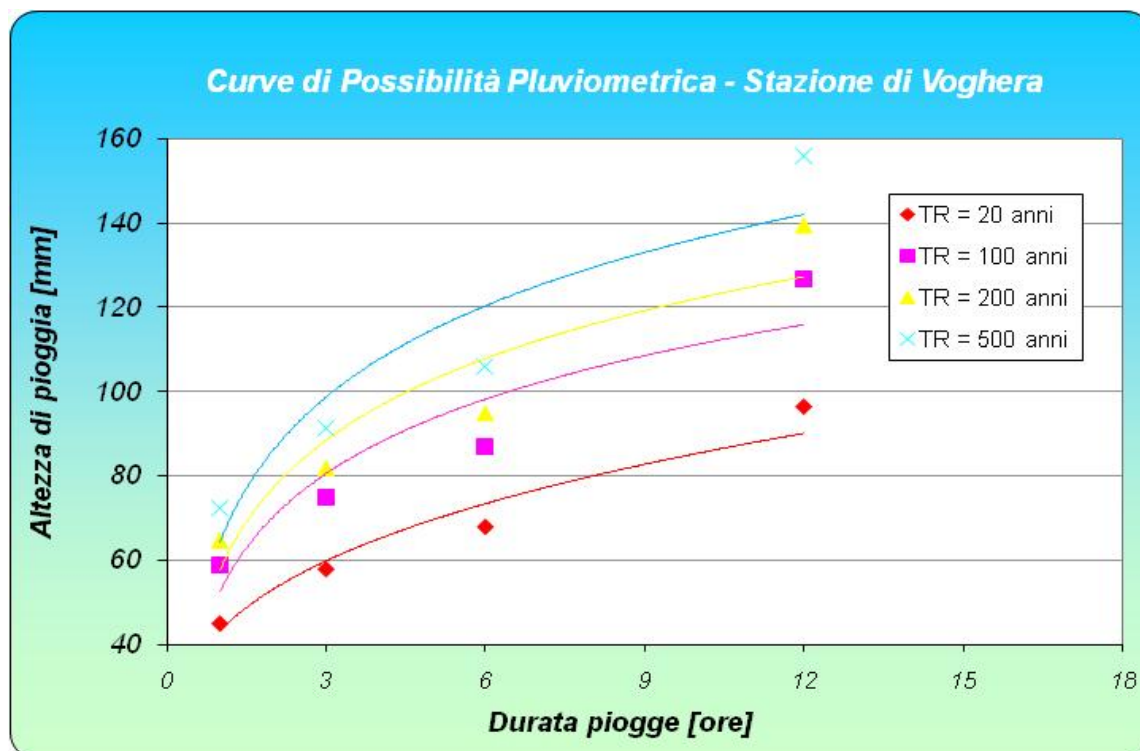
dove:

- $h$  è l'altezza massima di pioggia in mm
- $a$  e  $n$  sono due parametri che dipendono dalle caratteristiche del bacino idrografico e dal tempo di ritorno delle piogge
- $t$  è il tempo di durata dell'evento

A tal proposito si riportano le Curve di Possibilità Pluviometrica (LSPP) elaborate per la stazione pluviometrica di Voghera. I valori dei parametri  $a$  e  $n$ , riportati in tabella, sono quelli utilizzati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica".

Tempo di ritorno	Parametro $a$	Parametro $n$
20	44,91	0,231
100	58,87	0,217
200	64,83	0,213
500	72,45	0,211

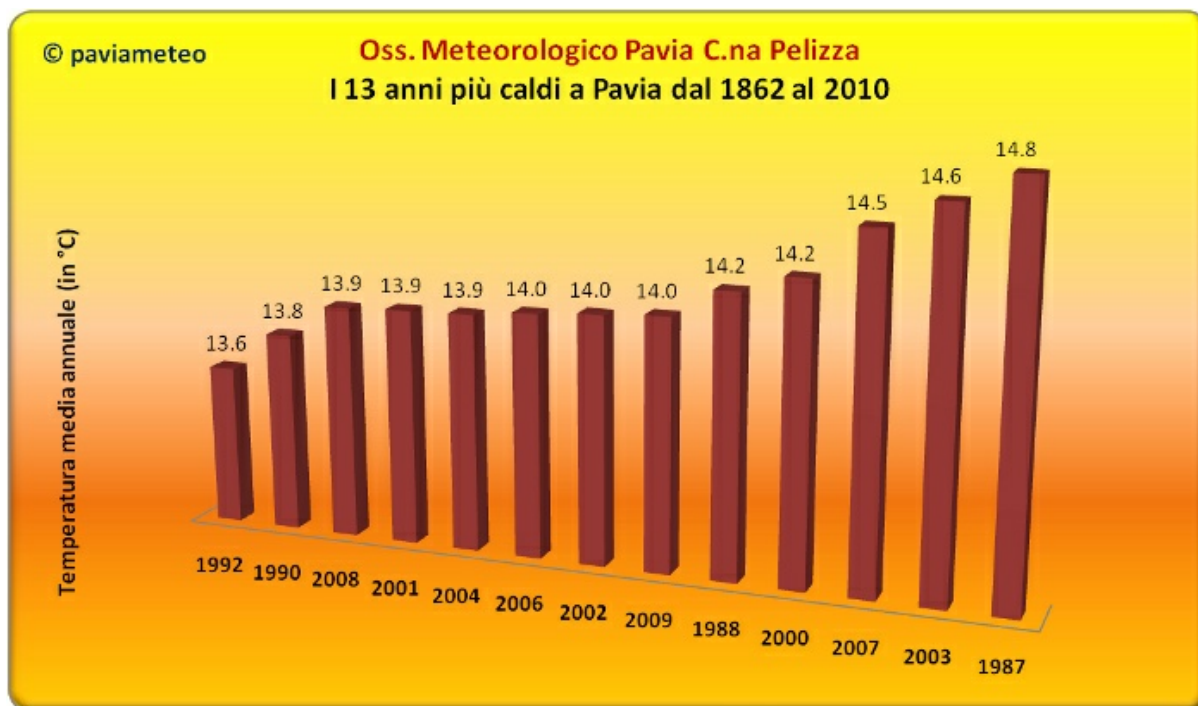
**Tabella 2 Parametri  $a$  e  $n$  per le LSPP della stazione di Voghera**



**Figura 21 Curve di Possibilità Pluviometrica - Pluviometro di Voghera**

### 1.5.3. La temperatura<sup>3</sup>

Dal 2000 ad oggi, la tendenza al riscaldamento è divenuta assai evidente, con i 14.0°C di media annuali verificatisi in ben 4 anni; con l'avvento del XXI secolo ben 9 anni sono entrati in classifica, ad esclusione dei soli 2005 e 2010.

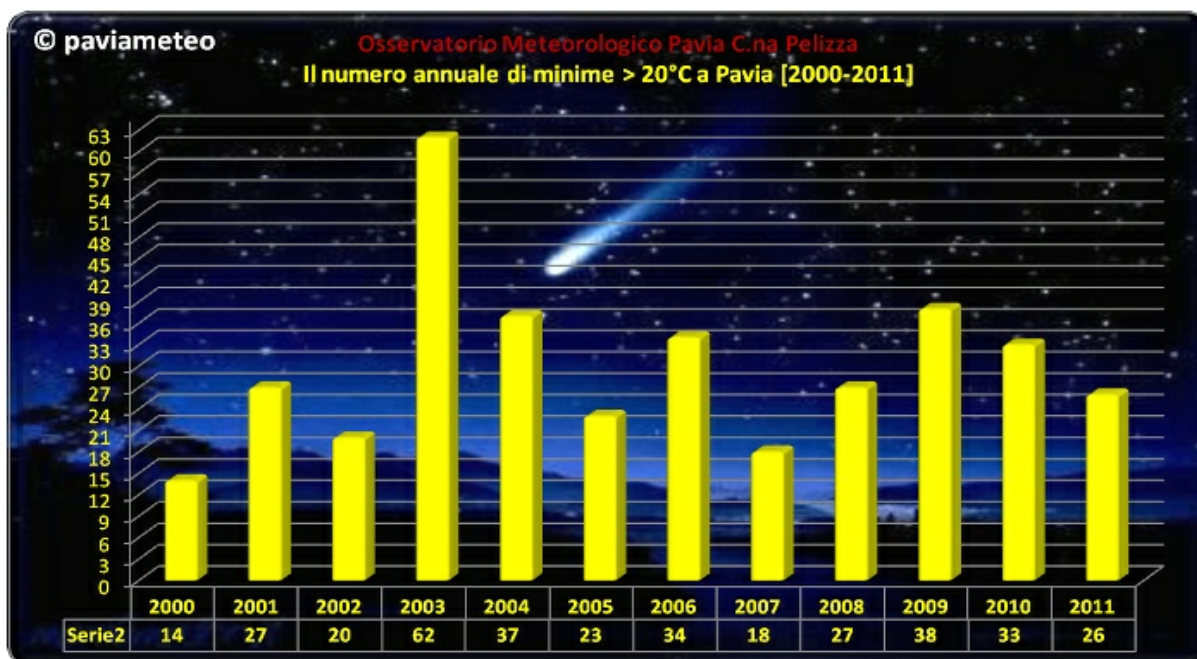


**Figura 22 Le annate con la temperatura media più alta**

Sintetizzando l'ampio lavoro di analisi dati, possiamo concludere che a Pavia la temperatura media annuale è aumentata da un minimo di 12.3°C osservato a cavallo del 1900, ad un massimo di 13.6°C, ravvisabile ai giorni nostri.

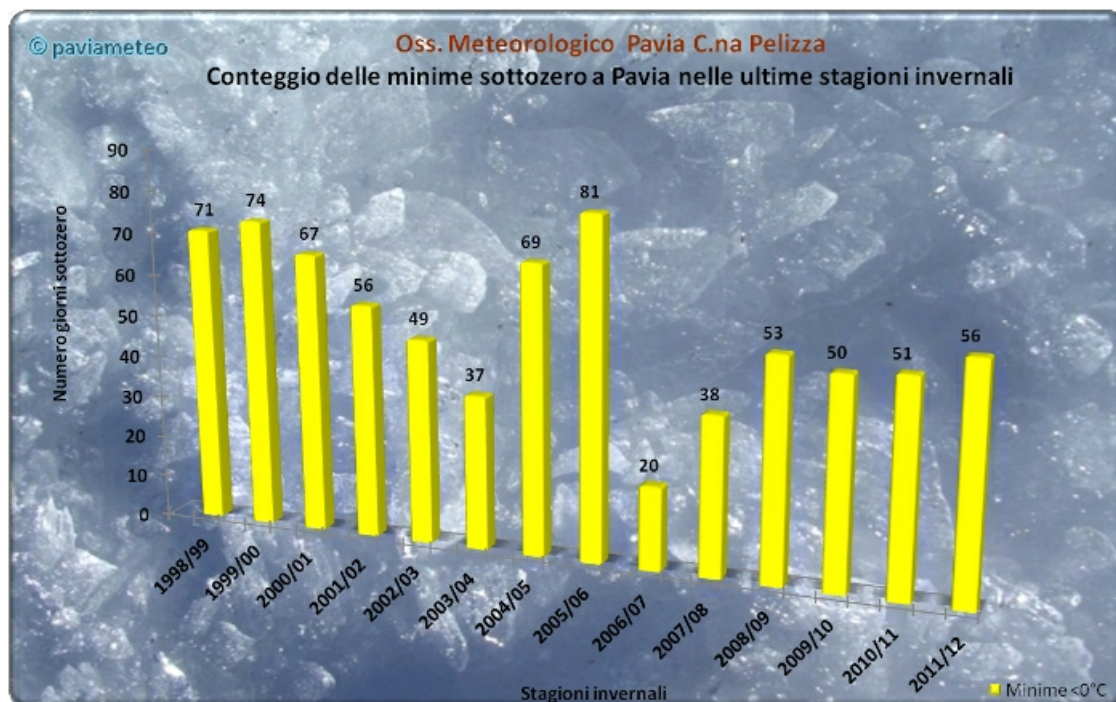
Durante la stagione estiva, la pianura pavese risente di un clima piuttosto afoso, che accentua il grado di disagio fisico durante le ore notturne. Ma in generale, negli ultimi anni la media si è attestata sulle 20-30 notti, ma, come evidenziato nel grafico, l'Estate 2003 ha battuto ogni record, con ben 62 notti "tropicali".

<sup>3</sup> Fonte [http://www.paviameteo.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=483&Itemid=188](http://www.paviameteo.it/index.php?option=com_content&view=article&id=483&Itemid=188)



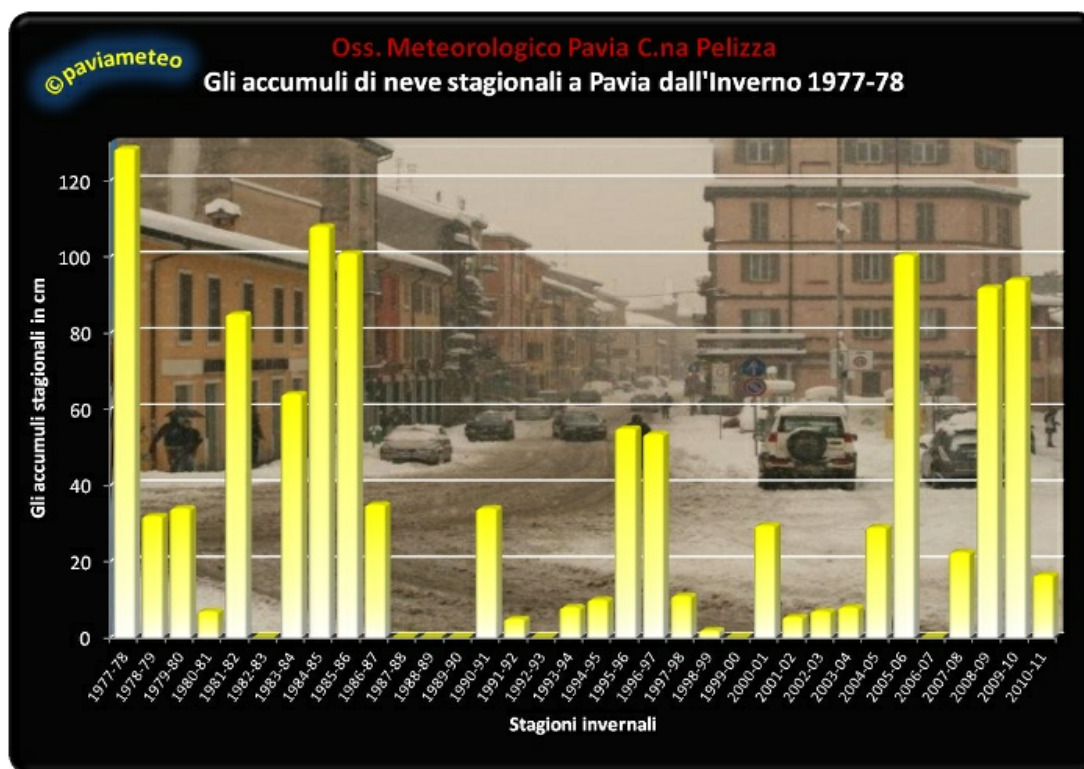
**Figura 23 Andamento annuale delle giornate con T minima maggiore di 20 gradi**

Per quanto riguarda le minime sottozero registrate negli ultimi inverni, il grafico evidenzia che mediamente si osservano circa 50 giorni caratterizzati da temperature negative; la stagione invernale 2006/2007 ha fatto registrare solamente 20 minime sottozero, pertanto si può definire come l'inverno più mite degli ultimi decenni.



#### **1.5.4. La neve e il ghiaccio**

Negli ultimi anni, il territorio pavese è stato caratterizzato da numerose e abbondanti nevicate; le stagioni 2008/2009 e 2009/2010 hanno fatto registrare valori di accumulo prossimi a quelli del 2005/2006 quando si raggiunsero i 100 cm.



**Figura 24 Accumulo annuale delle nevicate a Pavia - [www.paviameteo.it](http://www.paviameteo.it)**

Per quanto riguarda la distribuzione temporale delle nevicate nell'arco della stagione fredda, dai dati emerge che Gennaio rimane il mese con il maggior numero di nevicate seguito da Dicembre.

A proposito del ghiaccio, si riportano i dati relativi le "giornate di ghiaccio" ovvero quelle giornate nella quale la temperatura permane sottozero 24 ore su 24. Piuttosto frequenti negli Inverni degli anni '50, '60 e '70, esse hanno risentito della tendenza al riscaldamento globale, divenendo sempre più rare a cavallo tra gli anni '90 e 2000. Tuttavia, gli anni 2009 e 2010 hanno manifestato una netta controtendenza al trend dell'ultimo decennio.





## Piano di Emergenza Intercomunale *Arena Po, Bosnasco, Zenevredo, Portalbera e San Cipriano Po (PV)*

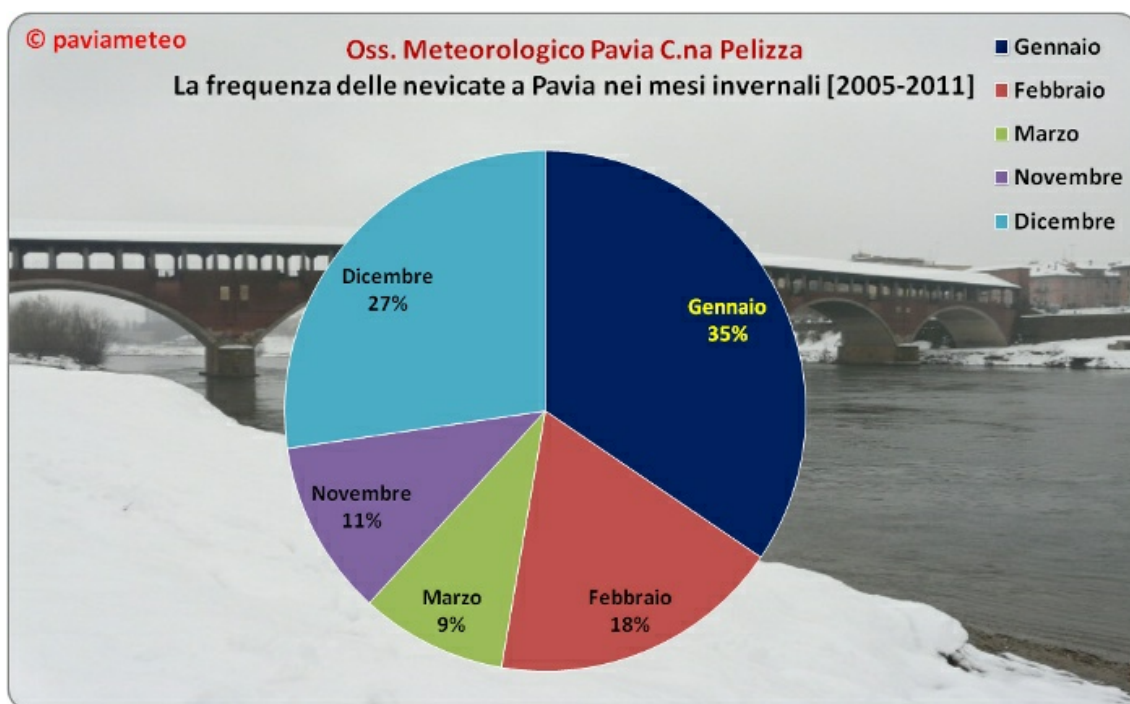


Figura 25 Frequenza delle nevicate nei mesi invernali a Pavia

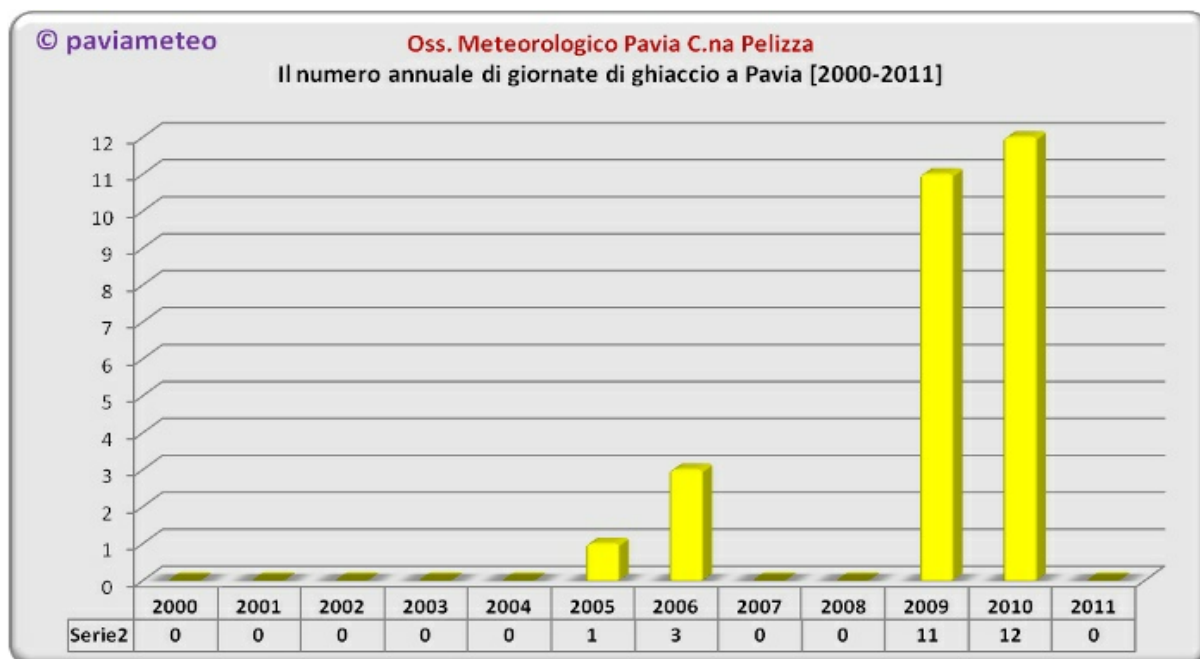


Figura 26 Numero annuale di giornate di ghiaccio nel decennio 2000-2011